



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de pavimento rígido con presencia de suelos parcialmente saturados en la Calle Lima – Pichanaqui – Chanchamayo - Junín -  
2021

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

**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Mancilla Bohórquez, Juan Pavel (ORCID: [0000-0003-0919-1803](https://orcid.org/0000-0003-0919-1803))

**ASESOR:**

Msc. Depaz Celi, Kiko Félix (ORCID: [0000-0001-7086-1031](https://orcid.org/0000-0001-7086-1031))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

**LIMA-PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

Dedico mi trabajo a Dios, por la vida y permitir que llegue a este momento tan importante en mi vida profesional. A mis queridos padres por el apoyo y la confianza, a mi esposa y mis hijos que son el motivo para seguir adelante. A toda mi familia por sus buenos deseos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, que me da salud para culminar mi meta.

A mi familia que me manifestó su apoyo en todo instante.

A mi asesor Msc. Depaz Celi, Kiko Félix, por ser mi guía en la realización de este Proyecto de Tesis.

## Índice de contenidos

CARATULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	11
3.2. Variables y operacionalización .....	12
3.3. Población, muestra y muestreo .....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	13
3.5. Procedimientos .....	14
3.6. Método de análisis de datos .....	16
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSIÓN.....	35
VI. CONCLUSIONES .....	38
VII. RECOMENDACIONES.....	39
REFERENCIAS .....	40
ANEXOS.....	1
OBTENCIÓN DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN MENSUAL.....	2



## Índice de tablas

Tabla 01. <i>Porcentajes de ejes equivalentes</i> .....	19
Tabla 02. <i>Periodo de conteo diario</i> .....	20
Tabla 03. <i>Resultado del factor de corrección</i> .....	22
Tabla 04. <i>Análisis de tráfico y otros factores</i> .....	24
Tabla 05. <i>Espesor del pavimento rígido</i> .....	25
Tabla 06. <i>Número mínimo de calicatas</i> .....	26
Tabla 07. <i>Ensayos Mr y CBR</i> .....	27
Tabla 08. <i>Cuadros resultados CBR</i> .....	29
Tabla 09. <i>Datos para el cálculo de obras hidráulicas</i> .....	30
Tabla 10. <i>Elemento de un canal de sección típica</i> .....	31
Tabla 11. <i>Diseño hidráulico de la cuneta</i> .....	31

## Índice de gráficos y figuras

Gráfico 01. <i>Resultado semanal de conteo</i> .....	21
Gráfico 02. <i>Comportamiento de la precipitación acumulada mensuales</i> .....	34
Figura 01: <i>Límites de Atterberg</i> .....	10
Figura 02. <i>Sección clásica de pavimento rígido</i> .....	18
Figura 03. <i>Conformación estructural del pavimento rígido</i> .....	25
Figura 04. <i>Diseño de un caudal</i> .....	32
Figura 05. <i>Drenaje berma y por debajo de la subrasante de la Calle Lima</i> .....	33

## Resumen

La investigación tiene como **objetivo**, Realizar un diseño de pavimento rígido adecuado para las condiciones de suelo parcialmente saturado que presenta la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo - Junín. La **metodología** utilizada en la investigación fue cuantitativa de tipo aplicada, descriptiva y no experimental. Los **resultados** de la investigación luego de utilizar la información obtenida de los estudios de tránsito vehicular, topográfico y mecánica de suelos realizados, permitió diseñar utilizando la metodología AASHTO 93-MTC un pavimento con una losa de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de espesor 20.00 cm y una subbase granular de 20.00 cm, así mismo se hicieron los cálculos para el drenaje con caudal máximo 0.08 m<sup>3</sup>/s y una intensidad de 22.40 mm/h, cuya base está conformada de piedras over de 5 y 6 pulgadas, con tirante de 0.40 m. Llegando a la **conclusión** que es necesaria la instalación de tecnología geotextil o fibras sintéticas (Waterstop) para impedir filtraciones en el pavimento y adicionalmente se requiere un sistema de drenaje lateral para poder eliminar el volumen excedente en la superficie, debido a que en la zona de estudio la presencia de filtraciones es frecuente y aún más en temporada de lluvias.

**Palabras clave:** Pavimento rígido, suelos parcialmente saturados.

## **Abstract**

The objective of the research is to carry out a rigid pavement design suitable for the partially saturated soil conditions presented by Lima Street in the urban area of the district Pichanaqui - Chanchamayo - Junín. The methodology used in the research was quantitative, applied, descriptive and non-experimental. The results of the investigation after using the information obtained from the studies of vehicular traffic, topography and soil mechanics carried out, allowed the design using the AASHTO 93-MTC Methodology a pavement with a concrete slab  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  of thickness 20.00 cm and a granular subbase of 20.00 cm, likewise the calculations were made for drainage with a maximum flow of 0.08 m<sup>3</sup>/s and an intensity of 22.40 mm/h, whose base is made up of stones over 5 and 6 inches, with tie of 0.40 m. Concluding that the installation of geotextile technology or synthetic fibers (Waterstop) is necessary to prevent leaks in the pavement and additionally a lateral drainage system is required to be able to eliminate the excess volume on the surface, due to the fact that in the area of study the presence of leaks is frequent and even more so in the rainy season.

Keywords: rigid pavement, partially saturated floors.

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, debido al accidentado territorio con el que contamos, sumado a la diversidad de ecosistemas y la presencia de la Cordillera de los Andes, dificulta la integración geográfica retrasando el crecimiento poblacional y su desarrollo. Dificultando su desarrollo comercial, el transporte de productos y el abastecimiento de mercados. Por este motivo el gobierno hace inversiones para mejorar la infraestructura vial en el país. Con la finalidad de generar seguridad, bienestar y confort para el transporte urbano y el turismo nacional, por estos motivos es necesario que las vías se encuentren en un buen estado de conservación, ajustándose a su nivel de importancia, condiciones de tránsito y tipo de terreno. Es importante que estos proyectos se adecuen al tipo de suelo característico de cada lugar. El cual puede presentar en algunos casos complicaciones debido a la presencia en exceso de agua. Si bien el territorio peruano cuenta con suelos que presentan escasas cantidades de agua, existen a su vez otros que tienen alto contenido de agua en su composición, ya sea por agente externos tales como lluvias, humedad, masas de agua estacionarias o internas como podría ser la presencia de la capa freática. Razón por la cual fue necesaria la evaluación y diseño de pavimentos que se adecuen a estas condiciones. En el distrito de Pichanaqui, la situación de la calle Lima, es un reflejo de las deficientes calles que existen en el distrito y sus alrededores, ya que en su mayoría se pudo evidenciar las pésimas condiciones en las que se encontraban, por lo que era frecuente toparse con vías fuera del casco urbano que se encuentran a nivel de trochas con presencia de baches, piedras y rocas que dificultaban el tránsito cotidiano, algo que ocasionaba molestia e incomodidad a los pobladores. Se pudo observar también que el estado de la vía vecinal se encontraba en pésimas condiciones, contaminando la zona y obligando a los pobladores a la inhalación de polvo, perjudicando la salud de los niños y adultos mayores quienes son más propensos a contraer enfermedades respiratorias. Otra de las inquietudes y principales molestias fue el sector automotor ya que con vías en pésimas condiciones ocasionaban desgastes en sus vehículos, generando a su vez tráfico e inseguridad ante posibles choques y volteos de camiones pesados que transitaban por dichas calles transportando productos agrícolas y

provocando accidentes fatales por el pésimo estado de la vía. El proyecto presentaba suelos parcialmente saturados. Por lo que durante la investigación se evaluó la instalación de diversas tecnologías de geotextiles como mallas hidráulicas, waterstop u otras para evitar las filtraciones de agua por desbordes de lluvias o carga hidráulica en la zona de estudio, debido a que este tipo de tecnologías ayuda a prevenir el desgaste, saturación del concreto, muros, pavimento y obras civiles en general, en este contexto se **formuló el siguiente problema general** según lo expuesto en los párrafos previos, ¿Cómo diseñar un pavimento rígido en presencia de suelos parcialmente saturados para la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo - Junín?, de la misma manera se plantearon los siguientes **problemas específicos**: Primeramente, ¿Cómo la presencia de suelos parcialmente saturados incide en el diseño del pavimento rígido para la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo - Junín?. Y finalmente, ¿Cómo la vida útil del pavimento rígido se verá influenciada por la presencia de suelos parcialmente saturados en la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo - Junín? El proyecto presentó también diferentes tipos de justificaciones: **Justificación teórica** al haber profundizado la aplicación de la metodología AASHTO 93-MTC con la finalidad de mejorar las fases de diseño estructural en proyectos de construcción. **Justificación práctica** al haber facilitado la identificación rápida de las propiedades del suelo y características granulométricas de la zona de estudio para próximas investigaciones, facilitando también el cálculo de los espesores para la construcción de pavimentos. Asimismo, una **justificación metodológica** al haber propuesto una metodología válida para la evaluación y diseño de un pavimento en presencia de suelos saturados con la utilización de instrumentos confiables para recolectar información. Finalmente, una **Justificación social**, debido a que se argumentó gracias a que el diseño y la evaluación del pavimento en la Calle Lima mejoraron el traslado de productos agrícolas a otros centros de abasto, generando ganancias con menos inversión de dinero y tiempo. En vista de ello la presente investigación tuvo como **objetivo general**, diseñar un pavimento rígido adecuado para las condiciones de suelo parcialmente saturado que presenta la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín.

Adicionalmente se plantearon los siguientes **objetivos específicos**: siendo el primer objetivo específico: Realizar el estudio de tráfico y diseño geométrico de un pavimento rígido en presencia de suelo parcialmente saturado en la Calle Lima de la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo - Junín; así mismo se tuvo que determinar el segundo objetivo específico: Determinar los parámetros del terreno a través del estudio de mecánica de suelos y topografía para diseñar el pavimento rígido en presencia de suelo parcialmente saturado en la Calle Lima de la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín. Como hipótesis principal se consideró la posibilidad de diseñar un pavimento rígido en las condiciones de suelo parcialmente saturado presentes en la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín; finalmente en las hipótesis específicas se consideró, la presencia de los suelos saturados no es relevante en el diseño del pavimento rígido para la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín. Así también, si será necesaria la implementación de sistemas de drenaje especiales para prolongar la vida útil del pavimento rígido en la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín. Por último, Mediante la construcción del pavimento rígido en la Calle Lima es posible mejorar la transitabilidad y condiciones de vida de los pobladores en la Calle Lima de la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín.

## II. MARCO TEÓRICO

Como **antecedentes internacionales**, tenemos a **Gómez (2015)**, en su investigación para optar por el grado de magister en ingeniería en construcción, sustentó en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en el país de México, la tesis titulada: Aplicación de pavimentos rígidos (base estabilizada), y pavimentos flexibles en vialidades de alto tráfico; Esta investigación analiza las causas del acabado y desgaste del pavimento, debido a la mala operabilidad desde su proceso constructivo. Considerando que en la zona sur y este de México, los suelos o subsuelos tienen presencia de filtraciones de agua que provienen de cuencas de los alrededores, lluvias turbulentas, huracanes y de las aguas subterráneas en las temporadas de baja temperatura; es por ello que los pavimentos rígidos del país de México se encuentra en mal estado y deteriorado a consecuencia de todo lo mencionado (agua, frío, calor), provocando que las estructuras de los pavimentos fallen en el instante de que son sometidas a los exceso de cargas de los neumáticos, esto acompañado a la poco o mínimo mantenimiento que se debe de realizar a las vías de toda la república nacional mexicana, este debilitamiento de las vías se debe a que no se invierte o ejecutan obras de sistemas de drenaje para desviar el agua de la estructura del pavimento, el cual debe ser colocando en los puntos críticos con presencia de agua ya sea el drenaje en la parte longitudinal o transversal para evitar el deterioro del pavimento. Por otra parte, según indica **Szasdi (2015)**, en su tesis de grado titulada: Optimización del desempeño de pavimentos rígidos mediante la utilización de soporte lateral, que fue sustentada en la Universidad Rafael Landívar del país de Guatemala. Expone que un cambio de temperatura podría ocasionar variaciones en las dimensiones tanto en su longitud como en el volumen. Los pavimentos rígidos en consecuencia del aumento de la temperatura ocurriría una dilatación del concreto, por otro lado, la disminución de temperatura provocaría la contracción del concreto, es por ello que cuando la temperatura atraviese la parte superior de la losa, la temperatura de esta será mayor que la temperatura en la parte inferior, trayendo como consecuencia que la estructura o la losa se comporte en forma de un alabeo convexo, este fenómeno o comportamiento se presenta cuando el concreto experimentará variaciones en la temperatura de manera continua, especialmente por la presencia de los rayos



solares y cambios extremos de frío o lluvia tanto en el interior como en la superficie de la losa de concreto; Esta investigación tuvo como objetivo la realización de análisis experimental de forma comparativa los pavimentos rígidos, determinando si la utilización de soportes laterales en diferentes casos afecta positiva o negativamente el comportamiento y desempeño estructural; El resultado de la investigación le permitió conocer los beneficios de utilizar soportes laterales, ponderando dichos beneficios y utilizándolos en decisiones relacionadas a la estructura, su vida útil o factores económicos para el diseño de pavimentos; Concluyendo que utilizar de soportes laterales en losas de pavimentos rígidos disminuyen los máximos esfuerzos debido a las cargas aplicadas en el borde de tránsito. A ello tenemos que agregar lo mencionado por **Burgos (2014)**, en su tesis de grado titulada: Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: santa elvira – el arenal, en la comuna de valdivia, la cual fue sustentada en la Universidad Austral de Chile; Esta investigación tuvo como objetivo analizar diseños de manera comparativa y sus costos económicos asociados entre los pavimentos flexibles y rígidos para la ruta s/r: Santa Elvira – El Arenal, en la comuna de Valdivia. Haciendo mención que los pavimentos rígidos o la capa de concreto depende de la resistencia estructural de dicho pavimento, teniendo en cuenta que la estructura de concreto o losa puede ser reforzada con armaduras de acero corrugado, esto depender del uso de cada pavimento; Para los resultados, se tuvo en cuenta que estas estructuras tiene en promedio una utilidad de entre 20 a 40 años, siendo la parte económica o costos una de sus principales desventajas, es por ello que se realizó un análisis comparativo del costo de ambas propuestas; Concluyendo y basándose en los resultados de los análisis realizados, construir un pavimento flexible en el tramo que une Santa Elvira y El Arenal ubicado en Valdivia en la Región de los Ríos, debido a que resulta económicamente más rentable. Sumando lo establecido por **Rico (2005)**, en su investigación experimental, descriptiva concluyo que, la inmensa mayoría de los pavimentos de concreto se diseña sobre la base de las fórmulas de Westergaard, utilizando el valor k del módulo de respuesta de la subcapa, obtenido durante el ensayo de la subrasante, obteniendo resultado sobre dicha subrasante.

Es hábito asignada por las situaciones, tomar en cuenta a veces el resultado de la subbase que se colocara a continuación sobre la subrasante, por medio de una corrección de k, que se detallara más adelante; en este caso probablemente debe considerarse medir directamente sobre la subbase con prueba de placa, en la misma forma en que se describe más adelante para la subrasante. Asimismo, **(Hugo Alexander Rondón Quintana, 2015 p. 11)**, sostuvo que este tipo de pavimento en su disposición está formado mayormente por una capa superficial o losa de concreto hidráulico con un espesor de 18 a 30 cm, apoyado sobre la base granular que se encuentra estabilizada y tratada con cementantes hidráulico, la estructura se describe y configura de forma típicas como se muestran en los esfuerzos generadas por el tránsito y/o circulación vehicular que es esencialmente atenuado en flexión la superficie de la losa de concreto, la tensión de compresión ejercida en la estructura del pavimento es distribuida en un área grande y trasferida al suelo en pequeñas cantidades. También **(Reyes L., 2007, p.55)**, Aclaran que los métodos de pavimentación en Colombia deben comenzar a dar cuenta de la acumulación de deformaciones permanentes que son la suma de las deformaciones generadas en cada capa de la estructura. Otro resultado es el de **(Sandra C., 2017, p.22)**, sostuvo que se debe considera el uso de pavimentos a nivel de afirmado, estas innovadoras tecnológicas para la pavimentación y la necesidad de contar con caminos rurales que tengan buen drenaje para mantenerse conservados luego de su intervención. Asimismo, **(Hernández, Vildaña, Rodríguez, 2015, p.30)**, Llego a la conclusión de que la mejora de los cruces viales son los criterios y parámetros para la solución en la práctica, reduciendo costos y dar solución al problema vial en las distintas redes urbanas, mejorando sus intersecciones aplicando dichos procedimientos y procesos en la infraestructura vial. **Como antecedentes nacionales**, tenemos a **Nuñez (2018)**, en su proyecto de investigación para optar el título de Ingeniero en Obras Civil, en la Universidad Nacional de Cajamarca en el país de Perú, titulada: Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la Avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota; Tuvo objetivo desarrollar una propuesta de rehabilitación de pavimento, en la que expone que el refuerzo debe de dar la seguridad y protección al pavimento reforzando resistencia como, brindar resistencia y la capacidad de soportar las cargas de los diferentes

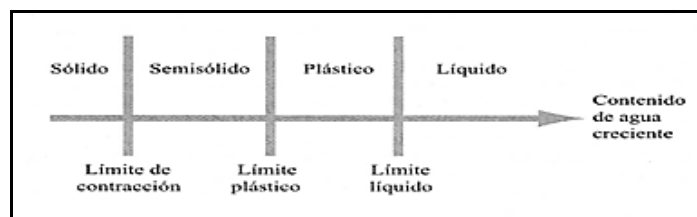
neumáticos de los automóviles, debe de brindar durabilidad y capacidad para soportar la acción de los diferentes variaciones de clima en las distintas zonas de estudio, por otro lado el pavimento debe de tener esas características primordiales durante el tiempo que fue diseñado, todo ello se logra en condiciones viables programando mantenimientos fijos para su ejecución ya sea en el tipo de carretera que se está interviniendo. Es por ello que **Castillo y Gil (2009)**, en su proyecto de investigación para optar el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Ricardo Palma en el país de Perú, Titulado: Rehabilitación de pavimentos rígidos en base al estudio de la carretera Tarija - Potosí; Nos expone que el estudio y análisis Tráfico o transito es uno de los factores o procedimientos de cálculos más importantes, ya que son variables primordiales para la implementación y diseño de pavimentos. Se optó por utilizar pavimento rígido, diseñándolo para una determinada cantidad y circulaciones de carga de los vehículos en su tiempo de servicio en un determinado periodo del día, en esa premisa se detallan procedimientos de conteo para así determinar un análisis de tráfico para una estructura vial, es importante también el identificar tipo de vehículo y las veces que circula por la vía, su peso por eje de dicho tipo de vehículo debido a su importancia del peso del eje, el cual es más significativo que el peso del vehículo para el tema de diseño y las variables que también pueden afectar a los pavimentos, tales como el drenaje, medio ambiente y materiales de construcción. Es en este sentido que se tuvieron en cuenta como **antecedentes locales**, tenemos a **Reynoso (2020)**, en su proyecto de investigación para optar el título de Ingeniero Civil, en la Universidad Peruana los Andes en el país de Perú, Titulado: Relación entre la calidad de drenaje de la subbase y el diseño de pavimentos rígidos AASTHO 93, Nos explica que tal como señalan, la facilidad con la que pasa el agua a través de los poros del suelo es llamado material o suelo permeable, la cual tiene una relación y consecuencia muy primordial en los costos de las obras de construcción. Como Teorías relacionadas con el tema, tenemos Vial urbano donde según, **(IMPL-MML, 2006, p. 23)** El periodo de servicio de un diseño del pavimento de concreto proyectado debe ser de al menos 20 años, ya que, de acuerdo con las cifras proporcionadas en el diseño de la carretera del proyecto, se basará en la cantidad de automóviles, día o el volumen de tráfico actual (TPDA) solo consideración unidireccional. Las carreteras

urbanas, de esta manera, para estudiar el flujo de direcciones de vías, es importante tener en cuenta que los ejes de equivalencia se calculan de manera diferente para calles duras o blandas. Cuando el caudal se multiplica por diferentes factores de equivalencia, se obtienen los ejes equivalentes. Según, **(SNIP, 2015, pag.10)** son las calles, avenidas, vías expresas puentes, veredas, que seden el paso del transeúnte, automóviles, motos, hacia los centros de trabajo, estudio o acceso al hogar. También se define Topografía según, **(Dante Alcántara García, 2014, p.2)** es la ciencia aplicada que se encarga de especificar las posiciones y ubicaciones relativas o absolutas de los diferentes puntos sobre la superficie de la tierra, así como su representación gráfica en un plano en una pequeña porción de la superficie terrestre con todo su posicionamiento exacto y con datos técnicos con alta precisión como las coordenadas UTM y el sistema WGS84. Así mismo Coordenadas Geográficas Según **(Manuel Zamarripa, 2010, p. 11)**, los instrumentos de longitud y latitud se utilizan para encontrar el punto determinado en la superficie terrestre, se puede decir que la línea del ecuador es una referencia, a partir de esta se mide la latitud de los polos dividiéndolo a la Tierra en hemisferio norte y sur, asimismo se contiene una malla reticular que corresponde a la proyección UTM con dos versiones o Datums de referencia WGS84. La longitud precisa la situación de un punto al este u oeste de otra línea de referencia, el meridiano de Greenwich. En cambio, en las líneas de Latitud, se cortan a medida que se acercan todas las líneas miden igual de norte a sur y desembocan en los polos, ya que cualquier punto del globo terrestre se puede describir en términos de distancia angular desde los puntos de referencia del ecuador ( $0^{\circ}$  de latitud) y del meridiano de Greenwich ( $0^{\circ}$  de longitud). Por otro lado, el Trabajo de campo En los trabajos de campo se debe realizar en un espacio donde se va a verificar el reconocimiento y la situación del terreno, el desnivel del terreno, su geografía, etc. Se de ubicar los putos y vértices para la definición de la forma geométrica que da como resultado el levantamiento en campo, asimismo para su ejecución se debe de tener la disposición de un espacio o tiempo que se representa a través de las coordenadas de los puntos más precisos en la zona de trabajo. De la misma forma Trabajo de gabinete Según **(Manuel Zamarripa, 2010, p. 22)**, percibe el cómputo y el diseño, ya que la definición del cálculo está comprendido de la información de los ángulos interiores

y superficie del polígono, dicho cálculos obtenidos será los ángulos interiores del polígono que servirá de apoyo., dichos ángulos interiores se van a obtener realizado fórmulas matemáticas para su mejor entendimiento, a su vez se tiene como resultado los planos o mapas topográficos que son el resultado del trabajo en oficina y se manifiesta en representaciones graficas en los diferentes posicionamiento de la superficie terrestre. Por otro lado, el Rumo y Azimut Según **(William R. Gámez, 2015, p. 83)**, Azimut (Az): es el ángulo que tiene un giro a la derecha (en el sentido de la aguja del reloj) desde el Norte hacia la línea donde se va a observar. Así mismo, el ángulo del azimut (Az) será igual a:  $0^\circ \leq \text{Azimut} \leq 360^\circ$  Se llama Azimut inverso de una línea al azimut medido del punto final de la línea hacia el punto de inicio. Entre el azimut directo y el inverso existe una diferencia de  $180^\circ$ . Azimut inverso = Azimut directo  $\pm 180^\circ$ , y el Rumbo (Rbo): es el ángulo que va a girar desde el norte o el sur relativo a la línea donde se va a observar. Dicha observación se realiza ya sea desde el este o el oeste. El rumbo (Rbo) siempre va a ser representado y/o ubicado por el cuadrante en donde se va a indicar. Por lo tanto, se va a tener el intervalo donde se visualiza el valor angular del Rumbo que será desde:  $0^\circ \leq \text{Rbo} \leq 90^\circ$ . Se considera también, el Estudio Mecánica de suelo que según, **(Braja Das, 1975, p.3)** La mecánica de suelos es una de las disciplinas de la ciencia en la ingeniería civil que estudia las cualidades, características físicas y químicas, así como su comportamiento, consistencia y resistencia para soportar diferentes tipos de fuerzas y/o estructuras pesadas. El autor considera a la geotecnia una disciplina impórtate dentro del estudio de suelo, ya que es parte importante de la geología, donde se realiza estudios y prácticas de los materiales o partículas naturales que se encuentra en los diferentes lugares de la superficie terrestre, a su vez estos materiales o pequeñas partículas orgánicos e inorgánicos presenta también cualidades, propiedades y comportamiento tato físico como químicos, dichos estudios a realizarse también se miden en la obtención de muestras profundas a cada medida de excavación establecido tomadas con procedimientos mecánicos sacando a la superficie para ser llevado dicha muestra a su estudio. En tal sentido, la Granulometría en suelo según **(Badillo y Rodríguez, 2010, p. 97)**, En los primeros tiempos se creía que las características del suelo dependían de la distribución de las múltiples partículas que constituyentes su tamaño; es por lo

que a los ingenieros especialistas les interesa utilizar procedimientos adecuados para determinar su distribución. Sin olvidar que los Agregados del suelo según **(Terzaghi y Peck, 1973, p. 22)**, indican que el término agregado hace referencia al mismo suelo, se refiere al suelo mismo, siendo cualitativa los agregados de suelo diferidos en textura, estructura y consistencia. Los datos cualitativos son obtenidos en el terreno observando, sirviendo como base para reparar los huecos y que permita contar el proceso de las masas del subsuelo. Finalmente la Consistencia del suelo según **(Albert Atterberg, 1973, p. 22)**, en la aparición o presentación de la existencia de minerales de arcilla en la clasificación de un suelo fino, esta muestra o partícula sería remodelado en la existencia y presencia de agentes humedales ya que dicha partícula no se podría desmoronar, este comportamiento o naturaleza del suelo se presenta de forma cohesiva que quiere decir que el suelo arcilloso fino sus partículas que lo rodea absorbe rápidamente el agua. Es por ello que a principios de los años de 1900, el científico sueco Albert Mauritz Atterberg, realizó un estudio para determinar una metodología práctica para describir las características de los terrenos arcillosos de partículas finas presentado contenidos de líquidos variables, dado que si se tiene un bajo contenido de agua el suelo arcilloso tendrá un comportamiento como un sólido frágil, si se da el caso en que contenga altas cantidades de agua, el suelo arcilloso y el agua circula o fluye, por lo tanto esta práctica o procedimiento va depender del volumen de suelo y contenido de agua que se presenta en el suelo arcilloso. Por lo tanto, según el autor el contenido de agua está relacionado con las propiedades del suelo arcilloso fino y dice que el procedimiento a seguir clasificándolo en cuatro estados básicos: Líquido, plástico, semisólido y sólido.

**Figura 01.** Límites de Atterberg



Fuente: Coduto (1999).

**En la Figura 01:** Se puede visualizar el esquema correspondiente a la consistencia del suelo según al contenido de humedad.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de investigación:

Es de tipo aplicada, aporta una nueva información que puede ser útil y estimable para la teoría al plantear problemas en circunstancias y características concretas, que requieren soluciones inmediatas y específicas (Baena, 2017, p. 17).

##### Diseño de la investigación:

Es transeccional y descriptivo. Dado que los datos son recolectados en un momento único, no serán alterados ni modificados, es decir, se limita a estudiar y analizar la información basado en las normas técnicas vigentes, que nos permitan obtener resultados, cumplir los objetivos planteados y describir lo que se interviene (Hernández, et al., 2014).



Donde:

“M” es la muestra

“O” es la observación de la variable

##### Enfoque de investigación:

Es cuantitativo porque, se apoya en una base de datos, a través de la medición numérica que siguen un conjunto de procesos, con la finalidad de probar hipótesis (Hernández, et al., 2014). Es decir, inicia con establecer la idea que una vez acotada y delimitada, se deriva una serie de preguntas y objetivos de investigación con el fin de probar teorías.

### **3.2. Variables y Operacionalización**

**Variable independiente:**

#### **DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO**

Se define al suelo parcialmente saturado como un suelo que tiene más de dos fases (agua y suelo) y su presión de agua intersticial es negativa en relación con la presión de aire. (Fredlund, 1973).

**Variable dependiente:**

#### **SUELOS PARCIALMENTE SATURADOS**

El pavimento rígido típicamente está formado por una base hidráulica o una subbase y una losa de concreto hidráulico, pudiendo tener o no un refuerzo de acero. Los pavimentos rígidos constan de una losa de concreto hidráulico, por su mayor rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas, salvo en bordes de losas y juntas sin pasa juntas. (López, 2019)

Se puede visualizar las matrices de operacionalización y consistencia en anexos.

### **3.3. Población, muestra y muestreo**

#### **Población**

La población del proyecto será los 4.10 Km de infraestructura vial que se intervendrá para la construcción de pavimento rígido en la zona urbana del distrito de Pichanaqui.

Según, (Pedro L., 2004, p.69) existe un conjunto de individuos u cosas de los que se anhela saber en una indagación.

Fueron considerados los siguientes criterios:

#### Criterios de inclusión

- Vías que requieran infraestructura vial de pavimento rígido.
- Debe estar ubicada en el distrito de Pichanaqui.
- Vías con suelos saturados.

#### Criterios de exclusión



- Otro tipo de pavimentos.

### **Muestra**

Siendo la muestra los 171.62 m del servicio vial urbano en la calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui.

Según, (Pedro L., 2004, p.69), la muestra es una pequeña porción parte de un total (universo) o población en donde se va a realizar los pasos y procedimientos a seguir para la elaboración de la investigación; ya que decimos que la muestra es una porción específica o representativa de un total o una población.

### **Muestreo**

Del tramo se seleccionado como muestra se harán los siguientes muestreos: Estudio de mecánica de suelos, topografía, estudio de tráfico, etc.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para (Hernández, Ávila, 2020, p. 51) son elementos que aseguran el hecho empírico de una investigación donde las técnicas, procedimiento van a formar el conjunto de los instrumentos y herramientas en donde va tener impacto los métodos, por otro lado mientras que las herramientas va ser el integrador de recursos o medio que ayudara en la realización de la investigación e infamación de la encuesta, también es una etapa donde se valida y se puede cambiar los datos con el propósito y objetivo para resaltar toda la información adquirida y de forma útil, para ello se procedería en sugerir a buenas conclusiones y a su vez que sea respaldado en la toma de decisiones.

Las técnicas usadas para recolectar información en esta investigación fue la observación directa a través de la toma de datos del conteo de vehículos, el análisis del material extraído de las calicatas y el levantamiento topográfico realizado en la calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui. Así mismo se tuvo consideró la normativa peruana en lo que concierne al diseño y se realizó una matriz de Leopold.

Para la recolección de datos, se utilizaron las fichas de observación para realizar el conteo de vehículos, el estudio de impacto ambiental, los equipos empleados para realizar el levantamiento topográfico y la excavación de calicatas.

### **3.5. Procedimientos**

En el actual trabajo de investigación, se realizará en tres etapas: pre-campo, el trabajo de campo y finalmente el post campo, procedimiento que será detallado a continuación:

#### **Pre-campo**

Según (Alfonso Garmendia, Salvador, Crespo, Luis G. 2005, p. 2) El vocablo "impacto ambiental" define la variación del contexto producida por la ejecución de un plan. En este argumento el significado ambiente rodea el conjunto de elementos físicos, sociales, culturales y estéticos en proporción con la persona y la sociedad.

El impacto ambiental se encarga de identificar los efectos positivos o en su defecto negativos para el proyecto y la localidad. Así mismo es necesaria la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA), cuyo principal objetivo es realizar la evaluación entre una investigación propuesta y el ambiente en el cual será realizado. Llevándose a cabo teniendo en cuenta que se requiere la mayor cantidad de información relacionada a los aspectos legales y técnicos, socioeconómicos y ambientales para poder realizar un análisis y justificar su aceptación.

**Materiales** Los materiales deben ser de calidad y de acuerdo con los detalles. La materia prima que están envasados se recepción tal como está, intactos y sellados, por si este requiera devolverse. El residente de obra y/o supervisor de obra, tienen la autoridad de poder rechazar los materiales y mercadería que no esté apto y no cuente con la calidad según los requerimientos específicos detallados en el contrato.

**Equipos y herramientas** Serán requeridos por los responsables de la obra, para posteriormente ser proporcionados al personal obrero para su empleo en las diferentes partidas, los mismos que deberán estar en óptimas condiciones de trabajo.

**Disposiciones preliminares** Antes de la ejecución de las actividades respectivas, se consideran todas las medidas adecuadas y pertinentes para reducir de forma drástica las posibilidades de accidentes de trabajo, para ello

debe implementarse las señalizaciones necesarias, así como la indumentaria necesaria para garantizar la seguridad del personal técnico y obrero.

**Trabajo de campo** Estudio de suelo. La finalidad de realizar el estudio de suelo es implantar los tipos de geotécnicas de suelo de la calle Lima en el mercado de Pichanaqui. Esta investigación incluye trabajos de campo, ensayos de laboratorio, rasgos físicos y mecánicos de tierras, patrimonios de firmeza y el análisis de la agresividad en el suelo al concreto de la cimentación.

La indagación de suelo se realizará a través de una excavación de calicata, siendo como profundidad máxima explorada 2 metros.

Se extraerán varias muestras revueltas representada de los extractos característicos en cuantía bastante para la ejecución de pruebas de estándares específicos y exámenes químicos.

Registro de exploraciones

- Se apunta los rasgos del terreno a estudiar, los pueden ser: Humedad, espesor de capas, color, compacidad, etc.
- La calicata examinada, muestra un historial de excavación. Ostenta el extracto de todo lo encontrado en las calicatas, resaltando los materiales encontrados.
- Indicando la profundidad y describiendo la materia dominante en cada una de las investigaciones.

Ensayos realizados en laboratorio.

El ensayo se realizará a través de las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM). Fueron:

- Pruebas estándar
- Examen granulométrico por tamizado ASTM D-422
- Limite liquido ASTM D-4318 y plástico ASTM D-4318
- Exámenes específicos
- Corte directo ASTM D-3080
- Humedad ASTM D-2216

## Clasificación de suelos

- Será clasificado a través del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).

## Perfil estratigrafía

- La estratigrafía se define como la interpretación de las búsquedas estratigráficas de las exploraciones a efectuar.

## Topografía

Reconocimiento del terreno: Ante todo, se mira el terreno a personalizar con el fin de avanzar a cualquier inconveniente que se lograra mostrar.

Levantamiento topográfico: Se realiza a través de una estación total, que muestra de manera confiable los datos técnicos del terreno, tales como: la ubicación, incidencias topográficas, pendientes, superficies, accesos, terreno y otros datos necesarios, para implementar la ingeniería y diferentes estructuras.

La recolección de información topográfica se empleó la estación total TOPCON CTS-230W, GPS GARMIN MAP 76CSX, prismas, flexómetro, libretas para almacenar información en campo, pintura y para las evidencias fotográficas, se hicieron uso de cámaras. Realizándose en coordenadas UTM.

**Post campo** Construcción del plano: Lo primero que se realiza es determinar la escala en que va a trabajar, siguiendo con la ubicación de la estación para así comenzar para triangulación, plasmando los puntos al plano del proyecto de diseño para mejorar el servicio vial de la Calle Lima del Cercado de Pichanaqui – Distrito de Pichanaqui Chanchamayo – Junín.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Este proyecto de investigación tiene un enfoque descriptivo, que va a recolectar, organizar y sistematizar los datos de los estudios, para extraer los diferentes métodos estadísticos con lo cual se analiza la información del proyecto obteniendo su descripción, este tipo de análisis o enfoque nos va a brindar la respuesta ante una necesidad o petición frente a una problemática y/o necesidad que se presenta en un determinado lugar mediante gráficos, tablas, etc.

Estas tareas se harán mediante:

Gráficos: que vienen a ser la manera de mostrar los datos. Esto nos permite observar rápidamente las características de los datos o variables. El gráfico puede ser: líneas, diagramas de áreas, pirámides de edad, cartografías, pictogramas.

Análisis descriptivo

Mediante el análisis descriptivo, se construye sistemas de expertos siendo entendido como inteligentes, utilizando cuadros, Excel, donde se redacta y se interpreta la información desarrollada.

### **3.7. Aspectos éticos**

La realización de la mostrada tesis de investigación se llevó a cabo cumpliendo de forma responsable, respetando la originalidad de los distintos autores mencionados, dónde se hará uso de la norma ISO 0690-2, acotando la no existencia de plagio, también se realizará una redacción con honradez y honestidad, de esta manera se estará cumpliendo con la ética de la investigación.

#### IV. RESULTADOS

Tenemos el Objetivo General **Diseñar un pavimento rígido adecuado para las condiciones de suelo parcialmente saturado que presenta la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín;**

##### IV.1 SITUACIÓN DE LA ZONA URBANA DE PICHANAQUI

La zona urbana del distrito de Pichanaqui presenta grandes problemas respecto a su pavimentación de las calles ya que no se intervienen alrededor del casco urbano de la calle Lima en el distrito de Pichanaqui, es un reflejo de la mayoría de las calles deficientes que existe en el distrito y sus alrededores, ya que en su mayoría están en pésimas condiciones, por lo que es frecuente encontrar vías fuera del casco urbano que se encuentra a nivel de trochas con presencia de baches piedras y rocas que dificultan el tránsito ya que se vuelve molesto e intransitable circular por dicha calle, ya que está en estudio de diseño vial.

El pavimento refleja la parte estructural y fundamental de lo que es una carretera rígida y está conformado por súper capas diseñadas con materiales selectivos y analizadas adecuadamente y bien compactadas, lo cual permite una circulación segura y cómoda en la mayor medida posible de circulación.

La superestructura estará relacionado a las cargas de los diferentes tipos de vehículos y sobre todo al aspecto climatológico, frente a todas esas acciones el pavimento deberá permanecer todo el tiempo su integridad, durabilidad y sus funciones principales es de asegurar una circulación cómoda y segura.

**Figura 02.** Sección clásica de pavimento rígido



**Fuente:** Cálculo del índice de condición del pavimento (Rodríguez, 2009).

En la **Figura 02** podemos visualizar las capas que conforman una estructura típica de pavimento rígido.

Asimismo, tenemos el primer Objetivo Específico **Realizar el estudio de tráfico y el diseño estructural de un pavimento rígido en presencia de suelo parcialmente saturado en la Calle Lima**

#### IV.2 ANÁLISIS DE TRANSITO

Uno de los métodos más empleados en el país en lo que respecta al diseño de pavimentos, siendo más específicos en determinar los espesores de las capas finales que conformaran la estructura tanto asfálticas como de concreto hidráulico, es la metodología AASHTO, siendo considerada en este método la vida útil del pavimento que se relaciona a las cantidades de repeticiones de carga que va soportar la vía de la calle lima cuando transiten vehículos en el pavimento de la calle lima, la información requerida a medida que se va haciendo las repeticiones de las cargas vehiculares trae como resultado la totalidad de deformaciones y fatiga que sufre la capa superficial de la estructura del pavimento.

Para diseñar los pavimentos se toman en cuenta los efectos del impacto que genera el paso de cada eje considerándolo como una carga y con la finalidad de que resistan un alto transito durante todo su tiempo de servicio. Es preciso indicar que no solo transitará un tipo de vehículos, sino que será un tránsito mixto, lo que significa que sobre la superficie del pavimento se aplicaran distintos pesos y números de ejes. Para realizar estos cálculos, se realiza una transformación de estos ejes a un equivalente de 80kN o 18 kips (8.2Ton).

**Tabla 01.** *Porcentajes de ejes equivalentes*

Número de carriles en una dirección	Porcentaje de ejes simples equivalentes de 85 KN en el carril de diseño
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

**Fuente:** AASHTO Guide for designing of pavement structures 1993

La **Tabla 01** contiene los parámetros establecidos para diseño de pavimentos por la metodología AASHTO.

### **Volúmenes de tráfico vehicular**

Es muy importante el conocimiento de la cantidad de vehículos que transitan por la zona, del cual se tomará como referencia el número de estos que pasan por un determinado punto.

Con este fin, se realizará un estudio para determinar el volumen de tránsito vehicular y la composición de este último, cabe aclarar que este se puede realizar a lo largo de la vía tomando como referencia múltiples lugares como pueden ser: Túneles, intersecciones o puentes. Logrando así, clasificar la carretera.

**Tabla 02.** *Periodo de conteo diario*

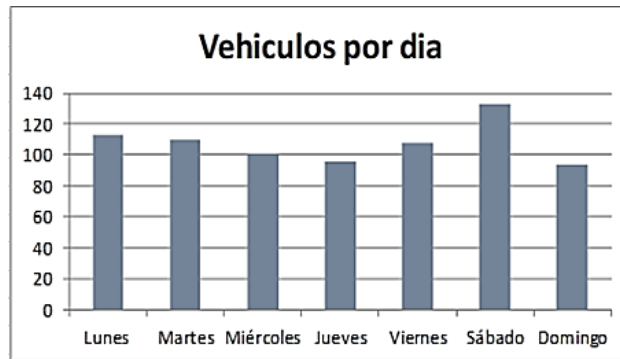
<b>Tipo de Vehículo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
Automóvil	56	56	52	50	56	60	50
Camioneta	25	24	26	22	21	30	20
Combi	12	10	9	11	14	15	12
Micro	10	9	8	5	6	9	4
Omnibus 2E	4	5	4	6	6	8	4
Camion 2E	2	1	0	2	2	4	1
Semi Trayers T2S3	3	2	1	0	2	5	2
Trailer 2T3	1	3	1	0	1	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>113</b>	<b>110</b>	<b>101</b>	<b>96</b>	<b>108</b>	<b>133</b>	<b>94</b>

**Fuente:** Elaboración propia, conteo de tráfico (2018).

La **Tabla 02** contiene los datos obtenidos del registro de conteo según la norma del MTC, se tuvieron en cuenta todos los días de la semana para el aforo durante 12 horas diarias desde las 7.00 am-7pm. Se detallan también los distintos vehículos que transitan la vía. Los días sábado existe mayor tránsito de autos y camionetas.



**Gráfico 01.** Resultado semanal de conteo



**Fuente:** Elaboración propia.

El **Gráfico 01**, nos presenta el resultado diario de los distintos vehículos que transitan en un día conformado por 12 horas, a su vez podemos decir que tenemos los domingos con la circulación vehicular más bajo y los días sábado es donde se presenta la cantidad de vehículos de mayor demanda.

METODOLOGÍA PARA CALCULAR EL PROMEDIO DIARIO ANUAL (IMD)

Corresponde a la siguiente formula:

$$IMD = IMD_S * FC_M$$

$$IMD_S = \frac{(VD_L + VD_{MA} + VD_{MI} + VD_J + VD_V + VD_S + VD_D)}{7}$$

*Donde:*

$IMD_S$  = Volumen clasificado promedio de la semana

$VI$  = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

$VnL$  = Volumen de clasificación para días no laborables

$FC_m$  = Factor usado para corregir según el aforo del mes en que se efectuó el conteo.

El factor para realizar la corrección mensual es determinado del registro de los datos anuales proporcionados por un Peaje, este con el fin de corregir y eliminar las variaciones en el volumen de tránsito a causa de los cambios estacionales a consecuencia de factores climáticos, festivos, escolares, festivos, recreacionales, temporada de cosechas, etc.

Se utiliza la siguiente fórmula para determinar el factor de corrección mensual (FC<sub>m</sub>), esta información es proporcionada por Provias Nacional.

$$FC_m = \frac{IMD_{anual}}{IMD_{mes\ de\ estudio}}$$

Donde:

$FC_m$  = Factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo

$IMD_{anual}$  = Volumen Promedio Diario Anual

$IMD_{mes\ de\ estudio}$  = Volumen promedio diario

**Tabla 03.** Resultado del factor de corrección

Tipo de Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							TOTAL	IMDs	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automóvil	19	22	35	32	60	30	24	222	32	1.011158	32
Station Wagon	8	7	4	3	2	0	8	32	5	1.011158	5
Camioneta	90	125	134	101	181	127	103	861	123	1.011158	124
Panel	6	21	4	5	2	0	0	38	5	1.011158	5
Combi	7	2	9	10	4	5	6	43	6	1.011158	6
Camión 2E	12	28	11	30	26	13	10	130	19	1.062693	20
Camión 3E	0	0	9	5	6	1	0	21	3	1.062693	3
Camión 4E	0	0	1	0	0	1	0	2	0	1.062693	0
<b>TOTAL</b>	<b>142</b>	<b>205</b>	<b>207</b>	<b>186</b>	<b>281</b>	<b>177</b>	<b>151</b>	<b>1349</b>	<b>193</b>		<b>28</b>

**Fuente:** Equipo técnico, elaboración propia.

En la **Tabla 03** contiene la información recopilada del estudio de tráfico en dos sentidos por día, apreciando una mayor demanda los viernes. Con un total de 1349 vehículos, IMDs igual a 193 y IMDa con un valor de 28.

### IV.3 PROCEDIMIENTO PARA EL DISEÑO DE LA ESTRUCTURA

Para el diseño del pavimento Rígido se tiene la metodología **AASTHO 93**

Se tiene que contemplar el análisis en el pavimento rígido, se conforma por diferentes factores como tráfico, estudio de suelos, capacidad de carga, drenaje, clima, la serviciabilidad esperada y la confiabilidad de poder llegar al diseño requerido respecto al nivel de importancia de la vía, ya que estas variaciones son primordiales y esenciales para obtener un desempeño eficiente del diseño del pavimento y su estructura evitando alguna falla o daño durante su periodo de vida.

Para el Diseño del Pavimento Rígido se tiene la metodología AASTHO 93, como la ecuación primordial para hallar la estructura del pavimento:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D + 1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5 - 1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \log \left[ \frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[ \frac{E_c}{K} \right]^{0.25}} \right]} \right]$$

Donde:

- W18 = Número de cargas de 18 kips (80 kN) previstas.
- Z<sub>r</sub> = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva o desviación estandarizada, para una confiabilidad R.
- S = Desvío estándar de todas las variables.
- D = Espesor de la losa del pavimento en pulg.
- ΔPSI = Pérdida de serviciabilidad prevista en el diseño.
- P<sub>t</sub> = Serviciabilidad final.
- S'<sub>c</sub> = Módulo de rotura del concreto en psi.
- J = Coeficiente de transferencia de carga.
- C<sub>d</sub> = Coeficiente de drenaje.
- E<sub>c</sub> = Modulo de elasticidad del concreto, en psi,
- K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg)

**Tabla 04. Análisis de tráfico y otros factores**

<b>( W18)</b>	Numero de ejes equivalentes total	<b>265,335.60</b>
<b>R</b>	Factor de confiabilidad (R)	<b>75%</b>
<b>Zr</b>	Desviación estándar normal	<b>-0.89</b>
<b>So</b>	Desviación estándar general	<b>0.35</b>
<b>Δ PSI</b>	Pérdida de Serviciabilidad	<b>1.90</b>
<b>Po</b>	Serviciabilidad inicial (pi)	<b>4.50</b>
<b>Pt</b>	Serviciabilidad final (pt)	<b>2.50</b>
<b>K</b>	Módulo de reacción de la subrasante	<b>75.35</b>
<b>Ec</b>	Módulo elástico del concreto	<b>3,347.120 psi</b>
<b>J</b>	Módulo de Transferencia de Carga	<b>3.2</b>
<b>Cd</b>	Coeficiente de drenaje (Cd)	<b>0.97</b>

**Fuente:** Elaboración Propia

La **Tabla 04** contiene los valores de coeficientes utilizados para calcular los espesores del pavimento.

- Resistencia de Concreto del Pavimentó Rígido =  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad del concreto  $E_c$  (Mpa) = 22,756.76
- Módulo de rotura  $S'c$  ( Mpa) = 4.16

### **Resultado del ancho de la Losa**

Para el resultado de los espesores de los materiales es variable ya que se requiere encontrar al realizar el diseño, como podemos ver:

D: Espesor del Pavimentó (Plgs)

A: Espesor del afirmado o base (Plgs)

P: Periodo o tiempo de vida útil (Años)

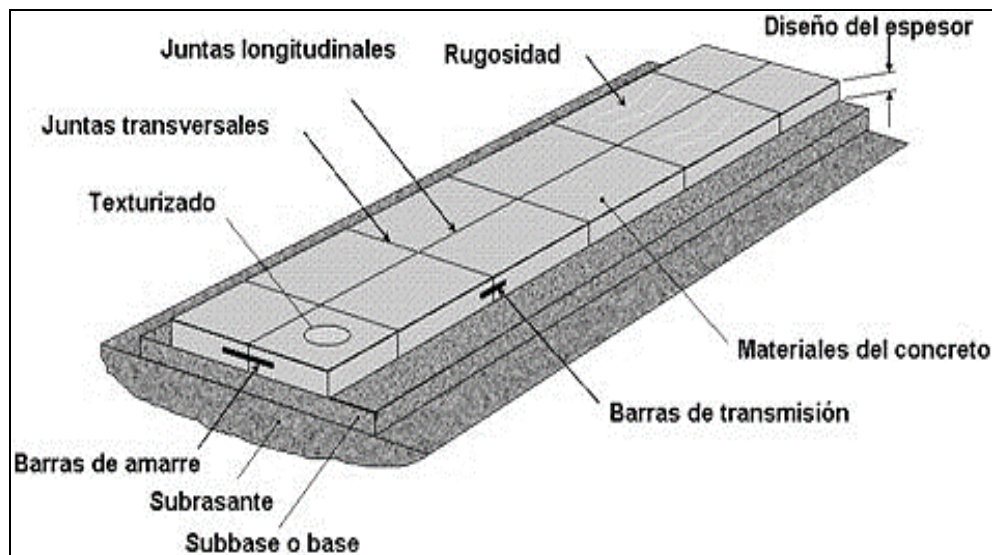
**Tabla 05.** *Espesor del pavimento rígido*

<b>LOSA DE CONCRETO</b>	<b>8 Pulgadas</b>	<b>20.00 cm</b>
<b>BASE O SUB BASE</b>	<b>8 Pulgadas</b>	<b>20.00 cm</b>
<b>PERIODO DE DISEÑO</b>	<b>20 AÑOS</b>	

**Fuente:** Elaboración Propia

La **Tabla 05** presenta los resultados de los espesores de las capas que conforman el diseño del pavimento rígido con el Método AASHTO 93.

**Figura 03.** Conformación estructural del pavimento rígido



**Fuente:** Diseño de pavimento rígido - Método AASHTO 93

En la **Figura 03** se puede apreciar una vista previa de la estructura del pavimento rígido y los elementos que la componen.

Así mismo se tuvo el segundo Objetivo Específico: **Determinar los parámetros del terreno a través del estudio de mecánica de suelos y topografía para diseñar el pavimento rígido en presencia de suelo parcialmente saturado en la Calle Lima de la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín.**

#### IV.4 ESTUDIO MECÁNICA DE SUELOS

En general la información de los materiales se reconoce por los diferentes métodos tanto de Elasticidad, como es conocido como Mr. Mod. De resiliencia para algunos elementos de los suelos gravosos sin tratamiento y aquellos materiales que no están aptos para el estudio de los suelos.

Según la norma del MANUAL DE CARRETERAS Suelos, Geología y Pavimentos, se realizó una calicata para obtener muestras granulares y llevarlo al laboratorio, ya que la norma nos dice que como mínimo se debe de realizar una calicata un kilómetro según el tipo de suelo a considerar. De acuerdo con el MANUAL DE CARRETERAS Suelos, Geología y Pavimentos, se ha realizado una calicata para el ensayo y estudio del CBR en la calle lima según como nos indica la norma establecida por el MTC.

**Tabla 06. Número mínimo de calicatas**

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido</li> <li>Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido</li> </ul>	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>4 calicatas x km</li> </ul>	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>3 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>2 calicatas x km</li> </ul>	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50m respecto al nivel de subrasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>1 calicata x km</li> </ul>	

**Fuente:** RD 037-2008-MTC/14.

Con ayuda de la **Tabla 06** se estableció la cantidad de calicatas a realizar para la exploración de suelos, se tuvo en cuenta los tipos de carretera establecido por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC. Para la investigación se tuvo en cuenta una carretera de bajo tránsito y se estableció 1 calicata como mínimo.

**Tabla 07. Ensayos Mr y CBR**

Tipo de Carretera	Nº Mr y CBR
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calzada 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 km x sentido y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> <li>• Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 km y 1 CBR cada 1 km x sentido</li> </ul>
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 1.5 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 2 km se realizará un CBR</li> </ul>
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA $\leq$ 200 veh/día, de una calzada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada 3 km se realizará un CBR</li> </ul>

**Fuente:** RD 037-2008-MTC/14.

Se utilizó la **Tabla 07** para determinar la cantidad de ensayos Mr y CBR, se tuvo en cuenta los tipos de carretera establecido por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones en la RD 037-2008-MTC/14 y el Manual de Ensayo de Materiales del MTC. Determinando la realización de un ensayo CBR cada 2 Km.

De las tablas presentadas se puede indicar que cuando no existe presencia de suelos con una estructura adecuada para el pavimento, es obligatorio recurrir a la



utilización de productos que estabilicen la subrasante, subbase y base, para que así cumplan con establecido en las especificaciones y que beneficie económicamente a largo plazo. También es una necesidad que el material con que se conformaran estas capas sea uno adecuado para los esfuerzos a los que estarán sometidos, debido que no es nada conveniente que una capa sea flexible y otra rígida, así mismo, una tenga permeabilidad y otra no.

### **Clasificación de Suelos**

La clasificación de suelos en la calle Lima de la zona urbana de Pichanaqui indica las características físicas y mecánicas del terreno. Por este sentido, la clasificación que mejor se adecua a esta y así mismo, describe las propiedades del material a usarse como subrasante es en clasificación de AASHTO M145.

Las principales variables son: la granulometría y la plasticidad. Generalmente el suelo está conformado por la siguiente granulometría:

- Grava de un tamaño menor a 76.2 mm (3") hasta tamiz N° 10 (2mm)
- Arena gruesa: de un tamaño menor a 2 mm hasta tamiz N° 40 (0.425mm)
- Arena fina: de un tamaño menor a 0.425 mm hasta tamiz N° 200 (0.072mm)
- Limos y arcillas: tamaños menores de 0.075mm

### **VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR, AASHTP T 193)**

El fin de este ensayo, es determinar la resistencia del suelo y su oposición a la penetración de un pistón de 3 pulg 2 de área en una muestra de suelo de 6 pulg(15cm) de diámetro y 5 pulg (12.5 cm) de altura, a una velocidad de 1.27 mm/min (0.5 pulg/ min). La fuerza que se necesita para que el pistón pueda penetrar el interior de un suelo se determina a intervalos de penetración, estas son comparadas con las necesarias para producir una penetración similar en muestras bien graduadas, las cuales sirven de referencia.



**Tabla 08.** Cuadros resultados CBR

ITEM	PROGRESIVA	CALICATA	MUESTRA	C.B.R. a 0.1 <sup>o</sup>	
	PROG.	TR	M	100%	95%
1	C-1	C-1	M-1	16.13	12.56
2	C-2	C-2	M-1	18.70	13.10
3	C-3	C-3	M-1	18.20	12.85
4	C-4	C-4	M-1	17.57	13.00
5	C-5	C-5	M-1	16.50	12.90
6	C-6	C-6	M-1	18.70	13.30
7	C-7	C-7	M-1	16.40	12.89
8	C-8	C-8	M-1	18.40	12.70

**Fuente:** Elaboración propia.

En la **Tabla 08** contiene los resultados de los ensayos CBR realizados de las muestras recolectadas.

#### **IV.5 ESTUDIOS Y OBRAS HIDRÁULICOS**

Para realizar el estudio hidrológico del área del proyecto del mejoramiento de la calle Lima de la zona urbana de Pichanaqui, fue basado en la información meteorología recabada por SENAMHI, en una estación cercana a lugar estudiado.

La estación de Pichanaqui nos brindó información de las lluvias de la zona, las cuales fueron representativas para la investigación, ya que el tirante se debe considerar su altura máxima para que la venida de las aguas no logre sobrepasar y se presenten desbordes en la zona.

- Dimensionamos una estructura para drenar las aguas excedentes de acuerdo con los datos recabados en el estudio.
- Se analizó en lo posible los fenómenos que afectan a las obras de drenaje en la zona para ser considerados en el diseño.

#### **Cálculo del sistema de Drenaje, Cuneta y Alcantarillado pluvial**

Se tiene la información y datos por las oficinas estatales de la provincia de Chanchamayo y en vista de que se trata de una obra vial importante para el distrito, se proyectó una vida de servicio de al menos 20 años, en tal sentido, se plantea un sistema de drenaje transversal y uso de geomallas acorde a esta demanda.

Para ello se han considerado los siguientes datos:

**Tabla 09.** Datos para el cálculo de obras hidráulicas

AJUSTE A UNA DISTRIBUCION GUMBEL					
(PARA VALORES DE PRECIPITACIONES MAXIMAS ANUALES)					
		ESTACION:	PICHANAQUI		
CALCULO DE PARAMETROS:					
Y:	Precipitaciones máximas anuales (ordenadas en forma decreciente)				
X:	Logaritmo de Tr				
Tr:	Periodo de retorno(años)				
N=	5 años				
m	Y=Pp	Tr	X=logTr	X2=(log Tr)2	X.Y
(orden)	(mm)	(años)			
1	57.3	5.000	0.699	0.489	40.051
2	34.6	2.500	0.398	0.158	13.769
3	25.4	1.000	0.000	0.000	0.000
4	23.9	1.250	0.097	0.009	2.316
5	21.7	1.667	0.222	0.049	4.814
N	5				
suma	162.900		1.416	0.706	60.950
promedio	32.580		0.283	0.141	12.190
Desv. Est.	14.667				
A	48.663				

**Fuente:** Elaboración Propia

La **Tabla 09** contiene los valores de las precipitaciones máximas anuales (ordenadas en forma decreciente).

**Tabla 10.** Elemento de un canal de sección típica

COMPONENTE	FORMULA	TRAMO						UNIDAD
		1	2	3	4	5	6	
Área Hidráulica	$A= 1.73 y^2$	0,20	0,28	0,18	0,21	0,18	0,17	m <sup>2</sup>
Espejo de agua	$T = b + 2zy$	0,79	0,92	0,74	0,81	0,74	0,72	m
Perímetro Mojado	$P= 3.46 y$	1,18	1,38	1,11	1,21	1,11	1,07	m
Radio Hidráulico	$R = \frac{y}{2}$	0,17	0,20	0,16	0,18	0,16	0,16	m
Borde libre	$Bl= 30\%y$	0,10	0,12	0,10	0,11	0,10	0,09	m
Altura	$h = y + Bl$	0,44	0,52	0,42	0,46	0,42	0,40	m
Velocidad	$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$	0,92	1,03	1,64	0,93	1,16	0,86	$\frac{m}{seg}$

**Fuente:** Elaboración Propia

La **Tabla 10** tiene los cálculos del diseño geométrico de la cuneta, como solución a las precipitaciones de aguas fluviales debido a las intensas lluvias en temporada de invierno en la zona urbana de Pichanaqui en la calle lima.

**Tabla 11.** Diseño hidráulico de la cuneta

DENOMINACION CUENCA A DRENAR	AREA CUENCA A (Km <sup>2</sup> )	PARAMETROS GEOMORFOLOGICOS		Tiempo de Concentracion (Tc) - Horas			P 20 mm/hora = 49.1	
		LONGITUD CAUCE Lc ( Km )	PENDIENTE CUENCA Sc ( m/m )	Kirpich	U.S. Corps of Engineers	Tc Elegido (horas)	Intensidad mm/hora	Caudal Máximo (m <sup>3</sup> /s)
Cunetas cada cuadra (100)	0.0300	5.90	0.011	1.493	2.738	2.74	22.4	0.08

**Fuente:** elaboración Propia

La **Tabla 11** contiene la información de los tiempos de concentración, intensidad y caudal máximo.

#### DISEÑO DEL CAUDAL

Ubicación: Calle Lima

Área de cuenca: 0.8150 Ha

Caudal: 0.051 m<sup>3</sup>/seg.

Para el diseño de la cuneta utilizamos el programa H CANALES de Máximo Villon y hallamos los datos geométricos de la cuneta.

**Figura 04.** Diseño de un caudal

The screenshot displays the 'Sistema H Canales' software interface. It is divided into several sections:

- Datos:** Input fields for Caudal (Q): 0.051 m<sup>3</sup>/s, Ancho de solera (b): 0 m, Talud (Z): 1, Rugosidad (n): 0.012, and Pendiente (S): 0.004 m/m.
- Diagrama:** A trapezoidal channel cross-section with top width 'T', height 'y', and side slope 'Z'.
- Resultados:** Calculated values for Tirante normal (y): 0.2270 m, Área hidráulica (A): 0.0519 m<sup>2</sup>, Espejo de agua (T): 0.4556 m, Número de Froude (F): 0.9299, Tipo de flujo: Subcrítico, Perímetro (p): 0.6443 m, Radio hidráulico (R): 0.0805 m, Velocidad (v): 0.9029 m/s, and Energía específica (E): 0.2770 m·Kg/Kg.
- Botones:** 'Calcular', 'Limpiar Pantalla', 'Imprimir', 'Menú Principal', and 'Calculadora'.
- Footer:** 'Ingresar el tipo de material del canal', '00:51 p.m.', and '20/11/2016'.

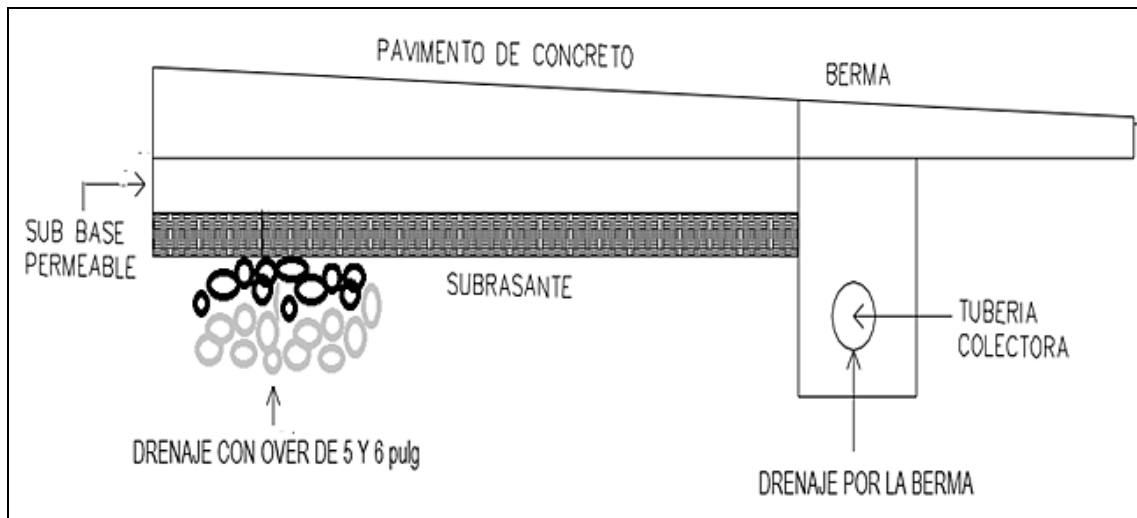
**Fuente:** Elaboración propia, utilizando el Sistema H Canales.

En la **Figura 04** tenemos la información obtenida del programa H canales, que nos da como resultado el tirante de 0.20 m y ese dato para el canal es muy bajo no soportara las aguas pluviales en temporada de lluvia turbulento, lo que se concluye es que se necesita un tirante efectivo de 0.40 m como mínimo para poder soportar la cantidad de carga de agua en los drenajes laterales como cunetas en la Calle Lima.

## IMPLEMENTACIÓN DE DRENAJE

Es un procedimiento técnico donde las aguas de filtración o subterráneas son desviados del suelo donde se va a instalar la estructura del pavimento rígido en la calle lima de la zona urbana de Pichanaqui, esta técnica se realiza con material grueso o piedras de 5 a 6 pulgadas para estabilizar el suelo y dejar pasar el agua sin perjudicar la resistencia o durabilidad del pavimentó a causa de la humedad, saturaciones o agentes filtrantes de agua. A Su vez es muy impórtate esta técnica, porque permite evitar que exista la presencia y aparición de agua en el pavimento rígido, ya que en el caso de presentarse agua alrededor del pavimento y no descarga esto afectará en gran medida la resistencia presentado fisuras, fallas y levantamientos a la respuesta que tenga el pavimento estructuralmente. Como no se puede impedir el paso del agua de las filtraciones en el pavimento, es necesario construir drenajes laterales y drenajes que van en la parte inferior de la base o subbase que ayude a desviar rápidamente el agua del pavimento.

**Figura 05.** Drenaje berma y por debajo de la subrasante de la Calle Lima



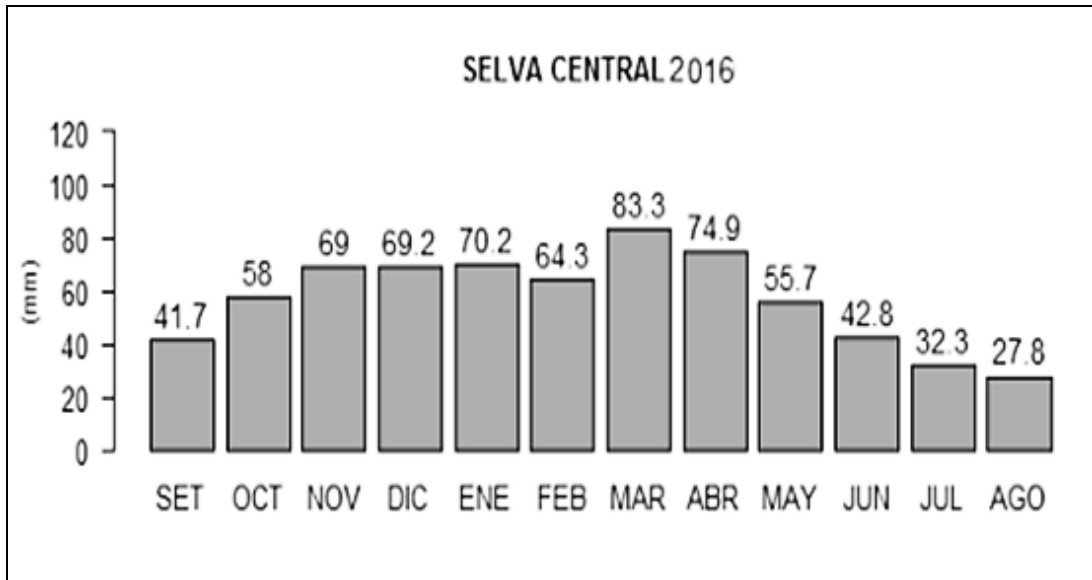
**Fuente:** Elaboración propia.

La **Figura 05** muestra un esquema del sistema de drenaje planteado para la evacuación del excedente de agua en la subrasante del pavimento.

Se precisó en lo posible las incidencias que afectan a las obras civiles, la misma que se tuvieron en cuenta en el diseño de los drenajes transversales. Fueron incluidas también las obras de instalación de geotextiles y waterstop.

Mientras que la Subdirección de estudios e investigaciones hidrológicas del SENAMHI, la selva central o montaña presenta un clima que se caracteriza por ser húmedo y tropical cálido, con mayor intensidad entre los meses desde noviembre hasta marzo, las precipitaciones acumuladas son características de cada región climática del Perú las cuales son presentadas en porcentajes desde el 2016, donde en la selva central se registró 83.31 mm para marzo y 27.84 mm en agosto. Similarmente los meses con máxima y mínimo acumulado mensual de lluvia en promedio fue en marzo y agosto: a continuación, se resumen las principales características climáticas de estas regiones.

**Gráfico 02.** Comportamiento de la precipitación acumulada mensual



**Fuente:** Subdirección de estudios e investigaciones hidrológicas del SENAMHI (2016).

En el **Gráfico 02** se muestra una recopilación de los datos de precipitaciones mensuales registrados por SENAMHI en el año 2016. Esta información fue tomada en consideración para el diseño del sistema de drenaje.

#### **IV.6 ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

Ver en el Anexo 5 “Informe topográfico”

## V. DISCUSIÓN

En este capítulo, se realizarán las discusiones sobre los resultados de la investigación:

**Primera discusión:** En su investigación, **Reynoso Oscanoa Javier (2020)** concluye que se puede optimizar el diseño de un pavimento rígido mejorando la calidad de drenaje en la subbase. Conclusión que apoyo e investigación que guarda similitud porque también se utiliza la metodología AASHTO 93 que es el método más utilizado en el Perú para el diseño de pavimentos rígidos y uno de los más utilizados a nivel mundial, ya que se basa en los ensayos realizados en Estados Unidos a una escala real. Siendo una de sus limitaciones el hecho de no considerar los efectos de variación climática, generando complicaciones en zonas de altas gradientes térmicas ya que existen esfuerzos adicionales en la superficie de la losa. Teniendo en cuenta que los materiales que componen las capas que sirven de base para el pavimento tienen que permitir el drenado del agua fuera de esta, este drenaje se podría agilizar con la utilización de tecnología geotextil o waterstop. Existiendo una similitud con la investigación ya que ambas analizamos las precipitaciones pluviales de las zonas de estudio para diseñar el pavimento. Afirma también que en lo posible se debe evitar que el agua pase a través de los poros del suelo que confirman las bases y subbases de los pavimentos, si bien la instalación de geotextiles como mallas hidráulicas, waterstop u otras para evitar las filtraciones de agua por desbordes de lluvias o carga hidráulica en la zona de estudio, esto beneficiaría en gran medida a la vida útil de la estructura del pavimento. La investigación de **Castillo Creamer, R. y Romero Gil, K. (2009)** concluyen que en su investigación se pudo evidenciar una separación entre la sub base y la losa que conforman el pavimento a causa de suelos parcialmente saturados. Algo que fue relevante y motivo de análisis en la presente investigación, apoyando dicha conclusión. Motivo por el cual se optó por la identificación de zonas con presencia de aguas subterráneas para intervenir e instalar algún sistema de drenaje ya sea de forma tecnológica como los wáter stop, plásticos de fibra o alguna tecnología hidráulica que sirve para evitar la presencia y subida del agua, por otro lado también se puede diseñó un sistema de drenaje lateral a base de piedras de over de 5 y 6 pulgadas para desviar la circulación del agua y no penetrar o que exista alguna intervención a la estructura

del pavimento rígido que se está ejecutando. El desvió de aguas para evitar las filtraciones por desbordes de lluvias o carga hidráulica en la zona de estudio. Y tal como indica **Gómez Claudio Federico (2015)**, esto puede ayudar al drenaje superficial evitando accidentes a consecuencia de la baja fricción con el pavimento, mejorando la transitabilidad en la vía. Se apoya la premisa de **Burgos Vasquéz Bruno (2014)** que la construcción de pavimentos beneficia a los poblados impulsando la economía. Haciendo énfasis en la funcionalidad con la que deberían estar diseñados por el costo económico que implica y el uso final que tendrá ya que debe soportar las cargas verticales ejercidas por los vehículos. Él plantea un diseño de pavimento rígido con un espesor de 20.00 cm para cumplir con las exigencias del sector en la vía Santa Elvira y El Arenal. Mismo espesor de losa que determinamos para la Calle Lima en el distrito de Pichanaqui.

**Segunda discusión:** Con la información recopilada del estudio de tránsito, se determinaron los esfuerzos y deformación a las cuales estaría sometida el pavimento. Cálculos que fueron realizados también en la investigación de **Szasdi Bardales Fernando (2015)**, donde concluye que la instalación de soportes laterales ayuda a la reducción de los esfuerzos y deformaciones en el pavimento para garantizar su vida útil. Se consideró no apoyar la instalación de soportes laterales en el diseño de pavimento de la presente investigación porque estas se instalaron en suelos que no tienen las características del distrito de Pichanaqui. Pero se vio por conveniente instalar un sistema de drenaje lateral, ubicado en la parte inferior de la berma sobre la base o subbase, para desviar rápidamente el agua de la estructura del pavimento. Con ello al igual que en su investigación se pudo garantizar la vida útil del pavimento, pero se incentiva a su investigación en suelos parcialmente saturados y evaluar su costo/beneficio. La información proporcionada por el estudio de tránsito realizado en la investigación de Núñez Guevara Yonel (2018) se utilizaron los siguientes valores para el diseño de los espesores del pavimento:  $IMDa = 472$ , desviación estándar  $SO = 0.49$  y un  $ESALs = 4\,799\,997$ , dando como resultado una losa de 20.00 cm y una sub base de 25.00 cm; A diferencia de este diseño, en la presente investigación se consideraron los siguientes valores:  $IMDa = 28$ , desviación estándar  $SO = 0.35$  y un  $ESALs = 387\,963.06$ , dando como resultado una losa de 20.00 cm y una sub base de 20.00 cm. Valores muy similares. Así mismo, **Rico (2005)**, afirmó en su



investigación experimental que la inmensa mayoría de los pavimentos de concreto se diseña sobre la base de las fórmulas de Westergaard, utilizando el valor k del módulo de respuesta de la subcapa obteniendo resultado sobre dicha subrasante, teniendo en cuenta que a veces el resultado de la subbase que se utiliza, es una corrección del valor k, que se detallará más adelante; en este caso probablemente debe considerarse medir k directamente sobre la subbase con prueba de placa.

**Tercera discusión:** Al igual que la investigación realizada por **Gómez Claudio Federico (2015)**. La población de estudio fue una zona que presentaba suelos parcialmente saturados producto de agente externos (lluvias y el flujo de aguas subterráneas), haciendo énfasis que las estructuras de pavimento presentan mayor deterioro en su vida útil por deficientes sistemas de drenaje. Juicio que apoyo en base al deterioro de los pavimentos evidenciado durante el levantamiento topográfico y evidenciando la presencia de suelos parcialmente saturados mediante los resultados proporcionados por los estudios de mecánica de suelos realizados en el distrito de Pichanaqui. A partir de los resultados obtenidos del laboratorio de suelos de las muestras extraídas de las calicatas que el CBR en la zona es bajo, cuyos valores se encontraban en el rango de entre 12.85 y 13.30 al 95%, recomendando a su vez compactar la subrasante hasta llegar a un grado de compactación del 90% y también mejorar la subrasante hasta una profundidad de 30.00 cm con material de préstamo seleccionado. En este contexto, se puede afirmar que: Es posible diseñar un pavimento rígido en las condiciones que presenta el terreno de la zona del distrito de Pichanaqui, ya que no existe presencia de la napa freática en la zona. Siendo que la saturación de los suelos es a causa de filtraciones de agua provenientes de canales de presencia estacionaria y constantes lluvias en la zona.

## VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

**Primera conclusión:** De acuerdo con el objetivo general, se evaluó y diseñó un pavimento rígido para la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín, se optó por el diseño de un pavimento rígido debido a que se caracterizan por no requerir un mantenimiento constante, tener una alta durabilidad, resistencia a la deformación y rigidez. Para este diseño se utilizó el método AASHTO 93 – MTC, dando como resultado una losa de concreto  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup> con un espesor de 20.00 cm y una subbase granular de 20.00 cm. El diseño del pavimento tiene una mejora de significativa en la transitabilidad y condiciones de vida de los pobladores de la zona urbana del distrito de Pichanaqui, debido a que el proyecto ayudará a la disminución de polvo producto del tránsito de vehículos pesados, las calles tendrán aceras más amplias, se establecerán también señalización peatonal y se plantarán árboles.

**Segunda conclusión:** Se pudo evidenciar presencia de suelos parcialmente saturados en la zona, producto de las filtraciones en la zona siendo relevantes para el diseño. Motivo por el cual se debe incluir la instalación de tecnología geotextil o fibras sintéticas (Waterstop) y el sistema de drenaje a base de piedras de over de 5 y 6 pulgadas, con un tirante de 0.40 m para poder soportar el volumen de agua para ser evacuadas por los drenajes laterales. Así se protegerá la estructura del pavimento, donde existirá presencia de agua a causa de las filtraciones que son muy frecuente por la zona urbana de la calle Lima, que es más frecuente en temporadas de lluvia ya que las precipitaciones acumuladas de agua son muy altas. Logrando así que el pavimento cumpla con el periodo de vida para el que fue diseñado.

**Tercera conclusión:** En el pavimento rígido de la Calle Lima en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Chanchamayo – Junín, es necesaria la instalación de un sistema de drenaje lateral, con la finalidad de prolongar la vida útil del pavimento que cuenta con sistema de cuneta y canales de desfogue para permitir el paso del agua en las temporadas de lluvia e invierno.

## VII. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones de la investigación fueron las siguientes:

**Primera recomendación:** Se recomienda realizar mantenimientos periódicos y limpieza de los canales del sistema de drenaje, para garantizar la evacuación del excedente de agua en el terreno. De esta manera garantizar que el pavimento alcance el periodo de vida útil para el que fue diseñado. Se recomienda también evitar la presencia de agua en el suelo que conforma la base y subbase del pavimento con la instalación de tecnología geotextil o fibras sintéticas (Waterstop).

**Segunda recomendación:** Es recomendable contar con estudios actualizados de tránsito vehicular, mecánica de suelos y levantamiento topográfico, es por ello que se pide a la Municipalidad Distrital de Pichanaqui en las diferentes áreas involucradas, brindar dicha información, ya que para realizar buenos estudios y proyectos de inversión se necesita de información y datos actualizado.

**Tercera recomendación:** Debido a que las características del suelo y su saturación son uno de los principales problemas para la estructura del pavimento, se recomienda investigar la deformación de suelos a causa del flujo de agua en las construcciones y la anisotropía hidráulica de suelos parcialmente saturados.

## REFERENCIAS

- Adegoloye, G.; Beaucour, A.; Ortola, S.; Noumowe, A. (2016). Mineralogical composition of EAF slag and stabilised AOD slag aggregates and dimensional stability of slag aggregate concretes. *Construction and Building Materials*, 115, 171-178. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.04.036>
- Al-shamrani; Moghal, B. (2015). Closed-form solutions for bearing capacity of footing on anisotropic cohesive soils. *Revista Ingeniería de Construcción*, 30(2), 109-125. <http://ricuc.cl/index.php/ric/article/view/574/pdf>
- Apaza Maquera, J. A. (2021). Evaluación de la estabilidad del talud de corte ejecutado en la carretera nacional PE-38A km 33+500 departamento de Puno –2021. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/72906>
- ASTM-D5298 (1994). “Standard Test Method for Measurement of Soil Potential (Suction) Using Filter Paper”, American Society for Testing and Materials, vol 11, pp 1-6, Barr Harbor, West Conshohocken, USA.
- Balcázar Yllesca, J. y Luque Ramírez, M. C. (2021) *Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad de Av. Miguel Grau, tramo Jr. Isidro Alcibar, San Martín de Porres, 2020* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59603>
- Beltran, G.; Romo, M. (2014) Pavement Evaluation and Maintenance Decisions Based on Fuzzy Inference Systems, *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 15 (3), pp. 391-402. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(14\)70349-X](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(14)70349-X)
- Burdine, N.T., Relative permeability calculations from pore size distribution data. *Journal of Petroleum Technology*, 5(03), pp. 71-78, 1953. DOI: 10.2118/225-G.
- Burgos Vasquéz, B. M. (2014) *Análisis comparativo entre un pavimento rígido y un pavimento flexible para la ruta s/r: Santa Elvira – el Arenal, en la comuna de Valdivia* [Tesis de Grado, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcib957a/doc/bmfcib957a.pdf>

- Castillo Creamer, R. A. y Romero Gil, K. L. (2009) *Rehabilitación de pavimentos rígidos en base al estudio de la carretera Tarija - Potosí* [Tesis de Grado, Universidad Ricardo Palma]. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/140>
- Castro, I.; Flores, I.; Garcia. J.; Gonzalez, Y. (2019) Influence of unsaturated soil permeability on the slopes of earth dams, 40 (3). [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1680-03382019000300086&lang=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000300086&lang=en)
- Camargo Najar, C. (2018). Evaluación del uso de Pavimentos Rígidos Demolidos como Agregados Reciclados en la Elaboración de Mezclas de concreto en la Región Puno-2011. <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3052>
- Chen, D., Scullion, T. & Nam, B. (2016). Characterization of structural conditions for pavement rehabilitations. *Construction and Building Materials*, 121, 664-675. <https://www.infona.pl/resource/bwmeta1.element.elsevier-c9dfe4f6-ee4-38dc-ada0-f3e57db06af1/tab/summary>
- Coduto D. (2001). *Foundation design. Principles and Practices*, 2da edición, Ingeniería Civil, ISBN 0-13-589706-8, California State Polytechnic University, Pomona, USA. <http://elivresz-ir.ezyro.com/06-dr-carroll-langworth-sr/foundation-design-principles-and-practices-2nd-e-ebook.pdf?i=1>
- Eulalio, J. (2005). *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos*, 644. [Archivo PDF] [https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod\\_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf](https://suelos.milaulas.com/pluginfile.php/128/mod_resource/content/1/Mecanica%20de%20suelos%20-%20Juarez%20Badillo.pdf)
- García, M. (2002). Catálogo de diseño de pavimentos rígidos de la pca adaptado a las condiciones de tránsito colombianas. [Archivo PDF] <http://repositorio.unicauca.edu.co:8080/bitstream/handle/123456789/500/CAT%c3%81LOGO%20DE%20DISE%c3%91O%20DE%20PAVIMENTOS%20R%c3%8dGIDOS%20DE%20LA%20PCA%20ADAPTADO%20A%20LAS%20CONDICIONES%20DE%20TR%c3%81NSITO%20COLOMBIANAS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Garmedia, A. Salvador, A., Crespo, C., Garmendia, L. "Evaluacion de impacto Ambiental". G., Adela s., Cristina C. y Luis G. PEARSON EDUCACIÓN,

S.A., Madrid, 2005 ISBN: 84-205-4398-5 Materia: Medio Ambiente, 349 (6), pp195-250.

<https://sociologiaambientalvcm.files.wordpress.com/2014/07/evaluacion-de-impacto-ambiental-garmendia.pdf>

Gomez Claudio, F. F. (2015) *Aplicación de pavimentos rígidos (base estabilizada), y pavimentos flexibles en vialidades de alto tráfico* [Tesis de Maestría, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla].  
<https://repositorioinstitucional.buap.mx/handle/20.500.12371/8876>

Hashemi, A.; Sutman, M. (2022) Thermo-hydro-mechanical behaviour of partially saturated fine-grained soils in the context of energy geostructures. *Soil. Rocks* 45 (1). <https://doi.org/10.28927/SR.2022.076821>

Herrera Burgos, W. A. (2018) *Diseño de un pavimento rígido para la calle 34 entre carreras 6 y 9, en el barrio el porvenir, municipio de Quibdó – Choco* [Tesis de Grado, Universidad Militar Nueva Granada].  
<http://hdl.handle.net/10654/20471>

Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2021). Evaluación del nivel de ruido emitido por el equipo mecánico utilizado en la construcción de vías de concreto en Desaguadero, Perú 2020.  
<https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/vestsc/article/view/467>

Jianping, P.; Southgate, H.; Allen D. (1994) *Temperature Effects on Rigid Pavements*, American Society of Civil Engineers, 120 (1).  
[https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0733-947X\(1994\)120:1\(127\)](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0733-947X(1994)120:1(127))

Jiménez Almeida, M. N. (2019) *Propiedades mecánicas de suelos parcialmente saturados* [Tesis de Grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador].  
<http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/16270>

Luna Marallano, D. J. (2016) *Diseño Estructural del Pavimento Rígido para el Mejoramiento de las Obras Viales Yauli - Oroya, 2016* [Tesis de Maestría, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/13587>

Macea, L.; Morales, L.; Marquez, L. (2016). *A Pavement Management System Based on New Technologies for Developing Countries*. Ingeniería

Investigación y Tecnología, 17 (2), pp. 223-235.  
<https://doi.org/10.1016/j.riit.2016.06.007>

Mamani Quispe, J. H. (2021) *Diseño y evaluación de pavimento rígido con incorporación de fibra de vidrio en el Jr. Andrés Razuri – Puno 2021* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo].  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/74195>

Mehta, Y., Cleary, D. & Ali, A. (2017). Field cracking performance of airfield rigid pavements. *Journal of Traffic and Transportation Engineering*, 4 (4), 380-387. <https://doi.org/10.1016/j.jtte.2017.05.010>

Mendoza, C.; Ruge, J. C.; & Caicedo, B. (2018). The geological history analysis of the friction angle in transported soils and their importance in the bearing capacity of shallow foundations. *Revista Internacional de Métodos Numéricos Para Cálculo y Diseño En Ingeniería*, 34(1).  
<https://doi.org/10.23967/j.rimni.2017.8.003>

Nassar, R. U. D.; Soroushian, P. (2012). Strength and durability of recycled aggregate concrete containing milled glass as partial replacement for cement. *Construction and Building Materials*, 29, 368-377.  
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2011.10.061>

Núñez Guevara, Y. (2018) *Propuesta de rehabilitación de pavimento de concreto utilizando sobrecapas de refuerzo en la avenida Todos los Santos de la ciudad de Chota* [Tesis de Grado, Universidad Nacional De Cajamarca]  
<https://1library.co/document/zqwmgn7y-propuesta-rehabilitacion-paviemnto-concreto-utilizando-sobrecapas-refuerzo-avenida.html>

Ortiz Medina, B. A. y Tocto Román, E. G. (2019) *Diseño de infraestructura vial con pavimento rígido para transitabilidad del barrio Señor de los Milagros, distrito Canoas de Punta Sal, provincia Contralmirante Villar de la región de Tumbes – 2018* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo].  
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/36551>

Pandey, A. & Kumar, B. (2020). A comprehensive investigation on application of microsilica and rice straw ash in rigid pavement. *Construction and Building Materials*, 252, 1-24. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.119053>

- Pérez-Rojas, Y. A.; Vera-López, E.; Ochoa-Díaz, R. (2021a). Morphological, chemical, and mineralogical characterization of concrete mixtures produced by electric arc furnace slag Morphological, chemical, and mineralogical characterization of concrete mixtures produced by electric arc furnace slag. *Journal of Physics: Conference Series*, 2046(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2046/1/012035>
- Rasol M., Perez, V., Fernandes F., Pais J., Santos, S., Santos, C. & Sossa, V. (2020). GPR laboratory tests and numerical models to characterize cracks in cement concrete specimens, exemplifying damage in rigid pavement. *Measurement*, 158, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.107662>
- Reynoso Oscanoa, J. (2020) *Relación entre la calidad de drenaje de la subbase y el diseño de pavimentos rígidos AASTHO 93* [Tesis de Maestría, Universidad Peruana Los Andes]. <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/2129>
- Rezaei, A., Kaya, O., Ceylan, H., Kim, S., Gopalakrishnan, K. & Brill, D. (2017). Development of Rapid Three-dimensional Finite-Element Based Rigid Airfield Pavement Foundation Response and Moduli Prediction Models. *Transportation Geotechnics*, 13, 81-91. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391217300521?via%3Dihub>
- Rodríguez, M., Thenoux, G. y González, A. (2016). Determinación probabilística del tiempo de servicio de estructuras de pavimentos. *Revista Ingeniería de Construcción*, 31 (1), 83-90. <https://biblat.unam.mx/es/revista/revista-ingenieria-de-construccion/articulo/determinacion-probabilistica-del-tiempo-de-servicio-de-estructuras-de-pavimentos>
- Sabih, G. & Tarefder, R. (2018). Characterizing strength and thermal properties of concrete for implementation of pavement mechanistic-empirical design in New Mexico. *Transportation Geotechnics*, 15, 20-28. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2018.02.003>



- Sotil Chávez, A., & Witczak, M. (2003). Últimos avances en diseño de pavimentos: La guía de diseño de pavimentos nuevos y rehabilitados del 2002. <https://repositorio.usil.edu.pe/handle/usil/1490>
- Sumayya, M.; Romeela, M.; Prakash, K. (2016). Characterisation of electric arc furnace slags as concrete aggregate.pdf. *Construction and Building Materials*, 105, 459-464.
- Szasdi Bardales F. J. (2015) *Optimización del desempeño de pavimentos rígidos mediante la utilización de soporte lateral* [Tesis de Grado, Universidad Rafael Landívar]. <http://biblio3.url.edu.gt/Tesis/2015/02/01/Szasdi-Fernando.pdf>
- Tristá, J.; Cobelo, W.; Quevedo, G. (2020). Análisis del comportamiento tenso-deformacional de un suelo parcialmente saturado para un cimiento circular bajo carga axial. *Ingeniería y desarrollo: revista de la División de Ingeniería de la Universidad del Norte*, 38(1), 181-196. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.14482/inde.35.2.10169>.
- Yanez, J. (2019). *Morphology and Detection of Corrosion on Stainless Steel Reinforcement in Concrete* (University of South Florida). Retrieved from <https://scholarcommons.usf.edu/etd/7922>
- Yi, T., Yong, F., Yun, L. & Chi, Z. (2018). Responses of snow-melting airfield rigid pavement under aircraft loads and temperature loads and their coupling effects. *Transportation Geotechnics*, 14, 107-116. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214391216300770?via%3Dihub>

## ANEXOS

### ANEXO 1: Declaratoria de autenticidad (Autor)



#### ANEXO 1

##### Declaratoria de autenticidad del autor

Yo, **Juan Pavel Mancilla Bohorquez**, alumno de la facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela profesional Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo (sede - Callao), declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan a la tesis titulado "Diseño de pavimento rígido con presencia de suelos parcialmente saturados en la Calle Lima, cercado de Pichanaqui – Chanchamayo - Junín - 2021", son:

1. De mi autoría
2. El presente trabajo de tesis no ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
3. El trabajo de tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente.
4. Los resultados presentados en el presente trabajo de tesis son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Lima, 25 de marzo del 2022



JUAN PAVEL MANCILLA BOHORQUEZ  
DNI Nº 10701367

## ANEXO 2: Declaratoria de autenticidad (Asesor)



### ANEXO 2

#### DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, **Kiko Félix Depaz Celi**, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo (sede - Huaraz), revisor de la tesis titulada:

**“Diseño de pavimento rígido con presencia de suelos parcialmente saturados en la Calle Lima, cercado de Pichanaqui – Chanchamayo - Junín - 2021”**, de la estudiante **Juan Pavel Mancilla Bohorquez**, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 25 de marzo del 2022



Firma

Depaz Celi Kiko Félix

DNI: 31663735

ANEXO 3: Matriz de operacionalización de variables

"Diseño de pavimento rígido con presencia de suelos parcialmente saturados en la Calle Lima, cercado de Pichanaqui – Chanchamayo - Junín - 2021"					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
VARIABLE INDEPENDIENTE:  DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO	El pavimento rígido típicamente está formado por una base hidráulica o una sub-base y una losa de concreto hidráulico, pudiendo tener o no un refuerzo de acero. Los pavimentos rígidos constan de una losa de concreto hidráulico, por su mayor rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas, salvo en bordes de losas y juntas sin pasa juntas. (López, 2019)	Los pavimentos son estructuras construidas por capas de diversos materiales seleccionados, superpuestas colocadas y compactadas sobre la superficie del terreno. Su diseño se basa en calculo de los espesores de estas capas que lo conformaran, siendo la capa superior una losa de concreto. Empleando parametros del transito vehicular y mecanica de suelos para determinar su capacidad portante.	TOPOGRAFIA	- Levantamiento topográfico	RAZÓN
			TRANSITO VEHICULAR	- Estudio de transito vehicular.	RAZÓN
			MECANICA DE SUELOS	- Granulometría. - Capacidad portante. - Límite líquido/plástico. - Clasificación de suelos SUCS y AASHTO.	RAZÓN
			ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO	- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MTC. - AASHTO	RAZÓN
			IMPACTO AMBIENTAL	- Estudio de impacto ambiental	RAZÓN
VARIABLE DEPENDIENTE:  SUELOS PARCIALMENTE SATURADOS	Se define al suelo parcialmente saturado como un suelo que tiene más de dos fases (agua y suelo) y su presión de agua intersticial es negativa en relación con la presión de aire. (Fredlund, 1973)	Estos suelos no se encuentran ni secos ni saturados. Esta condición de saturación parcial está ligada a variables ambientales como el clima, el régimen de lluvias, las tasas de evaporación y transpiración y las condiciones topográficas. A diferencia de los suelos secos o saturados, los suelos parcialmente saturados, están conformados mínimamente por tres fases: sólida, líquida y gaseosa, es decir, que los espacios vacíos están ocupados por aire y por agua.	GEOLOGÍA LOCAL	- Aspectos geomofológicos. - Aspectos litoestratigráficos. - Morfogénesis y procesos geodinámicos.	RAZÓN
			CLIMA	- Temperatura - Presión atmosférica - Precipitaciones - Nubosidad	RAZÓN
			REGIMEN DE LLUVIAS	- Condiciones pluviométricas. - Condiciones meteorológicas.	RAZÓN
			TASAS DE EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN	- Radiación. - Temperatura del aire. - Humedad atmosférica. - Viento.	RAZÓN
			CARACTERISTICAS DEL SUELO	- Perfil estratigráfico. - Contenido de humedad. - Propiedades mecánicas del suelos. - Propiedades físicas del suelos.	RAZÓN

## Matriz de Consistencia

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b>  <b>DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO</b>	El pavimento rígido típicamente está formado por una base hidráulica o una sub-base y una losa de concreto hidráulico, pudiendo tener o no un refuerzo de acero. Los pavimentos rígidos constan de una losa de concreto hidráulico, por su mayor rigidez distribuyen las cargas verticales sobre un área grande y con presiones muy reducidas, salvo en bordes de losas y juntas sin pasa juntas. (López, 2019)	Los pavimentos son estructuras construidas por capas de diversos materiales seleccionados, superpuestas colocadas y compactadas sobre la superficie del terreno. Su diseño se basa en calculo de los espesores de estas capas que lo conformaran, siendo la capa superior una losa de concreto. Empleando parametros del transito vehicular y mecanica de suelos para determinar su capacidad portante.	TOPOGRAFIA	- Levantamiento topográfico	RAZÓN
			TRANSITO VEHICULAR	- Estudio de transito vehicular.	RAZÓN
			MECANICA DE SUELOS	- Granulometría. - Capacidad portante. - Límite líquido/plástico. - Clasificación de suelos SUCS y AASHTO.	RAZÓN
			ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO	- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MTC. - AASHTO	RAZÓN
			IMPACTO AMBIENTAL	- Estudio de impacto ambiental	RAZÓN
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b>  <b>SUELOS PARCIALMENTE SATURADOS</b>	Se define al suelo parcialmente saturado como un suelo que tiene más de dos fases (agua y suelo) y su presión de agua intersticial es negativa en relación con la presión de aire. (Fredlund, 1973)	Estos suelos no se encuentran ni secos ni saturados. Esta condición de saturación parcial está ligada a variables ambientales como el clima, el régimen de lluvias, las tasas de evaporación y transpiración y las condiciones topográficas. A diferencia de los suelos secos o saturados, los suelos parcialmente saturados, están conformados mínimamente por tres fases: sólida, líquida y gaseosa, es decir, que los espacios vacíos están ocupados por aire y por agua.	GEOLOGÍA LOCAL	- Aspectos geomorfológicos. - Aspectos litoestratigráficos. - Morfogénesis y procesos geodinámicos.	RAZÓN
			CLIMA	- Temperatura - Presión atmosférica - Precipitaciones - Nubosidad	RAZÓN
			REGIMEN DE LLUVIAS	- Condiciones pluviométricas. - Condiciones meteorológicas.	RAZÓN
			TASAS DE EVAPORACIÓN Y TRANSPIRACIÓN	- Radiación. - Temperatura del aire. - Humedad atmosférica. - Viento.	RAZÓN
			CARACTERISTICAS DEL SUELO	- Perfil estratigráfico. - Contenido de humedad. - Propiedades mecánicas del suelos. - Propiedades físicas del suelos.	RAZÓN

## ANEXO 4: Estudio de tráfico

### ESTUDIO DE TRÁFICO

En esta etapa del estudio se elaboró el estudio de tráfico para determinar las características, el Índice Medio Diario (IMD) para la determinación de las características del diseño. Para el presente estudio, la medición del tráfico de las avenidas en estudio, la cual para efecto de conocer el volumen diario de vehículos que transitan por las avenidas de la zona urbana del distrito de Pichanaqui, provincia de Chanchamayo.

#### RESULTADOS DEL CONTEO

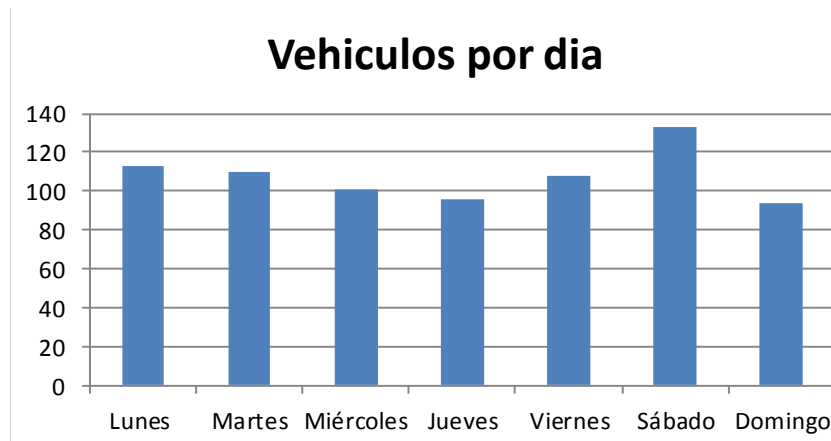
Se realizó la recolección de información en base a conteos visuales de los diferentes tipos de vehículos que circulan por el Jirón 07 de junio considerado en el presente estudio en forma independiente. Se realizó el conteo de vehículos con la finalidad de conocer el volumen y la clasificación vehicular agrupada según su número de ejes, para posteriormente obtener el IMD (Índice Medio Diario) que servirán para determinar el espesor de la capa de afirmado que se colocara sobre la sub rasante. El estudio de tráfico consistió en el conteo vehicular durante 7 días de la semana, en la última semana del mes de marzo del presente año. Donde se ha tenido en cuenta la siguiente información:

#### CUADRO N° 01

#### DETERMINACIÓN DEL IMD VEHICULAR

Departamento:	JUNIN						
Provincia:	SATIPO						
Distrito:	SATIPO						
Zona Geografica:	SELVA						
<b>DETERMINACION DEL TRANSITO ACTUAL</b>							
Resumen de conteos de transito a nivel del dia y tipo de vehiculo							
Resultados del conteo de trafico				Mes:	Noviembre	Año:	2016
<b>Tipo de Vehiculo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
Automovil	56	56	52	50	56	60	50
Camioneta	25	24	26	22	21	30	20
Combi	12	10	9	11	14	15	12
Micro	10	9	8	5	6	9	4
Omnibus 2E	4	5	4	6	6	8	4
Camion 2E	2	1	0	2	2	4	1
Semi Traylers T2S3	3	2	1	0	2	5	2
Trailer 2T3	1	3	1	0	1	2	1
<b>TOTAL</b>	<b>113</b>	<b>110</b>	<b>101</b>	<b>96</b>	<b>108</b>	<b>133</b>	<b>94</b>

Fuente: Elaboración propia.



## METODOLOGÍA PARA HALLAR EL PROMEDIO DIARIO ANUAL (IMD)

La metodología para hallar el Índice Medio Diario anual (IMD), corresponde a la siguiente fórmula:

$$IMD = IMDs * FC m$$

$$IMDs = [(\sum VI + Vs + Vd) / 7] \text{ (Estaciones de 7 días)}$$

Donde:

IMDs = Volumen clasificado promedio de la semana

$V_{al}$  = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

$V_{nl}$  = Volumen clasificado días no laborables (día sábado ( $V_s$ ), domingo ( $V_d$ ),

FC m = Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.

## OBTENCIÓN DE LOS FACTORES DE CORRECCIÓN MENSUAL

El factor de corrección estacional, se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de Peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a factores recreacionales, climatológicas, las épocas de cosechas, las festividades, las vacaciones escolares, viajes diversos, etc.; que se producen durante el año.

Para el cálculo del factor de corrección mensual (FCm), se obtuvo de la información proporcionada por Provias Nacional.

$$FC m = \frac{IMD \text{ anual}}{IMD \text{ del mes del Estudio}}$$

Donde:

FC m = factor de corrección mensual clasificado por cada tipo de vehículo

IMD = Volumen Promedio Diario Anual

$IMD_{\text{mes del Estudio}} = \text{Volumen Promedio Diario}$

## CUADRO N° 2


















Tipo de Vehículo	Tráfico vehicular en dos sentidos por día							TOTAL	IMDs	FC	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Automovil	19	22	35	32	60	30	24	222	32	1.011158	32
Station Wagon	8	7	4	3	2	0	8	32	5	1.011158	5
Camioneta	90	125	134	101	181	127	103	861	123	1.011158	124
Panel	6	21	4	5	2	0	0	38	5	1.011158	5
Combi	7	2	9	10	4	5	6	43	6	1.011158	6
Camion 2E	12	28	11	30	26	13	10	130	19	1.062693	20
Camion 3E	0	0	9	5	6	1	0	21	3	1.062693	3
Camion 4E	0	0	1	0	0	1	0	2	0	1.062693	0
<b>TOTAL</b>	<b>142</b>	<b>205</b>	<b>207</b>	<b>186</b>	<b>281</b>	<b>177</b>	<b>151</b>	<b>1349</b>	<b>193</b>		<b>28</b>

Fuente: Elaboración propia.



### CLASIFICACION VEHICULAR - ESTACION NRO.1

SENTIDO: en ambos sentidos  
 PUNTO DE AFORO : Jr. 07 de Junio esq. Jr Andres A. Caceres

HORA	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER		TOTAL
			PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E-C2	3 E-C3	4 E-C4	2S1/2S2	T3S2	3S1/3S2	S3	2T2	2T3	
TIPO DE VEH HORA																		
8.00-8.30 am	7	1	32	2	1	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	55
8.30-9.00 am	13	4	44	3	2	0	0	0	10	2	0	0	0	0	0	0	0	78
9.00 -9.30am	15	0	50	17	0	0	0	0	11	5	1	0	0	0	0	0	0	99
9.30-10.00am	12	3	58	0	4	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	0	87
10.00-10.30am	10	6	63	5	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	90
10.30-11.00am	15	1	68	1	4	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0	96
11.00-11.30am	9	2	50	0	7	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	74
11.30-12.00pm	11	0	51	2	2	0	0	0	7	4	0	0	0	0	0	0	0	77
12.30-1.00pm	4	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
1.00-1.30pm	27	3	16	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	49
1.30-2.00pm	8	2	35	2	0	0	0	0	8	2	0	0	0	0	0	0	0	57
2.00-2.30pm	6	4	38	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	55
2.30-3.00pm	16	1	68	2	4	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	97
3.30-4.00 pm	10	0	48	0	1	0	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	73
4.00-4.30 pm	16	1	67	0	3	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	96
4.30-5.00 pm	20	2	51	0	2	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	83
5.00-5.30pm	11	0	43	0	0	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	60
5.30-6.00pm	10	1	52	1	3	0	0	0	7	1	0	0	0	0	0	0	0	75
6.00-6.30 pm	0	1	11	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	13
6.30-7.00 pm	2	0	6	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	11
7.00-7.30 pm	0	0	4	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	9
7.30-8.00pm	0	0	0	0	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	<b>222</b>	<b>32</b>	<b>861</b>	<b>38</b>	<b>43</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>130</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1349</b>
									<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>	<b>2S1/2S2</b>	<b>T3S2</b>	<b>3S1/3S2</b>	<b>S3</b>	<b>2T2</b>	<b>2T3</b>	

## CLASIFICACION VEHICULAR – ESTACION N° 01

SENTIDO: en ambos sentidos

PUNTO DE AFORO : Jr. 07 de Junio esq. Jr Andres A. Caceres

IMDs

vehiculos ligeros	1196	171
B2	0	0
B3-1	0	0
C2	130	19
C3	21	3
C4	2	0
T2S2		0
		0
T2S3		0
		0
T3S1		0
		0
T3S3		0
		0
<b>TOTAL IMDp</b>		<b>193</b>

## **INFORME TOPOGRÁFICO**

### **1. ANTECEDENTES**

El presente estudio nace como resultado de una sentida e imperiosa necesidad de los propios vecinos así como del resto de la población del casco urbano del distrito de Pichanaqui, en mérito al requerimiento primordial y urgente que se tiene por contar con una vía que les proporcione adecuadas condiciones de transitabilidad de tipo vehicular, debido a que la actual avenida se encuentra a nivel de afirmado.

La Municipalidad Distrital de Pichanaqui, ha seleccionado y priorizado a solicitud del vecindario, el presente proyecto, la misma que en la actualidad carece de adecuadas condiciones de transitabilidad vial que permita un acceso apropiado a todo el interior del distrito. El propósito del proyecto está orientado a brindar la debida comodidad, protección y seguridad de todas las personas que circulan por esta avenida; con la finalidad de mejorar la accesibilidad a las viviendas y a otros servicios, contribuir al equipamiento urbano, fortalecer el tejido social y la organización local, mejorando de esta manera la calidad de vida y ambiental del entorno a esta vía.

El desarrollo del presente trabajo se desarrollará basándose en los lineamientos técnicos establecidos en el perfil preliminar, teniendo en cuenta lo indicado en el Informe Técnico y las recomendaciones producto de las evaluaciones del Equipo de Proyectos, para lograr la obtención de su viabilidad.

Los métodos actuales de medida, se apoyan en parámetros convencionales internacionales que establecen las normas y metodología en el arte de mensurar distancias sobre la superficie de la tierra, a esto se le debe añadir la tecnología e instrumental altamente sofisticados que coadyuvan a las mensuras con la mayor precisión posible. En nuestro país se emplean levantamientos topográficos con gran precisión, dentro de un sistema geo-referenciado. El presente informe y la documentación que se adjunta será testimonio suficiente del levantamiento topográfico.

En una parte se mostrará el trabajo de campo y procesamiento de la información obtenida. Para la finalización se presentan los resultados acompañado de un plano para un mejor entendimiento de este.

El Levantamiento topográfico se desarrolla dentro del marco del trabajo de Topografía al detalle.

El trabajo de control terrestre se llevó a cabo desarrollando la actividad siguiente:

- Recopilación de información

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

El objetivo general es realizar un levantamiento topográfico con una estación total, que muestre de manera fehaciente y confiable los datos técnicos del terreno, como; su ubicación, accidentes topográficos, taludes, superficies, accesos, relieve y otros datos necesarios, mediante procedimientos topográficos, para la proyección y ejecuciones de estructuras de ingeniería u otros.

El levantamiento topográfico del terreno consistió en:

- Establecer sobre toda su extensión las redes de apoyo horizontal y vertical, constituidas por puntos representativos relacionados entre sí, por mediciones de precisión relativamente alta.
- Situar todos los detalles que interesen, incluyendo los puntos antes citados, mediante mediciones de menor precisión apoyadas en las estaciones principales.

El objetivo secundario es obtener Bench Mark o Puntos de Control en un número suficiente como para desarrollar trabajos de verificación de cotas (estructuras existentes) y tener cotas de referencia para los trabajos a realizarse.

Como actividad de campo se ha realizado la ubicación de los vértices de la poligonal de enlace y de la poligonal básica teniendo como finalidad la visibilidad entre vértices, que normalmente se ha ubicado en las esquinas de las manzanas.

### **2.2. OBJETIVO DEL PROYECTO**

El objetivo del proyecto es de realizar los estudios definitivos para el "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO VIAL URBANO DE 22 CUADRAS DEL CERCADO DE PICHANAQUI, DISTRITO DE PICHANAQUI- CHANCHAMAYO -



manera que se mejoren las condiciones de transitabilidad de la mencionadas calles.

### **3. GENERALIDADES**

#### **3.1. UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

La zona del proyecto se encuentra en el Casco Urbano del distrito de Pichanaqui, provincia de Chanchamayo, departamento de Junín, colindante con el casco urbano.

#### **3.2. UBICACIÓN POLÍTICA**

- Lugar : Casco Urbano de Pichanaqui
- Distrito : Pichanaqui
- Provincia : Chanchamayo
- Departamento : Junín

#### **3.3. CONDICIÓN CLIMÁTICA**

Se caracteriza por tener un clima húmedo y caliente debido a su altitud, con temperaturas entre 24° y 34° sobre todo en los meses de abril a octubre, las precipitaciones pluviales en la localidad se intensifican en los meses de diciembre a marzo, la humedad es relativa en los meses del año.

### **4. TRABAJO DE CAMPO**

#### **4.1. RECONOCIMIENTO DEL TERRENO**

Primero que todo, se observó el terreno a representar con la finalidad de adelantarse a cualquier problema que se pudiera presentar en la toma de datos, principalmente con en el siguiente procedimiento de medición, observándose que el terreno destinado para el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO VIAL URBANO DE 22 CUADRAS DEL MERCADO DE PICHANAQUI, DISTRITO DE PICHANAQUI- CHANCHAMAYO - JUNIN",

Como actividad de campo se ha realizado la ubicación de los vértices de la poligonal de enlace y de la poligonal básica teniendo como finalidad la visibilidad entre vértices.

## 4.2. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Los trabajos de campo consistieron básicamente en el control topográfico, el cual fue llevado a cabo durante el tiempo que se permaneció en el lugar. La toma de datos se efectuó con una Estación Total TOPCON CTS-230W, GPS GARMIN MAP 76CSX, dos prismas, wincha, flexómetros, cámara fotográfica digital, pintura, libretas de campo.

El levantamiento topográfico se realizó en coordenadas UTM.

PUNTOS	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	513796.5276	8791742.828	532.669	PP
2	513789.5895	8791734.262	532.664	PISTA
3	513792.4946	8791731.732	532.708	PISTA
4	513820.4379	8791769.313	531.913	PP
5	513795.0222	8791729.541	532.742	PISTA
6	513808.4766	8791740.784	532.528	PP
7	513789.7324	8791727.609	532.836	BOEST
8	513803.7135	8791735.57	532.686	PP
9	513786.4424	8791735.669	532.758	RESERV
10	513791.889	8791735.792	532.787	RESERV
11	513788.2893	8791734.809	532.746	RESERV
12	513797.3353	8791731.213	532.787	RESERV
13	513794.7686	8791738.815	532.707	RESERV
14	513799.992	8791733.99	532.717	RESERV
15	513794.6773	8791740.879	532.704	VEX
16	513801.9069	8791734.084	532.704	VEX
17	513790.5088	8791739.447	532.772	LINDERO
18	513826.931	8791779.291	531.702	LINDERO
19	513796.8857	8791733.554	532.583	TR
20	513794.6893	8791735.558	532.584	TR
21	513803.3074	8791740.07	532.559	TR
22	513800.4636	8791742.614	532.512	TR
23	513803.3228	8791740.08	532.567	TR
24	513805.439	8791748.576	532.277	TR
25	513808.8682	8791746.168	532.389	TR
26	513812.1997	8791755.817	532.086	TR
27	513815.2844	8791753.126	532.144	TR
28	513817.5395	8791761.607	532.005	TR
29	513820.7938	8791759.582	532.049	TR
30	513827.0641	8791765.997	531.837	TR
31	513823.8562	8791768.535	531.809	TR

32	513832.3881	8791771.769	531.542	PISTA
33	513829.2528	8791774.49	531.524	PISTA
34	513826.5071	8791775.197	531.72	VEX
35	513831.1509	8791778.295	531.615	RESERV
36	513828.4824	8791775.412	531.664	RESERV
37	513832.1582	8791781.276	531.596	RESERV
38	513830.9183	8791783.861	531.64	RESERV
39	513847.25	8791795.67	531.405	RESERV
40	513841.7778	8791791.479	531.396	RESERV
41	513847.7523	8791795.015	531.288	PISTA
42	513850.682	8791792.221	531.295	PISTA
43	513826.7486	8791781.907	531.678	LINDERO
44	513837.8219	8791768.727	531.864	LINDERO
45	513842.0967	8791768.929	531.751	LINDERO
46	513854.2769	8791787.212	531.436	LINDERO
47	513800.9512	8791730.535	532.815	LINDERO
48	513801.3816	8791730.548	532.829	LINDERO
49	513809.7675	8791739.597	532.519	LINDERO
50	513810.1181	8791739.47	532.54	LINDERO
51	513826.0596	8791757.202	532.007	LINDERO
52	513829.8998	8791761.311	531.888	LINDERO
53	513830.5155	8791760.742	531.871	LINDERO
54	513833.6855	8791768.531	531.711	RESERV
55	513833.5835	8791770.464	531.712	RESERV
56	513836.3703	8791773.449	531.611	RESERV
57	513841.9753	8791773.65	531.673	RESERV
58	513839.0679	8791774.716	531.619	RESERV
59	513849.9327	8791782.303	531.439	RESERV
60	513849.6994	8791787.828	531.411	RESERV
61	513848.6759	8791785.058	531.378	RESERV
62	513852.4076	8791790.679	531.381	RESERV
63	513854.2084	8791790.87	531.363	RESERV
64	513841.1841	8791781.804	531.458	BOEST
65	513855.1201	8791789.943	531.383	PP
66	513862.5416	8791796.52	531.226	LINDERO
67	513857.3934	8791808.614	531.115	VEX
68	513859.1616	8791813.577	531.072	LINDERO
69	513852.0289	8791797.868	531.137	TR
70	513854.9463	8791795.167	531.136	TR
71	513856.7235	8791803.439	531.023	TR
72	513867.989	8791816.408	530.79	TR

73	513870.5	8791813.954	530.887	TR
74	513874.2002	8791822.91	530.6	TR
75	513877.4787	8791820.719	530.683	TR
76	513883.8328	8791833.07	530.369	PISTA
77	513887.0027	8791830.191	530.349	PISTA
78	513880.0072	8791831.088	530.598	RESERV
79	513882.7963	8791833.943	530.528	RESERV
80	513882.5316	8791839.474	530.506	RESERV
81	513883.7456	8791836.723	530.503	RESERV
82	513878.0768	8791830.895	530.622	RESERV
83	513890.7331	8791835.85	530.304	BOEST
84	513890.6823	8791837.872	530.309	BOEST
85	513871.8016	8791824.394	530.763	PP
86	513893.7997	8791846.546	530.36	PP
87	513878.7759	8791834.751	530.587	LINDERO
88	513902.3823	8791839.312	530.406	LINDERO
89	513888.2062	8791848.449	530.361	LINDERO
90	513891.7308	8791848.816	530.383	LINDERO
91	513936.2144	8791889.825	528.649	PISTA
92	513939.0927	8791887.108	528.765	PISTA
93	513929.7952	8791876.881	528.996	TR
94	513927.0194	8791879.663	528.926	TR
95	513922.8631	8791869.664	529.374	TR
96	513915.8661	8791861.831	529.634	TR
97	513919.3489	8791871.945	529.339	TR
98	513908.0858	8791852.677	529.968	TR
99	513910.5129	8791859.532	529.734	TR
100	513909.0005	8791849.97	530.145	VEX
101	513904.054	8791859.158	530.07	VEX
102	513917.7559	8791856.431	529.998	LINDERO
103	513904.8534	8791862.883	530.007	LINDERO
104	513900.2337	8791849.888	530.039	TR
105	513902.725	8791843.23	530.339	RESERV
106	513900.8841	8791843.284	530.33	RESERV
107	513898.374	8791834.846	530.432	RESERV
108	513898.1932	8791840.344	530.34	RESERV
109	513897.0901	8791837.532	530.388	RESERV
110	513902.6186	8791835.308	530.44	LINDERO
111	513889.2983	8791825.676	530.59	LINDERO
112	513893.5569	8791829.432	530.572	RESERV
113	513890.6318	8791830.501	530.542	RESERV



114	513885.2774	8791824.292	530.615	RESERV
115	513885.2933	8791826.234	530.602	RESERV
116	513887.2548	8791825.146	530.617	PP
117	513935.3046	8791877.64	529.295	PP
118	513930.2339	8791880.473	528.918	TR
119	513920.2787	8791869.665	529.445	TR
120	513910.8275	8791859.199	529.776	TR
121	513901.5632	8791849.162	530.079	TR

PUNTOS	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	514057.206	8791271.81	533.782	PISTA
2	514061.089	8791275.78	533.596	PISTA
3	514054.5	8791273.57	533.893	VEX
4	514053.358	8791272.29	533.938	VEX
5	514054.806	8791273.54	533.7	TR
6	514058.038	8791278.07	533.615	TR
7	514050.66	8791287.42	533.518	TR
8	514045.66	8791282.89	533.425	TR
9	514042.74	8791294.85	533.031	TR
10	514037.648	8791290.54	532.889	TR
11	514035.739	8791301.84	532.496	TR
12	514031.578	8791296.93	532.419	TR
13	514029.669	8791310.03	531.896	TR
14	514024.498	8791304.25	532.193	TR
15	514031.639	8791293.23	533.2	LINDERO
16	514014.201	8791293.04	533.161	LINDERO
17	514038.152	8791288.64	533.541	PP
18	514041.218	8791300.89	532.773	PP
19	514017.568	8791295.97	532.963	VEX
20	514023.285	8791301.41	532.885	VEX
21	514029.489	8791295.29	532.991	VEX
22	514034.051	8791314.74	531.795	PP
23	514023.202	8791303	532.69	PP
24	514033.887	8791311.88	532.104	LINDERO
25	514038.964	8791307.03	532.24	LINDERO
26	514037.895	8791305.93	532.269	LINDERO
27	514041.594	8791301.84	532.714	LINDERO
28	514018.777	8791308.55	532.257	TR
29	514021.789	8791305.21	532.1	TR
30	514008.415	8791292.42	533.29	TR

31	514004.964	8791296.06	533.386	TR
32	513998.311	8791282.76	533.871	TR
33	513994.742	8791286.17	533.749	TR
34	513989.36	8791274.29	534.571	TR
35	513985.29	8791277.81	534.485	TR
36	513978.362	8791263.67	535.299	TR
37	513974.972	8791266.97	535.122	TR
38	513968.692	8791254.98	535.834	TR
39	513968.688	8791254.97	535.838	TR
40	513965.511	8791258.14	535.711	TR
41	513958.538	8791246.08	536.27	TR
42	513955.339	8791248.75	536.008	TR
43	513948.384	8791236.38	536.665	TR
44	513945.799	8791238.46	536.56	TR
45	513937.895	8791226.19	537.257	TR
46	513934.967	8791228.64	537.185	TR
47	513930.494	8791219.14	537.974	TR
48	513927.703	8791221.82	537.891	TR
49	513962.98	8791246.04	536.204	PP
50	513963.718	8791245.04	536.252	LINDERO
51	513960.891	8791242.38	536.263	LINDERO
52	513986.988	8791268.67	535.099	PP
53	513987.211	8791267.31	535.191	LINDERO
54	514009.962	8791288.78	533.456	LINDERO
55	514010.823	8791291.17	533.342	PP
56	514025.576	8791319.41	531.618	LINDERO
57	514012.307	8791313.23	532.118	LINDERO
58	514023.034	8791317.48	531.478	TR
59	514019.127	8791313.4	531.703	TR
60	514010.947	8791332.9	530.21	TR
61	514005.274	8791329.55	530.389	TR
62	513995.488	8791349.86	528.897	TR
63	513991.52	8791346.76	529.019	TR
64	513982.667	8791366.12	527.885	TR
65	513978.741	8791363.43	528.01	TR
66	513976.014	8791375.85	527.478	TR
67	513971.524	8791372.55	527.747	TR
68	513964.275	8791388.95	526.994	TR
69	513960.546	8791386.06	527.124	TR
70	513953.466	8791401.3	526.294	TR
71	513950.047	8791398.56	526.425	TR

72	513943.367	8791413	525.723	TR
73	513934.214	8791425.95	525.129	TR
74	513929.458	8791422.69	525.044	TR
75	513922.821	8791439.55	524.06	TR
76	513918.719	8791434.93	524.071	TR
77	513918.932	8791443.67	523.349	TR
78	513918.974	8791443.65	523.352	PISTA
79	513916.105	8791439.67	523.432	PISTA
80	513960.365	8791379.15	527.729	LINDERO
81	513975.157	8791382.01	527.273	LINDERO
82	513962.322	8791375.71	527.865	LINDERO
83	513974.472	8791381.02	527.452	PP
84	513969.75	8791367.42	528.234	LINDERO
85	513986.036	8791368.66	527.494	LINDERO
86	513985.159	8791347.82	529.33	LINDERO
87	513990.122	8791341.47	529.356	LINDERO
88	513997.797	8791352.05	528.636	PP
89	514003.553	8791324.55	531.063	LINDERO
90	514001.189	8791349.65	529.292	LINDERO
91	514005.78	8791321.26	531.1	LINDERO
92	514013.392	8791334.57	530.379	LINDERO
93	514020.601	8791323.29	531.03	PP
94	514028.519	8791321.54	531.279	PP
95	514029.684	8791318.81	531.503	TR
96	514032.351	8791316.19	531.455	TR
97	514043.389	8791327.8	530.499	TR
98	514039.946	8791330.86	530.638	TR
99	514052.33	8791344.31	529.854	TR
100	514064.344	8791351.29	529.054	TR
101	514061.521	8791354.1	529.077	TR
102	514074.805	8791362.82	528.192	TR
103	514071.379	8791365.64	528.048	TR
104	514088.446	8791383.47	526.679	TR
105	514091.736	8791380.29	526.574	TR
106	514100.434	8791396.7	525.583	TR
107	514105.926	8791402.16	525.119	TR
108	514121.464	8791418.34	523.806	TR
109	514103.514	8791405.39	524.936	LINDERO
110	514079.876	8791377.63	527.251	LINDERO
111	514070.861	8791370.17	527.949	LINDERO
112	514057.38	8791353.53	529.698	LINDERO

113	514047.012	8791342.39	530.297	LINDERO
114	514058.921	8791341.54	529.793	PP
115	514060.504	8791341.47	529.838	LINDERO
116	514052.634	8791332.67	530.375	LINDERO
117	514040.346	8791335.27	530.557	LINDERO
118	514050.156	8791329.96	530.498	LINDERO
119	514037.993	8791317.04	531.486	LINDERO
120	514123.919	8791416.99	523.936	TR
121	514080.267	8791378.25	526.759	LINDERO
122	514081.166	8791377.39	526.796	LINDERO
123	514086.002	8791366.83	527.369	LINDERO
124	514084.973	8791367.64	527.523	PP
125	514092.949	8791374.27	526.947	LINDERO
126	514101.951	8791383.99	526.026	LINDERO
127	514109.134	8791393.41	525.819	PP
128	514110.511	8791394.79	525.77	PP
129	514118.632	8791419.93	523.768	LINDERO
130	514128.389	8791411.32	524.153	LINDERO
131	514123.628	8791412.95	523.936	TR
132	514120.095	8791415.16	523.945	TR
133	514130.721	8791426.28	523.176	TR
134	514134.32	8791422.96	523.265	TR
135	514151.549	8791448.78	521.703	TR
136	514154.992	8791445.26	521.797	TR
137	514169.921	8791468.5	520.618	TR
138	514173.678	8791465.97	520.694	TR
139	514189.622	8791489.73	519.786	TR
140	514192.71	8791486.41	519.915	TR
141	514206.124	8791507.95	519.3	TR
142	514209.934	8791504.8	519.442	TR
143	514222.338	8791525.46	518.953	TR
144	514225.521	8791522.2	519.052	TR
145	514238.185	8791543.93	518.507	TR
146	514241.784	8791540.91	518.685	TR
147	514261.6	8791564.65	518.208	TR
148	514258.731	8791568.39	517.913	TR
149	514275.147	8791580.14	517.882	TR
150	514285.23	8791590.45	517.489	PISTA
151	514278.369	8791589.47	517.518	TR
152	514289.676	8791600.54	517.486	PISTA
153	514275.517	8791573.08	518.614	PP



154	514275.574	8791572.99	518.233	PP
155	514267.931	8791563.44	518.32	LINDERO
156	514249.709	8791544.24	518.782	PP
157	514222.269	8791513.88	519.122	PP
158	514250.075	8791543.52	518.756	LINDERO
159	514209.312	8791515.58	519.17	LINDERO
160	514211.335	8791500.26	519.474	LINDERO
161	514179.777	8791483.08	520.169	LINDERO
162	514168.967	8791454.75	521.076	PP
163	514155.812	8791440.87	522.286	LINDERO
164	514143.593	8791428.5	522.968	LINDERO
165	514128.88	8791428.81	523.25	LINDERO
166	514140.84	8791425.92	523.237	LINDERO
167	514140.07	8791423.66	523.594	LINDERO
168	514139.199	8791423.78	523.539	PP
169	514120.808	8791422.37	523.398	TR
170	514104.031	8791439.17	522.774	TR
171	514087.87	8791454.09	522.058	TR
172	514072.608	8791467.11	521.637	TR
173	514119.885	8791431.63	523.292	TR
174	514057.562	8791481.33	521.328	TR
175	514108.346	8791442.24	522.705	TR
176	514057.577	8791481.34	521.351	TR
177	514093.438	8791456.42	521.987	TR
178	514045.311	8791492.39	521.157	TR
179	514078.93	8791470.26	521.44	TR
180	514031.623	8791504.35	520.934	TR
181	514068.594	8791479.37	521.422	TR
182	514018.526	8791516.19	520.78	TR
183	514055.434	8791491.84	521.044	TR
184	514007.799	8791526.04	520.67	TR
185	514040.993	8791503.85	520.812	TR
186	514002.339	8791530.35	520.225	PISTA
187	514025.416	8791517.67	520.549	TR
188	514003.579	8791523.47	520.678	LINDERO
189	514007.097	8791535.58	520.107	PISTA
190	514008.167	8791519.06	520.627	LINDERO
191	514018.682	8791528.12	520.517	LINDERO
192	514018.687	8791528.13	520.53	LINDERO
193	514017.491	8791527.64	520.684	PP
194	514038.561	8791491.78	521.07	LINDERO

195	514000.676	8791535.09	520.257	PU
196	514050.616	8791480.97	521.08	LINDERO
197	514069.864	8791480.55	521.534	PP
198	514072.021	8791480.52	521.563	LINDERO
199	514082.176	8791471.12	521.508	LINDERO
200	514095.598	8791457.84	522.008	PP
201	514121.75	8791434.23	523.138	PP
202	514118.631	8791419.94	523.765	LINDERO
203	514073.584	8791472.69	521.614	TR
204	514051.129	8791455.69	522.777	TR
205	514052.822	8791458.62	522.709	TR
206	514038.06	8791467.93	522.623	TR
207	514040.489	8791470.21	522.619	TR
208	514025.226	8791479.43	522.406	TR
209	514027.083	8791481.36	522.416	TR
210	514013.526	8791494.11	521.944	TR
211	514010.712	8791491.53	521.992	TR
212	514000.332	8791506.21	521.67	TR
213	513997.757	8791503.69	521.73	TR
214	513989.52	8791516.73	520.965	PISTA
215	513985.848	8791512.87	521.089	PISTA
216	513988.938	8791507.64	521.681	LINDERO
217	513994.046	8791504.79	521.827	PP
218	514018.85	8791482.41	522.2	PP
219	514029.609	8791470.96	522.633	LINDERO
220	514041.782	8791461.5	522.782	PP
221	514036.711	8791478	522.406	LINDERO
222	514050.239	8791452.67	522.99	TR
223	514052.602	8791450.22	522.986	TR
224	514038.935	8791440.46	524.138	TR
225	514041.392	8791437.92	524.198	TR
226	514022.61	8791423.01	525.666	TR
227	514025.445	8791420.2	525.674	TR
228	514039.901	8791429.5	524.964	PP
229	514041.928	8791430.11	524.858	LINDERO
230	514045.791	8791434.39	524.557	LINDERO
231	514018.222	8791424.08	525.407	TR
232	514016.177	8791420.84	525.432	TR
233	513998.967	8791441.18	524.62	TR
234	513995.766	8791438.78	524.569	TR
235	513982.279	8791456.12	523.847	TR

236	513979.613	8791453.75	523.791	TR
237	513970.498	8791466.52	523.102	TR
238	513967.556	8791464.56	523.082	TR
239	513960.145	8791476.72	522.422	TR
240	513956.921	8791474.41	522.397	TR
241	513953.246	8791477.2	522.206	PISTA
242	513956.424	8791480.75	522.026	PISTA
243	513991.285	8791451.71	524.326	LINDERO
244	513984.682	8791445.85	524.22	PP
245	514003.323	8791427.72	524.723	LINDERO
246	514008.816	8791423.69	525.418	PP
247	514017.043	8791404.58	526.089	PP
248	514015.643	8791402.99	526.007	PP
249	514018.342	8791412.3	525.765	TR
250	514015.855	8791414.7	525.666	TR
251	514006.323	8791403.09	526.038	TR
252	513998.791	8791388.57	526.469	TR
253	513994.456	8791391.1	526.348	TR
254	513988.843	8791377.31	526.88	TR
255	513984.175	8791379.55	526.91	TR
256	513982.604	8791370.18	527.554	TR
257	513979.092	8791374.23	527.512	TR
258	513986.439	8791369.16	527.494	LINDERO
259	513988.713	8791373.14	527.269	PP
260	514000.82	8791385.04	526.518	LINDERO
261	514005.619	8791391.76	526.449	VEX
262	514010.875	8791397.5	526.419	VEX
263	514006.355	8791391.1	526.49	LINDERO
264	514011.558	8791396.92	526.438	LINDERO
265	514018.459	8791404.57	526.09	LINDERO
266	514022.328	8791408.83	525.959	LINDERO

1	514058.141	8791481.632	533.037	VEX
2	514062.545	8791477.628	532.933	VEX
3	514049.174	8791480.279	533.578	VEX
4	514053.063	8791483.661	533.244	VEX
5	514042.329	8791486.485	533.639	VEX
6	514045.309	8791491.073	533.413	VEX
7	514042.363	8791496.08	533.208	VEX

8	514038.652	8791492.147	533.567	LINDERO
9	514038.644	8791489.716	533.68	VEX
10	514034.699	8791485.734	533.878	VEX
11	514038.328	8791489.834	533.683	PP
12	514045.204	8791488.474	533.265	PISTA
13	514050.664	8791483.685	533.202	PISTA
14	514061.401	8791482.745	532.644	BOEST
15	514047.797	8791495.376	532.841	BOEST
16	514048.933	8791480.447	533.23	TR
17	514042.864	8791485.849	533.459	TR
18	514040.952	8791472.016	534.229	TR
19	514034.502	8791478.348	534.275	TR
20	514032.227	8791463.137	534.8	TR
21	514026.134	8791469.404	535.056	TR
22	514026.134	8791469.403	535.056	TR
23	514022.91	8791453.37	535.559	TR
24	514016.648	8791458.651	535.876	TR
25	514014.584	8791444.298	536.785	TR
26	514008.253	8791448.542	536.753	TR
27	514010.975	8791439.728	537.448	PISTA
28	514005.043	8791445.138	537.37	PISTA
29	514014.036	8791441.809	537.733	VEX
30	514010.83	8791437.503	537.762	VEX
31	514017.463	8791438.718	537.775	VEX
32	514013.29	8791432.665	537.787	VEX
33	514015.768	8791436.98	537.832	VEX
34	514012.317	8791440.073	537.775	VEX
35	514007.002	8791447.998	537.407	VEX
36	514005.281	8791446.181	537.508	VEX
37	514003.277	8791444.643	537.614	VEX
38	513997.254	8791447.144	537.8	VEX
39	514002.163	8791452.423	537.534	VEX
40	514001.184	8791451.299	537.605	LINDERO
41	514001.829	8791449.836	537.613	PP
42	514019.818	8791469.906	535.406	PP
43	514017.576	8791469.423	535.456	LINDERO
44	514009.601	8791460.394	536.187	LINDERO
45	514010.011	8791459.904	536.222	CJ-AGUA
46	514010.526	8791460.483	536.163	CJ-AGUA
47	514006.395	8791456.552	536.562	LT



1	513407.413	8791806.31	544.18	BOEST
2	513415.005	8791809.01	543.183	LINDERO
3	513405.884	8791813.28	544.34	LINDERO
4	513416.932	8791807.26	543.175	LINDERO
5	513398.801	8791804.67	545.244	LINDERO
6	513409.906	8791815.79	542.959	PP
7	513419.329	8791806.25	543.102	PP
8	513433.352	8791833.74	537.556	PP
9	513436.063	8791835.04	537.016	LINDERO
10	513464.415	8791815.03	535.948	VEX
11	513432.33	8791842.52	536.611	PISTA
12	513436.936	8791838.85	536.734	PISTA
13	513427.492	8791835.22	537.713	TR
14	513431.065	8791832.31	537.674	TR
15	513425.112	8791825.37	539.171	TR
16	513422.16	8791828.04	539.165	TR
17	513415.986	8791820.28	540.971	TR
18	513418.567	8791817.85	541.078	TR
19	513412.716	8791809.32	543.149	TR
20	513585.983	8791837.35	524.327	VEX
21	513403.861	8791804.94	544.565	TR
22	513438.197	8791844.49	536.562	BOEST
23	513430.148	8791834.53	537.659	BOEST
24	513483.09	8791806.45	537.745	CI
25	513459.692	8791803.63	539.209	CI
26	513444.133	8791801.61	540.361	CI
27	513454.087	8791801.59	539.393	CI
28	513420.945	8791798.76	542.715	CI
29	513476.308	8791806.92	538.161	TR
30	513474.274	8791812.06	537.962	TR
31	513464.48	8791805.34	538.941	TR
32	513463.5	8791810.14	538.987	TR
33	513446.136	8791803.09	540.279	TR
34	513445.249	8791808	540.279	TR
35	513428.303	8791801.01	541.89	TR
36	513427.867	8791805.19	541.922	TR
37	513415.347	8791799.42	543.418	TR
38	513414.053	8791804.42	543.563	TR
39	513421.019	8791806.28	543.009	VEX
40	513416.911	8791805.89	543.168	VEX

41	513413.286	8791809.14	543.19	VEX
42	513416.109	8791812.58	543.104	VEX
43	513457.601	8791826.92	536.995	PP
44	513455.482	8791811.01	538.861	PP
45	513439.504	8791835.59	536.871	LINDERO
46	513465.673	8791813.42	537.907	LINDERO
47	513467.326	8791816	537.768	LINDERO
48	513445.78	8791839.73	536.666	PISTA
49	513443.702	8791836.89	536.715	PISTA
50	513459.334	8791831.86	536.928	TR
51	513456.876	8791827.69	536.912	TR
52	513468.875	8791825.74	537.131	TR
53	513466.554	8791820.72	537.162	TR
54	513480.964	8791816.95	537.599	TR
55	513477.103	8791811.43	537.962	TR
56	513450.625	8791843.74	534.452	TR
57	513449.099	8791842.42	535.401	TR
58	513458.486	8791838.16	533.978	TR
59	513456.826	8791836.22	535.705	TR
60	513463.816	8791833.39	534.546	TR
61	513462.107	8791831.5	535.986	TR
62	513468.898	8791828.95	534.952	TR
63	513467.784	8791827.36	536.189	TR
64	513475.142	8791825.27	535.297	TR
65	513474.143	8791823.66	536.383	TR
66	513482.814	8791818.72	537.599	TR
67	513492.915	8791812.45	538.215	PP
68	513488.951	8791806.29	538.41	CI
69	513499.043	8791799.41	537.822	CI
70	513506.807	8791793.76	537.317	CI
71	513519.722	8791784.92	536.569	CI
72	513522.446	8791793.35	537.051	PP
73	513523.595	8791794.96	537.411	LINDERO
74	513498.763	8791811.56	537.377	LINDERO
75	513494.788	8791808.6	538.273	TR
76	513492.922	8791805.29	538.22	TR
77	513485.326	8791802.3	539.878	LINDERO
78	513510.277	8791799.29	537.417	TR
79	513507.079	8791795.67	537.425	TR
80	513523.53	8791788.11	536.29	TR
81	513521.5	8791785.03	536.205	TR

82	513536.812	8791779.25	535.011	TR
83	513534.942	8791775.36	534.904	TR
84	513545.577	8791773.98	533.539	TR
85	513543.685	8791769.69	534.015	TR
86	513549.912	8791772.46	533.2	TR
87	513548.011	8791767.04	533.701	TR
88	513546.062	8791768.7	533.876	TR
90	513703.936	8791826.34	516.395	TR
91	513531.831	8791788.32	536.861	VEX
92	513544.17	8791779.85	535.232	VEX
93	513538.577	8791783.74	536.128	VEX
94	513546.395	8791778.47	532.997	VEX
95	513548.437	8791778.22	532.841	VEX
96	513537.691	8791782.4	536.107	VEX
97	513549.538	8791810.06	530.374	VEX
98	513550.545	8791806.83	530.547	VEX
99	513549.206	8791797.99	531.151	VEX
100	513562.826	8791763.23	533.077	VEX
101	513557.999	8791777.11	532.655	VEX
102	513559.466	8791765.46	533.3	VEX
103	513556.664	8791775.78	532.817	VEX
104	513557.062	8791768.18	533.409	VEX
105	513556.416	8791772.9	533.127	VEX
106	513559.29	8791799.87	530.147	VEX
107	513560.793	8791805.42	529.507	VEX
108	513558.932	8791825.18	529.922	VEX
109	513566.05	8791817.42	527.769	VEX
110	513553.235	8791816.94	530.046	VEX
111	513530.623	8791786.42	536.518	C
112	513551.398	8791809.47	530.188	C
113	513535.474	8791783.18	536.085	C
114	513547.327	8791775.7	533.539	C
115	513548.696	8791776.84	533.081	C
116	513525.447	8791780.62	536.329	CI
117	513533.822	8791774.51	535.676	CI
118	513551.302	8791762.66	533.956	CI
119	513547.21	8791761.55	533.955	CI
120	513554.835	8791760.18	533.531	PISTA
121	513557.331	8791766.94	533.188	PISTA
122	513561.125	8791768.7	533.339	LINDERO
123	513559.816	8791771.45	533.239	LINDERO

124	513561.158	8791799.24	529.634	LINDERO
125	513565.421	8791812.07	528.628	LINDERO
126	513547.839	8791811.74	529.947	LINDERO
127	513571.942	8791830.03	524.914	TR
128	513565.97	8791820.23	526.73	TR
129	513570.031	8791834.24	524.79	TR
130	513559.729	8791807.11	528.893	TR
131	513562.5	8791822.4	526.852	TR
132	513556.967	8791791.21	530.585	TR
133	513555.779	8791810.82	529.079	TR
134	513556.076	8791775.85	532.285	TR
135	513551.225	8791797.55	530.376	TR
136	513555.962	8791769.14	532.772	TR
137	513549.92	8791776.22	532.484	TR
138	513544.874	8791769.23	534.097	99
139	513560.704	8791799.69	529.634	99
140	513565.264	8791812.42	528.634	LINDERO
141	513576	8791827.99	525.167	LINDERO
143	513579.657	8791828.59	524.849	LINDERO
144	513563.808	8791840.12	525.467	LINDERO
145	513572.519	8791828.08	525.424	VEX
146	513581.804	8791831.61	524.68	VEX
147	513572.637	8791826.88	525.591	VEX
148	513580.1	8791832.83	524.737	VEX
149	513580.004	8791832.87	524.72	VEX
150	513574.578	8791832.14	524.976	VEX
151	513564.572	8791832.52	526.01	VEX
152	513568.88	8791836.03	525.345	VEX
153	513566.324	8791833.28	525.765	VEX
154	513575.079	8791846.69	524.255	VEX
155	513571.332	8791848.27	524.61	VEX
156	513577.526	8791848.26	524.06	VEX
157	513583.249	8791843.97	524.077	VEX
158	513584.247	8791838.6	524.38	VEX
159	513582.331	8791841.02	524.337	VEX
160	513585.605	8791847.13	523.409	VEX
161	513587.563	8791847.37	523.149	VEX
162	513579.856	8791851.34	523.385	VEX
163	513579.62	8791853.3	523.121	VEX
164	513609.571	8791892.59	519.032	VEX
165	513611.384	8791895.01	518.919	VEX



166	513612.59	8791898.89	518.831	VEX
167	513612.565	8791898.95	518.827	VEX
168	513615.439	8791888.46	519.034	VEX
169	513611.885	8791900.62	518.801	VEX
170	513618.904	8791887.57	518.936	LINDERO
171	513608.816	8791896.22	518.951	LINDERO
172	513607.121	8791893.82	519.098	LINDERO
173	513606.593	8791894.16	519.116	LINDERO
174	513617.424	8791892.08	518.681	PISTA
175	513612.679	8791895.45	518.708	PISTA
176	513611.552	8791883.75	519.211	TR
177	513606.809	8791887.84	519.23	TR
178	513599.894	8791867.92	520.255	TR
179	513595.074	8791870.72	520.381	TR
180	513593.223	8791858.55	521.103	TR
181	513588.186	8791861.62	521.273	TR
182	513585.419	8791848.26	522.709	TR
183	513581.673	8791851.43	522.692	TR
184	513580.356	8791840.86	524.173	TR
185	513576.214	8791844.26	524.081	TR
186	513573.665	8791829.16	525.173	PP
187	513616.329	8791888.54	518.983	PP
188	513588.34	8791823.5	524.023	PP
189	513592.793	8791853.98	520.653	PP
190	513595.434	8791832.45	524.003	PP
191	513579.763	8791833.62	524.343	TR
192	513583.274	8791838.62	524.222	TR
193	513595.146	8791821.62	523.348	TR
194	513599.339	8791826.51	523.109	TR
195	513612.517	8791809.93	522.346	TR
196	513616.148	8791813.07	522.392	TR
197	513631.039	8791802.3	521.433	TR
198	513628.548	8791798.36	521.358	TR
199	513644.593	8791793.46	519.911	TR
200	513656.145	8791784.87	519.086	TR
201	513675.502	8791772.79	518.455	TR
301	513633.9	8791716.17	521.994	TR
302	513625.92	8791805.14	521.968	BOEST
303	513629.822	8791719.13	522.167	TR
304	513637.662	8791794.24	520.507	TR
305	513637.295	8791729.67	521.208	TR

306	513656.42	8791779.12	518.894	TR
307	513640.96	8791727.79	521.05	TR
308	513661.443	8791783.97	518.567	TR
309	513649.1	8791739.72	520.263	TR
310	513645.66	8791741.96	520.356	TR
311	513654.118	8791754.36	519.627	TR
312	513657.371	8791751.64	519.575	TR
313	513661.242	8791764.94	519.058	TR
314	513664.51	8791762.48	519.028	TR
315	513667.483	8791774.56	518.496	TR
316	513670.816	8791771.6	518.558	TR
317	513674.333	8791783.89	517.823	TR
318	513679.59	8791783.36	517.792	TR
319	513681.133	8791793.72	517.399	TR
320	513687.667	8791794.65	517.268	TR
321	513686.591	8791801.44	517.164	TR
322	513697.831	8791809.14	516.741	TR
323	513693.82	8791811.72	516.774	TR
324	513707.918	8791823.65	516.268	TR
325	513717.011	8791837.45	515.85	TR
326	513712.961	8791839.74	516.001	TR
327	513732.727	8791859.63	515.077	TR
328	513728.104	8791862.4	515.216	TR
329	513742.748	8791873.84	514.787	TR
330	513738.509	8791876.87	514.816	TR
331	513749.017	8791882.9	514.622	PISTA
332	513743.941	8791886.38	514.59	PISTA
333	513755.937	8791886.75	514.763	VEX
334	513753.87	8791886.8	514.762	VEX
335	513744.527	8791895.62	514.629	VEX
336	513751.154	8791885.01	514.802	VEX
337	513746.064	8791893.06	514.613	VEX
338	513745.381	8791889.24	514.644	VEX
339	513749.377	8791882.66	514.833	VEX
340	513743.561	8791886.78	514.715	VEX
341	513753.475	8791883.32	514.821	LINDERO
342	513741.202	8791889.96	514.715	LINDERO
343	513738.943	8791882.83	514.824	VEX
344	513737.29	8791881.96	514.87	PP
345	513730.561	8791853.18	515.46	PP
346	513728.056	8791868.64	515.229	PP

347	513712.897	8791827.93	516.463	PP
348	513718.432	8791853.62	515.611	VEX
349	513693.128	8791799.71	517.46	PP
350	513714.93	8791848.67	515.745	VEX
351	513713.97	8791829.91	516.395	VEX
352	513712.886	8791843.52	515.845	VEX
353	513707.51	8791842.49	515.927	VEX
354	513710.456	8791841.84	515.856	VEX
355	513710.672	8791845.94	515.894	LINDERO
356	513708.644	8791845.53	515.928	LINDERO
357	513717.981	8791832.22	516.28	LINDERO
358	513703.367	8791836.7	516.17	VEX
359	513706.867	8791841.98	515.919	PISTA
360	513705.078	8791834.13	516.14	VEX
361	513703.192	8791837.4	516.051	PISTA
362	513700.223	8791831.38	516.304	LINDERO
363	513695.113	8791820.23	516.635	VEX
364	513676.763	8791776.52	518.4	VEX
365	513689.886	8791813.88	516.919	PP
366	513672.496	8791788	518.557	VEX
367	513670.347	8791785.22	518.56	VEX
368	513666.026	8791784.43	518.677	VEX
369	513660.443	8791772.46	519.269	VEX
370	513659.987	8791774.72	519.273	VEX
371	513656.091	8791765.75	519.313	VEX
372	513652.471	8791779.9	519.303	VEX
373	513657.841	8791768.1	519.139	PP
374	513655.675	8791777.93	518.923	PP
375	513670.303	8791766.51	519.112	PP
376	513658.973	8791789.13	519.13	PP
377	513649.297	8791736.24	520.441	PP
378	513630.321	8791727.71	521.7	PP
379	513666.149	8791786.26	518.73	LINDERO
380	513669.165	8791786.79	518.582	LINDERO
381	513658.032	8791774.39	519.286	LINDERO
382	513658.643	8791771.94	519.283	LINDERO
383	513625.717	8791724.24	522.735	LINDERO
384	513623.34	8791712.56	522.738	PISTA
385	513637.615	8791716.64	521.936	LINDERO
386	513628.155	8791709.38	522.609	PISTA
387	513622.266	8791713.89	522.923	PISTA

388	513626.112	8791720.1	522.662	PISTA
389	513628.203	8791722.28	522.561	VEX
390	513636.548	8791716.72	521.946	VEX
391	513638.98	8791720.19	521.844	VEX
392	513630.571	8791725.66	522.139	VEX
393	513643.268	8791726.34	521.144	VEX
394	513647.409	8791732.17	521.151	VEX
395	513619.784	8791715.03	523.207	CI
396	513619.063	8791713.99	523.171	CI
397	513631.189	8791707.6	522.594	CI
398	513629.914	8791706.6	522.634	CI

TABLA N° 3-1, COORDENADAS, ELEVACIONES Y DESCRIPCIONES

#### 4.3. DATOS EXPERIMENTALES

Se ingresaron todos los datos de forma tabulada a la libreta de anotaciones conformando primero la estación luego el punto observado, las lecturas de ángulo y distancia horizontal; y una referencia de la observación.

**Otros:**

Las condiciones climáticas se presentaron como normales: 32 grados centígrados y a 532.00 m.s.n.m. y con buenas condiciones para la observación.

## 5. TRABAJO DE GABINETE

### 5.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE CAMPO

Toda la información en el campo fue almacenada en la memoria de la Estación Total marca TOPCON CTS230W, para después bajar los datos a nuestra computadora a través del programa AUTOCAD CIVIL 3D 2018.

Esta información ha sido procesada en la misma memoria de la estación por coordenadas.

Para adecuación de la información en el uso de los programas de diseño asistido por computadora se realizó una hoja de cálculo que permitió tener la información en el siguiente formato: .cvs



Se utilizó una hoja de cálculo que hizo posible el programa AUTOCAD CIVIL 3D 2018.

Para el cálculo de la poligonal electrónica en el sistema UTM se requirió lo siguiente:

- Resumen de las distancias horizontales
- Resumen de registro de las lecturas de las distancia electrónicas y cenitales, que como el anterior es un extracto de las distancias electrónica inclinada observadas y los ángulos verticales observados en el campo.

#### **5.1.1.- Edición de TIN.**

Triangulated Irregular Network

(red irregular triangular), Las Tin son muy usadas para la representación de superficies que son altamente variables y contienen discontinuidades y líneas rotas. Los componentes principales de un Tin son los triángulos, nodos y bordes. Los nodos son localizaciones definidas por valores x,y,z desde los cuales se construye el Tin. Los triángulos están formados mediante la conexión de cada nudo con sus vecinos. Los bordes son las caras de los triángulos. La estructura exacta de un Tin está basada en unas reglas de triangulación que controlan la creación de los Tin. Para la representación real del terreno es muy necesaria la edición de éstos, ya que las probabilidades para unir los puntos (formación de triángulos) son muchas.

#### **5.1.2.- Proceso de curvas de nivel.**

Esta etapa se procesa tomando en cuenta los intervalos del nivel del terreno, una vez editado la Interpolación o triangulación se obtienen las curvas de nivel cuyos intervalos son:

Curvas menores o secundarias: 0.20 metros.

Curvas mayores o primarias: 1.00 metros

## **6. CONSTRUCCION DEL PLANO**

El procedimiento que se realizó para llevar los puntos al plano para el proyecto "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO VIAL URBANO DE 22 CUADRAS DEL CERCADO DE PICHANAQUI, DISTRITO DE PICHANAQUI- CHANCHAMAYO - JUNIN", CODIGO SNIP N° 344058 (COD. UNIFICADO N° 2305249)", fue primero, determinar la escala en la que se iba a trabajar, una vez determinada la escala, que en este caso es 1:200, se determinó la ubicación de las estaciones para comenzar la triangulación.

Resultados:

Se obtuvo un plano fidedigno, obteniéndose también datos anexos de gran utilidad tales como las coordenadas de cada punto observado.

## 7. EQUIPO TOPOGRAFICO

Para la elaboración del trabajo topográfico se utilizaron los siguientes equipos.

- Estación Total topcon 230w – GT- (Aprox. 1")



### Características técnicas estación total

- Desviación estándar en la medición de distancias: 2mm + 2 ppm
- Tiempo de medición: 1.2 seg.
- Medición con un solo prisma : hasta 3 km ( en buenas condiciones)
- Medición sin prisma: No disponible
- Capacidad de almacenamiento de datos : 16000 puntos
- Distancia mínima de enfoque: 1.3 m.
- Corrección atmosférica( temperatura y presión): manual
- Zoom: 30x
- Plomada: óptica y laser
- Campo de visión: 1 30"
- Precisión angular: 5 °

- Duración de la batería: 10 hr.
- Tecnología bluetooth.
- 02 Porta prismas
- 02 Prismas
- 01 Nivel Marca WILD NK1
- 02 Miras
- GPS GARMIN MAP 76CSX



### **Características técnicas**

- Dimensiones de la unidad (Ancho/Alto/Profundidad): 6.9 x 15.7 x 3.0 cm
- Tamaño de la pantalla (Ancho/Alto): 4.1 x 5.6 cm
- Resolución de pantalla (Ancho/Alto): 160 x 240 píxeles
- Batería: 2 baterías AA (no incluidas)
- Duración de la batería: 18 horas (uso normal)
- Resistente al agua: Sí (IPX7)
- Receptor de alta sensibilidad: Sí
- Interfaz del equipo: serial and USB
- Mapa base: Sí
- Posibilidad de agregar mapas: Sí
- Admite tarjetas de datos: Tarjeta microSD™ de 128 Mb (incluida)
- Waypoints: 1000
- Rutas: 50
- Track log: 10.000 puntos; 20 tracks guardados
- Creación automática de rutas (giro a giro en carretera): Sí

- Brújula electrónica: Sí
  - Predicción de mareas: Sí
  - Cálculo de áreas: Sí
  - Puntos de interés personalizables (posibilidad de agregar puntos de interés adicionales): Sí
  - Tarjeta microSD de 128 Mb
  - Cable USB
  - MapSource Trip & Waypoint Manager
  - Correa para la muñeca
- 01 Wincha de fibra de vidrio de 50m.
  - 02 Niveles esféricos
  - 01 Estación base de radio frecuencia VHF
  - 03 Handy
  - 01 Camioneta
  - 1 alfiler barométrico (tomen)

### **Características técnicas GPS**

#### ➤ Equipo de Cómputo

- 01 Computadora Portátil i7 5ta generación
- 01 Impresora LaserJet 1015
- 01 Plother HP Design Jet 800 42BY HP



#### ➤ Equipo de Software Topográfico

- Topcolink
- Módulos: Básico y colector de datos
- Civil 3D 2018



#### ➤ Brigadas de Campo y Gabinete

- 01 Brigadas de campo, consta de 01 Topógrafo, 01 Operador de Estación Total y 02 Portaprismas.
- 01 Técnico Cadista especializado en procesar información de campo, colección de equipo digital y planos computarizados.



## 8. **CONCLUSION**

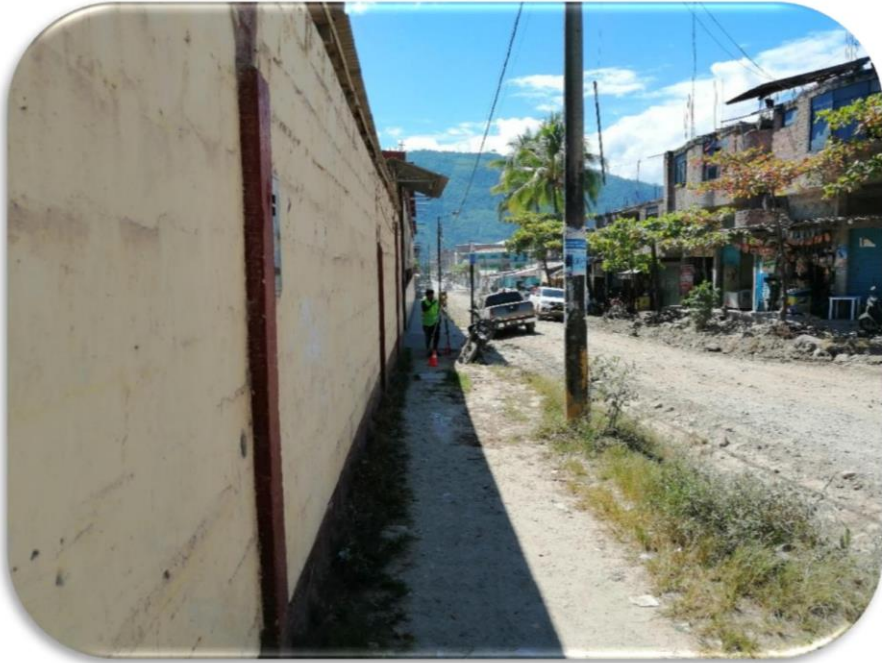
Con toda la actividad desarrollada, tal como se explica en el presente informe, se demuestra la responsabilidad y la meticulosidad con la que se ejecutó el trabajo, más aun cuando se utilizó instrumentos de alta precisión y metodología adecuada, aspectos que nos permite afirmar con seguridad que el trabajo es altamente confiable, acorde a las exigencias tecnológicas modernas y de las especificaciones requeridas.

## **ANEXOS**

Anexo N° 1 Panel Fotográfico Topográfico













## ANEXO 6: Estudio de mecánica de suelos



**GEOLUMAS SAC**  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

RUC 20568764995

### INFORME TÉCNICO

#### ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

##### 1. GENERALIDADES

###### 1.1. OBJETIVO

El objetivo del presente estudio de mecánica de suelos, es establecer las características geotécnicas del suelo donde se cimentará la edificación proyectada.

Para tal efecto, se ha efectuado una investigación geotécnica que incluye trabajos de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir la estratigrafía, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos, del mismo modo se analizó la agresividad del suelo al concreto de la cimentación.


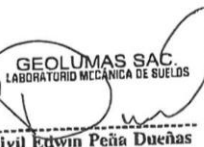
###### 1.2. NORMATIVIDAD

El presente Informe Técnico se ha elaborado en base a la Norma Técnica E-050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y y Norma Técnica E0.30 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, APROBADA EL 11 DE OCTUBRE DEL 2018, corresponde al estudio de mecánica de suelos para el proyecto.

###### 1.3. UBICACIÓN

LUGAR : CERCADO DE PICHANAQUI  
DISTRITO : PICHANAQUI  
PROVINCIA : CHANCHAMAYO  
DEPARTAMENTO : JUNIN

  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706

  
GEOLUMAS SAC.  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 142116  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



## 2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

### 2.1 GEOLOGIA

#### 2.1.1 GEOLOGIA REGIONAL

##### Aspectos geomorfológicos

Los rasgos geomorfológicos presentes en el área de estudio y alrededores han sido modelados por eventos de geodinámica interna y externa. Las unidades geomorfológicas existentes son clasificadas como Valles - Quebradas y Estructuras de la Cordillera Occidental.

##### Aspectos Litoestratigráficos.

La secuencia litoestratigráfica, esta dada por la ocurrencia de afloramientos y depósitos no consolidados con edades que se inician en el Cretáceo Inferior, hasta la actualidad.

##### Morfogénesis y Procesos Geodinámicos

La configuración del relieve en la región está subordinada a procesos morfogenéticos que han ocurrido en el pasado geológico.

#### 2.1.2 Geología Local

##### Aspectos Geomorfológicos

El área de estudio se encuentra en el cauce de quebradas antiguas

##### Aspectos Litoestratigráficos

El área en estudio está asociada a depósitos aluviales de quebradas

### 2.2 SISMICIDAD

En general, la zona de estudio se halla en una región de mediana actividad sísmica, donde se puede esperar la ocurrencia de sismos de intensidad media durante la vida útil de la edificación proyectada.

La actividad sísmica del área se relaciona con la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental sudamericana, subducción que se realiza con un desplazamiento del orden de diez centímetros por año, ocasionando fricciones de la corteza, con la consiguiente liberación de energía mediante sismos, los cuales son en general tanto más violentos cuando menos profundos son en su origen.

Como los sismos de la región se originan en las fricciones corticales debidas a la subducción de la placa oceánica bajo la continental, resulta que a igualdad de condiciones los sismos resultan más intensos en las regiones costeras, decreciendo generalmente hacia la sierra y

  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP N° 01706

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

  
GEOLUMAS SAC  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 14543  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



selva, donde la subducción y fricción cortical es paulatinamente más profunda. Las zonas alejadas del oriente amazónico, sufren de pocos eventos sísmicos precisamente por la gran profundidad en que se produce la subducción bajo esta región, en comparación a lo que ocurre bajo la costa

Según los mapas de zonificación sísmica y mapa de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo-Resistentes del Reglamento Nacional de Edificaciones, el proyecto se encuentra comprendido en la Zona 2.

En la Figura N°3, se presenta el Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú realizado por Alva et al (1984), el cuál se basó en Mapas de Isosistas de Sismos Peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos recientes. En la Figura N°4, se presenta el Mapa de Zonificación Sísmica considerando por la norma Técnica E-030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Construcciones.

Los parámetros sísmicos a usarse son:

### ZONA 2



PARAMETRO	VALOR
Factor de zona (Z)	0.25
Factor de ampliación de ondas sísmicas (S)	1.4
Período de vibración predominantte (Tp)	1.0 seg.

PERFILES DE SUELO
PERFIL TIPO S3

FACTOR DE SUELO "S"	S3
Z2	1.40

PERIODOS "Tp" y "Tl"	S3
"Tp" (S)	1.0
"Tl" (S)	1.6

  
EDW. ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706

  
GEOLUMAS SAC.  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
SEÑOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



**Mapa de Zonificación Sísmica del Perú**



**Figura N°1: Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, Según el Reglamento Nacional de Edificaciones o Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente. (2018).**

  
**EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE**  
Supervisor de obra  
CIP. N° 81703

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

  
**GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
-----  
**Ing. Civil Edwin Peña Dueñas**  
Ingeniero Técnico CIP 145415  
Especialista en Mecánica de Suelos,  
Conocimiento Geotecnia y Geología

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



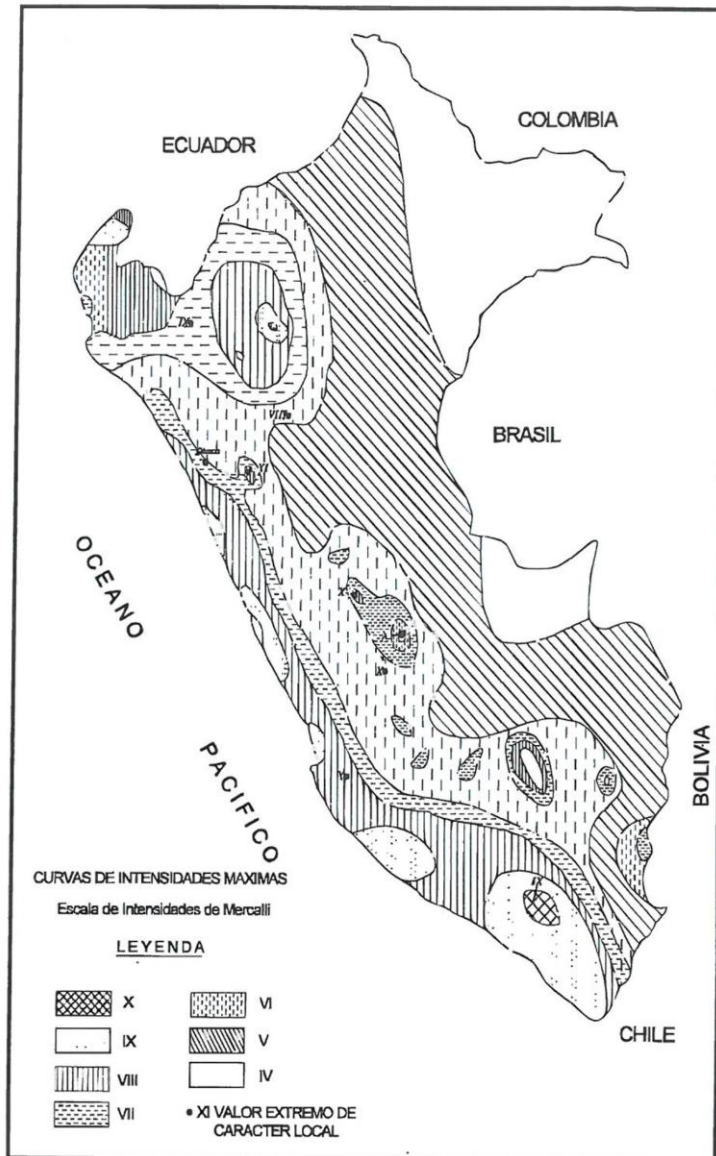


Figura N°3: Mapa de distribución de máximas intensidades sísmicas (Alva et., al, 1984)

*[Signature]*  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706

*[Signature]*  
GEOLUMAS SAC.  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALIST EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



### 3.- INVESTIGACION GEOTECNICA EFECTUADA

#### 3.1. EXPLORACIONES

La exploración del subsuelo se realizó mediante 01 excavación a cielo abierto ó calicata, ubicadas estratégicamente de tal manera de cubrir todo el terreno en estudio. La profundidad máxima explorada fue de 3.00 m.

- C-1.

#### 3.2. MUESTREO DISTURBADO

Se extrajeron muestras disturbadas representativas de los estratos típicos en cantidad suficiente para la realización de ensayos estándar, especiales y análisis químicos.

#### 3.3. REGISTRO DE EXPLORACIONES

Paralelamente al muestreo se efectuó el registro de cada una de las exploraciones, anotándose las características de los suelos tales como espesor, color, humedad, compacidad, etc.

Cada una de las calicatas exploradas, presentan un Registro de Excavación. Se presenta el resumen de los materiales encontrados en las calicatas exploradas.

Se indica las profundidades y se describen los materiales predominantes en cada una de las exploraciones. Sin embargo se puede concluir que los suelos son del tipo:

C-1.

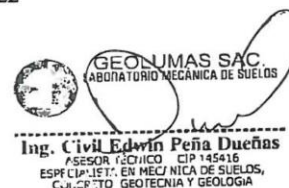
- De 0.00 a 3.00 mts de profundidad el terreno esta compuesto por arcillas limosas de media plasticidad de color marron oscuro.

### 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos se efectuaron en el Laboratorio N° 01 de Mecánica de Suelos de la Empresa GEOLUMAS SAC, siguiendo las normas de la American Society for Testing and Materials (ASTM) y fueron los siguientes:

#### 4.1. ENSAYOS ESTANDAR

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- Límite Líquido ASTM D-4318
- Límite Plástico ASTM D-4318





**ENSAYOS ESPECIALES**

- Corte Directo ASTM D-3080
- Humedad ASTM D-2216

**4.2. CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

Los suelos representativos ensayados se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). En el cuadro siguiente se presenta la clasificación de los materiales:

POZO	C-1.
PROF.(m)	3.00
Retiene N°4	4.90
Pasa malla N°200	90.80
Límite Líquido (%)	20.43
Índice Plástico (%)	9.32
Densidad máx-mín (kg/cm <sup>3</sup> )	1.33
CLASIFICACIÓN SUCS	<b>CL-ML</b>

**CUADRO N°1: CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

**5. DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO**


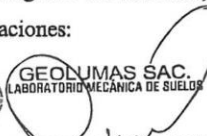
La estratigrafía se definió mediante la interpretación de los registros estratigráficos de las exploraciones efectuadas, las cuales se muestran en el "Perfil Estratigráfico" estableciéndose la siguiente conformación del subsuelo:

POZO	CLASIFICACION	CARACTERISTICAS
C-1.	<b>CL-ML</b>	•De 0.00 a 3.00 mts de profundidad el terreno esta compuesto por arcillas limosas de media plasticidad de color marron oscuro.

**6. ANÁLISIS DE LA CIMENTACIÓN**

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y la estratigrafía del subsuelo, se evaluó la capacidad portante, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 21749

  
GEOLUMAS SAC.  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



El material presente en la zona activa de cimentación, está conformado por :  
se efectuó un ensayo de corte directo en laboratorio, obteniéndose los siguientes parámetros de resistencia:

	C-1
Angulo de fricción interna, $\phi$	17.50°
Cohesión, C (kg/cm <sup>2</sup> )	0.12

## 7. CAPACIDAD PORTANTE

### 7.1 CAPACIDAD DE CARGA

El ingeniero estructural verificará las cargas transmitidas al terreno por unidad de área. En el presente, se ha realizado el análisis estático de la capacidad de carga, en la cual se ha determinado características geométricas asumidas.

Si bien es cierto, la expresión que determina la capacidad admisible, estará afectada por un factor de seguridad de acuerdo a las recomendaciones de diseño empleados en el país (léase como  $q_{adm} = q_{ult} / FS$ ), en el cálculo se han empleado factores de seguridad que responden a cada uno de los parámetros que participan en el desarrollo de los cálculos.

Si luego se desea efectuar el análisis dinámico, se recomienda emplear la metodología por Estado Límite, en el cual los parámetros de resistencia son minorados y las cargas actuantes mayoradas.

### 7.2 DISEÑO POR SEGURIDAD GLOBAL

Los diseños por este método se basan en las recomendaciones de Terzaghi y los aportes de Vesic, que integran, además de los factores de carga, los factores de influencia para la forma. El método determina una capacidad última del terreno y luego halla la capacidad admisible dividiéndola entre un factor de seguridad igual a 3, como promedio.

Generalmente las teorías desarrolladas tienen su base en hipótesis simplificadas del comportamiento de los suelos. El problema de capacidad portante se reduce a los casos, de presencia de suelos friccionantes. Terzaghi, propone un mecanismo de falla para un cimiento poco profundo que posteriormente Vesic (1973), proporciona algunas ideas sobre

EDWIN ANTONIO PEÑAS QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 91706



GEOLUMAS SAC.  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 142416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA





la capacidad portante, considerando un factor adicional, ocasionado por los efectos de la forma de la cimentación, tal como se muestra.

$$q_{ult} = CN_c S_c + \gamma_1 D_f N_q W_q S_q + 0.5 \gamma_2 B N_\gamma W_\gamma S_\gamma$$

Donde:

qult	=	Capacidad última de carga
γ	=	Peso Volumetrico.
B	=	Ancho o diámetro de la cimentación
Df	=	Profundidad de cimentación
Nc , Nq , Nγ	=	Factores de carga
Sc , Sq , Sγ	=	Factores de forma
Wq, Wγ	=	Factores por nivel freático

Los factores de forma son parámetros adimensionales que dependen principalmente del ángulo de resistencia al esfuerzo cortante  $\phi$  del suelo y de la geometría de la cimentación.

Para la evaluación de la capacidad portante tenemos los datos brindados por el laboratorio de Mecánica de Suelos de la Empresa GEOLUMAS SAC:

Ver : CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE .

Podemos apreciar un rango de valores que se encuentra comprendido entre :

	CAPACIDAD PORTANTE
C-1	0.83 kg/cm2 a 0.80 mts de profun 1.34 kg/cm2 a 3.00 mts de profun



GEOLUMAS SAC  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
SEÑAL TÉCNICO CIP 145415  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



Desplante Df(m)	Cota Relativa	Ancho B(m)	Factores por N.F.		quit (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
			W	W'		
0.80	527.20	1.50	1	1	2.50	0.83
1.00	527.00	1.50	1	1	2.64	0.88
1.20	526.80	1.50	1	1	2.78	0.93
1.40	526.60	1.50	1	1	2.92	0.97
1.60	526.40	1.50	1	1	3.05	1.02
1.80	526.20	1.50	1	1	3.19	1.06
2.00	526.00	1.50	1	1	3.33	1.11
2.20	525.80	1.50	1	1	3.47	1.16
2.40	525.60	1.50	1	1	3.60	1.20
2.60	525.40	1.50	1	1	3.74	1.25
2.80	525.20	1.50	1	1	3.88	1.29
3.00	525.00	1.50	1	1	4.02	1.34

valores que varían de acuerdo a la profundidad y geometría de la cimentación además a mayor profundidad notamos que se va ganando propiedades de resistencia.

### 7.3. PARAMETROS DE OBRAS DE SOSTENIMIENTO

La evaluación de la estabilidad del talud se deberá referir a la zona de relleno en cuya parte alta se procederá al corte, dejando paredes expuestas de material deleznable. En caso sean las necesidades del proyecto y al requerimiento de ganar terreno a desnivel, se tendrá que emplear un muro de contención, diseñado adecuadamente según el proyecto integral.

Los empujes de tierra, presentada por la distribución de cargas geostáticas como de cargas inducidas (estructuras), propiciarán empujes que generan inestabilidad del talud y a partir del cual se permitirá el diseño de la estructura de contención.

Sobre la base de los datos del estudio, tanto en campo como en laboratorio y de la estructura, los empujes, activos y pasivos producidos por la masa de suelo, a diferentes profundidades, serán calculados teniendo en cuenta el suelo friccionante y las ecuaciones propuestas por Rankine.

Sobre la zona donde descansarán las cimentaciones se presentan suelos del tipo:

C-1.

- De 0.00 a 3.00 mts de profundidad el terreno está compuesto por arcillas limosas de media plasticidad de color marrón oscuro.

  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706



**GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA



En promedio estas muestras presentan pesos unitarios bajos así como la capacidad de soporte baja de acuerdo a su compacidad.

De ser necesario se podrá estimar los empujes por el método de Rankine, para lo cual el diseño de la estructura de contención se basarán en los empujes activos y pasivos producidos por la masa de suelo, a diferentes profundidades que serán calculados teniendo en cuenta los coeficientes de presiones laterales según:

$$k_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad k_p = \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

Donde,  $\phi$  es el ángulo de fricción interna del suelo, luego obtenemos los coeficientes de presión lateral activo y pasivo, respectivamente.



  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 61706



### 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El presente Informe Técnico se ha elaborado en base a la Norma Técnica E-050 Suelos y Cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones y Norma Técnica E0.30 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, APROBADA EL 11 DE OCTUBRE DEL 2018, corresponde al estudio de mecánica de suelos para el proyecto.
- Los cálculos realizados son basados en una profundidad de 3.00 mts.
- El terreno estudiado en toda su extensión tiene capacidad portante baja.
- Se recomienda el uso de vigas de cimentación, para asegurar la infraestructura.
- El terreno no presenta napa freática a la fecha de excavación (26 de Junio del 2019).
- Sobre la zona donde descansarán las cimentaciones se presentan suelos del tipo:

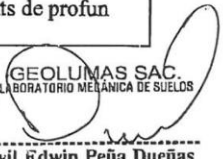
POZO	CLASIFICACION	CARACTERISTICAS
C-1.	CL-ML	*De 0.00 a 3.00 mts de profundidad el terreno esta compuesto por arcillas limosas de media plasticidad de color marron oscuro.

En promedio estas muestras presentan pesos unitarios bajos, así como la capacidad de soporte baja de acuerdo a su compacidad.

- Se calculó la capacidad de carga admisible, para diferentes geometrías y profundidades de manera que sea el ingeniero a cargo de los diseños quien defina una profundidad de cimentación adecuada para los diseños de la estructura proyectada; teniendo en cuenta que los materiales a mayor profundidad van ganando propiedades de resistencia debido a su compacidad.

	CAPACIDAD PORTANTE
C-1	0.83 kg/cm <sup>2</sup> a 0.80 mts de profun 1.34 kg/cm <sup>2</sup> a 3.00 mts de profun

  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706

  
GEOLUMAS SAC.  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 145016  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONGREGO GEOTECNIA Y GEOLOGIA



Desplante Df(m)	Cota Relativa	Ancho B(m)	Factores por N.F.		qult (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
			W	W'		
0.80	527.20	1.50	1	1	2.50	0.83
1.00	527.00	1.50	1	1	2.64	0.88
1.20	526.80	1.50	1	1	2.78	0.93
1.40	526.60	1.50	1	1	2.92	0.97
1.60	526.40	1.50	1	1	3.05	1.02
1.80	526.20	1.50	1	1	3.19	1.06
2.00	526.00	1.50	1	1	3.33	1.11
2.20	525.80	1.50	1	1	3.47	1.16
2.40	525.60	1.50	1	1	3.60	1.20
2.60	525.40	1.50	1	1	3.74	1.25
2.80	525.20	1.50	1	1	3.88	1.29
3.00	525.00	1.50	1	1	4.02	1.34

- Los resultados obtenidos en el presente estudio, así como las conclusiones y recomendaciones establecidas, solo son válidos para la zona investigada y no garantiza a otros proyectos que lo tomen como referencia.
- Se recomienda la presencia del profesional responsable (PR) en los trabajos correspondientes a las excavaciones, teniendo en cuenta el PR los sistemas constructivos necesarios y medios de seguridad a tomar en cuenta para mantener el bienestar de las obras y de las personas involucradas en el proceso constructivo.



GEOLUMAS SAC  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706





TEORIA DE CAPACIDAD PORTANTE  
( KARL TERZAGHI )

**CALICATA :** C-1  
**MUESTRA :** CERCADO DE PICHANAQUI

**A. DATOS GENERALES:**

Angulo de fricción interna	17.50	grados
Cohesión	0.12	kg/cm <sup>2</sup>
Peso unitario de sobrecarga	1.33	gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario del suelo de cimentación	1.33	gr/cm <sup>3</sup>
Relación Ancho/Largo (B/L)	0.1	Forma:
Profundidad de fondo de cimentación	3.0	m
Profundidad de despiante	3.0	m
Posición de nivel freático	50	m
Factor de seguridad	3	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	CL-ML	
Cimentación sugerida		
Cota de terreno	528	msnm

**B. FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:**

Nc:	12.74
Nq:	5.02
Ny:	3.80

**C. FACTORES DE FORMA:**

Sc:	1.0394
Sq:	1.0315
Sy:	0.96

**D. CAPACIDAD ADMISIBLE**

Despiante Df(m)	Cota Relativa	Ancho B(m)	Factores por N.F.		qult (kg/cm <sup>2</sup> )	qadm (kg/cm <sup>2</sup> )
			W	W'		
0.80	527.20	1.50	1	1	2.50	0.83
1.00	527.00	1.50	1	1	2.64	0.88
1.20	526.80	1.50	1	1	2.78	0.93
1.40	526.60	1.50	1	1	2.92	0.97
1.60	526.40	1.50	1	1	3.05	1.02
1.80	526.20	1.50	1	1	3.19	1.06
2.00	526.00	1.50	1	1	3.33	1.11
2.20	525.80	1.50	1	1	3.47	1.16
2.40	525.60	1.50	1	1	3.60	1.20
2.60	525.40	1.50	1	1	3.74	1.25
2.80	525.20	1.50	1	1	3.88	1.29
3.00	525.00	1.50	1	1	4.02	1.34

Podemos apreciar un rango de valores que se encuentran comprendido entre 0.83 kg/cm<sup>2</sup> y 1.34 kg/cm<sup>2</sup>, valores que varían de acuerdo a la profundidad y geometría de la cimentación además a mayor profundidad notamos que se va ganando propiedades de resistencia



**GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil **Edwin Peña Dueñas**  
Ingeniero Técnico CIP 145416  
Especialista en MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

**EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE**  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



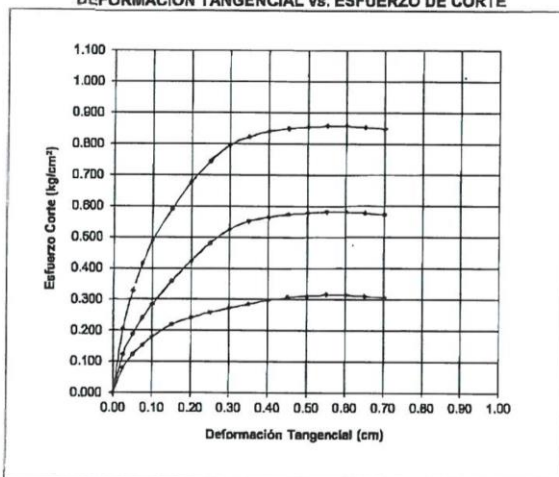
**INFORME N° GEOLUMAS S.A.C.**

UBICACIÓN : CERCADO DE PICHANAQUI  
FECHA : 19 DE MARZO DEL 2019

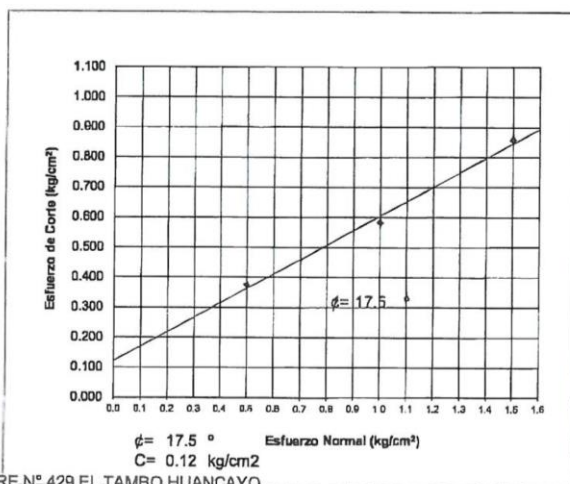
**ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080**

Estado : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
Muestra : M-1  
Calicata : C-1  
Prof.(m) : 3.00 mts

**DEFORMACION TANGENCIAL vs. ESFUERZO DE CORTE**



**ESFUERZO NORMAL vs. ESFUERZO DE CORTE**



JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO-HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

*(Signature)*  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706



GEOLUMAS SAC.  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO - CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776





Viene de informe N° : EOLUMAS S.A.C.

**II. ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080**

**ESTADO** : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)  
**Muestra** : M-1  
**Calicata** : C-1  
**Prof.(m)** : 3.00 mts

Especimen N°	I	II	III
Diametro del anillo (cm)	6.36	6.36	6.36
Altura Inicial de muestra (cm)	2.16	2.16	2.16
Densidad húmeda inicial (gr/cm3)	1.700	1.700	1.700
Densidad seca inicial (gr/cm3)	1.423	1.423	1.423
Cont. de humedad inicial (%)	19.42	19.42	19.42
Altura de la muestra antes de aplicar el esfuerzo de corte (cm)	1.995	1.962	1.934
Altura final de muestra (cm)	1.944	1.919	1.865
Densidad húmeda final (gr/cm3)	2.291	2.307	2.354
Densidad seca final (gr/cm3)	1.582	1.602	1.648
Cont. de humedad final (%)	44.86	43.94	42.81
Esfuerzo normal (kg/cm <sup>2</sup> )	0.5	1.0	1.5
Esfuerzo de corte maximo (kg/cm <sup>2</sup> )	0.375	0.582	0.858
Angulo de fricción interna :	<b>17.5 °</b>		
Cohesion (Kg/cm <sup>2</sup> ) :	<b>0.12</b>		

**GEOLUMAS SAC**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
**Ing. Civil Edwin Peña Dueñas**  
INGENIERO TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CALCULO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

  
**EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE**  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706



UBICACIÓN : CERCADO DE PICHANAQUI

FECHA : 19 DE MARZO DEL 2019

**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-1  
Muestra : M-1  
PRDG : C-1  
Prof. (m) : 3.00 mts

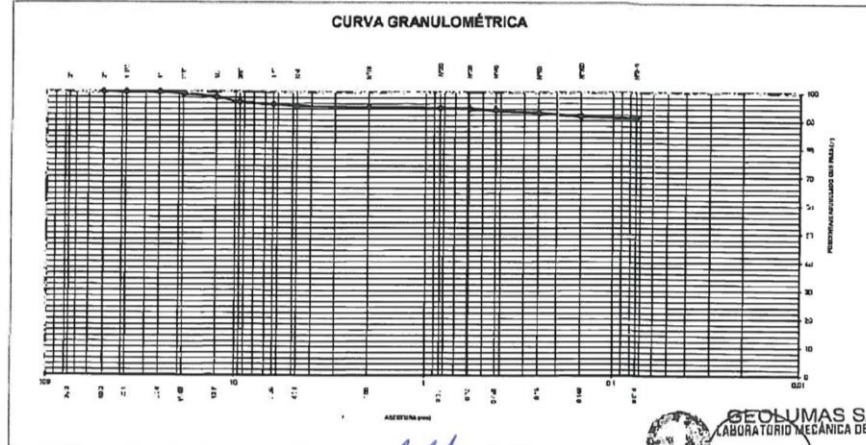
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO - ASTM D-422**

Tamiz	Abertura (mm)	(%) Parcial Retenido	(%) Acumulado Rete	(%) Acumulado Pasa
3"	76.200	-	-	-
2"	50.300	-	-	100.0
1 1/2"	38.100	-	-	100.0
1"	25.400	-	-	100.0
3/4"	19.050	0.7	0.7	99.3
1/2"	12.700	1.1	1.8	98.2
3/8"	9.525	1.8	3.6	96.4
1/4"	6.350	0.7	4.3	95.7
Nº4	4.760	0.6	4.9	95.1
Nº10	2.000	0.5	5.4	94.6
Nº20	0.840	0.2	5.6	94.4
Nº30	0.590	0.3	5.8	94.2
Nº40	0.426	0.6	6.4	93.6
Nº60	0.250	1.0	7.4	92.6
Nº100	0.149	1.0	8.4	91.6
Nº200	0.074	0.8	9.2	90.8
- Nº200		90.8		

% grava :	4.9
% arena :	4.2
% finos :	90.8

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
LIMITE LIQUIDO (%) :	20.43
LIMITE PLASTICO (%) :	11.11
INDICE PLASTICO (%) :	9.32

Clasificación SUCS ASTM D-2487 : CL-ML  
Clasificación AASTHO ASTM D-3282 : A-4(5)  
Contenido de Humedad ASTM D-2216 : 10.2%



EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. Nº 81706

**GEOLUMAS SAC.**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
PROFESOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

JR 28 DE OCTUBRE Nº 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 968111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



UBICACIÓN : CERCADO DE PICHANAQUI  
FECHA : 19 DE MARZO DEL 2019

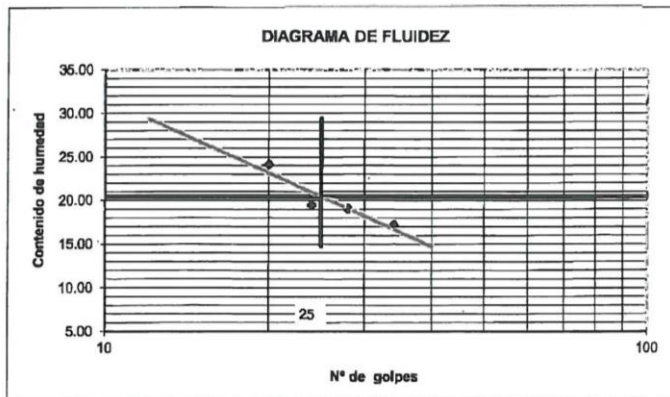
**REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Calicata : C-1  
Muestra : M-1  
prof (m) : 3.00 mts  
prog : C-1

**LIMITES DE CONSISTENCIA**


Prueba N°	LIMITE PLÁSTICO		LIMITE LÍQUIDO			
	1	2	1	2	3	4
Tara N°	1	2	3	4	5	6
N° de golpes			34	28	24	20
Tara + suelo húmedo (gr)	35.5	35.3	14.3	16.0	15.1	13.5
Tara + suelo seco (gr)	34.2	34.2	13.2	14.4	13.7	12.1
Peso del agua (gr)	1.3	1.3	1.1	1.6	1.4	1.4
Peso de tara (gr)	22.5	22.5	8.8	8.0	3.5	8.3
Peso suelo seco (gr)	11.7	11.7	8.4	8.4	7.2	5.8
Contenido de humedad (%)	11.11	11.11	17.19	19.05	19.44	24.14

L Líquido 20.43  
L Plástico 11.11  
I Plástico 9.32



NOTA

*Edwin Antonio Flores Quispe*  
EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP. N° 81706

 **GEOLUMAS SAC**  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS  
*Ing. Civil Edwin Peña Dueñas*  
Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, GEOTECNIA Y GEOLOGÍA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 988111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776



PERFIL ESTRATIGRAFICO

UBICACIÓN:

**CERCADO DE PICHANAQUI**

FECHA : 19 DE MARZO DEL 2019

FECHA DE EXCAVACIÓN :

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PICHANAQUI

PROFUNDIDAD TOTAL (m) :

3.00 mts

MUESTRA: **M-1**

PROF. NIVEL FREÁTICO (m) :

N.P

CALICATA :

**C-1**

PROGRESIVA:

**C-1**

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; Índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico; porcentaje estimado de boleros / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA						
				0.075	0.425					
				<	mm	mm	L.L.	I.P.	H.N.	Nº DE
			AASHTO	0.075	0.425	75	%	%	%	MUESTRA
				mm	mm					
0.10										
0.20										
0.40										
0.60										
0.80										
1.00										
1.20										
1.40										
1.60										
1.80										
2.00										
2.20										
2.40										
2.70										
3.00										
		ARCILLAS LIMOSAS DE MEDIA PLASTICIDAD DE COLOR MARRON OSCURO	CL-ML							M-1
		NO DETERMINADO								

OBSERVACIONES

EDWIN ANTONIO FLORES QUISPE  
Supervisor de Obra  
CIP 141706

GEOLUMAS SAC.  
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS

Ing. Civil Edwin Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 145416  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO GEOTECNIA Y GEOLOGIA

JR 28 DE OCTUBRE N° 429 EL TAMBO HUANCAYO  
(ALTURA DEL PUENTE CARRION)  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO.  
RUC. 20568764995,

CEL 988111156, RPM #968111156  
CEL 971337776, RPM #971337776

## ANEXO 7: Autorización para uso de información

*"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"*

### **AUTORIZACION**

Yo, Arq. Ccora Gomez Wilder, Gerente de Infraestructura Desarrollo Urbano y Rural de la Municipalidad Distrital de Pichanaqui.

Autorizo que el Bach. Juan Pavel Mancilla Bohórquez, quien está realizando su taller de tesis en la universidad Cesar Vallejo y a su vez forma parte del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Civil. Haga uso de información de los estudios de mecánica de suelos e hidrogeológicos realizados en la zona urbana del distrito de Pichanaqui – Provincia de Chanchamayo – Departamento de Junín, en su investigación titulada: **"Diseño de pavimento rígido con presencia de suelos parcialmente saturados en la Calle Lima – Distrito de Pichanaqui – Provincia de Chanchamayo – Departamento de Junín - 2021"**

Para lo cual, la institución y los colaboradores brindaran las facilidades correspondientes.

Se entrega la siguiente autorización para los fines que estime por conveniente.

*Pichanaqui, 23 de mayo de 2022*



---

ARQ. CCORA GOMEZ WILDER



## ANEXO 8: Diseño de pavimento rígido

### DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO

#### CONSIDERACIONES PARA EL DISEÑO

Dentro de las consideraciones que debe tenerse en cuenta para el diseño de estructuras de pavimento, es necesario analizar fundamentalmente la problemática que representa el comportamiento de los pavimentos debido al tránsito, ya que este se incrementa conforme al desarrollo tecnológico y crecimiento demográfico, lo que trae a su vez mayor cantidad de repetición de ejes y cargas. Por ello, es necesario la selección de apropiados factores para el diseño estructural del pavimento, por lo que deberá tomarse en cuenta la clasificación de la carretera dentro de la red vial, el tránsito y los diferentes procesos de construcción.

#### CLASIFICACION DE CALLES Y CARRETERAS

La clasificación de la red vial está relacionada a criterios funcionales, geométricos, geográficos y de demanda.

En este estudio utilizaremos la clasificación de acuerdo a la demanda que hace el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras MTC 2001 el cual clasifica a las carreteras en:

- a) Autopistas: El IMDA es mayor a 4000 vehículos, con total control de accesos, de calzadas separadas, con dos o más carriles
- b) Carreteras duales: El IMDA mayor a 4000 vehículos, control parcial de accesos, de calzadas separadas, con dos o más carriles
- c) Carreteras de 1er clase: Son aquellas con un IMDA entre 2001 -4000 vehículos, de una calzada de dos carriles
- d) Carreteras de 2da clase: Son aquellas con un IMDA entre 400 -2000 vehículos, de una calzada de dos carriles
- e) Carreteras de 3 era clase: Son aquellas con un IMDA menor a 400 vehículos.

La Avenidas proyectadas se clasifica como carretera de 3ra clase.

También existe una clasificación para vías urbanas difundida por INVERMET MML, 1987, denominada Manual para Diseño de Vías Urbanas, y resumida en la Ordenanza N° 341 MML, donde se clasifica las vías como:

**Vías expresa:** Son aquellas vías que soportan importantes volúmenes de vehículos con circulación de alta velocidad, en condiciones de flujo libre. Unen zonas de

importante generación de tránsito, extensas zonas de vivienda, concentraciones comerciales e industriales. Asimismo integran la ciudad con el resto del país.

En estas vías el flujo es ininterrumpido; no existen cruces al mismo nivel con otras vías, sino a diferentes niveles ó con intercambios especialmente diseñados. Las Vías Expresas sirven también a las propiedades vecinas mediante rampas y vías auxiliares de diseño especial.

**Vías arteriales:** Son aquellas que también llevan apreciables volúmenes de tránsito entre áreas principales de generación de tránsito y a velocidades medias de circulación. A grandes distancias se requiere de la construcción de pasos a desnivel y/o intercambios que garanticen una mayor velocidad de circulación. Pueden desarrollarse intersecciones a nivel con otras Vías Arteriales y/o colectoras. El diseño de las intersecciones deberá considerar carriles adicionales para volteos que permitan aumentar la capacidad de la vía.

En las Vías Arteriales se permiten el tránsito de los diferentes tipos de vehículos. El transporte público autorizado de pasajeros debe desarrollarse preferentemente por buses, debiendo realizarse por calzadas exclusivas cuando el derecho de vía así lo permita o carriles segregados y con paraderos debidamente diseñados para minimizar las interferencias con el tránsito directo.

**Vías colectoras:** Son aquellas que tienen por función llevar el tránsito desde un sector urbano hacia las vías Arteriales y/o vías Expresas. Sirven por ello también a una buena proporción de tránsito de paso. Prestan además servicio a las propiedades adyacentes.

En el caso que la vía sea autorizada para transporte público de pasajeros se deben establecer y diseñar paraderos especiales.

Vías Locales: Son aquellas cuya función es proveer acceso a los predios o lotes adyacentes.

## **VARIABLES DE DISEÑO**

Las propiedades de la subrasante, características de los materiales, importancia del tránsito, factores de medio ambiente y otro tipo de variables son las que intervienen en el diseño, muchas veces, para caminos y calles de menor importancia la información no está disponible o actualizada, por lo que es necesario recabarla.

Algunos valores de diseño están especificados y pueden variar con el tipo de carretera o nivel de tránsito. Para tránsito pesado se ha seleccionado valores más conservadores con resultado de espesores mayores. Por ejemplo, un valor de esfuerzo de diseño para la subrasante, puede resultar bajo para un tránsito pesado pero aceptable para un tráfico liviano.



## **CRITERIOS DE DISEÑO**

En los procedimientos de diseño, la estructura de un pavimento es considerada como un sistema de capas múltiples y los materiales de cada una de las capas se caracterizan por su propio Modulo de Elasticidad.

La Evaluación de tránsito está dada por la repetición de una carga en un eje simple equivalente de 80kN (18000 lbs) aplicada pavimento en un conjunto de dos juegos de llantas dobles.

Este procedimiento puede ser usado para el diseño de pavimentos compuestos de varias combinaciones de superficies, bases y sub bases. La subrasante que es la capa más baja de la estructura del pavimento, se asume infinita en el sentido vertical y horizontal, las otras capas de espesor finito son asumidas finitas en la dirección horizontal. En la superficie de contacto entre las capas se asume que existe una completa continuidad o adherencia.

En la metodología que desarrolla este estudio, las cargas colocadas sobre la superficie de un pavimento producen dos esfuerzos que son críticos para los propósitos de diseño; un esfuerzo horizontal de tensión en la parte de debajo de la capa de superficie y el esfuerzo de compresión vertical actuando sobre la superficie de la subrasante.

## **CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES**

Todos los materiales están caracterizados por el Método de Elasticidad, llamado modulo dinámico en mezclas asfálticas, modulo de resiliencia para materiales granulares sin trata y los materiales de los suelos.

En el caso de suelos estabilizados, las características mecánicas de los materiales cambian sustancialmente con la aplicación de productos estabilizadores, ya que el modulo de resiliencia se incrementa en valores apreciables.

Cuando se utiliza cemento como material estabilizador, es conveniente saber la cantidad máxima a utilizar, en función de los cambios físicos que experimentan los suelos, ya que una cantidad alta de cemento, hacen que los materiales obtengan valores altos de resistencia mecánica, pero también contracciones fuertes que se traducen en agrietamientos, nada deseables para la estructura del pavimento, por el hecho de que esas grietas se reflejaran posteriormente en la superficie de rodadura.

Por ejemplo si un material de base que es necesario colocar en un área húmeda o con lluvias frecuentes, se puede utilizar una parte de cemento y otra de cal , lo que permitirá obtener una mezcla con una resistencia inicial adecuada pero sin agrietarse por el cemento , pero la cal seguirá aumentando su resistencia .

En general se puede concluir, que cuando no se cuenta con suelos adecuados para la estructura de pavimento, tales como subrasante, subbases y bases que cumplan con las exigencias o especificaciones y que económicamente sea necesario recurrir al uso de productos estabilizadores, es conveniente que los materiales de cada una de las capas estabilizadas estén acorde con la capacidad de esfuerzo de las otras capas

---

contiguas ya que no es conveniente que una capa sea rígida y otra flexible o que una capa impermeable quede debajo de una permeable .

## **ANALISIS DE TRANSITO**

El método más utilizado en Perú para el diseño de estructuras de pavimento con capas finales de rodadura tanto asfálticas como de concreto hidráulico, siempre se refieren a la AASHTO, en este método la información requerida en la ecuaciones de diseño incluye la carga por eje, la configuración del mismo, así como el numero de aplicaciones o paso de este eje sobre la superficie del pavimento.

Los pavimentos se diseñan en función al efecto del daño que produce el paso de un eje con una carga y para que resistan un determinado número de cargas aplicadas durante su vida útil. Un tránsito mixto está compuesto de vehículos de diferente peso y numero de ejes y que para efectos de cálculo se les transforma en un numero de ejes equivalentes de 80kN o 18 kips por los que se les denomina ejes equivalentes (ESAL) "Equivalent Simple Axial Load".

### **Volúmenes de Transito.**

Para el diseño de estructuras de pavimento es necesario conocer el número de vehículos que pasan por un punto dado. Para el efecto se realizan estudios de volúmenes de transito, los cuales pueden variar desde los más amplios en un sistema de caminos hasta el recuento en lugares específicos tales como puentes, túneles o intersecciones de carreteras.

Estos aforos se realizan con el objeto de:

- Determinar la composición y volumen de transito en un sistema de carreteras.
- Clasificación de carreteras
- Planeación y proyectos geométricos
- Diseño de Pavimentos.

En todo estudio de volúmenes de transito es necesario obtener dos datos básicos: el transito medio diario general y el transito medio diario de camiones. Estos se pueden obtener al efectuar censos o aforos de transito en el lugar de la construcción o si es nueva mediante censos o aforos de transito en lugares próximos.

## **CONSIDERACIONES PARA EL CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES**

Las diferentes cargas que actúan sobre un pavimento producen a su vez diferentes tensiones y deformaciones en el mismo, los diferentes espesores de pavimentos y diferentes materiales, responden en igual forma de diferente manera a igual carga. Como estas cargas producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, las fallas tendrán que ser distintas.

Para tomar en cuenta esta diferencia, el volumen de transito se transforma en un número equivalente de ejes de una determinada carga que a su vez producirá el



mismo daño que toda la composición de tránsito mixto de los vehículos. Esta carga uniformizada según AASHTO es de 80 kN o 18 kips y la conversión se hace a través de los Factores Equivalentes de Carga (LEF) "Load Equivalent Factor".

El índice de serviciabilidad de un pavimento, es el valor que indica el grado de confort que tiene la superficie para el desplazamiento natural y normal de un vehículo, en otras palabras un pavimento en perfecto estado se le asigna un valor de serviciabilidad inicial que depende del diseño del pavimento y de la calidad de la construcción.

- Pavimento perfecto: 5
- Pavimento en pésimas condiciones: 0

A la diferencia entre estos dos valores se le conoce como la pérdida de serviciabilidad ( $\Delta$  PSI) ó sea el índice de serviciabilidad presente ( Present Seviciability Index).

Los valores que se recomiendan dependiendo del tipo de pavimento son los siguientes:

Índice de Serviciabilidad inicial

Po= 4.5 para pavimentos rígidos

Po= 4.2 para pavimentos flexibles

Índice de serviciabilidad final

Pt=2.5 para caminos importantes

Pt=2.0 para caminos de tránsito menor

El índice de serviciabilidad de un pavimento es un valor de apreciación con el cual se evalúan condiciones de deterioro o confort de la superficie de rodadura de un pavimento, actualmente para medir este deterioro se utiliza el IRI , Índice Internacional de Rugosidad (International Roughness Index) para lo cual se utiliza un equipo sofisticado montado en un vehículo, que al pasar sobre una superficie de carretera , va midiendo los altibajos y los suma , por lo que al final se obtiene un valor acumulado en metros por kilometro.

Para correlacionar el índice de serviciabilidad s el IRI se utiliza la siguiente formula

$$PSI = 5e^{(-0.0041IRI)}$$

Donde:

PSI: Índice de serviciabilidad

IRI: Índice internacional de Rugosidad

e: 2.71828183 (base de logaritmos neperianos)

Con esta fórmula se obtiene pulgadas por milla.

Por lo anteriormente expuesto, el Factor equivalente de carga (LEF), es el valor numérico que expresa la relación entre la pérdida de serviciabilidad causada por la carga de un tipo de eje de 80kN y la producida por un eje estándar en el mismo eje.

$$LEF = \frac{\text{No de ESAL de 80kN que producen una pérdida de serviciabilidad}}{\text{No de ejes de 80kN que producen la misma pérdida de serviciabilidad}}$$

Como cada tipo de pavimento responde de manera diferente a una carga, los LEF también cambian en función del tipo de pavimento. Por lo que los pavimentos rígidos y flexibles tienen diferentes LEFs y que también cambia según el SN (Structural Number, número estructural) en pavimentos flexibles y según el espesor de la losa en pavimentos rígidos, además que también cambia según el valor del índice de serviciabilidad asumido para el diseño.

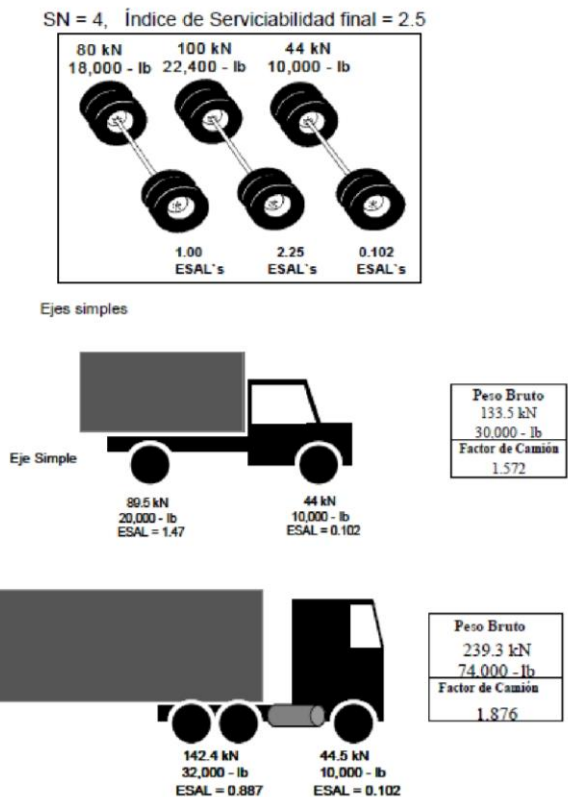
Entonces, para calcular los ESALs que se aplicaran a una estructura de pavimento es necesario asumir en primera instancia, para pavimentos flexibles el número estructural (SN) que se considere adecuado a las cargas y para pavimentos rígidos el espesor de la losa que se necesita para las cargas que se van a imponer, también se tendrá que se asumir el índice de serviciabilidad final aceptable, de acuerdo con los programas de mantenimiento que se considere necesario según el tipo de carretera.

Tabla 2.1 Factores equivalentes de carga para pavimentos rígidos, ejes simples, Pt 2.0

Carga p/eje (kips)	Espesor de losa D (en pulgadas)								
	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.011	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
8	0.035	0.033	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
10	0.087	0.084	0.082	0.081	0.080	0.080	0.080	0.080	0.080
12	0.186	0.180	0.176	0.175	0.174	0.174	0.173	0.173	0.173
14	0.353	0.346	0.341	0.338	0.337	0.336	0.336	0.336	0.336
16	0.614	0.609	0.604	0.601	0.599	0.599	0.598	0.598	0.598
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.55	1.56	1.57	1.58	1.58	1.59	1.59	1.59	1.59
22	2.32	2.32	2.35	2.38	2.40	2.41	2.41	2.41	2.42
24	3.37	3.34	3.40	3.47	3.51	3.53	3.54	3.55	3.55
26	4.76	4.69	4.77	4.88	4.97	5.02	5.04	5.06	5.06
28	6.48	6.44	6.52	6.70	6.85	6.94	7.00	7.02	7.04
30	8.92	8.68	8.74	8.98	9.23	9.39	9.48	9.54	9.56
32	11.9	11.5	11.5	11.8	12.2	12.4	12.6	12.7	12.7
34	15.5	15.0	14.9	15.3	15.8	16.2	16.4	16.6	16.7
36	20.1	19.3	19.2	19.5	20.1	20.7	21.1	21.4	21.5
38	25.6	24.5	24.3	24.6	25.4	26.1	26.7	27.1	27.4
40	32.2	30.8	30.4	30.7	31.6	32.6	33.4	34.0	34.4
42	40.1	38.4	37.7	38.0	38.9	40.1	41.3	42.1	42.7
44	49.4	47.3	46.4	46.6	47.6	49.0	50.4	51.6	52.7
46	60.4	57.7	56.6	56.7	57.7	59.3	61.1	62.6	63.7
48	73.2	69.9	68.4	68.4	69.4	71.2	73.3	75.3	76.8
50	88.0	84.1	82.2	82.0	83.0	84.9	87.4	89.8	91.7

**DETERMINACION Y CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES DE DISEÑO** Para la determinación y cálculo de los ejes equivalentes se requiere el uso de factores de camión para cada clase particular de vehículo principalmente para camiones pesados.

2.1 Cálculo del factor de carga equivalente



**EVALUACION DE SUBRASANTE**

La subrasante es la capa en la que se apoya la estructura del pavimento y la característica especial que define la propiedad de los materiales que componen la subrasante, se conoce como modulo de resiliencia (Mr).

Inicialmente cuando se comenzaron a efectuar los primeros diseños de pavimento, este concepto estaba basado en la propiedades de la subrasante tales como:

- Granulometría
- Plasticidad
- Clasificación de suelos
- Resistencia al corte
- Susceptibilidad a las variaciones de temperatura.
- Drenaje.

Posteriormente se tomaron en cuenta las propiedades básicas de la subrasante y se analizaron otro tipo de ensayos que permitieran conocer en mejor forma el



comportamiento de estos suelos. Se efectuaron ensayos utilizando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el CBR, ensayos de compresión simple. Estos se cambiaron por ensayos dinámicos y de repetición de cargas como el modulo de resiliencia, que son pruebas que demuestran en mejor forma el comportamiento y lo que sucede debajo de los pavimentos en los que respecta a tensiones y deformaciones.

Las propiedades físico – mecánicas son las características utilizadas para la selección de los materiales, las especificaciones de construcción y el control de calidad.

La calidad de los suelos en el caso de las subrasantes, se puede relacionar con el modulo de resiliencia, modulo de Poisson, valor soporte de suelo (CBR) y el modulo de reacción de la subrasante.

### **Propiedades físico – mecánicas de los suelos para subrasante**

La subrasante es definida como el suelo preparado y compactado para soportar la estructura de un sistema de pavimento.

Estas propiedades de los suelos que constituyen la subrasante, son las variables mas importantes que se deben considerar al momento de diseñar una estructura de pavimento.

Las propiedades físicas se mantienen invariables aunque se sometan a tratamientos tales como homogenización, compactación, etc., sin embargo, ambas propiedades cambiarían cuando se realicen en ellos procedimientos de estabilización, a través de procesos de mezclas con otro materiales (cemento, cal puzolanas, etc.) o mezclas con químicos.

Para conocer las propiedades de los suelos en un proyecto, es necesario tomar muestras en todo el desarrollo del mismo (calicatas), posteriormente en el laboratorio e determinaran sus propiedades:

- Granulometría
- Limites de Atterberg (Líquido e índice plástico)
- Valor de Soporte (CBR)
- Densidad (Proctor)
- Humedad

Con los datos obtenidos se elabora un perfil estratigráfico en el cual se detallan los distintos tipos de suelos y su profundidad. Para esta vía tenemos que la superficie del terreno esta constituida por material Arcillas limosas de media plasticidad de color marron oscuro 10.20% de humedad natural. (CL - ML). Dichos datos se encuentran detallados en estudio de mecánica de suelos adjunto a este expediente.

### **CLASIFICACIÓN DE SUELOS**

La clasificación de suelos es el indicador de las propiedades físico mecánicas que tienen los suelos. La clasificación que mejor describe y determina las propiedades de un suelo a usarse como subrasante es la clasificación de AASHTO M145; las



primeras variables son: la granulometría y la plasticidad. En términos generales, un suelo conforme a su granulometría se clasifica así:

- Grava: de un tamaño menor a 76.2 mm (3") hasta tamiz N° 10 (2mm)
- Arena gruesa: de un tamaño menor a 2 mm hasta tamiz N° 40 (0.425mm)
- Arena fina: de un tamaño menor a 0.425 mm hasta tamiz N° 200 ( 0.072mm)
- Limos y arcillas: tamaños menores de 0.075mm

Conforme AASHTO un suelo fino es el que tiene mas del 35% que pasa el tamiz N° 200 (0.075mm), los cuales se clasifican como A-4, A-5, A-6 o A-7. Dos suelos considerados finos que tengan granulometrías similares, pueden llegar a tener propiedades diferentes dependiendo de su plasticidad, cualidad que se analiza en el

suelo que pasa el tamiz N° 40; dichas propiedades de plasticidad, se analizan conforme las pruebas de límites de Atterberg, las cuales son:

- Limite Líquido o  $LL^2$  : Es el estado de un suelo, cuando pasa de un estado plástico a un estado semilíquido.
- Limite Plástico o  $LP^2$  : Es la frontera entre el estado plástico y el semisólido de un suelo.
- Índice Plástico o  $IP^2$  : es la diferencia entre  $LL$  y  $LP$ , que nos indica la plasticidad del material.

De lo descrito anteriormente, se concluye que para los suelos gruesos, la propiedad más importante es la granulometría y para suelos finos son los límites de Atterberg.

## **ENSAYOS DE SUELOS**

Existen diferentes métodos para medir la resistencia de los suelos de la subrasante que han sido sometidos a cargas dinámicas de tránsito, entre los cuales están los siguientes:

- Relación de Valor Soporte de California (CBR, California Bearing Ratio)
- Valor de Resistencia Hveem ( Valor R)
- Ensayo de plato de carga ( Valor k)
- Penetración dinámica de cono
- Modulo de resiliencia ( $M_r$ ) para pavimentos flexibles
- Modulo de reacción ( $M_k$ ) para pavimentos rígidos

## **VALOR DE SOPORTE CALIFORNIA (CBR, AASHTO T 193)**

En este ensayo, se mide la resistencia que opone un suelo a la penetración de un pistón de 3 pulg 2 de área en una muestra de suelo de 6 pulg(15cm) de diámetro y 5 pulg (12.5 cm) de altura , a una velocidad de 1.27 mm/min ( 0.5 pulg/ min). La fuerza necesaria para que el pistón penetre dentro de un suelo se mide a determinados intervalos de penetración, estas fuerzas medidas, se comparan con las que se necesitan para producir iguales penetraciones en una muestra que sirve de patrón, la cual es piedra partida bien graduada, la definición del CBR es:

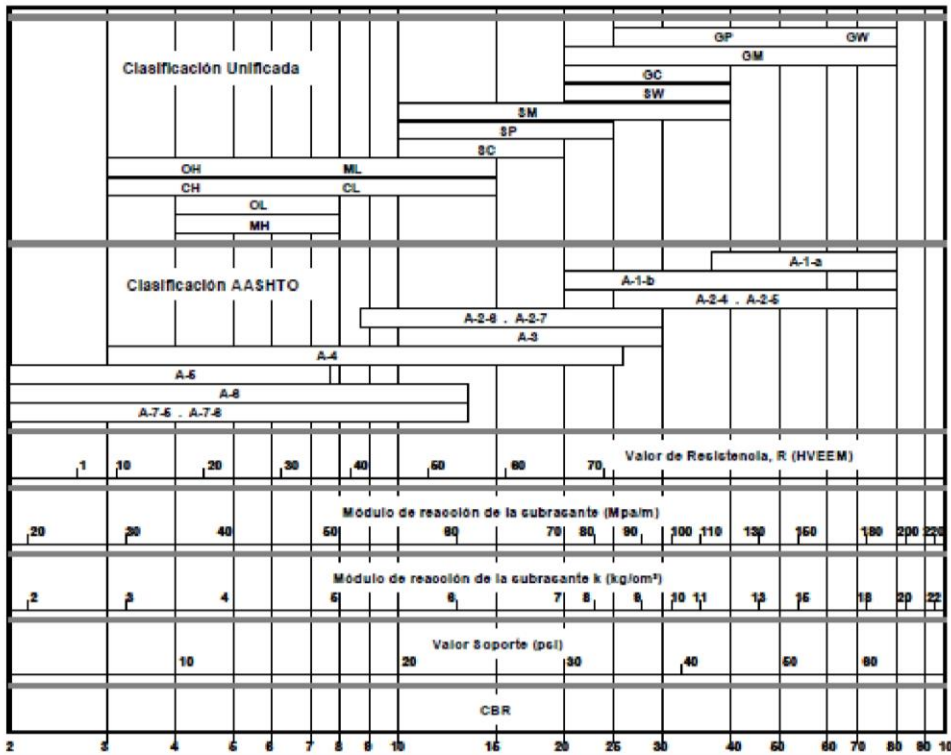
$$CBR = \frac{\text{Fuerza necesaria para producir una penetración de 2.5 mm en un suelo}}{\text{fuerza necesaria para producir una peentracin de 2.5mm en muestra patron}}$$

Relación que nos da un valor que se indica en porcentaje, el cual puede ser muy variable dependiendo de los suelos analizados, 2 a 4% en arcillas plásticas hasta 70% o más en materiales granulares de buena calidad.

Todos los suelos tanto finos como gruesos o sus mezclas, se compactan a diferentes contenidos de humedad tanto arriba como bajo de su humedad óptima. Las muestras elaboradas bajo estos procedimientos se sumergen en agua durante un periodo mínimo de 96 horas, antes de proceder a su ensayo, con el objeto de simular las condiciones de saturación a las cuales van a estar sometidos los suelos como la subrasante de una carretera, y en esta forma obtener los CBRs de los suelos bajo las condiciones más críticas. En el ensayo y en inmersión, se colocan pesos sobre las muestras, con el objeto de simular las cargas tanto vehiculares como de la estructura de pavimento, a las cuales van a estar cometidos los suelos de la subrasante.

El método CBR para diseño de pavimentos fue uno de los primeros en utilizarse y se basa principalmente en que a menor valor de CBR de la subrasante es necesario colocar mayores espesores de la estructura del pavimento para protegerlo de la frecuencia de las cargas de transito.

Figura 2.2 Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos



Fuente: Generado por el Consultor

### **Modulo de reacción para pavimentos rígidos**

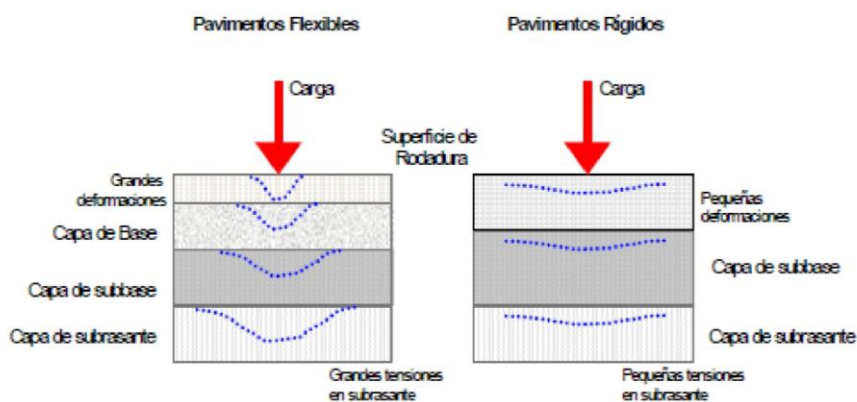
El modulo de reacción de la subrasante sirve para el diseño de pavimentos rígidos y para la determinación del valor efectivo de  $M_k$ .

Es conveniente asumir combinaciones de los diferentes datos que son necesarios para el cálculo del modulo de reacción de las subrasante, los cuales deberán ser considerados como siguen:

- a) Tipo de sub base con resistencia y valores del modulo
- b) Espesor de sub base
- c) Perdida de soporte
- d) Profundidad a la fundación rígida
- e) Espesor estimado de la losa

### **2.2.10 ELEMENTOS DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO**

En un pavimento rígido, debido a la consistencia de la superficie de rodadura, se produce una buena distribución de cargas, dando como resultado tensiones muy bajas en la subrasante., lo contrario sucede en un pavimento flexible, la superficie al tener menor rigidez, se deforma más y se producen mayores tensiones en la subrasante.



### **2.2.11 DRENAJES**

La humedad es una característica muy especial de los pavimentos, ya que esta revista gran importancia sobre las propiedades de los materiales que forman la estructura de un pavimento y sobre el comportamiento de los mismos.

El drenaje de agua en los pavimentos, debe ser considerado como arte importante en el diseño de carreteras. El exceso de agua combinado con el incremento de volúmenes de transito y cargas, se anticipan con el tiempo para ocasionar daño a la estructuras de pavimento.

#### **Definición de de drenaje en pavimentos**



El agua penetra dentro de la estructura del pavimento por muchos medios, tales como grietas, juntas o infiltraciones del pavimento o como corriente subterránea de un acuífero interrumpido elevando el nivel freático o como fuente localizada.

Los efectos de esta agua (cuando está atrapada dentro de la estructura) sobre el pavimento son las siguientes:

- a) Obligadamente reduce la resistencia de los materiales granulares.
- b) Reduce la resistencia de los suelos de la subrasante cuando esta se satura y permanece en similares condiciones durante largos periodos.
- c) Succiona los suelos de apoyo de los pavimentos de concreto con la consiguiente falla, grietas y el deterioro de bermas.
- d) Succiona los finos de los agregados de las bases que están debajo de los pavimentos, haciendo que las partículas de suelo se desplacen con los resultados de la pérdida de soporte por la erosión provocada.

### ***Soluciones a los problemas de humedad en pavimentos***

Los métodos para considerar el agua en el diseño de pavimentos, consisten básicamente en los siguientes:

- a) Prevenir la penetración de agua dentro del pavimento.
- b) Proveer el drenaje necesario para remover el exceso de agua rápidamente.
- c) Construir pavimentos fuertes para resistir los efectos combinados de cargas y aguas.

En el diseño de pavimentos, debe siempre tratarse de que tanto la subrasante, subbase y base estén protegidas de la acción del agua. Al considerar las posibles fuentes de agua, es conveniente proteger la sección estructural de pavimento de la entrada de agua, por lo que es necesario interceptar el agua que corre superficialmente lo mejor posible, así como sellar la superficie del pavimento.

Para obtener un adecuado drenaje del pavimento, se debe considerar en el diseño, la provisión de tres tipos de sistemas de drenaje para el control o la reducción de los problemas causados por el agua.

- Drenaje superficial
- Sub drenajes
- Estructuras de drenaje

Dichos sistemas de drenaje son efectivos para el desalojo del agua libre, esto causa fuerzas capilares en los suelos y en los agregados finos que no pueden ser drenados. Los efectos de esta obligada humedad debe ser considerada en el diseño de estructuras de pavimento y el efecto que esto tiene sobre las propiedades de los materiales. La mayor parte de los pavimentos existentes no incluyen sistemas de drenaje capaces de remover rápidamente el agua libre.

### ***Consideraciones de drenaje en el diseño de pavimentos***

Un buen drenaje mantiene la capacidad de soporte de la subrasante (mantiene el modulo de resiliencia cuando la humedad es estable) lo que hace un camino de mejor calidad, así como permite en determinado momento el uso de capas de soporte de menor espesor.

En la tabla 2.2 se dan tiempos de drenaje que recomienda AASHTO. Dichas recomendaciones se basan en el tiempo que es necesario para que la capa de base elimine la humedad cuando esta tiene un grado de saturación del 50%, pero es de nacer notar que un grado de saturación del 85% reduce en buena medida el tiempo real necesario para seleccionar la calidad de un drenaje.

Tabla 2.2 Tiempos de drenaje para capas granulares

Calidad del drenaje	50 % saturación	85% de saturación
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	De 10 a 15 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mayor a 15 horas

Fuente: Guía de diseño de Pavimentos AASHTO 1993

En el diseño de pavimentos rígidos se utilizan los coeficientes de drenaje (Cd) según la tabla 2.3, los cuales ajustan la ecuación de diseño que considera la resistencia de la losa, las tensiones y las condiciones de soporte.

Tabla 2.3 coeficientes de drenaje para pavimentos rígidos (Cd)

Calidad del drenaje	P= % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	<1%	1% - 5%	5% - 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: Guía de diseño de Pavimentos AASHTO 1993

## 2.2.12 DISEÑO DE ESPESORES

El concepto del diseño de pavimentos tanto flexibles como rígidos, es determinar primero el espesor de la estructura basado en el nivel de tránsito como en las propiedades de los materiales, el periodo de desempeño de un pavimento está en función de la pérdida de serviciabilidad.

### Método AASHTO

Para el método AASHTO la fórmula de diseño es:

$$\text{Log}_{10}W_{82} = Z_r S_o + 7.35 \text{Log}_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\text{Log}_{10}\left(\frac{\Delta \text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{10}}{(D + 25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \times \text{Log}_{10}\left(\frac{M_r C_{dx} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}}\right)}\right)$$

En donde:

- $W_{82}$  = Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas<sup>5</sup>, a lo largo del periodo de diseño.
- $Z_r$  = Desviación normal estándar
- $S_o$  = Error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento
- $D$  = Espesor de pavimento de concreto, en milímetros
- $\Delta \text{PSI}$  = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final
- $P_t$  = Índice de serviciabilidad o servicio final
- $M_r$  = Resistencia media del concreto (en Mpa) a flexotracción a los 28 días (método de carga en los tercios de la luz)
- $C_d$  = Coeficiente de drenaje
- $J$  = Coeficiente de transmisión de cargas en las juntas
- $E_c$  = Módulo de elasticidad del concreto, en Mpa
- $k$  = Módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto

### ***Variables a considerar en este método***

- Ejes simples equivalentes de 82 KN a lo largo del periodo de diseño

En este método se requiere la transformación a ejes simples equivalentes de 82 KN (8.0 toneladas métricas o 18 mil libras) los ejes de diferente peso que circularan por el pavimento durante su periodo de diseño.

- Desviación Normal Estándar  $Z_r$



Esta variable define que para un conjunto de variables (espesor de las capas, características de los materiales, condiciones de drenaje , etc.) que intervienen en un pavimento, el tránsito que puede soportar el mismo a lo largo de un periodo de diseño sigue la ley de distribución normal con una media  $M_t$  y una desviación típica  $S_o$  y por medio de la tabla 2 .4 con dicha distribución se obtiene el valor  $Z_r$  , en función de un nivel de confiabilidad  $R$ , de forma que exista una posibilidad de que  $1- R/100$  del tránsito realmente soportado sea inferior a  $Z_r \times S_o$ .

---

Tabla 2.4 Valores de  $Z_r$ , en función de la confiabilidad R

Confiabilidad R, %	Desviación normal estándar $Z_r$
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

- Error estándar combinado  $S_o$

Como lo indicado anteriormente, este valor representa la desviación estándar conjunta, en incluye la desviación estándar de la ley de predicción del tránsito en el periodo de diseño con la desviación estándar de la ley de predicción del comportamiento del pavimento, es decir , el numero de ejes que puede soportar un pavimento hasta que su índice de serviciabilidad descienda por debajo de un determinado Pt.

Se recomienda utilizar para  $S_o$  valores comprendidos dentro de los intervalos siguientes:

Para pavimentos rígidos: 0.30 -0.40

---

En construcción nueva: 0.35

En sobre capas: 0.40

Los niveles de confiabilidad R en función al tipo de carretera que se trate puede ser:

Tabla 2.5 Niveles de confiabilidad R en función del tipo de carretera

Tipo de carretera	Niveles de confiabilidad R	
	Sub urbana	Rural
Autopista Regional	85-99.9	80-99.9
Troncales	80-90	75-95
Colectoras	80-95	50-80

Fuente: SIECA 2001

- **Variación del índice de Serviciabilidad  $\Delta$  PSI**

Escoger el índice de serviciabilidad fina Pt es una selección del valor más bajo que puede ser admitido, antes de que sea necesario efectuar una rehabilitación, un refuerzo o una reconstrucción de un pavimento. Como el índice de serviciabilidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que pueda llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y el valor más alto sea de 4.5 para pavimentos de concreto.

- **Coefficiente de drenaje**

El coeficiente de drenaje esta dado por dos variables que son:

- a) La calidad del drenaje, que viene determinado por el tiempo que tarda el agua infiltrada en ser evacuada de la estructura del pavimento.
- b) Exposición a la saturación, que es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación. Este porcentaje depende de la precipitación media anual y de las condiciones de drenaje.

- **Coefficiente de Transmisión de carga(J)**

Este factor se utiliza para tomar en cuenta la capacidad del pavimento de concreto de transmitir las cargas a través de los extremos de las losas (juntas , grietas), su valor depende de varios factores, tales como : tipo de Pavimento ( en masa reforzando en la juntas , de armadura continua, etc.) el tipo de borde o berma ( de asfalto o de concreto unida al pavimento principal).La colocación de elementos de transmisión de carga ( pasadores en los pavimentos con juntas, acero en los armados continuos etc.).

En función de estos parámetros, se indican en la siguiente tabla los valores del Coeficiente J:

Tabla 2.6 Valores de coeficiente de transmisión de carga J

	Elemento de transmisión de carga berma			
	Concreto asfáltico		Concreto hidráulico	
Tipo de pavimento	si	no	si	no
No reforzado o reforzado con juntas	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
Reforzado continuo	2.9 – 3.2	-	2.3 – 2.9	-

Fuente: Guía de diseño de Pavimentos AASHTO 1993

Se considera un pavimento rígido confinado, cuando los extremos de las losas tiene elementos de la misma rigidez que ella, para el caso de una berma de concreto confina la parte principal de la carretera y el coeficiente de transmisión de carga tiene a ser menor, por lo tanto la losa también será de menor espesor.

Un a berma de asfalto tiene menor rigidez que la parte principal de la carretera y se considera semi – confinada, por lo que al ser mayor el coeficiente de transmisión de carga el espesor de la losa aumenta.

Dentro de cada intervalo de variación que se ve en la tabla es recomendable utilizar el valor más alto cuando menor sea el modulo de reacción de la subrasante k, también cuanto más elevado sea el coeficiente de dilatación térmica del concreto y mayores las variaciones de temperatura ambiente.

En caso de carreteras de poco transito, en que el volumen de camiones sea reducido, entonces se pueden utilizar los valores más bajos de J, ya que habrá menos perdida del efecto de fricción entre los agregados.

- **Modulo de elasticidad del concreto  $E_c$**

El modulo de elasticidad del concreto  $E_c$  se puede determinar conforme al procedimiento descrito en la norma ASTM C 469 o correlacionarlo con otras características del material como es la resistencia a la compresión. En algunos códigos se indica que para cargas instantáneas, el valor del Modulo de elasticidad ( $E_c$ ) se puede considerar de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 2.7 Correlación entre la resistencia a la compresión y el modulo de Elasticidad Ec

Tipo de agregado y origen	Modulo de Elasticidad Ec, Mpa	Modulo de elasticidad Ex, kg/cm2
Grueso, ígneo	$E_c=5,500.(f_c)^{1/2}$	$E_c=17,000.(f_c)^{1/2}$
Grueso, metamórfico	$E_c=4,700.(f_c)^{1/2}$	$E_c=15,000.(f_c)^{1/2}$
Grueso, sedimentario	$E_c=3,600.(f_c)^{1/2}$	$E_c=11,500.(f_c)^{1/2}$
Sin información	$E_c=3900.(f_c)^{1/2}$	$E_c=12,500.(f_c)^{1/2}$



## FACTOR TRAFICO EN PAVIMENTO RIGIDO

Pt= 2.5 Índice de serviciabilidad (bondad de servicio)  
 D= 9 Espesor de la losa en Pulgadas  
 Lx = Carga en Kips sobre un eje Simple, Tandem y tridem  
 L2 = 1, 2, 3 Codigo de eje  
 EALF = FACTOR DE EJE DE CARGA EQUIVALENTE :

L2=1 Eje Simple  
 L2=2 Eje Tandem  
 L2=3 Eje Tridem

$$EALF = \frac{W'_{18}}{W'_{es}}$$

Es el número de cargas equivalentes que definen el daño por paso, sobre una superficie de rodadura debido al eje en cuestión, en relación al paso de un eje de carga estándar usualmente es de 18 Kips=18000lb Calculado mediante las siguientes expresiones




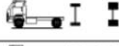
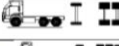
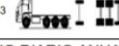
$$\text{LOG} \left( \frac{W'_{es}}{W'_{18}} \right) = 4.62 \text{LOG} (18 + 1) - 4.62 \text{LOG} (Lx + L2) + 3.28 \text{LOG} (L2) + \frac{G_x}{B_x} - \frac{G_{18}}{B_{18}}$$

$$B_x = 1 + \frac{3.63 (Lx + L2)^{5.2}}{(D + 1)^{8.46} L2^{3.32}}$$

$$B_{18} = 1 + \frac{3.63 (18 + 1)^{5.2}}{(D + 1)^{8.46}}$$

$$G_i = \text{LOG} \left( \frac{4.2 - P_i}{4.2 - 1.5} \right)$$

B<sub>18</sub>= 1.056 Para Lx=18 y L2=1 G<sub>1</sub>= -0.201

MEDIO DE TRANSPORTE	IMDA	PESO TOTAL (Tn)	PESO POR EJES (Tn)			PESO TOTAL (Kips)	Lx POR EJES (Kips)	L2	B <sub>x</sub>	EALF <sub>i</sub> (POR EJE)	FACTOR CAMIÓN FC=ΣEALF <sub>i</sub>	FC*IMD	
			EJE	%	Lx								
<b>VEHIC. MAYOR</b>													
<b>CATEGORIA " M "</b> 172													
<b>AUTOMOVILES</b>													
	32	3.00	Del.	50.0%	1.50	6.608	3.304	1	1.000	0.0010748	0.002150	0.0	
			Post. 01	50.0%	1.50		3.304	1	1.000	0.0010748			
STATION WAGON 	5	3.50	Del.	50.0%	1.75	7.709	3.855	1	1.000	0.0018744	0.003749	0.0	
			Post. 01	50.0%	1.75		3.855	1	1.000	0.0018744			
CAMIONETA PICK UP	124	5.00	Del.	50.0%	2.50	11.013	5.507	1	1.000	0.0072527	0.014505	1.7	
			Post. 01	50.0%	2.50		5.507	1	1.000	0.0072527			
PANEL 	5	5.00	Del.	50.0%	2.50	11.013	5.507	1	1.000	0.0072527	0.014505	0.0	
			Post. 01	50.0%	2.50		5.507	1	1.000	0.0072527			
COMBI 	6	7.00	Del.	50.0%	3.50	15.419	7.709	1	1.001	0.0278842	0.055768	0.3	
			Post. 01	50.0%	3.50		7.709	1	1.001	0.0278842			
<b>VEHICULOS PESADOS</b>													
<b>CATEGORIA " N "</b> 23													
<b>C=CAMION</b>													
CAMION (C2) 	20	18.00	Del.	38.9%	7.00	39.648	15.419	1	1.026	0.5158669	3.983575	79.6	
			Post. 01	61.1%	11.00		24.229	1	1.245	3.4677077			
CAMION (C3) 	3	25.00	Del.	28.0%	7.00	55.066	15.419	1	1.026	0.5158669	4.087125	12.2	
			Post. 01	72.0%	18.00		39.648	2	1.290	3.5712579			
CAMION (C4) <sub>1-3</sub> 	0		Del.		7.00			1					
			Post. 01		23.00			3					
INDICE MEDIO DIARIO ANUAL	195											Σ =	91.9

r = 1.50% Tasa de crecimiento  
 Y = 20 Período de diseño  
 G = Factor de de crecimiento  
 D = 0.5 Factor de Distribución en Dirección  
 L = 1 Factor de Distribución por Carril

$$(G)(Y) = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$$

(G)(Y) = 23.1236671 FACTOR DEL TRAFICO VEHICULAR ACUMULADO

$$ESAL = \sum_{i=1}^{i=m} \text{FACTORCAMIÓN}_i \times \text{IMD}_i (G)(D)(L)(Y) \times 365$$

= 387,963.06



# ANEXO 9: Diseño de Dowels

## HOJA DE CALCULO: DISEÑO DE DOWELS

### 1. CALCULO DEL AREA DE ACERO PARA DOWELS

#### 1.1 CALCULO DEL ACERO LONGITUDINAL

$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s}$$

$\gamma_c$  = peso específico del concreto (2400 Kg/m<sup>3</sup>)

h = espesor de la losa  
L' = longitud de la losa en pies

$f_s$  = coeficiente promedio de fricción entre la losa y la subrasante se asume 1.5

$f_a$  = esfuerzo permisible en el acero

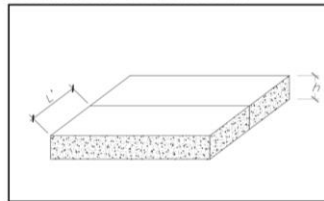
$\gamma_c$  = 0.0867 pci

h = 7.87402 pul = 20.00 cm

L' = 157.48 pul = 4.00 m

$f_s$  = 1.5

$f_a$  = 27000 psi



$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s} = 0.005972679 \text{ pul}^2$$

#### 1.2 SEPARACIÓN ENTRE BARRAS

Diametro a usar 1/2 pulg

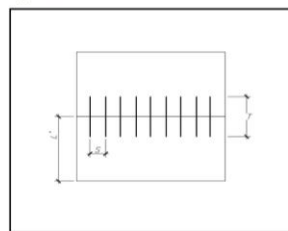
separación de la barra (S) =

$$t = 0.5x \left( \frac{f_s d}{u} \right) = \frac{0.20}{0.005973} =$$

S= 83.5015 cm

Separacion a usar :

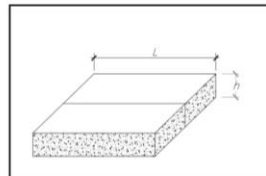
**S= 80 cm**



0.20 pulg<sup>2</sup>

#### 1.3 LONGITUD DE LA BARRA

$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s}$$



u= esfuerzo permisible del acero para la adherencia 350 psi

d= diametro de la 1/2 pul

t = 19.29 pul = 48.98571429 cm

Longitud a usar :  $t = 0.5x\left(\frac{f_s d}{u}\right)$  **T= 50 cm**

### 1.2 CALCULO DEL ACERO TRANSVERSAL

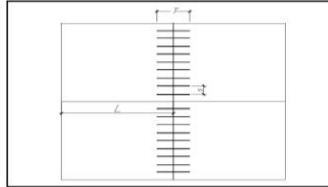
$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s}$$

$\gamma_c$  = peso especifico del concreto (2400 Kg/cm<sup>2</sup>)

h = espesor de la losa

L' = longitud de la losa en pies

$f_s$  = coeficiente promedio de fricción entre la losa y la subrasante se asume 1.5



$f_a$  = esfuerzo permisible en el acero

$\gamma_c$  = 0.0867 pci

h = 7.9 pul = 20.00 cm

L' = 590.55 pul = 15.00 m

$f_s$  = 1.5

$f_a$  = 27000 psi

$$A_s = \frac{\gamma_c h L' f_a}{f_s} = 0.022471412 \text{ pul}^2$$

### 1.2 SEPARACIÓN ENTRE BARRAS

Diametro a usar 1 pulg se tiene un area de 0.79 pulg<sup>2</sup>

separación de la barra (S) =

$$t = 0.5x\left(\frac{f_s d}{u}\right) \frac{0.79}{0.022471} = 34.951 \text{ pul}$$

S= 88.7755 cm

Separacion a usar : **S= 85 cm**

### 1.3 LONGITUD DE LA BARRA

u= esfuerzo permisible del acero para la adherencia 350 psi

d= diametro de la 1 pul

t = 38.57 pul = 97.97142857 cm

Longitud a usar : **T= 100 cm**

## ANEXO 10: Diseño de mezcla

### DISEÑO DE MEZCLA

F'c		175 KG/CM2
AGREGADO GRUESO MAXIMO	3/4"	
CONTROL DE OBRA MUY BUENO, DOSIFICACION EN PESO		
CEMENTO PORTLAND	TIPO I	
AGREGADO GRUESO		
PESO UNITARIO		1681 KG/M3
CONTENIDO DE HUMEDAD		2%
%DE ABSORCION		1.32
AGREGADO FINO		
MODULO DE FINEZA		2.45
CONTENIDO DE HUMEDAD		4%
%DE ABSORCION		1.18
ASENTAMIENTO MAXIMO	3"	
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO	3/4"	
AGUA EN EL MEZCLADO		215
K		1.15
F'CR		201.25
RELACION A/C		0.6
CONTENIDO DE CEMENTO		358.333 KG/M3
		8.431 BOLSAS
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO		
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO COMPACTADO X VOLUMEN		0.65
AGREGADO GRUESO		1092.65 KG/M3
CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO		2375 KG/M3
AGREGADO FINO		709.017 KG/M3
AJUSTE POR HUMEDAD		
AGREGADO GRUESO		1114.503
AGREGADO FINO		737.377
AGUA MEZCLA NETA		184.430 KG
AGUA A.G.		16.38975 KG
AGUA A.F.		14.180 KG
<b><u>DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE</u></b>		
CEMENTO		358.333 KG/M3
		8.431 BOLSAS
AGREGADO GRUESO		1114.503
AGREGADO FINO		737.377
AGUA DE MEZCLADO		184.430
<b><u>DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE</u></b>		
<b>CEMENTO</b>		<b>0.239 M3</b>
		<b>8.431 BOLSAS</b>
<b>AGREGADO GRUESO</b>		<b>0.650 M3</b>
<b>AGREGADO FINO</b>		<b>0.461 M3</b>
<b>AGUA DE MEZCLADO</b>		<b>0.184 M3</b>

## DISEÑO DE MEZCLA

F'C	210 KG/CM2
AGREGADO GRUESO MAXIMO 1"	
CONTROL DE OBRA MUY BUENO, DOSIFICACION EN PESO	
CEMENTO PORTLAND TIPO I	
AGREGADO GRUESO	
PESO UNITARIO	1681 KG/M3
CONTENIDO DE HUMEDAD	2%
%DE ABSORCION	1.32
AGREGADO FINO	
MODULO DE FINEZA	2.45
CONTENIDO DE HUMEDAD	4%
%DE ABSORCION	1.18
ASENTAMIENTO MAXIMO 3"	
TAMAÑO MAXIMO DEL AGREGADO GRUESO 1"	
AGUA EN EL MEZCLADO	200
K	1.15
F'CR	241.5
RELACION A/C	0.517
CONTENIDO DE CEMENTO	386.847 KG/M3
	9.102 BOLSAS
CONTENIDO DE AGREGADO GRUESO	
VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO COMPACTADO X VOLUMEN	0.7
AGREGADO GRUESO	1176.7 KG/M3
CONTENIDO DE AGREGADO FINO	
CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	2375 KG/M3
AGREGADO FINO	611.453 KG/M3
AJUSTE POR HUMEDAD	
AGREGADO GRUESO	1200.234
AGREGADO FINO	635.911
AGUA MEZCLA NETA	
AGUA A.G.	17.6505 KG
AGUA A.F.	12.229 KG
<b><u>DOSIFICACION EN PESO RESULTANTE</u></b>	
CEMENTO	386.847 KG/M3
	9.102 BOLSAS
AGREGADO GRUESO	1200.234
AGREGADO FINO	635.911
AGUA DE MEZCLADO	170.120
<b><u>DOSIFICACION EN VOLUMEN RESULTANTE</u></b>	
<b>CEMENTO</b>	<b>0.258 M3</b>
	<b>9.102 BOLSAS</b>
<b>AGREGADO GRUESO</b>	<b>0.700 M3</b>
<b>AGREGADO FINO</b>	<b>0.397 M3</b>
<b>AGUA DE MEZCLADO</b>	<b>0.170 M3</b>

## ANEXO 11: Estructura del pavimento

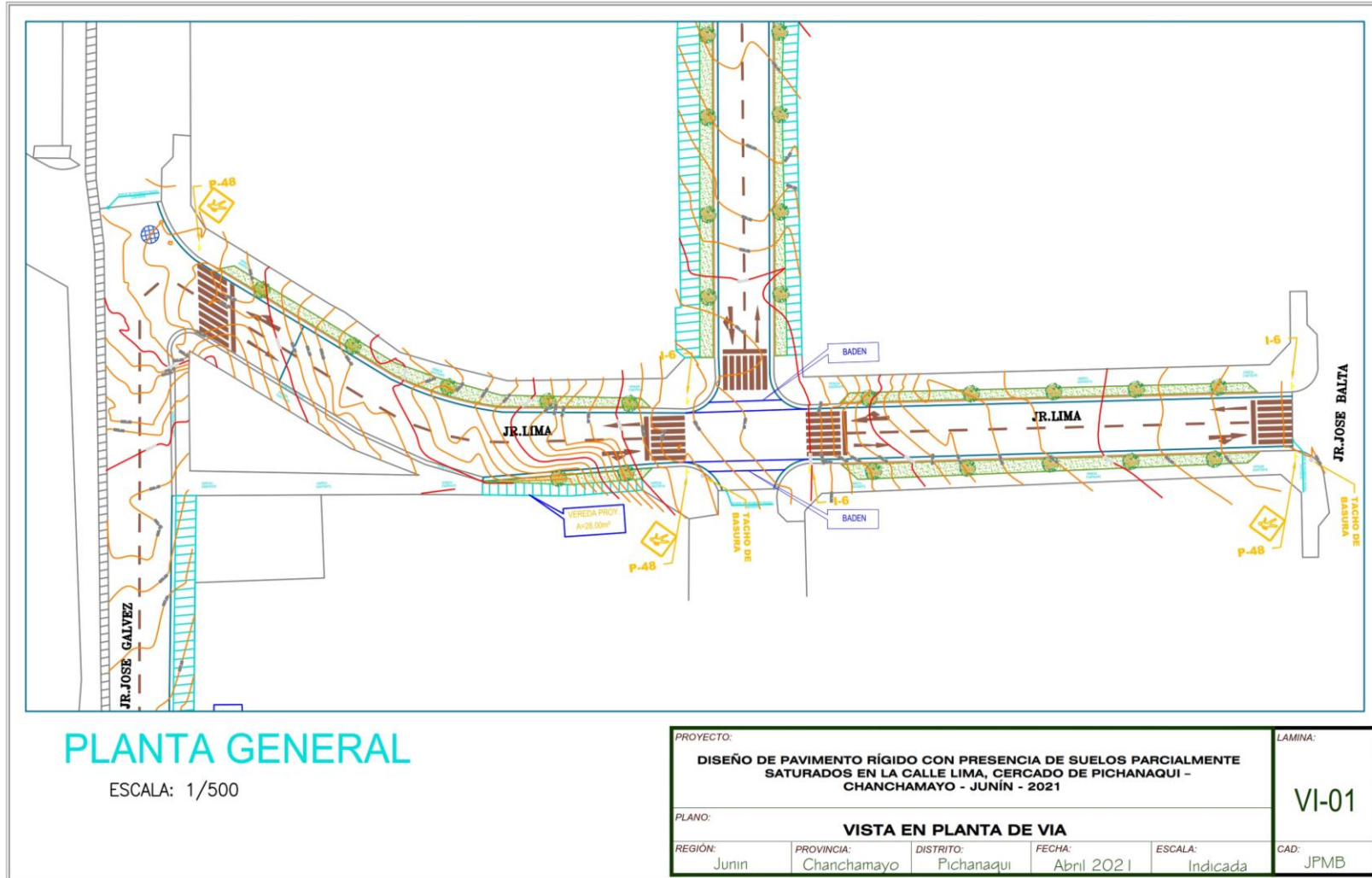
### ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO RIGIDO - AASHTO

#### DATOS REQUERIDOS

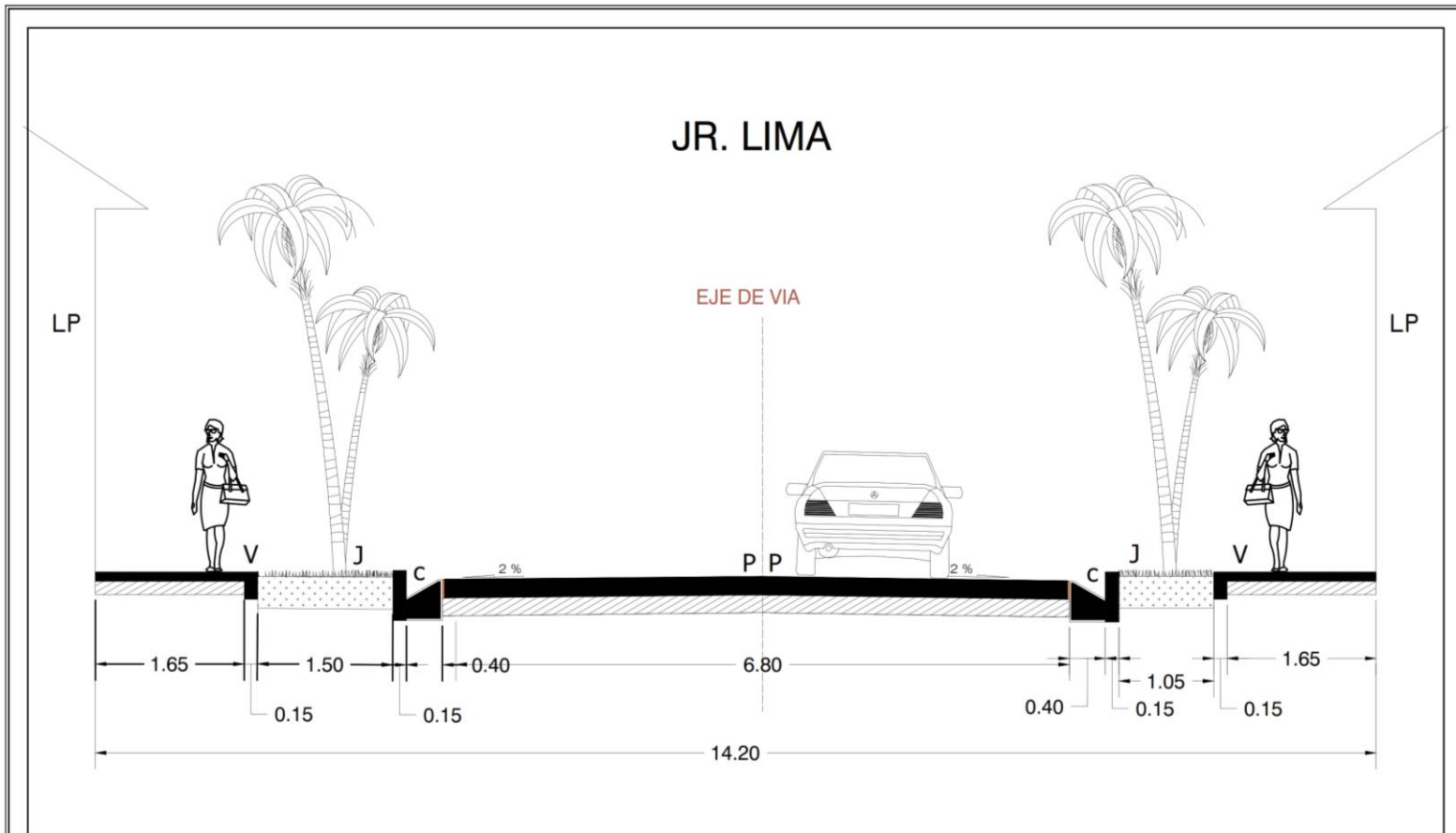
ESAL's (ejes equiv. 8.2t)	387,963.06	
Serviciabilidad Inicial (pi)	4.50	
Serviciabilidad Final (pt)	2.00	
Desviación Estándar Total (So)	0.35	Pavimentos Rígidos entre 0.30 y 0.40
Coefficiente de Transferencia de Carga (J)	2.70	
Confiabilidad ( R)	90.00	
Resistencia a Compresión C <sup>o</sup> (f'c)	210.00	
Coefficiente de Drenaje (Cd)	0.90	
Módulo Ruptura (fr)	412.23 lb/pulg <sup>2</sup>	
Módulo de Elasticidad Concreto (Es)	3,112,348.26 lb/pulg <sup>2</sup>	
Diferencia de Serviciosabilidad (Δpsi)	2.50	
Desviación Estándar Normal (Zr)	-1.28	
Mk-SubRasante-correctado	234.94 pci	CRB 95% = 12.91
log(Esal)	5.59	6 KG/CM <sup>3</sup>
Zr x So	-0.45	
log(ΔPsi/(4.5-1.5))	-0.08	
f(x)	-7.45	
"Espesor" D(in) =	7.45	
"Espesor" D(cm) =	18.91	
Espesor Asumido	<b>20.00</b>	



ANEXO 12: Planos|







PLANO DE SECCIONES TÍPICAS

PROYECTO: <b>DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO CON PRESENCIA DE SUELOS PARCIALMENTE SATURADOS EN LA CALLE LIMA, CERCADO DE PICHANAQUI - CHANCHAMAYO - JUNÍN - 2021</b>					LAMINA: <b>V-01</b>
PLANO: <b>PLANO SECCION DE VIA</b>					
REGIÓN: Junín	PROVINCIA: Chanchamayo	DISTRITO: Pichanaqui	FECHA: Abril 2021	ESCALA: Indicada	CAD: JPMB