



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“Diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del Centro Poblado Porcón Alto - Cajamarca”**

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

**Ingeniero Civil**

**AUTOR:**

**Ayay Infante José Samuel (ORCID: 0000-0003-2178-1830)**

**ASESOR:**

**Ing. Puican Carreño Manuel Hugo (ORCID: 0000-0001-5286-3180)**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Diseño de infraestructura vial**

**CHICLAYO - PERÚ**

**2021**

## **Dedicatoria**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir, por permitir que la sabiduría dirija mis pasos, y por darme fuerza de voluntad para llegar a ser profesional.

A mis Padres Cruz Ayay y Sebastiana Infante por el apoyo incondicional que me brindaron desde el primer momento que inicié mis estudios y siempre han estado conmigo en las buenas y en las malas levantándome la moral con buenos consejos, inculcándome valores para la vida cotidiana de hoy y siempre.

A mi Esposa e hijos que me han apoyado en todo momento y confiaron plenamente en el logro de mis objetivos y que entendieron los momentos difíciles que hemos pasados por conseguirlos y aquí está el resultado; los amo hijos.

A mis hermanos y familiares por levantarme la moral y el apoyo incondicional y siempre han estado pendientes de mi formación profesional.

En conclusión, con cariño y amor dedico esta tesis a mis familiares por el apoyo tan grande e incondicional que tuvieron conmigo y a quienes agradezco con toda mi alma.

***José Samuel***

## **Agradecimiento**

Doy gracias a Dios por concederme la vida, salud, sabiduría y conocimiento por concluir esta carrera profesional ya que, sin él, nada es posible.

También agradezco a toda mi familia por su apoyo ilimitado; en especial a mi Padre: José Cruz Ayay Chilón quien me motivó y me ha guiado con consejos, valores y respeto para ser profesional en la vida.

Agradezco a mi Esposa e Hijos por la comprensión, paciencia y apoyo incondicional.

Agradezco a mis hermanos en general por haberme inspirado en mi aspiración de superación de logro en la vida.

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo y a todos los docentes de esta institución por guiarnos y darnos buenas enseñanzas para concluir con los objetivos.

***José Samuel***

## Índice de contenidos

Carátula .....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras .....	vi
Resumen.....	vii
Abstract .....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA .....	23
3.1. Tipo y diseño de investigación. ....	23
3.2. Variables y operacionalización.....	23
3.3. Población muestra y muestreo.....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	24
3.5. Procedimientos: .....	26
3.6. : Método de análisis de datos:.....	27
3.7. Aspectos éticos:.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	39
VI. CONCLUSIONES .....	43
VII. RECOMENDACIONES.....	45
REFERENCIAS .....	46
ANEXOS .....	49

## Índice de tablas

<b>Tabla 01:</b> <i>Coordenadas de BMs</i> .....	28
<b>Tabla 02:</b> <i>Resumen de resultados EMS</i> .....	29

## Índice de figuras

<i>Figura 01:</i> Esquema de comportamiento de pavimentos.....	15
<i>Figura 02:</i> Pavimento de concreto simple sin pasadores .....	17
<i>Figura 03:</i> Pavimento de concreto simple con pasadores.....	18
<i>Figura 04:</i> Pavimento de concreto reforzado con junta.....	18
<i>Figura 05:</i> Pavimento de concreto reforzado con junta.....	19
<i>Figura 06:</i> Tipos de pasadores.....	20
<i>Figura 07:</i> Juntas de construcción.....	20
<i>Figura 08:</i> Juntas de expansión y aislamiento.....	21

## **Resumen.**

El presente proyecto tiene como objetivo, diseñar un pavimento rígido en el Centro Poblado Porcón Alto para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, conociendo que el principal problema de dicha zona en estudio es: El polvo y las lluvias por tener el terreno natural, con componentes longitudinales y transversales irregulares la cual no cuentan con una pavimentación donde se enunció el problema. ¿Cómo diseñar adecuadamente un pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del Centro Poblado de Porcón Alto?, para la cual se consideró un tipo de investigación aplicada con un diseño de investigación de tipo no experimental descriptivo, donde se efectuaron los estudios de: Topografía, mecánica de suelo, tráfico, hidrológicos e hidráulicos y el estudio de Impacto Ambiental. Asimismo, se dio paso al diseño geométrico, diseño estructural de pavimento, diseño de drenaje y señalización. Finalmente se procedió a estimar los costos del presupuesto y el cronograma de obra. Por lo tanto, se concluyó que el diseño del pavimento rígido mejora la transitabilidad vehicular y peatonal del Centro Poblado Porcón Alto.

**Palabras clave:** Diseño, pavimento rígido, estructura de pavimentos, obras de arte.

## **Abstract.**

The objective of this project is to design a rigid pavement in the Porcón Alto Town Center to improve vehicular and pedestrian traffic, knowing that the main problem of said area under study is: Dust and rain due to having the natural terrain, with components longitudinal and transverse irregular which do not have a paving where the problem was stated. How to properly design a rigid pavement to improve vehicular and pedestrian traffic of the Porcón Alto Town Center? for which a type of applied research with a descriptive non-experimental research design was considered, where the studies of: Topography, soil mechanics, traffic, hydrological and hydraulic and the Environmental Impact study. Likewise, the geometric design, the structural design of the pavement, the drainage design and the signage were made. Finally, the costs of the budget and the work schedule were estimated. Therefore, it was concluded that the design of the rigid pavement will improve the vehicular and pedestrian traffic of Centro Poblado Porcón Alto.

**Keywords:** Design, rigid pavement, pavement structure, works of art.

## I. INTRODUCCIÓN

En Chile, Rebolledo (2021) En este estudio nos menciona que es muy importante que se dé un mantenimiento adecuado y oportuno a las vías, y para esto es necesario llevar a cabo un conjunto de operaciones durante la vida de la obra. Este tipo de manutención se dividen en tres categorías: operaciones rutinarias, periódicas y restablecimientos del pavimento, según la naturaleza del trabajo y el tiempo requerido para facilitar la planificación de diferentes actividades de manutención.

Por otro lado, el Tiempo (2008) Según este informe la falta de vías y en otros casos el poco o nulo mantenimiento preventivo y la demasía de tránsito son causas primordiales del deterioro de las calles de Bogotá. Además, la falta de planeamiento es considerado una de los primeros inconvenientes, Asimismo las vías se deterioran con el mismo tráfico, calidad inadecuada de los materiales, fallas en el diseño, inadecuada ejecución y finalización del proyecto.

Finalmente en Colombia Ospina (2018) menciona exactamente que en la ciudad de Espinal se cuenta con pocas vías principales y rutas de buses al interior de su casco urbano, las cuales tienen una vida de servicio en algunos casos supera los 30 años de uso, cuyos pavimentos presentan serios problemas sobre todo en su carpeta de rodadura sin mencionar que su estructura es arcaica y carece de un diseño adecuado y esta tiene muchas deficiencias en cuanto a la malla vial, que se encuentran deteriorados, debido en gran medida al desconocimiento de los antecedentes geológicos de las diferentes sub-rasantes de las vías principales y rutas de buses, que son las más afectadas a lo largo de su vida útil debido a que deben soportar grandes cargas y un volumen de tráfico elevado y que va en aumento, esto sin mencionar el inadecuado diseño de los pavimentos y su antigüedad que son factores que hacen que la posibilidad de una rehabilitación del pavimento no sea una opción favorable, donde estas vías presentan graves fallas como hundimientos, deterioro irrecuperable de la carpeta asfáltica, fallas en las redes de acueducto y alcantarillado, levantamiento de losas, fisuras, además de la inadecuada utilización de materiales y estructuras.

Por otro lado Construcción e industria (2018) En su revista nos indica sobre el mejoramiento de la avenida Sánchez Cerro en Piura, en esta vía se han fortalecido sus estructuras, sustituyendo el tendido de tuberías de agua y desagüe, construyendo cunetas y drenaje para evacuación de aguas pluviales que, en fenómeno de El Niño, inundó casi a toda la ciudad, Del total de la obra se construyó pavimento rígido 2.1 km con de cemento portland logrando 26,827.60 m<sup>2</sup> con espesores variables de 0.14m a 0.16m. y se han diseñado espesores de subbase granular de (24.361 m<sup>3</sup>) y base granular de (23.911m<sup>3</sup>).

Por otro lado, Radio Programas del Perú (2017) informó que las lluvias caídas en la ciudad de Chiclayo por efectos del fenómeno de El Niño, afectaron diferentes calles y pistas deteriorando el pavimento y causando dificultad a los transportistas y público en general, por tal motivo obreros de la municipalidad efectuaron cortes en forma rectangular y cuadrado en el pavimento para mejorar la transitabilidad vial. Paul Morales subgerente de obras públicas indicó que, han sido afectados por los aguaceros la mayor parte de la infraestructura y que con estos trabajos están consiguiendo recuperar el parque automotor y mejorar la transitabilidad de las calles de Chiclayo.

Se suma a ello (Lupaca, 2013) En su tesis que permitió lograr el título de “Ingeniero Civil” Manifiesta que, asume como objetivo ofrecer condiciones apropiadas de tránsito vehicular y peatonal en la avenida Túpac Amaru de la ciudad de Llalí. Los estados de la vía se hallaron en situaciones pésimas, por la presencia de fuertes lluvias que se dan en Puno; además planteó mejorar las condiciones de vida de los habitantes con una pavimentación que brinde buen flujo vehicular y seguridad a los transeúntes. Por lo cual el proyecto planteó que se efectúe el pavimento, con espesores de losa de concreto de 0.20m, sub base de 0.20m., y veredas de 0.15m. dicho proyecto contribuyó un progreso en la composición de sus calles y jirones con un estudio de pavimentación completo de sus vías, planteando alternativas que satisface y cumplen los requisitos técnicos requeridos por reglamentos y normas actuales.

En diferentes partes del mundo se debe tomar en cuenta un pavimento rígido en zonas urbanas como algo primordial, porque contribuye para dar embellecimiento de la ciudad, es importante demarcar que la etapa de diseño de un pavimento rígido vial es aproximadamente de 20 años en la cual no debe manifestarse ninguna patología en este lapso de tiempo.

Se diseñó un pavimento rígido para el tránsito vehicular y veredas para tránsito peatonal de las calles del Centro Poblado Porcón Alto contribuyendo con ello a dar solución a los diferentes problemas que genera el mal estado de esta municipalidad. Como es el malestar de los habitantes para movilizarse en tiempos de invierno por la formación de baches, depósito de agua y lodos, contribuyendo al deterioro y destrucción de los vehículos, y el mal estado en época de verano por la gestación e incremento de enfermedades como gripe, neumonía, broncopulmonares, etc.

El Centro Poblado de Porcón Alto consta de 5 jirones y 2 pasajes que son: Jirón Los Quinuales, Los Andes, Hualgayoc, Chota y Bambamarca, Pasajes Los Pinos y El Mirador, las cuales no cuenta con una pavimentación para el Tránsito vehicular, ni veredas para el tránsito peatonal, dicha superficie es de terreno natural, con componentes irregulares tanto longitudinal y transversal.

En las calles, los vehículos circulan con riesgo y a velocidad reducida porque la superficie muestra sinuosidades y deformaciones y estas se agravan en tiempos de invierno, las cuales son intransitables por exceso de lodos, barro, obstrucción de aguas servidas, recolección de basura, aparición de roedores, zancudos, originando un ambiente contaminado para los que radican en esta localidad y en tiempo de verano el principal problema es el polvo ya que se levanta con un poco de viento y esta induce que los hogares no permaneciéndolas limpias y que los vecindarios resistan reacciones de enfermedades como: gripe, alergias, congestión, infecciones respiratorias, etc. Este déficit en las calles se debe a que no se crea una apropiada inversión en el diseño y en la construcción de pavimentos, veredas, cunetas, sardineles y muros de sostenimiento que son elementos fundamentales para solucionar el problema de circulación vehicular y peatonal, y todo tipo de enfermedades, por lo cual es necesario mejorar la tecnología con un diseño adecuado de forma técnica, económico y funcional.

El diseño de pavimento rígido se debe desempeñar con toda las normas, reglamentos y condiciones para obtener costos bajos en la ejecución y la manutención durante la vida útil, para luego hacerlos más elaborables optimizando tránsito vehicular y mejorando a los habitantes las condiciones de vida.

Por consiguiente, se tiene como problema de estudio. ¿Mediante el diseño del pavimento rígido mejora la transitabilidad vehicular y peatonal del Centro Poblado de Porcón Alto?

El diseño de pavimento rígido en el Centro Poblado de Porcón Alto se ve justificado porque brinda solución al problema planteado.

Por lo tanto, se justifica de manera técnica porque mejora la transitabilidad vehicular y peatonal del Centro poblado Porcón Alto, para lo cual empleamos una serie de documentos técnicos como el Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos 2014, Guía de diseño del AASHTO 93, y la norma técnica de CE. 010 de pavimentos urbanos. Por otro lado, se tiene como justificación económica porque reduce los costos operativos vehiculares de los beneficiarios directos e indirectos y lo primordial es que reduce el costo de mantenimiento frente a cualquier otro tipo de pavimentos. Además, se considera como justificación social porque mejora el comercio, donde tendrán accesos directos de ingreso y salida de sus productos para poder comercializarlos, con esta justificación también disminuye las enfermedades generadas a causa de las lluvias y el polvo. Por consiguiente, tenemos la justificación ambiental porque reduce significativamente el material en suspensión que contamina el aire y material de aguas hervidas que contamina el suelo. Cabe señalar que en las calles se ha encontrado árboles existentes las cuales no han sido tocados ni reubicados, el cual ayuda a purificar el aire que respiramos.

Se considera la siguiente hipótesis, Si se diseña el pavimento rígido de las calles, del Centro Poblado de Porcón Alto, entonces mejora la transitabilidad vehicular y peatonal.

Por otra parte, se traza como Objetivo general, diseñar un pavimento rígido del Centro Poblado Porcón Alto, para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal.

Por consiguiente, se considera los siguientes objetivos específicos: Efectuar los estudios básicos del área de estudio, Elaborar los estudios geométricos de las calles del centro Poblado Porcón Alto, Realizar los estudios hidrológicos e hidráulicos para las obras de arte necesarias, diseñar la estructura del pavimento rígido utilizando el método Aashto 93, Elaborar el estudio de impacto ambiental, Realizar el análisis económico del proyecto.

## II. MARCO TEÓRICO

Como Trabajos Previos seleccioné tesis de diseño de pavimentos rígidos.

A nivel internacional, encontramos a Ruiz y Rodríguez (2016) En su tesis denominada: "Comparación técnico-económica del uso de pavimento rígido y flexible en Nicaragua. tramo Unikwas-Mulukuku", efectúan un comparativo técnico y económico de un lado pavimento rígido usando concreto simple y de otro lado pavimento flexible en caliente con el método AASTHO 1993, porque esta metodología a diferencia de otras, usa el concepto de serviciabilidad para diseño de pavimentos. Este estudio hace mención que además de elegir una adecuada metodología de diseño es necesario analizar alternativas de diseño, en las cuales se pronostiquen los componentes económicos, constructivos, para elegir la que obtenga mejor capacidad de disipar los esfuerzos trasferidos por el peso de automóviles, donde según el análisis del presente estudio los costos iniciales de pavimento rígido son mayor a los costos iniciales de pavimento flexible, usando bases granulares tratadas o sin tratar. Donde concluye en su estudio de investigación que el Pavimento flexible necesita mayor espesor de base y subbase, en comparación con el pavimento rígido que su espesor de subbase es mínimo. La superioridad de aplicar el método AASHTO 93, para diseños de Pavimento rígido, puesto que se logra calcular concisamente el espesor adecuado de losa para resistir la carga vehicular en el tiempo adecuado, en cambio cuando se diseña el pavimento flexible con la misma metodología AASHTO 93, es una resistencia a la carga provocada por el tráfico, las que deben ser resistidas por las capas inferiores, por este motivo de no realizarse un diseño correcto de estas capas, existe un riesgo muy alto de que el pavimento pueda producir fallas de forma anticipada. En cuanto al estudio económico se valoró los costos de edificación y mantenimiento que necesita cada tipo de pavimento, siendo el pavimento flexible tiene menor costo inicial y mayores actividades en su mantenimiento, sin embargo, el pavimento rígido tiene mayor costo inicial y pocas actividades en su manutención.

Asimismo, Mora y Argüelles (2015) En su Trabajo para optar el título de especialista en ingeniería de pavimento presentó el trabajo denominado “Diseño de pavimento rígido para la Urbanización Caballero y Góngora, Municipio de Honda – Tolima”. Donde su diseño fue elaborado bajo el método fundada en el manual de diseño Instituto colombiano de productores de cemento (ICPC) garantizado por Invias, para vías de bajo, medio y altos volúmenes de tránsito, donde los parámetros consiguieron a través de datos de campo como: levantamientos topográficos, estudio de suelos y un análisis minucioso con inspección visual las especificaciones del terreno, también indican que los pavimentos son estructuras complejas compuestas por una sucesión de mantos sobrepuestas que se edifican de manera técnica con características específicas y materiales seleccionados, la resistencia solicitada está dada por la capacidad de soporte a compresión de la subrasante es por lo cual la función estructural de un pavimento es reducir los esfuerzos formados por las cargas aplicadas debido a la labor de tráfico. Obteniendo como resultado con el método AASHTO el espesor de la placa es de 4,8” (12,40 cm) y por el método PCA es de 268mm, colocada sobre el suelo remanente con un valor de K de 210 PCI. En donde encomienda usar la metodología del PCA, porque cumple con el parámetro de fatiga y erosión.

Se suma a ello Pérez (2010) En su tesis “Diseño del pavimento rígido del camino que lleva a la aldea el Guayabal, Jurisdicción de Estanzuela del Departamento de Zacapa” en la Universidad San Carlos De Guatemala, para conferirse el título de ingeniería civil, tiene como resultado que la dedición topográfica alcanzaron una distancia de 5755 metros con un ancho de 6 metros, el diseño fundado con la metodología PCA estableció una losa un espesor de 0.15 metros, sub-base de 0.15 metros y un bombeo 2%, en cuanto a su costo directo es de Q11, 097,401.08. (once millones noventa y siete mil cuatrocientos un quetzale con ocho centavos) Por otro lado, indica que el pavimento rígido, técnicamente tiene una manutención imperceptible a lo largo de la etapa para el cual fue planteado, en cotejo con pavimentos flexibles, que demanda de manutención constante para impedir el desperfecto del mismo, también añade en cuanto al estudio ambiental que los impactos no serán de gran amplitud en su estudio.

Por otro lado, en cuanto a nivel nacional tenemos a:

Kimiko (2014), En su tesis “Diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de Huacho a Pativilca (km 188 a 189)” para obtener el título de ingeniero civil en la Pontificia Universidad Católica del Perú, concluye que: Estructuralmente cualquier alternativa para uno y otro tipo de pavimentos efectúa con las obligaciones ya sea con la metodología AASHTO o con la PCA, la final elección se realizará teniendo en cuenta el aspecto económico y de encontrar una estructura óptima del pavimento, en donde se evidencia la diferencia en los espesores para pavimentos rígido, con la metodología de AASHTO pide 15cm de base y 35cm de concreto, mientras el diseño con PCA solo pide 30cm de concreto y 15cm de base, por lo cual el estudio financiero se ejecutará. En cuanto al desperfecto de pavimentos flexible se origina apresuradamente y de una manera más rigurosa que el pavimento rígido, aunque el costo inicial del pavimento flexible sea menor que del pavimento rígido, los procedimientos en cuanto a su mantenimiento pueden significar un incremento en el costo inicial, Tomando en cuenta la última elección que perceptiblemente resultará de menor costo por el volumen de material y a la vez puede soportar las demandas del tránsito de la zona. Utilizando método (AASHTO) y el método (PCA). También utilizó metodología de Asfalto “Thickness Design Asphalt Pavements”, y la metodología empírica, donde resalta que ha efectuado una comparación de construcción inicial pero no han llegado a complementar con el costo de operación y manutención.

Por consiguiente Neyra (2016) En su tesis “Mejoramiento y rehabilitación de infraestructura vial urbana en el barrio nuevo San Miguel de la ciudad de Ilave - Provincia de Puno” para lograr el título de ingeniero civil, concluye que: Ha elaborado el diseño de pavimento rígido, con ambos métodos de mayor eficacia y utilidad tanto con la método AASHTO 1993 y la PCA para pavimento de concreto de  $f'c$  210 Kg/cm<sup>2</sup>, para lo cual ha realizado los estudios de ingeniería como: estudios topográficos, de suelos, hidrología. obteniendo espesores de losa 20cm y subbase de 20cm en la cual concluye que debe ser asumidos estos valores en su proyecto porque satisface la exigencia estructural del pavimento, porque utilizó el método AASHTO. También indica que el programa de cómputo y análisis del mismo son herramientas de mucha ayuda para el procesamiento de cálculos matemáticos.

Asimismo, Vega (2018) en su tesis. "Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (km 1+000 a2+000)", indica que a pesar del notable crecimiento económico en los últimos años no se logra solucionar el déficit de la infraestructura concerniente a las vías de comunicación. Donde su objetivo ha sido de elaborar el diseño de un kilómetro de pavimento de acceso al Nuevo Puerto de Yurimaguas, empleando los métodos AASHTO y PCA, para pavimentos flexibles y rígidos, para comparar los dos resultados y elegir la opción más favorable culminados los dos diseños se analizará económicamente con el fin de hallar la estructura más óptima, tanto para la fase de construcción como para la fase de mantenimiento durante su vida útil. En su proceso observamos que se comprobó que el CBR de la subrasante, perturba en forma directa a espesores de cada capa del pavimento flexible en cambio para pavimento rígido su resultado en el espesor de la losa de concreto no perturba casi nada, por lo cual recomienda evaluar minuciosamente el CBR de la subrasante, indicando que, cuando el valor de CBR reduce, los espesores de capas granulares aumentan considerablemente en pavimentos flexibles todo lo contrario sucede en pavimentos rígidos, el espesor de la losa no se modifica casi nada. En cuanto al análisis económico del pavimento flexible diseñado por el método AASHTO obtuvieron los resultados de la carpeta de rodadura de 4", base 0.25m y subbase 0.55m considerando menor costo S/. 1, 203,703. Mientras que de pavimento rígido fue mayor costo S/. 1, 261,528; con una diferencia de 4.8% al pavimento flexible. Donde se realizó un análisis de los costos de mantenimiento de las dos alternativas, para elegir la mejor opción, con el uso del software de gestión vial HDM-4. De acuerdo a esta política de mantenimiento se estableció que los costos directos de pavimento rígido simbolizaban a penas 21.7% de los costos directos de mantenimiento del pavimento flexible. A continuación, se procedió a capitalizar estos costos con un descuento del 10% y obtuvieron que VPN (valor presente neto) del pavimento rígido fue 4.9% menor que el Valor Presente Neto del pavimento flexible y que a partir del año 10 de su periodo de vida logra tener mejor rentabilidad por lo que seleccionaron al pavimento rígido como alternativa correcta de diseño.

Por otra parte, en el ámbito regional empleamos la tesis de la Universidad Nacional de Cajamarca,

Por tenemos a Muñoz y Jaime (2013), en su tesis “Pavimentación de las Urbanizaciones Sarita, Alan Perú, Las Margaritas; y calles del Barrio San José” para optar el título profesional de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Cajamarca. Menciona en sus objetivos de colaborar en el mejoramiento del sistema vial facilitando el tránsito vehicular y peatonal dicho estudio priorizó el aspecto técnico, optimizando los costos y recursos para que obtenga resultados que avalen la calidad y duración de la misma. Alude también que dicha zona de estudio careció de un proyecto vial, las que hacen referencia al diseño de pavimentos por lo que el poblador de la parte baja sufren molestias en sus desplazamientos y a la vez sufren severamente sus domicilios. Concluye indicando que la zona de estudio presenta una topografía llana con suelos arcillosos de tipo A-7-6, con la clasificación de AASHTO y con un CBR= 4.25% eligiendo un pavimento rígido por ser de mayor duración y menor costo en cuanto a su mantenimiento utilizando al método AASHTO 1993, donde consideró un espesor de losa de 0.20m con concreto de 210 Kg/cm<sup>2</sup>, una base granular de 0.15m y una capa anticontaminante de 0.10m para las calles de Chanchamayo y Miguel Iglesia y para las otras calles un espesor de losa de 0.175m con los mismos valores de base y anticontaminante.

Además, Maco y Malpica (2014) en su proyecto profesional para conseguir el título de ingeniero civil presentó el trabajo denominado “Pavimentación de la Urbanización. Los Jazmines, las Margaritas y Sarita”, Plantea sus objetivos de elaborar el estudio de pavimentación antes mencionada y realizar levantamientos topográficos, estudio de suelos, trazo de calles, diseño de pavimentos y de obras de arte, señalización, presupuesto e impacto ambiental. Concluye indicando que la topografía es plana, con un CBR de 4.10% que corresponde a un suelo arcilloso y limo arcilloso y la cantera estudiada tiene un CBR de 62%, donde ha determinado la estructura y el tipo de pavimento elaborado en vías principales es de 0.18m y en vías secundarias es de 0.15m con concreto  $f'c = 280$  Kg/cm<sup>2</sup>, así mismo han estimado un mejoramiento de subbase de 15cm de Over con la metodología (AASHTO T 9337).

Del mismo modo; Silva (2018). En su tesis para adquirir el título de ingeniero civil “Evaluación superficial del pavimento rígido en la calle prolongación Pedro Cornejo cuadras n° 01 – 05 del Distrito y Provincia de Jaén - Cajamarca”. Menciona que en Jaén existe pavimento en deterioro, razón por la cual han evaluado las superficies y estructuras a fin de resolver los trabajos que sean necesarios como: Mantenimiento, rehabilitación o sustitución, viendo la realidad del circuito de Jaén. De esta manera mejorará las condiciones pésimas de algunas vías. Por lo cual hace mención de las características del pavimento que fue estudiada es de 502 metros de longitud y con una estructura de 3 capas según calicata en situ las que está formada por 20cm de losa de concreto, 20cm de base y 20cm de subbase, el ancho de pista es de 6 metros con un bombeo del 2% y los paños es de 3.00 X 3.50 con juntas de 1 pulgada, sardineles de 15cm y veredas de 1.20 metros. Por lo cual recomienda un mantenimiento preventivo, la cual sería ideal para conservar en buenas condiciones el pavimento, de esta manera minimizará el deterioro y alargará su vida útil en cambio cuando no realizamos dicho mantenimiento podría generar elevado costo en su rehabilitación, dicha evaluación fue realizada con el método de (PCI) índice de condición del pavimento la que sirve solo para estudios académicos.

En cuanto a las teorías relacionadas al tema se contemplan:

MTC (2014). En dicho manual presenta métodos de diseño para pavimentos rígidos, semirrígidos y flexibles, el método de diseño que se incorpora a la guía de diseño de pavimentos y tiene como referencia vital a AASHTO 1993, En la actualidad esta guía es generalmente deslucida para los proyectos de pavimentos peruano y otros países a nivel mundial, con la limitación para pavimentos urbanos, para tal caso preexiste la norma técnica Peruana de Construcción CE.010. La metodología de diseño AASHTO 93, inicialmente distinguido tal que AASHTO, perfeccionado en los Estados Unidos en el período de los 60, fundándose en una prueba a escala real hecha en dos años en los estados de Illinois, con la finalidad de desplegar tablas, gráficos y técnicas donde simbolicen las relaciones deterioro-solicitación de variadas secciones comprobadas.

Después de la versión de 86, y su versión cambiada de 93, la metodología AASHTO empezó a implantar concepciones mecanicistas lo que permite arreglar cualesquier cuantificaciones a circunstancias disparejas a las que sometieron en el terreno de la prueba original. Queda designado la metodología AASHTO, ya que, a discrepancia de otras metodologías, esta metodología implanta la concepción de serviciabilidad en el diseño de pavimento como una medida para ofrecer una zona llana y blanda al beneficiario. Esta tesis se efectuó en forma precisa los conocimientos primordiales de todos los pavimentos rígidos, características de pavimentos, síntesis que constituyen el pavimento de concreto tal que: diseño de losa de concreto, subbase, diseño de juntas, selladores, etc. Con la metodología AASHTO93.

Norma técnica, Documentaciones que fundan los detalles de calidad de los productos, procesos y servicios (Indecopi).

Estudio Topográfico, conjunto de operaciones necesarias con equipos y herramientas adecuadas para localizar la posición de puntos, donde determina los ángulos tanto horizontal como vertical y distancias para obtener una representación gráfica o plano a una escala determinada. (Gámez Williams, 2010)

Estudio de Tráfico, es una herramienta fundamental que un ingeniero debe conocer con bastante precisión, para diseñar y planear con éxito diversos aspectos de vías públicas, debe suministrar la investigación del Índice Medio Diario Anual (IMDA) el estudio de tráfico para cada proyecto. (MTC-2014, p. 62)

Estudio de Mecánicas de suelo, esta disciplina estudia las propiedades, el procedimiento y el uso del suelo como elemento estructural, por lo cual las imperfecciones y resistencia del suelo brinden seguridad, estabilidad y permanencia a las estructuras, así mismo estudia a la estabilidad del suelo, su imperfección y el flujo de agua hacia el exterior e interior a través de su masa, teniendo en consideración que refleje de manera económico usarlo como materia de cimentación. ([www.argus-gloval.com](http://www.argus-gloval.com))

Estudio de Cantera, Zona donde se extraen materiales de construcción, de manera directa o transformada, áridos para pavimentos u otras actividades tales como: Obras de contención, enrocados y terraplenes, llamada también explotación minera a cielo abierto en las que se obtienen áridos, ornamentales y rocas industriales (www.ecotec.edu.ec)

Estudio de Impacto ambiental, permite conocer la alteración o cambio en el ambiente natural ya sea favorable o desfavorable debido a la actividad y la intervención humana. El estudio de impacto ambiental es una labor planteada para identificar y anunciar la transformación de los mecanismos biogeofísico y socioeconómico, para interpretar e informar sobre los impactos. Estos estudios son herramientas para tomar fallos en la etapa de planeación y permiten seleccionar las buenas alternativas del proyecto que brinde mayor beneficio en el aspecto ambiental y socioeconómico. Alva y otros, (1994)

Información pluviométrica, comprende al estudio y sistema de los datos de las precipitaciones que se obtiene en los pluviométrico ubicado a lo largo y ancho del territorio. La medición se realiza para obtener información sobre sus características especiales y temporales, como intensidad, frecuencia, fase, duración y cantidad. (Madeleine Renom, 2011)

Área de cuenca urbana, área de terreno donde ejerce las precipitaciones pluviométricas y en las que las aguas drenan hacia una corriente en un determinado lugar. R.N.E-MVCS (2006)

Intensidad de lluvia, Este se mide en milímetros por hora (mm/hora) y en litros por segundo por hectárea (l/s/Ha), es el caudal de la precipitación pluvial en un área por unidad de tiempo. R.N.E-MVCS (2006)

Caudal, es el Volumen de escorrentía superficial por unidad de tiempo, es el variable principal que determina la escorrentía superficial, expresado en (m<sup>3</sup>/s) o (l/s).

Pendiente, es la inclinación que presenta un conducto con relación a su eje longitudinal o perpendicular.

Velocidad, Es la rapidez promedio que se desarrolla dentro de un conducto para que no causa erosión y evitando sedimentación.

Rugosidad, demuestra valores del coeficiente de rugosidad de Manning conveniente a los distintos acabados de los materiales de berma central y cunetas. R.N.E-MVCS, (2006)

Tirante, consecuencia de partir el área hidráulica por el ancho superficial del agua, cuantificación primordial en el estudio del movimiento de un fluido en un canal abierto, y también en un canal rectangular es la distancia entre el espejo de agua y el fondo. (Real académica de ingeniería)

Perímetro mojado, es el contorno de la sección transversal del conducto en el que hay contacto de líquido con la pared sin contener el área libre. Jiménez y otros (2013)

Área hidráulica, es el espacio de la sección transversal ocupada por el líquido dentro del conducto. Jiménez y otros (2013)

Longitud, es la distancia de un punto inicial a un punto final del tramo o vías que se requiere estudiar, diseñar o construir.

Ancho, es la distancia plana alcanzada entre dos puntos de intersección de la subcorona. Ruiz Marlon (2016)

El ancho aceptable para los carriles de una vía obedecerá principalmente de la categorización de la misma y de la velocidad de diseño adoptada, no obstante, no siempre será doble que los diseños se realicen según los contextos absolutos. El proyectista podrá demostrar el empleo de valores excepcionales atendiendo aspectos sociales, económicos, físicos, geográficos e inclusive institucionales. Esto dependerá de la velocidad de diseño y de la categorización vial, el ancho de los carriles, en trayectos rectos, se puede tomar en cuenta los valores adaptados en la Tabla 28. Manual de diseño geométrico de vías urbanas (2005)

Pendiente, es la altura en porcentaje que conserva una tangente en una sección trasversal y longitudinal de una vía, estas pueden ser positivo y negativo. Ruiz Marlon (2016)

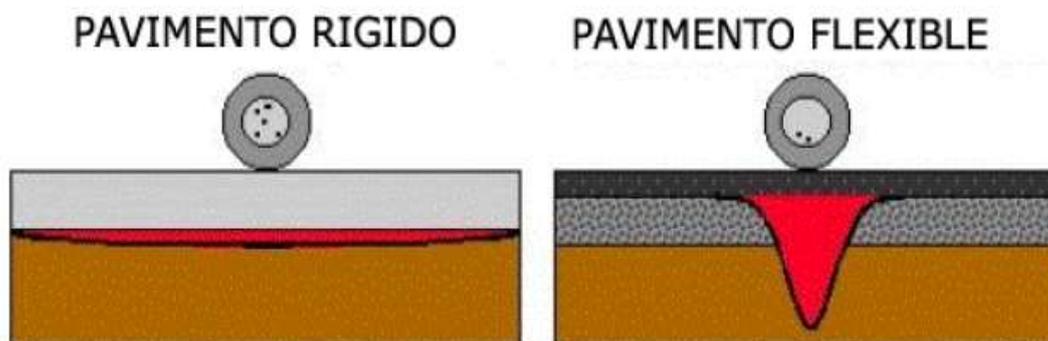
Según MTC (2018) la pendiente longitudinal mínima debe ser 0.5% con la finalidad de afirmar en todo punto de la pista su respectivo drenaje de aguas superficiales, así mismo menciona que si el bombeo es de 2% y no existen bermas y cunetas, la pendiente mínima puede ser excepcionalmente 0.2%, y si el bombeo es de 2.5% en ese caso excepcionalmente la pendiente podrá ser igual a cero. Así mismo la pendiente máxima según la tabla 303.01 pág. 170 de este manual es de 10%, con una velocidad de diseño de 30km/h y cuando excede de este porcentaje los tramos tienen que ser menores a 180 metros, por lo cual dicho proyecto se adecua de acuerdo a la topografía existente.

Secciones, es la representación de la plataforma que son tomadas de un punto fijo del eje del acceso perpendicularmente a él Maco y Malpica (2014)

Bombeo, Inclinación transversal de la calle para disipar velozmente el agua precipitada sobre la plataforma hacia un cualquier punto según sean las características de la geometría de la calle para restar el flujo prolongado, el estancamiento o la percolación del agua hacia el subsuelo.

Pavimentos rígidos, AASHTO (1993) Fundamenta esencialmente en una losa de concreto armado o simple, afirmada concisamente encima de una subbase. La losa requerida a su dureza o alto módulo de elasticidad, absorben la mayor parte de los esfuerzos por lo tanto se ejecutan sobre el pavimento la cual se producen una buena repartición de las cargas de rueda, que esta provee como consecuencia tensiones bastante reducidas en la subrasante, contradictorio es en los pavimentos flexibles, que al obtener mínima rigidez traspasan los esfuerzos a las capas inferiores y esta acarrea tal efecto mayores tensiones a la subrasante.

Figura 01: Bosquejo de comportamientos de pavimentos



Fuente: (AASHTO, 1993). Esquema de Comportamiento de pavimentos

Losa, AASHTO (1993) Es de concreto Portland, elemento inapreciable de cemento debe establecerse en base a pruebas de laboratorio y por prácticas previas de durabilidad y resistencia. Se recomendará usar concreto con aire incorporado en el que sea obligatorio proveer la avería superficial debido al hielo-deshielo, a las sales o para perfeccionar la trabajabilidad del concreto.

Subbase, AASHTO (1993) Parte de la armazón de pavimentos rígidos, las que se halla entre losa rígida y la subrasante, reside en uno o varios mantos compactados de material granular o consolidado, el cargo primordial es de prevenir el bombeo de las superficies de grano fino. La subbase es forzosa cuando la composición de la superficie, agua y tráfico logran provocar el bombeo. dichas cláusulas se muestran continuamente en el diseño de pavimentos para vías primordiales y de tráfico pesado, otras situaciones que debe cumplir la subbase son: Proveer semejanza, seguridad y soporte semejante, aumentar el módulo (K) de la resistencia de subrasante, disminuir las consecuencias perjudiciales de la acción de las heladas, proporcionar drenaje si es que lo corresponda, facilitar un escenario de labor para las unidades de cimentación. (AASHTO, 1993).

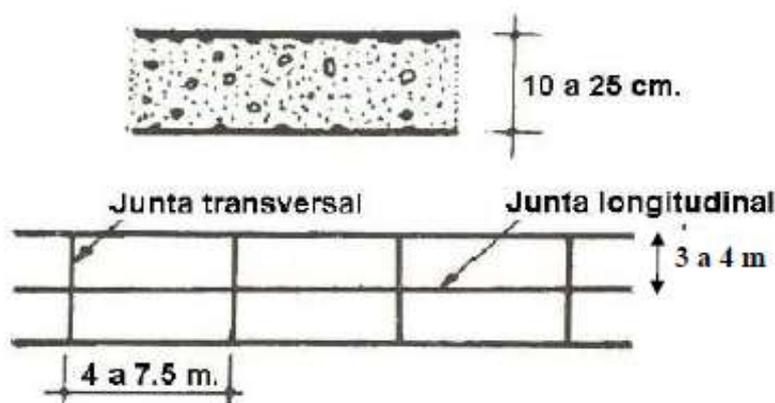
Subrasante, AASHTO (1993) Soporte natural compactado y preparado, en donde se logra edificar un pavimento, dicho propósito es brindar un soporte prudente equivalente, sin alteraciones bruscos en el valor soporte, mejor dicho, mucho más considerable porque la subrasante facilita un soporte fijo donde adquiera una alta calidad de soporte, por lo cual se debe tener numeroso cuidado con la expansión de terreno.

Tipos de pavimentos de concreto, AASHTO (1993) Las distintas tipologías de pavimentos de concreto se logran clasificar, en orden ascendente de costo inicial, de la manera como se indica:

- Pavimento de concreto simple, con pasadores y sin pasadores.
- Pavimento de concreto reforzado con juntas.
- Pavimento de concreto reforzado con refuerzo continuo.

Pavimento de Concreto Simple Sin pasadores, AASHTO (1993) Estos no muestran refuerzo de acero ni componentes para transferencia de cargas, la cual se consigue por medio de la trabazón de agregados entre las caras agrietadas bajo de las juntas formadas o aserradas, Para dicha transferencia es obligatorio usar un espaciamiento reducido entre juntas, está formada por losas parcialmente reducidas, usualmente inferiores de 6 metros de longitud, 3.5 metros de ancho y sus espesores de acuerdo al uso previsto varían, dicho pavimento es aplicado a tráfico liviano y clima templado y habitualmente descansan sobre la subrasante.

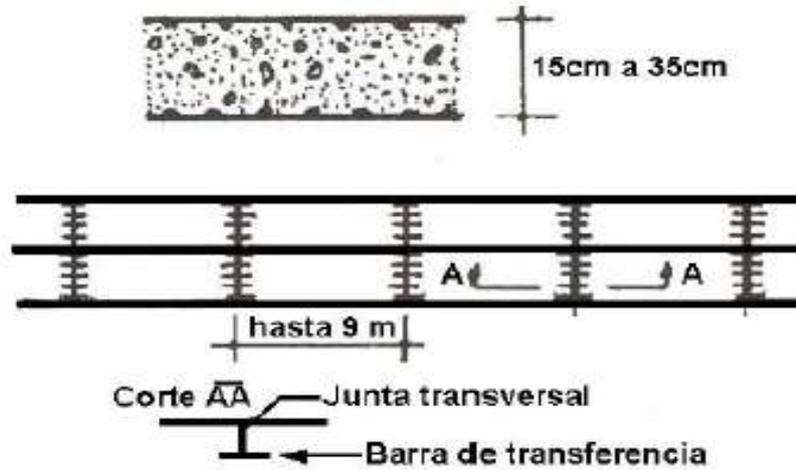
Figura 02: Pavimentos de concreto simple sin pasadores



Fuente. (AASHTO, 1993). Pavimento de concreto simple sin pasadores.

Pavimento de Concreto Simple Con pasadores, AASHTO (1993) Llamados dowels son barras reducidas de acero liso, que se instalan en la sección transversal, en juntas de contracción, su misión estructural es transferir las cargas entre losas adyacente, optimizando las situaciones de alteración en las agrupaciones. para evitar los dislocamientos verticales diferenciales. En concordancia con el (PCA) Este tipo de pavimento se recomienda para tráfico diario mayores a 500 ESALs, con espesores igual o mayor a 15cm.

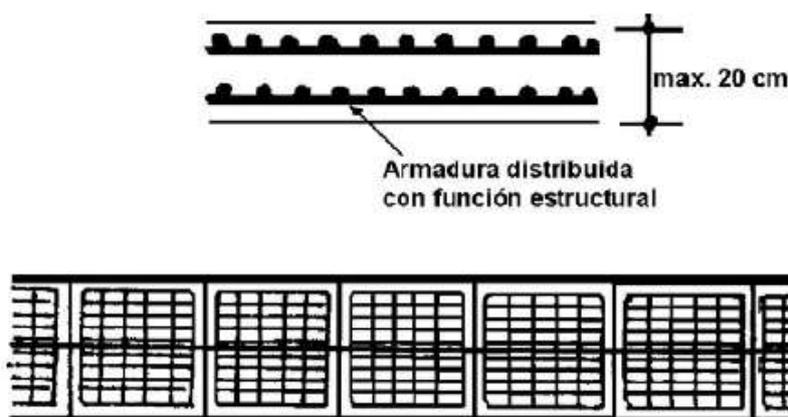
Figura 03: Pavimentos de concreto simple con pasadores.



Fuente. (AASHTO, 1993). Pavimento de concreto simple con pasadores.

Pavimento de concreto reforzado con juntas, AASHTO (1993) Estos pavimentos cuentan a parte del refuerzo, pasadores en juntas de contracción para la transferencia de carga. Lo cual logra ser en forma de mallas de barras de acero o acero electrosoldado. La finalidad de la armadura es conservar las grietas que logran alcanzar a constituir bien unidas, con la finalidad de posibilitar un buen traspaso de cargas y de esta forma obtener a que se comporte estructuralmente el pavimento.

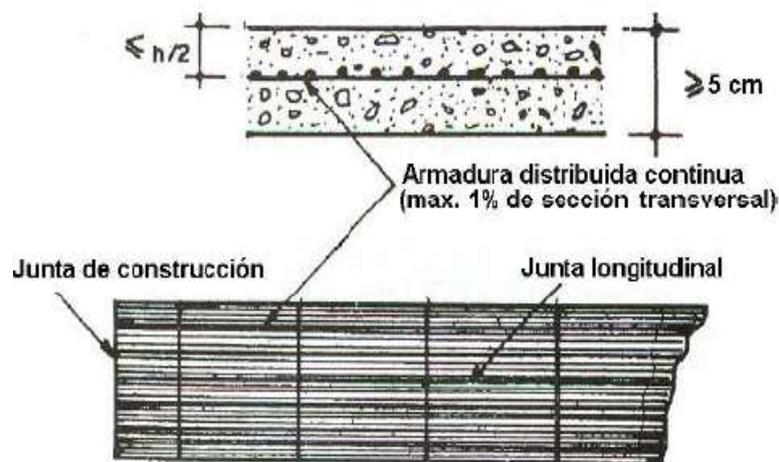
Figura 04: Pavimentos de concreto reforzado con junta



Fuente. (AASHTO, 1993). Pavimento de concreto reforzado con junta.

Pavimento de concreto con refuerzo continuo, AASHTO (1993) Con discrepancia al pavimento de concreto reforzado con juntas, estas se edifican sin juntas, puesto que dicho esfuerzo toma todas las deformaciones, el cual se ubica en el pavimento en toda su longitud, para este tipo de pavimentos el refuerzo transversal puede o no ser requerido.

Figura 05: Pavimentos de concreto reforzado con junta

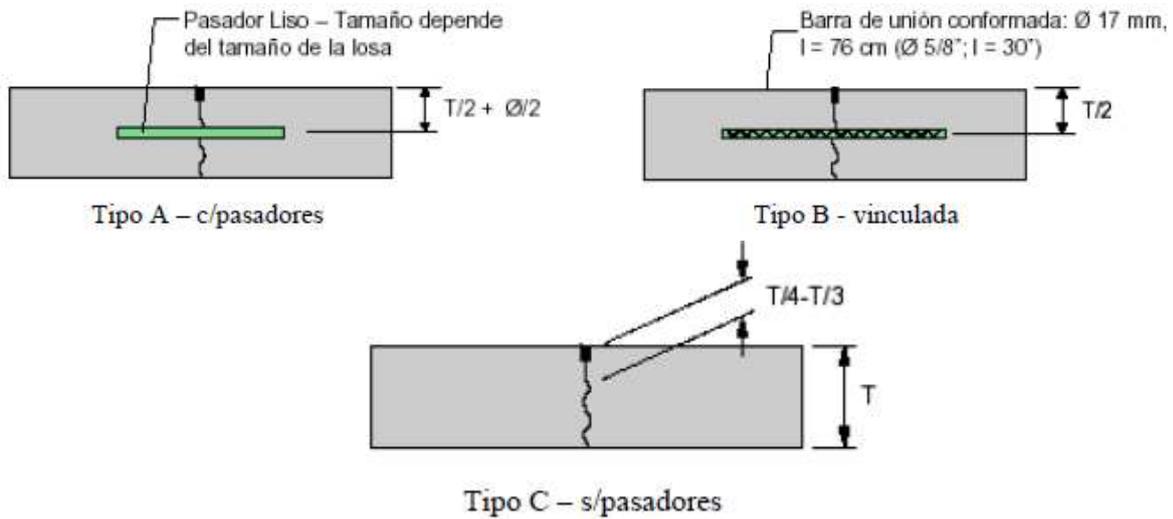


Fuente. (AASHTO, 1993). Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

Juntas, AASHTO (1993) El oficio de las juntas es conservar las tracciones de la losa incitadas por la expansión y contracción del pavimento entre los valores aceptables del concreto, o disipar tensiones habidas a agrietamientos provocados debajo de las losas mismas, las cuales deben estar repletas con material apropiado, empleando técnicas específicas. De acuerdo a su ubicación respecto del eje del pavimento se denomina longitudinal y transversal. De acuerdo al cargo que cumple se les designan de construcción expansión y aislamiento, articulación o contracción. De acuerdo a su forma se les llama rectas, acanaladas y machimbradas.

Juntas de Contracción, AASHTO (1993) El objetivo es influir de manera controlada del agrietamiento del pavimento ocasionado por la retracción (contracción) por temperatura y/o por secado de concreto, es utilizado para minimizar la tensión originada por el alabeo o curvatura de losas. AASHTO (1993) también se puede emplear en las juntas de retracción para la transmisión de cargas, con ciertas condiciones. No obstante, se espera que la transmisión de cargas se obtenga entre los agregados por medio de la trabazón.

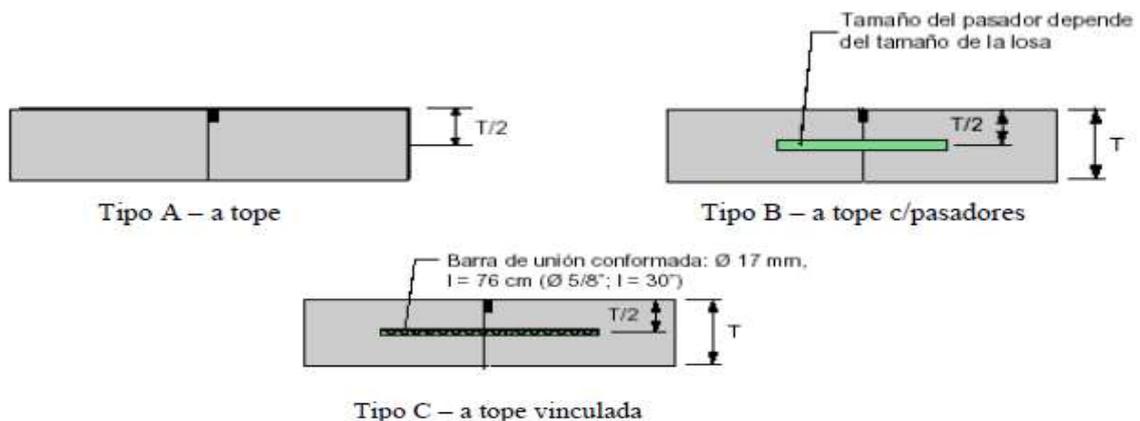
Figura 06: Tipos de pasadores



Fuente. (AASHTO, 1993). Tipos de junta de Contracción.

Juntas de construcción. - AASHTO (1993) Estas juntas quedan separadas por construcciones adyacentes instaladas en momentos diferentes, así como en la distribución al final de la jornada o entre fajas del pavimento, la transferencia de cargas se obtiene a través del uso de pasadores ya sean longitudinales o transversales.

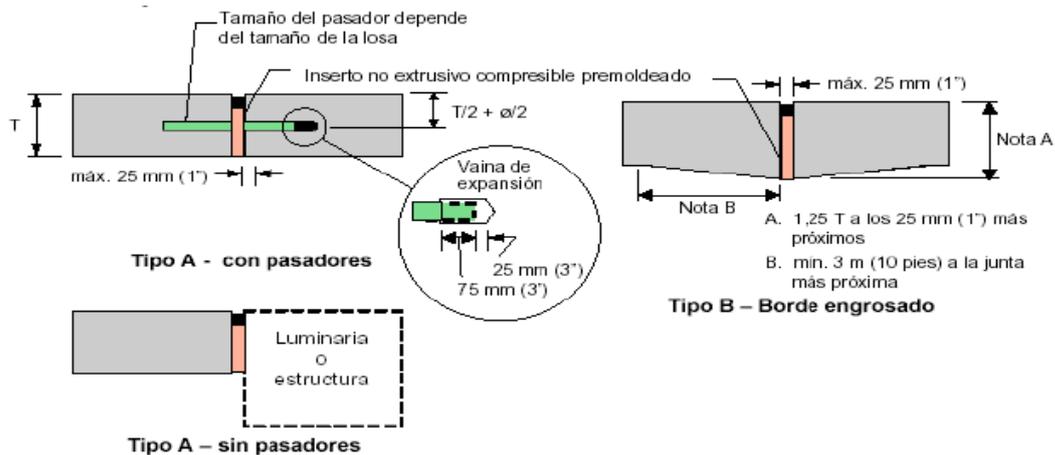
Figura 07: Juntas de construcción



Fuente: (AASHTO, 1993). Tipos de juntas de Contracción

Juntas de Expansión y Aislamiento, AASHTO (1993) Son utilizados para separar pavimentos que se obstruyen con el fin de minimizar los esfuerzos de compresión, puesto que se propagan por la ampliación de temperatura. Asimismo, es utilizado para separar estructuras reales.

Figura 08: Juntas de expansión y aislamiento



Fuente: (AASHTO, 1993). Tipos de juntas de Contracción

Señalización, Dispositivos que interviene en el aspecto que tiene que ver con remodelación, rediseño y manutención de las vías de tráfico urbanas y rurales, aparcamiento de las zonas de mayor riesgo, elementos de intervención de tránsito y seguridad del conductor y transeúnte. (Maco y Malpica, 2014)

Operación y mantenimiento, Tal que (NT.CE.010, 2010) obtiene por esencia regularizar los aspectos técnicos conexos con la manutención de los pavimentos, con el propósito de conservar la infraestructura urbana, conservando orden, circulación y tránsito; asimismo homogeneizar los criterios de manutención y reposición. Muy particular a la reposición que es el refuerzo estructural del pavimento puesto que ha cumplido su vida útil, consta de cuatro actividades de manutención, que se catalogan en métodos de su frecuencia:

Mantenimiento rutinario, solicitado de modo perenne en todas las rutas, libremente del volumen del tráfico o sus particularidades. Ejemplo. Limpieza de drenes y cunetas, barrido, corte de Grass, manutención de alcantarillas y manutención de las señalizaciones. (NT.CE.010, 2010).

Mantenimiento recurrente, solicitado a momentos pre determinados en el lapso del año, con una frecuencia que tiene que ver el volumen del tráfico. Ejemplo: cerrado de aberturas, reparación de baches. (NT.CE.010, 2010)

Mantenimiento Periódico, solicitados a intervalos de algunos años. Po ejemplo, recapeos, sellado de toda la superficie, sustitución de pavimento asfáltico en pequeñas áreas, regeneración de losas separadas, reparación de bermas, re-sellado de juntas y señalizaciones horizontales y verticales.

Mantenimiento urgente, obligatorio para realizar respecto a emergencias y dificultades donde solicitan acción de manera urgente, cuando cierran una vía. Ejemplo: eliminación de dificultades, instalación de señales de peligro y diversas actividades. (NT.CE.010, 2010)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación.

##### **Tipo de investigación**

Aplicada, Cuando los conocimientos que se crean a través de la investigación permiten solucionar a los problemas específico. (Manuel Borja, 2012)

##### **Diseño de investigación.**

No experimental: de corte transversal descriptivo, porque el investigador valida, las características de las variables y observan sin alterar ni manipular los resultados obtenidos.

#### 3.2. Variables y operacionalización.

**Variable independiente:** Diseño de pavimento rígido.

**Variable dependiente:** Transitabilidad vehicular y peatonal.

#### 3.3. Población muestra y muestreo

**Población.** Se refiere al grupo de elementos que tienen cualidades similares, las cuales son analizadas por el investigador (Mohsin, 2016).

Por consiguiente, dicho proyecto contempla como población a la carretera Cajamarca – Granja Porcón con una longitud de 30km, que conecta por el centro poblado de Porcón Alto.

##### **Muestra:**

Es una fracción de la población. Por ende, se toma la muestra al pavimento del Centro Poblado Porcón Alto con una longitud de 0.6 km.

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

**Técnicas.** (Arias, 2012), es el proceso para obtener datos o información.

**Observación:** (Arias, 2012), permite captar mediante la vista cualquier hecho que se origine en el entorno o sociedad en oficio de un objetivo. Para el presente estudio se realizó una caminata por toda la zona del proyecto, verificando y observando en campo por lo cual se registró la siguiente información: Las calles del Centro Poblado Porcón Alto como los jirones Quinuales, Los Andes, Hualgayoc, Chota, Bambamarca y Pasajes Los Pinos y El Mirador se encuentra de terreno natural y sin veredas con presencia de baches y estas en época de invierno se llenan de lodos y barro las cuales son intransitables. El centro poblado tiene servicios básicos como: Energía eléctrica, agua y desagüe, sin embargo, no cuenta con pavimentos ni veredas la cual hace falta para que sea desarrollado dicho centro poblado.

**Encuesta:** (Arias, 2012), es una estrategia que permite recopilar información de una muestra de individuos. La cual fue aplicada en la visita a campo para conocer la realidad de los pobladores en la que viven.

**Análisis documental:** Esta técnica se empleó para analizar normas vigentes, libros, tesis, monografías, etc.; así como los diversos aspectos relacionados con el desarrollo del proyecto.

Para el presente proyecto se han realizado diferentes estudios de campo y cada uno de ellos tiene sus propios instrumentos de cogida de datos, las cuales se detallan a continuación:

**Levantamiento topográfico.** - Para dicho trabajo se manipuló los subsiguientes materiales. 01 estación total marca Leica TS06 2", admite calcular distancias, ángulos verticales y horizontales, con el microcomputador proyectado, computar las coordenadas topográficas Este, Norte y Elevación (X, Y, Z) de los puntos visados, estos instrumentos miden con una exactitud y precisión:

- 01 trípode de madera.
- 02 jalones con prismas.
- 01 mini prisma.
- 01 wincha metálica de 5m.
- Pintura spray anaranjado.
- Libreta de campo.
- Plumones.

**Estudio del tráfico.** Para la cogida de datos se utilizó lo siguiente:

- Formatos de llenado de datos del tipo de vehículo.
- Cronómetro.

**Estudio de mecánica de suelos (EMS).** – A fin de recolectar las muestras del suelo, se realizaron 06 calicatas de exploración a cielo abierto con profundidades de 2.00 m, las respuestas fueron logrados en el Laboratorio de la UCV.

Para la recolección de datos se utilizó lo siguiente:

- 01 retroexcavadora.
- 01 wincha metálica de 5 m.
- 01 GPS marca Garmin.
- 02 picos
- 02 palanas
- Bolsas para extracción de muestras
- Carteles para codificar el número de calicata
- Escalera de madera para ingreso
- Cámara fotográfica.

**3.5. Procedimientos:**

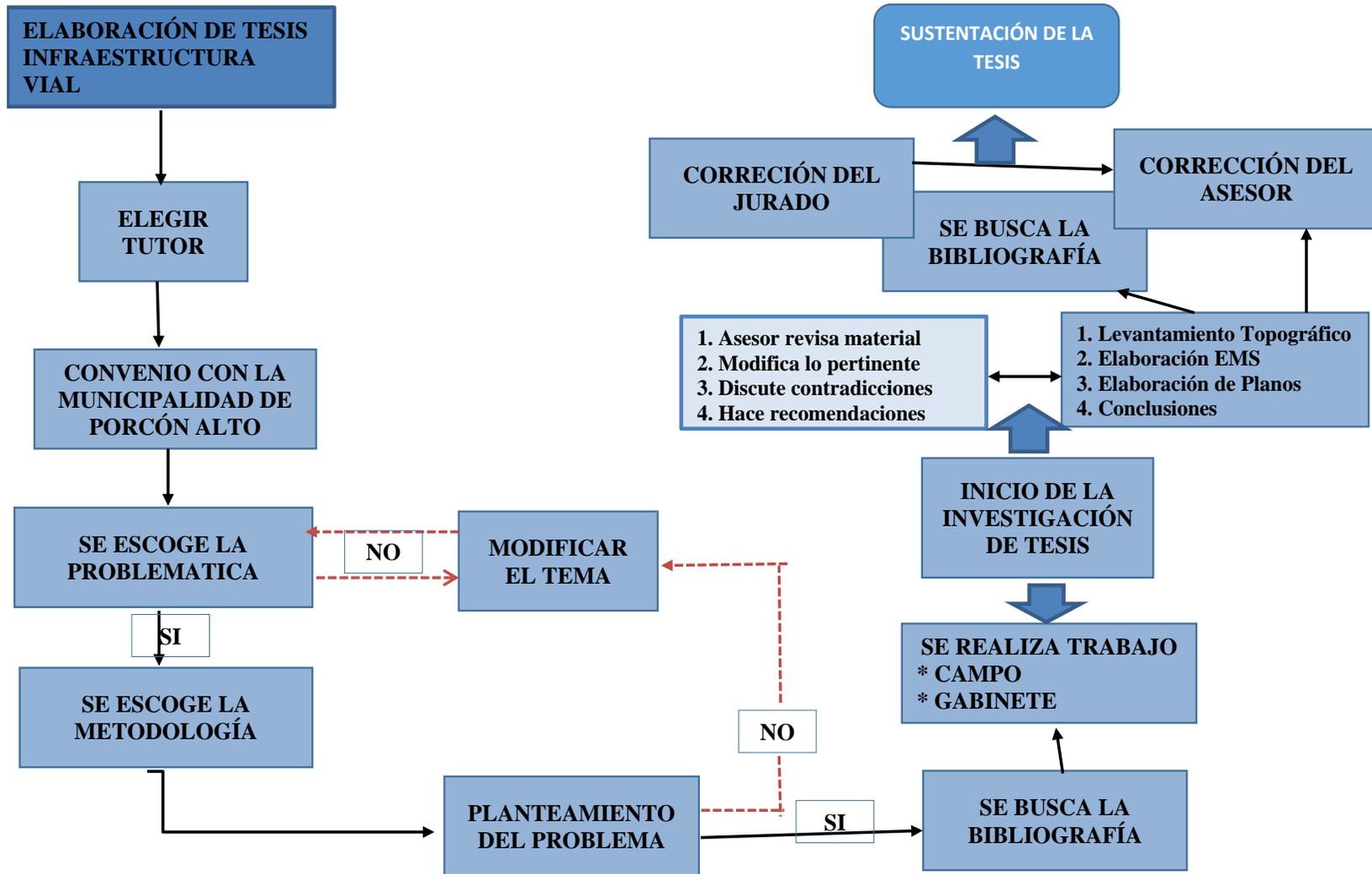


Figura 09: Diagrama de flujo del procedimiento

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

(Arias, 2012). El análisis de datos con un enfoque cuantitativo o cualitativo, cuando se requiere obtener información, Dicho análisis se empleará en esta tesis

#### **Análisis cuantitativos.**

En concordancia con este análisis, se considera los estudios previos realizados en campo, como estudio de topografía, mecánicas de suelos y tráfico siendo procesadas mediante software que se necesitan para ser analizados dentro de ello tenemos Microsoft office 2016, Ms Project, S10 costos y presupuestos, AutoCAD y Civil 3d 2020.

#### **Análisis cualitativos.**

En cuanto al análisis cualitativo se les consideran al Manual de carreteras MTC/14 suelos, geología, geotecnia y pavimentos, norma técnica peruana CE.010, guía AASHTO 93, entre otras.

### **3.7. Aspectos éticos:**

Se realizó con honestidad, responsabilidad y confidencialidad en cuanto a la cogida de datos y las faenas de campo. En el presente estudio ha sido desarrollado íntegramente por el tesista, teniendo en cuenta la autenticidad de los resultados, el respeto por la pertenencia intelectual, asumiendo todo compromiso de los datos, hechos y fundamentos en ella, así mismo de la veracidad y confiabilidad de los resultados.

#### IV. RESULTADOS

**Estudio Topográfico:** se obtuvo un total de **1270 puntos** con una estación total Leica TS06 2", teniendo como **BMs** 3 puntos, tomados con GPS satelital en coordenadas UTM.

**Tabla 01:** *Coordenadas de BMs*

Cuadro de coordenadas de BMs				
Punto	Este	Norte	Elevación	Código
360	765396.853	9217632.27	3496.143	BM-1
361	765383.237	9217529.48	3493.509	BM-2
362	765420.651	9217582.68	3496.337	BM-3

Fuente: Elaboración propia

Donde se obtuvo el perfil longitudinal de las calles del Centro Poblado Porcón Alto con pendiente mínimo de 0.64% en el Jirón los Andes y pendiente máximo de 12.01% en el Jirón Hualgayoc, y perfil transversal con un bombeo de 2% donde la cota máxima es de 3501 msnm en el Jirón Hualgayoc y la cota mínima es de 3483 msnm en el pasaje de El Mirador, por lo tanto, la rasante de diseño se ajusta de acuerdo a la topografía y casas existentes para no tener interferencias. También se aprecia en el plano topográfico con los datos obtenidos de campo donde se utilizó equidistancias de 5.00m para curva principales y 1.00 para curvas secundarias las cuales los encontramos en el anexo N°15.

**Estudio tráfico:** Con el conteo vehicular se estableció un índice medio diario semanal (IMDs) de 138 vehículos por día y el Índice Medio diario Anual (IMDa) de 140 vehículos por día.

Donde el menor volumen de tráfico es igual a 121 vehículos/día se presentan el día jueves con el 12.53 % y el mayor volumen de tráfico es igual a 154 vehículos/día que presenta el día domingo con el 15.94% del volumen total vehicular.

El número de ejes equivalente (ESALs) calculado es de **7.78x10<sup>5</sup>** según la clasificación se trata de un tráfico bajo.

**Estudio de mecánica de suelos:** Se ha elaborado 06 calicatas a cielo abierto a una profundidad de 2.00 m, donde no se halló el nivel freático durante la exploración.

Los suelos que predomina la superficie se clasifican en:

C-1. SUCS. **GM**, grava limosa con arena y en el sistema AASTHO como A-2-5(0) observación (bueno).

C-2 Y C-3. SUCS: **MH**, limo arenoso de alta plasticidad y en el sistema AASTHO como A-7-5(12); observación (malo).

C-4. SUCS: **SC**, arena arcillosa con grava y en el sistema AASTHO como A-2-7(4); observación (regular).

C-5 Y C-6. SUCS: **SC**, arena arcillosa y en el sistema AASTHO como A-7-6(7); observación (malo)

**Tabla 02: Resumen de resultados EMS**

Calicata N°	Resumen de resultados de ensayos					
	Tipo de suelo		Proctor modificado		VALOR CBR	
	AASHTO	SUCS	Max.Dens. Seca	Opt.Cont. Hum.	100%	95%
<b>C-1</b>	A-2-5	GM	1.99%	20.70%	14.08	9.00
<b>C-2</b>	A-7-5	MH	1.53%	22.10%	7.79	5.00
<b>C-3</b>	A-7-5	MH	1.53%	22.10%	7.79	5.00
<b>C-4</b>	A-2-7	SC	1.48%	22.60%	10.18	9.20
<b>C-5</b>	A-7-6	SC	1.50%	22.80%	8.09	5.40
<b>C-6</b>	A-7-6	SC	1.50%	22.80%	8.09	5.40

Fuente: Elaboración propia.

**Estudio de canteras:** La cantera para la presente tesis es el Guitarrero ubicada a 5km al sur de Cajamarca, para material afirmado para la subbase del pavimento y agregados para concreto, en lo referente a la calidad de los materiales que se emplean en la estructura del pavimento, los resultados son los siguientes:

**Material:** El material de la cantera el Guitarrero se clasifican según sistema **AASTHO**, según **A-1-a (0)** gravas limosas, mezclas de gravas, arena y limo de baja plasticidad.

Según sistema **SUCS: GW-GM**, gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo, con un área 19.54 Ha aproximadamente.

- a) Potencia: 6541580 m<sup>3</sup> aproximadamente.
- b) Rendimiento: 100%
- c) Uso: Dicha cantera es utilizado para la colocación de la subbase.
- d) Granulometría: Uniforme
- e) Limite líquido: 25.80
- f) Límite plástico: 21.83
- g) Índice plástico: 3.97
- h) CBR de MDS al 100%: 86.30%
- i) CBR de MDS al 95%: 67%
- j) Máxima densidad seca: 2.20 gr/cm<sup>2</sup>
- k) Óptimo contenido de humedad: 8.69%.
- l) Período de Uso: Todo el año

#### **Estudio hidrológico:**

- Además, con lo que respecta al estudio hidrológico, a través del procesamiento de datos obtenidos del Senamhi, se contó con un registro de 10 años, de los cuales se extrajo la precipitación máxima por año es de 379.90mm dado en el mes de enero 2015, de la estación meteorológica Porcón I.
- De acuerdo a los resultados de pruebas de ajustes de bondad, la información pluviométrica de la estación de Porcón se ajusta mejor a la **Distribución de Log de Gumbel** por tener menor el valor del  $\Delta$  teórico = **0.1465**, ver cuadro 8.05 que se presenta en el anexo 08, para realizar esta prueba de ajuste se utilizó el software Hidroesta2.
- La Intensidad máxima para un periodo de retorno de 10 años es de **621.62** mm/h, ver cuadro **8.08** en el Anexo 08.

- Las áreas de cuenca urbana para diseño de cunetas son:

**Tramo 1.-** calles de: Pasaje El mirador, Jirón Los Quinuales y Jirón Bambamarca C-1 es de 0.0014km<sup>2</sup>.

**Tramo 2.-** calles de: Jirón Chota, Jirón Bambamarca y Jirón Hualgayoc C-1 es de 0.0011km<sup>2</sup>.

**Tramo 3.-** calle de: Jirón Los andes, pasajes los Pinos y Jirón Hualgayoc C-2 es de 0.0009km<sup>2</sup>.

### **Estudios Hidrológicos.**

Para el diseño del caudal para drenaje superficial se ha manipulado el método racional por tener una cuenca < 13 km<sup>2</sup>.

Para un periodo de retorno de 10 años y un  $C=0.83$ , se ha determinado un caudal de diseño para los tramos:

**Tramo 1:** Pasaje El mirador, Jirón Los Quinuales y Jirón Bambamarca C-1 es de 0.201m<sup>3</sup>/s.

**Tramo 2:** Jirón Chota, Jirón Bambamarca y Jirón Hualgayoc C-1 es de 0.158m<sup>3</sup>/s.

**Tramo 3:** Jirón Los andes, pasajes los Pinos y Jirón Hualgayoc C-2 es de 0.129m<sup>3</sup>/s.

Para tramo 1, se ha diseñado una cuneta tipo rectangular con las siguientes características  $b= 0.40$ ,  $y=0.116$ m. ver Figura 9.02 en Anexo 09

Para tramo 2, se ha diseñado una cuneta tipo rectangular con las siguientes características  $b= 0.40$ ,  $y =0.119$ m. ver Figura 9.05 en Anexo 09.

Para tramo 3, se ha diseñado una cuneta tipo rectangular con las siguientes características  $b=0.40$ ,  $y=0.104$ m. ver Figura 9.07 que también se presenta en Anexo 09, dicho diseños fue desarrollado con apoyo del software Hcanales 3.0.

## Diseño geométrico

- Según IMDa del presente estudio es de 140 vehículos por día, Por lo tanto, la clasificación es, una vía Local.
- Las calles de Jirón Hualgayoc, Los Quinuales, pasaje Los pinos y Pasaje el mirador es de 4m de ancho.

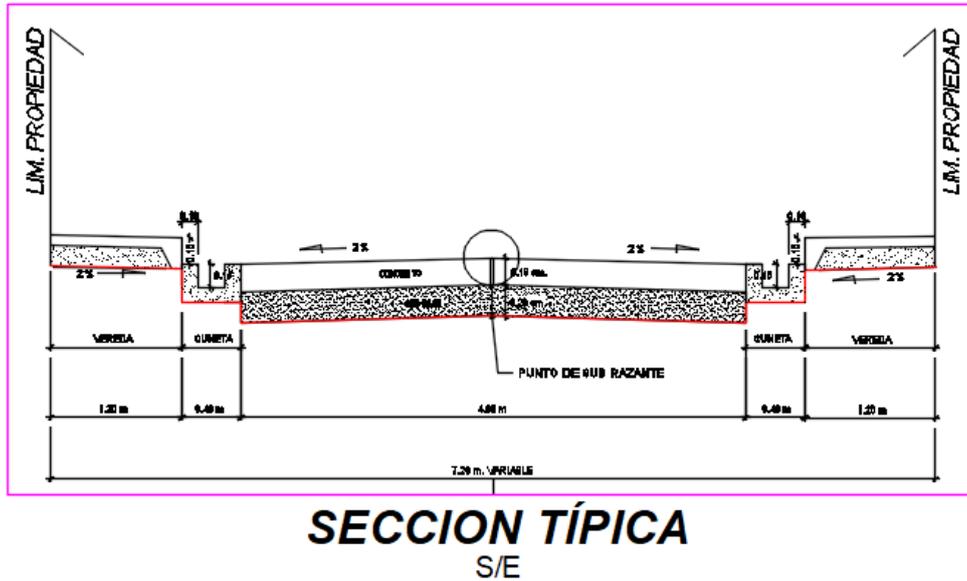


Figura 10: Diseño geométrico 01

- Las calles de Jirón chota, Bambamarca y los Andes es de 5m de ancho, ver planos en el anexo 15

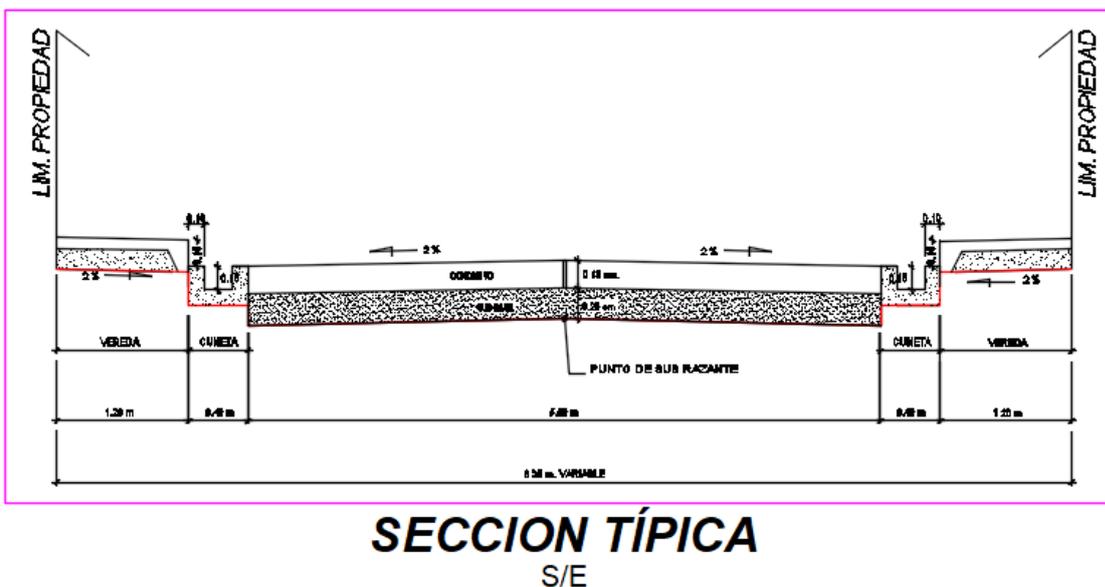


Figura 11: Diseño geométrico 02

**Diseño estructural de pavimento.** Se ha diseñado un pavimento rígido utilizando el método AASTHO 93, en la cual se ha determinado espesor de losa de 0.18m con subbase de 0.20m para todo los jirones y espesor de 0.18m sin subbase para los pasajes, con juntas longitudinales de 2.0m y 2.5m en todo los tramos y juntas transversales de 4.0 m.

Así mismo se ha diseñado veredas de 1.10 y 1.20m de ancho, 0.10m de espesor, y una pendiente de 1.5%, bruñado cada 1.00m y juntas cada 4m.

**Mantenimiento:** Para el presente estudio se ha propuesto cuatro tipos de mantenimiento: Manteniendo, rutinario, periódico, recurrente y urgente.

**Impacto ambiental:**

**Dicho proyecto, no posee impacto ambiental de consideración,** ya que las intervenciones no cambian los elementos del medio ambiente.

**Medio físico natural.** - Mejoramiento de la infraestructura urbana (impacto positivo) con la única observación que genera durante la construcción es el ruido y elevados niveles de polvo (impacto negativo).

**Medio Biológicos:** No ocasiona perjuicios de algún ente biológico (impacto positivo)

**Medio Social.** - Mejora la calidad de vida económica, social y cultural y de esta manera satisfecerá la necesidad de los habitantes del Centro Poblado Porcón Alto (impacto Positivo)

## PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto : "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

Lugar : CAJAMARCA

Costo al 31/01/2021

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>01</b>	<b>OBRAS GENERALES</b>	.			<b>16,564.30</b>
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	und	2.00	1,250.00	2,500.00
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	9,866.75	9,866.75
01.03	CERCO PROVISIONAL DE SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	3,117.55	3,117.55
01.04	ALMACÉN, OFICINA Y GUARDIANÍA	mes	6.00	180.00	1,080.00
<b>02</b>	<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>				<b>25,919.96</b>
	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>25,919.96</b>
02.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	4,896.73	2.68	13,123.24
02.03	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA PESADA m3	m3	2,018.41	6.34	12,796.72
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>186,967.80</b>
03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE MANUAL	m3	302.76	33.33	10,090.99
03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	378.45	39.37	14,899.58
<b>03.03</b>	<b>SUB-RASANTE</b>				<b>77,002.93</b>
03.03.01	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/MAQ.	m2	2,611.38	3.23	8,434.76
03.03.02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	m3	678.96	100.99	68,568.17
<b>03.04</b>	<b>SUB-RASANTE</b>				<b>84,974.31</b>
03.04.01	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/MAQ.	m2	2,611.38	32.54	84,974.31
<b>04</b>	<b>PAVIMENTO DE CONCRETO</b>				<b>297,443.91</b>
04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PAVIMENTOS	m2	383.45	37.90	14,532.76
04.02	LOSA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 E = 20 CM	m2	2,611.38	97.95	255,784.67
04.03	CURADO DE PAVIMENTO	m2	2,611.38	2.86	7,468.55
04.04	<b>JUNTAS</b>				<b>15,301.68</b>
04.04.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	m	1,239.53	8.16	10,114.56
04.04.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	m	926.27	5.60	5,187.11
04.05	<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b>				<b>1,974.93</b>
04.05.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA EN SEPARADOR DE VÍA (E=15 CM)	m2	88.32	11.61	1,025.40
04.05.02	PINTURA EN CRUCE PEATONAL Y FLECHAS DIRECCIONALES	m3	141.30	6.72	949.54
04.06	<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b>				<b>2,381.33</b>
04.06.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS PARA SEÑALIZACIONES	m3	1.50	33.33	50.00

'04.06.02	CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 EN CIMENTACIONES PARA SEÑALES 1.50 422.27 REGLAMENTARIAS	m3	1.50	413.19	619.79
'04.06.03	SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA «PARE»	und	9.00	174.78	1,573.02
'04.06.04	SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA «SENTIDO DE TRANSITO Y DOBLE SENTIDO	und	7.00	19.79	138.53
<b>'05</b>	<b>VEREDAS DE CONCRETO</b>				<b>205,026.61</b>
'05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>2990.45</b>
'05.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	1,115.84	2.68	2,990.45
'05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>102882.40</b>
'05.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	334.75	33.33	11,157.28
'05.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	418.44	39.37	16,473.98
'05.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m2	1,115.84	32.54	36,309.43
'05.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	m3	111.58	100.99	11,268.87
'05.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	m2	1,115.84	24.80	27,672.83
'05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>89664.85</b>
'05.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS	m2	781.09	33.52	26,182.14
'05.03.02	VEREDA DE CONCRETO f'c=140 kg/cm2 E=10 CM	m2	1,115.84	39.85	44,466.22
'05.03.03	SARDINELES DE CONCRETO DE F'C=140 KG/CM2.	m2	429.60	39.85	17,119.56
'05.03.04	CURADO DE VEREDAS Y SARDINELES	m2	1,115.84	1.70	1,896.93
'05.04	<b>JUNTAS</b>				<b>5719.56</b>
'05.04.01	SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCIÓN EN VEREDAS	m	1,259.33	3.66	4,609.15
'05.04.02	BRUÑAS	m	1,206.97	0.92	1,110.41
'05.05	<b>JUNTAS</b>				<b>3769.35</b>
'05.05.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	m	604.77	5.81	3,513.71
'05.05.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	m	88.15	2.90	255.64
<b>'06</b>	<b>BERMA</b>				<b>113,165.26</b>
'06.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>1420.94</b>
'06.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	530.20	2.68	1,420.94
'06.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>64219.75</b>
'06.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	292.94	33.33	9,763.69
'06.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	366.18	39.37	14,416.31
'06.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m2	530.20	32.54	17,252.71
'06.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	m3	95.44	100.99	9,638.08
'06.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	m2	530.20	24.80	13,148.96
'06.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>46724.81</b>
'06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BERMAS	m2	106.40	33.52	3,566.53
'06.03.02	CONCRETO F'C=140 Kg/cm2, PARA BERMA	m3	106.04	398.50	42,256.94
'06.03.03	CURADO DE BERMAS	m2	530.20	1.70	901.34
'06.04	<b>JUNTAS</b>				<b>799.77</b>
'06.04.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	m	89.00	7.15	636.35

'06.04.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	m	56.35	2.90	163.42
<b>'07</b>	<b>CUNETAS</b>				<b>82,593.25</b>
'07.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>1137.92</b>
'07.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	434.32	2.62	1,137.92
'07.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>26382.33</b>
'07.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	173.89	37.05	6,442.55
'07.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	217.36	28.56	6,207.80
'07.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m2	434.72	2.61	1,134.62
'07.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	m3	86.94	100.99	8,780.51
'07.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	m2	434.72	8.78	3,816.84
'07.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>53032.91</b>
'07.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	434.72	39.56	17,197.52
'07.03.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN CUNETAS	m3	84.94	413.19	35,096.36
'07.03.03	CURADO DE CUNETAS	m2	434.72	1.70	739.02
'07.04	<b>JUNTAS</b>				<b>2040.10</b>
'07.04.01	SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCIÓN EN CUNETAS	m	252.80	7.15	1,807.52
'07.04.02	BRUÑAS	m	252.80	0.92	232.58
<b>'08</b>	<b>MURO CONTENCIÓN</b>				<b>162,670.95</b>
'08.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>548.33</b>
'08.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	204.60	2.68	548.33
'08.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>14082.45</b>
'08.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA PESADA	m2	204.60	3.33	681.32
'08.02.02	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	m2	204.60	24.80	5,074.08
'08.02.03	RELLENO APISONADO CON MATERIAL PROPIO	m3	49.10	22.73	1,116.13
'08.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	245.52	29.37	7,210.92
'08.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>113197.84</b>
'08.03.01	CONCRETO EN MUROS F'C= 175 KG/CM2	m3	196.71	413.19	81,278.60
'08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	780.04	39.56	30,858.38
'08.03.03	CURADO DE CONCRETO	m2	624.03	1.70	1,060.85
'08.04	<b>JUNTAS</b>				<b>12138.16</b>
'08.04.01	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOPOR	m	257.11	47.21	12,138.16
'08.05	<b>VARIOS</b>				<b>22704.17</b>
'08.05.01	REPOSICIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA AGUA POTABLE	und	20.00	165.19	3,303.80
'08.05.02	ADECUACIÓN Y NIVELADO DE BUZONES	und	15.00	356.45	5,346.75
'08.05.03	LIMPIEZA GENERAL Y ENTREGA DE OBRA	m2	4,896.73	2.87	14,053.62
<b>'09</b>	<b>MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>10,000.00</b>
'08.01	ELIMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS, ORGÁNICOS E INORGÁNICOS	glb	1.00	10,000.00	10,000.00

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>S/. 1,100,352.03</b>
<b>GASTOS GENERALES (10.00%)</b>	<b>S/. 110,035.20</b>
<b>UTILIDAD (10.00%)</b>	<b>S/. 110,035.20</b>
<b>SUB TOTAL</b>	<b>S/. 1,320,422.44</b>
<b>I.G.V. (18%)</b>	<b>S/. 237,676.04</b>
<b>VALOR REFERENCIAL</b>	<b>S/. 1,558,098.48</b>

**PRESUPUESTO TOTAL** **S/. 1,558,098.48**

Fuente: Elaboración Propia

**CRONOGRAMA DE AVANCE DE OBRA VALORIZADO**

**OBRA "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"**

Item	DESCRIPCIÓN	TOTAL	EJECUCIÓN DE OBRA 180 D.C.					
			MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>1,100,352.03</b>	<b>225,416.519</b>	<b>416,445.825</b>	<b>245,562.562</b>	<b>167,494.895</b>	<b>31,953.659</b>	<b>13,478.522</b>
	GASTOS GENERALES (10.00%)	110,035.20	22,541.65	41,644.58	24,556.26	16,749.49	3,195.37	1,347.85
	UTILIDAD (10.00%)	110,035.20	22,541.65	41,644.58	24,556.26	16,749.49	3,195.37	1,347.85
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>1,320,422.44</b>	<b>270,499.82</b>	<b>499,734.99</b>	<b>294,675.07</b>	<b>200,993.87</b>	<b>38,344.39</b>	<b>16,174.23</b>
	I.G.V. (18%)	237,676.04	48,689.97	89,952.30	53,041.51	36,178.90	6,901.99	2,911.36
	<b>VALOR REFERENCIAL</b>	<b>1,558,098.48</b>	319,189.79	589,687.29	347,716.59	237,172.77	45,246.38	19,085.59
	PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL		20.49%	37.85%	22.32%	15.22%	2.90%	1.22%
	PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO		20.49%	58.33%	80.65%	95.87%	98.78%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo general de realizar un diseño del pavimento rígido del Centro Poblado Porcón Alto, para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, fue necesario de efectuar los estudios básicos de: Topografía, tráfico, mecánica de suelos, cantera, hidrología e hidráulico, geometría y estructuras, con la finalidad de determinar parámetros que contribuyan al diseño de pavimentos de las calles de la zona en estudio. Además, este objetivo muestra la importancia de una pavimentación puesto que asegura la transitabilidad, el desarrollo y la calidad de vida de los habitantes. Este fundamento concuerda con la tesis de (NEYRA Valerio,2016) porque coloca como objetivos los estudios ante mencionados y que lo ha facilitado tener resultados determinantes para realizar el diseño de pavimentos. Del mismo modo concuerda con (MACO Aristarco y Otros, 2014) porque también consideró en sus objetivos de elaborar los estudios antes mencionado para un buen diseño de pavimento, Asimismo (VEGA Daniel, 2018) realizó los estudios previos donde concluye que al realizar los estudios mejora sustancialmente el diseño final de espesores del pavimento. Por lo tanto, esta investigación consideró cada uno de los autores citados, porque señalan la importancia de realizar los estudios para un buen diseño de pavimentos ya que mejora el servicio del tránsito de calidad, seguro y confiable.

Según el objetivo específico de efectuar los estudios previos es muy importante definir los elementos del diseño como: **Estudio de topografía** que se realizó un levantamiento de 1270 puntos con una estación total Leica TS06 2", colocando como BMs, 3 puntos tomados con GPS satelital en coordenadas UTM. **El estudio de tráfico** teniendo un índice medio diario semanal (IMDs) de 138 vehículos por día y un Índice Medio diario Anual (IMDa) de 140 vehículos por día. Donde el menor volumen de tráfico es igual a 121 vehículos/día que presentan el día jueves con el 12.53 % y el mayor volumen de tráfico es igual a 154 vehículos/día que presenta el día domingo con el 15.94% del volumen total. El número de ejes equivalente (ESALs) calculado es de  $7.78 \times 10^5$  según la clasificación se trata de un tráfico bajo. **El estudio de mecánica de suelos**

se ejecutaron los estudios en 06 calicatas las que son identificados en el sistema SUCS GM, MH y SC y en el AASHTO como. A-2-5(0), A-7-5(12) y A-7-6(7) respectivamente con un valor de CBR al 95% de la MDS, el más desfavorable es de 5.00% y el más favorable llega a 9.20%. si revisamos la tesis de (NEYRA, Valerio, 2016), y comparamos en cuanto al estudio de topografía menciona que realizaron el levantamiento topográfico con una estación total adquiriendo un total de 184 Puntos y colocando 04 BMs como puntos de partida con coordenadas UTM dichos puntos fueron obtenido mediante el uso de un GPS navegador con una precisión de +/- 3.00m; puesto que con estos resultados no hay concordancia uno porque han levantado pocos puntos y otro es que el error es considerable de un GPS navegador. En cuanto al estudio de tráfico, revisando la tesis (NEYRA, Valerio, 2016) encontramos el dato del conteo vehicular un (IMDs) de 81 vehículos por día y el Índice Medio diario Anual (IMDa) de 97 vehículos/día donde el menor volumen de tráfico presentado el día sábado es 54 Vehículos/día que equivales a un 9.54 %, y el mayor volumen de tráfico presentado el día Domingo es de 127 Vehículos/día que equivale a un 22.44 % y El número de ejes equivalente (ESALs) calculado es de  $8.30 \times 10^5$  según la clasificación también se trata de trafico bajo, hay coincidencia en el estudio, pero hay variación en los resultados obviamente es por el flujo vehicular de cada zona en estudio. Por consiguiente, en cuanto al estudio de mecánica de suelos, analizando la tesis de: (NEYRA, Valerio, 2016) tiene como resultado que exploraron 08 calicatas las cuales están formados en el sistema SUCS con tipo de ML, MH, OH y CL y en la clasificación AASTHO A-7-5 (6) y con un CBR al 95% de la MDS, más desfavorable es de 4.25% y el más favorable llega al 15.07%. Por lo tanto, hay relación en cuanto al sondaje y calicatas de exploración de los dos sistemas SUCS y AASHTO, con las diferencias en cuanto a los resultados es por la ubicación del lugar o zona en estudio.

De acuerdo al objetivo de: Estudio hidrológico e hidráulico donde la precipitación máxima de 24 horas de acuerdo a la información de Senamhi en el mes de enero 2015 de la estación meteorológica Porcón I es de 379.90mm. De acuerdo a los resultados de las pruebas de ajustes de bondad, la información pluviométrica de la estación de Porcón se ajusta mejor a la Distribución de Log de Gumbel por tener menor valor del  $\Delta$  teórico = 0.1465, ver cuadro 6.05 que se presenta en el anexo 06, para realizar esta prueba de ajuste utilizamos el software Hidroesta2, si revisamos la tesis de (NEYRA, Valerio, 2016), observamos que también ha realizado el estudios hidrológico con la investigación pluviométrica disponible que es una estación convencional la estación meteorológica de llave, hay una gran similitud con sus propuestas, ya que utiliza el mismo método de diseño AASTHO 93. Con a elaborar los estudios hidráulicos, según normas de Drenaje Pluvial Urbano (OS.60) utilizando el método racional se muestran los siguientes resultados de cunetas tipo rectangular de  $b = 0.20\text{m}$ ,  $h = 0.15\text{m}$  mostrados en las figuras 9.04 , 9.06 y 9.08 del anexo 9 y si revisamos la tesis de (MACO Aristarco y Otros, 2014) observamos también que su diseño de cunetas son de tipo rectangular de:  $b=0.30\text{m}$  a  $0.90\text{m}$  y de profundidad  $h=20$  a  $0.45\text{m}$  respectivamente, Dimensiones variables debido a pendientes de tramos, caudal, e intensidad de lluvia, utilizando también el método racional. Respecto a esto hay una relación parecida en ambos planteamientos de usar cunetas rectangulares para el drenaje longitudinal utilizando la Norma (OS 060).

Sobre el objetivo de: Elaborar los estudios geométrico, los resultados muestran módulos de 4.00 m y 5.00 m con juntas longitudinales de 2.00 m y 2.50 m y transversales de 4.00 m según las figuras 10 y 11, bombeo de 2.00% según el Manual DG(2018) Diseño geométrico de carreteras, si revisamos la tesis (NEYRA Valerio,2016) nos indica que utilizó el Manual DG(2013) Diseño geométrico de carreteras, donde ha propuesto módulo mínimo de 4.00 m y máximo de 10.88 m con juntas longitudinales mínimo de 2.73 m y máximo de 4.50 m y transversales de 3.50 m, bombeo de 2.5%. Asimismo, revisando la tesis de (MUÑOZ, Ernesto y Otros,2013) nos señalan que han usado el (Manual de ministerio de transportes, comunicación, vivienda y construcción, 2000).

Donde ha propuesto módulo mínimo de 3.60m y máximo de 7.20 m con juntas longitudinales de mínimo 4.50 m y máximo de 6.00 m y transversales de 4.00 m, bombeo de 2.00%. Referente a ellos, hay una relación parecida con las consideraciones del diseño, debido a que se utiliza los mismos métodos

De igual manera el objetivo de: diseñar la estructura de pavimento rígido que mejora el nivel de vida de los pobladores del Centro Poblado Porcón Alto. Considero el método AASTHO 93 así como recomienda la norma C.E.010 y el (MTC/2014) Manual de carreteras Suelo, geología y pavimentos obteniendo así para un periodo de diseño de 20 años se ha determinado el espesor de losa de 0.18 m con una subbase de 0.20 m y losa de 0.18m sin subbase con juntas longitudinales de 2.00 m y 2.50 m en todo los tramos y juntas transversales de 4.00 m. con un concreto de 280 Kg/cm<sup>2</sup> sin pasadores, Pero si comparamos la tesis de (KIMIKO Rengifo, 2014 donde consideró el periodo de diseño de 15 años y como resultado obtuvo el espesor de losa de 0.30 m y de subbase de 0.15 m utilizando el método AASHTO, entonces presenta variaciones considerables por lo tanto hay discrepancia. Pero realizando una comparación con la tesis de (Ruiz Marlo y Otros 2016) que también ha utilizado el método AASTHO 93 con un periodo de diseño de 20 años, puesto que se logra calcular concisamente un espesor adecuado de la losa para resistir la carga vehicular en el tiempo adecuado, por lo que se puede observar que hay similitud en el cálculo de espesor de losa de 0.18m y subbase de 0.20m. Por otro lado, si comparamos con la tesis de (NEYRA Valerio,2016) en lo cual presenta los resultados un espesor de losa de 0.18m y subbase de 0.20m utilizando un periodo de diseño de 20 años aplicando el método AASHTO 93.

Por lo tanto, de acuerdo a lo citado concuerda con el método de diseño AASHTO 93 que utilizaron los antecesores, las diferencias en cuanto al espesor de losa y subbase, es por la variación del flujo vehicular pues en algunos casos presentaron vehículos pesados; además, estas variaciones también se dan por los diferentes suelos y su capacidad portante.

## VI. CONCLUSIONES

Se concluye que se ha realizado un diseño adecuado utilizando el método de AASHTO 93, y respetando la norma C.E. 10 y haciendo uso de (MTC/2014) Manual de carreteras Suelo, geología y pavimentos lo cual se justifica técnica, social, económica y ambientalmente.

Se ha efectuado los estudios básicos de: Topografía, con pendiente mínimo de 0.64% y máximo de 12.01%; Tráfico,  $7.78 \times 10^5$  EE con tipo de tráfico TP 4; Mecánica de suelos SUCS y AASHTO con CBR de 5.00% por lo que se considera mejorar la subbase con material de préstamo con CBR de 40% y los que tienen el CBR de 9% ya no necesita mejoramiento.

Se ha realizado el estudio hidrológico e hidráulicos con la distribución de Log de Gumbel y el software Hidroesta2 teniendo máxima densidad para un periodo de 10 años 621mm/h. en donde las áreas de cuenca urbana para diseño de cunetas son 0.0014km<sup>2</sup>, 0.0011km<sup>2</sup> y 0.0009 km<sup>2</sup> (tramo 1,2,3 respectivamente). Donde también se ha elaborado el diseño de drenaje pluvial con una escorrentía 0.83 y un caudal de:  $Q_1=0.201\text{m}^3/\text{s}$ ,  $Q_2=0.158\text{m}^3/\text{s}$  y  $Q_3=0.129\text{m}^3/\text{s}$  (tramo1,2,3 respectivamente), donde:

Para tramo 1, se ha diseñado una cuneta tipo rectangular con las siguientes características  $b= 0.40\text{m}$ ,  $y =0.116\text{m}$ .

Para tramo 2, se ha diseñado una cuneta tipo rectangular con las siguientes características  $b= 0.40\text{m}$ ,  $y=0.119\text{m}$ .

Para tramo 3, se ha diseñado una cuneta tipo rectangular con las siguientes características  $b= 0.40\text{m}$ ,  $y=0.104\text{m}$ .

Se elaborado los estudios geométricos con una clasificación de vía local:

Teniendo en cuenta la topografía y casas existentes por lo tanto tienes Longitud variable, ancho 4m y 5m, pendientes variables y bombeo el 2%.

Se ha diseñado la estructura del pavimento, con el método AASTHO 93, una losa de 0.18m, subbase de 0.20m para todos los Jirones y losa de 0.18 y sin subbase para los Pasajes, con juntas longitudinales de 2.00 m y 2.50m y transversales de 4.00m. y las veredas de 1.10 y 1.20m de ancho, 0.10m de espesor, y una pendiente de 1.5%, bruñado cada 1.00m y juntas cada 4m.

Se ha elaborado el estudio de impacto ambiental, Dicho **proyecto, no posee impacto ambiental de consideración**, ya que las intervenciones no cambian los elementos del medio ambiente.

Por otra parte, con lo que respecta a análisis económico el proyecto tendrá un plazo de ejecución de 180 días calendario, y un presupuesto total de S/1,558,098.48. Dichos resultados se encuentran en el ANEXO N°13.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda estudiar los manuales: (MTC/2014) Manual de carreteras, suelo, geología, geotecnia y pavimentos; (DG,2018) Manual de carreteras: Diseño Geométrico; Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras (2016) y las Norma Técnicas Peruanas (C.E. 010) pavimentos urbanos, método de (AASHTO 1993), para el diseño de pavimentos rígidos.

Se recomienda efectuar los estudios básicos de ingeniería como: Topografía, Estudios de mecánica de suelos y tráfico, de manera consiente y leal para analizar y verificar las características y parámetros de cada estudio.

Se recomienda hacer uso de manual de carreteras hidrología, hidráulica y drenaje (2011), para realizar el estudio hidrológico y conocer la precipitación máxima de 24 horas con la información de Senamhi de la estación meteorológica más cercano al proyecto y esto permite también conocer el área de cuenca urbana en Km<sup>2</sup>. Por otro lado, se recomienda elaborar el estudio hidráulico con la norma (OS 060) de Drenaje pluvial urbana para diseñar las cunetas, donde la sección más recomendable es aquel que evacua mayor cantidad de agua.

Se recomienda elaborar el diseño geométrico del pavimento rígido de acuerdo a la topografía y casas existentes para no tener interferencias.

Se recomienda diseñar la estructura de pavimento rígido bajo el método AASHTO 93 por su larga durabilidad y costos menores en su mantenimiento.

Se recomienda elaborar el Estudio de impacto ambiental (EIA) en donde se contemple los impactos negativos para poder mitigarlos con un plan de manejo ambiental.

Por otra parte, para realizar el análisis económico se recomienda tomar valores actuales de mercado con lo que respecta a los precios de cada insumo como costo de mano de obra, materiales, equipos y maquinaria y también conocer sus respectivos rendimientos.

## REFERENCIAS

AASHTO, 1993. Método para el Diseño de pavimentos rígidos.

BOTERO Hernández, BLANCA Adrián. 2016. Consideraciones generales para realizar el diseño hidrológico e hidráulico de obras de drenaje para vías de bajos volúmenes de tránsito. Caso de estudio pista de prueba Urrao-Antioquia. Medellín-Colombia.

EL TIEMPO. 2008 Las Principales Razones Por Las Que Se Rompen Frecuentemente Las Calles En Bogotá

DANE. 2014. 4001- Documento técnico de infraestructura vial. Colombia.

FERNÁNDEZ, Carlos. 2014. Metodología de la investigación. México: Mc GrallGill-Sexta Edición.

G. ARIAS, Fidias. 2012. El proyecto de investigación sexta edición. Caracas.

GAMEZ, Morales, William R. 2015. Texto básico auto informativo de topografía general. Managua-Nicaragua.

GODOY, Miguel. 2014. "Análisis de sensibilidad de las variables de diseño de pavimentos rígidos del método de la asociación del cemento porland en el distrito de Cajamarca". Cajamarca. Universidad Privada del Norte.

<http://ingenierodetransportes.blogspot.com/2016/08>.

<http://ingenierodetransportes.blogspot.com/2016/08/clasificacion-de-vias>

<https://www.youtube.com/channel/UCez7UiddKQN-naGM4uyHILA>. [En línea] 25 de AGOSTO de 2016. [Citado el: 14 de JUNIO de 2018.

<http://ingenierodetransportes.blogspot.com/2016/08/clasificacion-de-vias-locales.html>. 1.

[http://icc.ucv.cl/geotecnia/03\\_docencia/02\\_laboratorio/manual\\_laboratorio/permeabilidad.pdf](http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/permeabilidad.pdf).

www.argus-gloval.com

ICG. 2005. Manual de diseño geométrico de vías urbanas-2005-VCHI.

Jiménez, José. 2016 Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones.

Jiménez, José y otros. 2013 Manual de Apuntes de la Experiencia Educativa de Tuberías y Canales

KIMIKO, Rengifo. 2014. diseño de los pavimentos de la nueva carretera panamericana norte en el tramo de huacho a Pativilca (km 188 - 189). tesis (ingeniero civil). lima: pontifica universidad católica del Perú.

LUPACA, Rómulo. 2017. Estudio definitivo de la pavimentación de la avenida Túpac Amaru de la municipalidad distrital de Llalli-melgar-puno". Llalli-Melgar-Puno.

MACO, Aristarco y MALPICA, Roger. 2014. "Pavimentación de las urb. los jazmines, las margaritas y sarita" proyecto profesional (ingeniero civil). Cajamarca. universidad de Cajamarca.

MONTEJO Fonseca, ALFONSO. 2002. Ingeniería de pavimentos para carretera tomo i. Colombia.

MORA Cano, y ARGÜELLES Sáenz. 2015. Diseño de pavimento rígido para la Urbanización Caballero y Góngora, Municipio de Honda - Tolima. (trabajo de grado). Universidad católica de Colombia, Bogotá-Colombia.

MTC, 2014. Manual de carreteras, geología, geotecnia, suelos y pavimentos.

MTC, 2008. Manual de diseño de carreteras de pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

MTC, DG -. 2018. Manual de carreteras: diseño geométrico DG - 2018.

MTC/14. 2016. Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.

MTC-14, 2011. Manual de hidrología hidráulica y drenaje. Perú.

MUÑOZ, Ernesto y JAIME, Omar. 2013. Pavimentación de las urbanizaciones sarita, Alan Perú, las margaritas; y calles del barrio san José" tesis ingeniero civil. Cajamarca. Universidad nacional de Cajamarca.

MVCS NT.CE.010. 2010. R.N.E. NORMA C.E. 010 Pavimentos Urbanos.

NEYRA, Valerio. 2016. Mejoramiento y rehabilitación de infraestructura vial urbana en el barrio nuevo san miguel de la ciudad de llave-provincia de el Collao-puno. Tesis (ingeniero civil). Puno. Universidad nacional del altiplano.

Olivera, Fernando. 2009 Estructuración de Vías Terrestres.

PÉREZ, Rafael. 2010. Diseño del pavimento rígido del camino que conduce a la aldea el guayabal, municipio de Estanzuela del departamento de Zacapa. Trabajo de graduación ingeniero civil. Guatemala. Universidad de san Carlos de Guatemala: s.n.

R.N.E-MVCS, 2006. OS 060-Drenaje Pluvial Urbano. Perú.

RUIZ, Marlon y RODRÍGUEZ, Julio. 2016. Comparación técnico-económica del uso de pavimento rígido y pavimento flexible en Nicaragua. Estudio de caso: tramo Unikwas-Mulukuku. Managua-Guatemala.

REBOLLEDO, Javier. 2021. Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos.

SENAMHI, Servicio Nacional de Meteorología e hidrología del Perú

SILVA, Willy. 2018 Evaluación Superficial Del Pavimento Rígido En La Calle Prolongación Pedro Cornejo N° 01 - 05 Del Distrito Y Provincia De Jaén – Cajamarca.

Sowers, George. 1979 Mecánica de suelos y cimientos introductorios.

VEGA, Daniel .2018 Diseño De Los Pavimentos De La Carretera De Acceso Al Nuevo Puerto De Yurimaguas (Km1+000a 2+000)

**ANEXO 01**

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.**

<b>CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>					
<b>Tesis:</b>	<b>DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO-CAJAMARCA.</b>				
<b>VARIABLES</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA DE MEDICIÓN</b>
<b>( VARIABLE INDEPENDIENTE) DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO</b>	Un diseño es la manifestación de una idea que pretende resolver de manera creativa e innovadora un problema en específico, el cual puede llegar a la ejecución (Forcael y Jaramillo 2011) El diseño de pavimento rígido está formado por losa y subbase y está relacionado con el progreso y desarrollo del Centro Poblado Porcón Alto, con el propósito de tener un excelente tránsito vehicular y peatonal.	Para elaborar el diseño del pavimento rígido, se realizan los estudios previos, topografía, tráfico, estudio de mecánica de suelos, cantera, Hidrología, hidráulica y estudio ambiental, estimación de presupuesto, cronograma de avance de obra. Para lo cual se emplea la norma CE.010 de pavimentos urbanos y el método Aashto 93.	<b>ESTUDIOS PREVIOS</b>	NORMAS TÉCNICAS	RAZÓN
				UBICACIÓN.	RAZÓN
				ESTUDIO TOPOGRÁFICO (m2)	RAZÓN
				ESTUDIO DE TRÁFICO (Veh/día)	RAZÓN
				ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (%)	RAZÓN
				ESTUDIO DE CANTERAS (%)	RAZÓN
				ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	RAZÓN
			<b>ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO</b>	INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA m3/s	RAZÓN
				ÁREA DE CUENCA URBANA (km2)	RAZÓN
				INTENSIDAD DE LLUVIA (m3/s)	RAZÓN
				DETERMINACIÓN DEL CAUDAL (m3/s)	RAZÓN
				PENDIENTE (%)	RAZÓN
				VELOCIDAD (m/h)	RAZÓN
				RUGOSIDAD	RAZÓN
				TIRANTE (m)	RAZÓN
PERÍMETRO MOJADO	RAZÓN				

				ÁREA HIDRÁULICA (m2)	RAZÓN
			ELABORAR EL DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PAVIMENTO	LONGITUD (ml)	RAZÓN
				ANCHO(m)	RAZÓN
				PENDIENTES (%)	RAZÓN
				SECCIONES	RAZÓN
				BOMBEO (%)	RAZÓN
			DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO	ESPESOR DE LOSA. (m)	RAZÓN
				ESPESOR DE SUBBASE. (m)	RAZÓN
				SEÑALIZACIÓN	RAZÓN
			ESTUDIO SOCIO AMBIENTAL	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	INTERVALOS
			ANÁLISIS ECONÓMICO	COSTOS Y PRESUPUESTOS	RAZÓN
(VARIABLE DEPENDIENTE)	La transitabilidad está compuesto por losas y veredas para mejorar el tránsito de vehículos y peatones.	Para dicho estudio se ha estimado diseñar el pavimento rígido de manera adecuado respetando los manuales y normas de diseño de infraestructura vial urbano.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	MANTENIMIENTO RUTINARIO	RAZÓN
				MANTENIMIENTO RECURRENTE	RAZÓN
				MANTENIMIENTO PERIÓDICO	RAZÓN
				MANTENIMIENTO URGENTE	RAZÓN

Fuente: Elaboración Propia

**ANEXO 02**

**INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

# **Cuestionario de encuestas aplicado a los habitantes del Centro Poblado Porcón Alto.**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**

**Desarrollo de tesis**

**“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA”**

# ENCUESTA

## Presentación del Encuestador:

**Nombre:** Ayay Infante José Samuel.

**N° de encuesta:** 01

Buenos días / tardes Sr. (o) (a):

Estoy realizando una encuesta sobre el diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, por favor me ayudaría mucho en brindarme su opinión a contestar el siguiente cuestionario ya que cierta información será de mucha importancia para el desarrollo de mi tesis.

## Cuestionario por preguntas.

**Marque con un aspa (X) o encierre con un círculo la respuesta que crea conveniente:**

**1) 1.- ¿Cómo es el tráfico existente en las calles de Porcón Alto?**

- a. Bueno
- b. Regular
- c. Malo

**2) ¿Cómo califica usted las calles de Porcón Alto?**

- a. Bueno
- b. Regular
- c. Malo

**3) ¿Qué tan intensas son las lluvias en Porcón Alto?**

- a. Bueno
- b. Regular
- c. Malo

- 4) ¿Cómo aprecia usted el escurrimiento del agua en época de lluvia?**
- a. Alto
  - b. Regular
  - c. Bajo
- 5) ¿Cómo evalúa usted el ancho de las calles?**
- a. Bueno
  - b. Regular
  - c. Malo
- 6) ¿Qué tanto mejorará la transitabilidad con el diseño de un pavimento rígido?**
- a. Bueno
  - b. Regular
  - c. Malo
- 7) ¿Qué tanto afecta la transitabilidad sin pavimento?**
- a. Bueno
  - b. Regular
  - c. Malo
- 8) ¿Cuál sería su apreciación si se diseña y se construye una pavimentación con veredas y cunetas?**
- a. Bueno
  - b. Regular
  - c. Malo

Muchas gracias por su amabilidad y por el tiempo dedicado a responder esta encuesta.

## **ANEXO 03**

### **Conceptos teóricos, tablas y figuras utilizadas**

**Estudio Topográfico.** conjunto de operaciones necesarias con equipos y herramientas adecuadas para localizar la posición de puntos, donde determina los ángulos tanto horizontal como vertical y distancias para obtener una representación gráfica o plano a una escala determinada. (Gámez Williams, 2010)

Para dicho proyecto se realizaron con los equipos topográficos (Estación Total Leica TS02 para contener la información de los trabajos realizados mediante un proceso de captura, almacenamiento, cálculos de datos (levantamiento topográfico) lo cual tiene por objetivo representar el terreno sobre el papel de forma exacta posible, admitiendo determinar las particularidades de la configuración de un terreno georreferenciada a escala requerida considerando las áreas levantadas para determinar las características topográficas de la zona en el sistema WGS84, y esto nos permite conocer el alineamiento, ancho, pendientes, perfiles longitudinales y secciones transversales de la pavimentación.

(MONTEJO Fonseca, 2002) En cualquier caso, para llevar a cabo el trabajo de topografía se dispondrá de dos etapas bien definidas, la primera es levantamiento topográfico el que nos permite obtener datos directos del campo (planimetría y altimetría) con una Estación Total, la segunda etapa es el Gabinete, en el que se procesa la información de todos los puntos recogidos del campo para la elaboración de planos.

### **Método basado en medidas angulares**

#### **Triangulación:**

Consiste en calcular las coordenadas de una serie de puntos, formando triángulos, para ello se deben conocer mínimo dos puntos que definan la base. (LUPACA HUICHI, 2017).

### **Intersecciones** (directa o inversa):

Las intersecciones son métodos en los que para determinar la posición de punto solo basta con tener la medida de ángulos. Si las observaciones se hacen desde puntos de coordenadas conocidas se llaman intersecciones directas, y si se realizan de un punto cuyas coordenadas se quieren determinar, se llaman inversas.

Así mismo se puede medir ángulos verticales, para determinar la coordenada Z. (LUPACA HUICHI, 2017).

### **Métodos basados en la medida de ángulos y distancias.**

#### **Poligonal.**

Este método se realiza para determinar las coordenadas de una serie de puntos no conocidos, a partir de otros puntos que han sido determinados de manera precisa. Consiste en medir las longitudes de los tramos y los ángulos horizontales entre ejes consecutivos. (LUPACA HUICHI, 2017).

#### **Radiación.**

Consiste en estacionar el equipo topográfico en un punto de coordenadas conocidas y medir coordenadas polares (ángulo y distancia reducida) a los puntos cuya posición se desea determinar.

Es un método adecuado para hacer un levantamiento de una zona con visibilidad desde un punto. (LUPACA HUICHI, 2017)

### **Métodos de medida de desniveles.**

#### **Nivelación trigonométrica.**

En este método de nivelación, los desniveles se determinan a través de procedimientos trigonométricos, a partir de medidas de ángulos verticales, horizontales y distancias de los puntos que requiere determinar su elevación.

## **Nivelación geométrica.**

Consiste en determinar desniveles entre puntos mediante visuales horizontales, el instrumento utilizado comúnmente es el nivel topográfico.

### **Clases de errores**

Según (GAMEZ Morales, 2015), los errores en trabajos de ingeniería pueden dividirse en sistemáticos y accidentales.

**Errores Sistemáticos:** son errores que constantemente siguen una ley definida física o matemática. La magnitud de estos errores se puede determinar y eliminar aplicando métodos sistemáticos que se pueden aplicar en el trabajo de campo o en las correcciones de las medidas en gabinete.

**Errores Accidentales:** este error consta de una serie de causas que el observador no puede controlar y por tanto no es posible obtener correcciones es decir que, para cada observación, la magnitud y signo algebraico del error accidental depende del azar y no pueden calcularse.

Los errores accidentales solo se pueden disminuir teniendo más cuidado el observador al momento de tomar las lecturas, o aplicando mayores repeticiones de las lecturas en campo.

## **Volumen de movimientos de tierras**

### **Movimiento de Tierras**

El proceso constructivo que consiste en cortar y rellenar en donde sea necesario para construir la plataforma de explanación y el transporte de un material que fue excavado, para eliminarlo del área de la obra o para servir en la construcción de rellenos en la misma obra, se llama en su conjunto movimiento de tierras.

Cuando las cantidades de material de corte no son suficientes o son de mala calidad, para los rellenos, se recurre a excavar en áreas laterales de la plataforma de explanación o en canteras fuera de movimiento de tierras de la obra misma, para con ese material completar y ejecutar los rellenos. La adopción de un eje y de la subrasante correspondiente, tiene un número infinito de soluciones, implicando cada una, cantidades diferentes de movimientos de tierras.

## **Cálculo del Volumen**

Los volúmenes de corte o relleno, entre dos progresivas o estacas sucesivas se ha calculado por el método de las áreas medias, el cual consiste en considerar el volumen existente de corte o de relleno, igual al producto del promedio de las áreas de corte o de relleno, según sea el caso, por las distancias entre las áreas consideradas.

Si existe área de corte en una estaca y no en la otra, o si existe área de relleno en una estaca y no en la otra los volúmenes de corte o de relleno será igual al producto de la cuarta parte del área de corte o de relleno, según sea el caso, por la distancia entre las áreas consideradas.

Este criterio se basa en el supuesto de que, existiendo área, en una estaca y no en la otra, dicha área va disminuyendo hasta hacerse cero en un punto ubicado en la mitad de la distancia existente entre las estacas consideradas.

Los volúmenes así, obtenidos se presentan por kilómetro en los cuadros de metrados de movimiento de tierras, para el presente estudio se utilizó el software AutoCAD civil 3D 2020.

## **Compensación de Volúmenes de Tierra**

La solución más económica para la construcción de una vía, es cuando el volumen del corte es justo el necesario para formar el relleno lateral, las tierras pasan entonces, de corte a relleno, existiendo en este caso una compensación transversal de volúmenes; se abra construido un relleno con material propio o sea un relleno compensado.

Hay que tener en cuenta que cuando se hace una compensación a fin de balancear los volúmenes de corte y que se necesitan en los rellenos es necesario tomar en cuenta que un material se compacta al construirse el terraplén su volumen disminuye, por esta razón si cortamos 1 m<sup>3</sup>, se obtiene un volumen mucho mayor de material suelto, este incremento depende del material que se corta llamándose a este proceso Esponjamiento.

Cuando el material es colocado en capas sobre la sub rasante, regado y compactado, el volumen obtenido es mucho menor que el volumen original cortado, a este fenómeno se le denomina Contracción de Masas Sólidas.

El volumen virtual de corte se obtiene multiplicando el valor de corte por un factor de compactación "F". El factor F considera que no todo el material de corte es útil en los rellenos, como ocurre con las capas de tierra vegetal que cubre el terreno.

La forma de estudiar esta compensación es construyendo el diagrama de masas.

**Estudio de tránsito.** Es una herramienta fundamental que un ingeniero debe conocer con bastante precisión, para diseñar y planear con éxito diversos aspectos de vías públicas, debe suministrar la investigación del Índice Medio Diario Anual (IMDA) el estudio de tráfico para cada proyecto. (MTC-2014, p. 62)

(MONTEJO Fonseca, 2002) Dicho estudio tiene por finalidad clasificar y conocer el número de vehículos que circulan por las calles en estudio, su objetivo principal es de determinar la demanda vehicular anhelada para la calle teniendo en cuenta las características actuales de él y aquella que se tendrán una vez que la pavimentación se haya ejecutado.

Su objetivo primordial es determinar el tráfico existente en las calles, su variación histórica, composición vehicular y su proyección, para el periodo de vida útil de 20 años.

(MONTEJO Fonseca, 2002) Dice que probablemente es la variable más importante en el diseño de una vía es el tránsito, si bien es cierto que el volumen y dimensiones de los vehículos influyen en el diseño geométricos, el número y el peso de los ejes de estos son factores determinantes de la estructura del pavimento.

### **Definiciones Generales.**

- **Eje sencillo.** - Es un eje en cuyos extremos llevan una o dos ruedas sencillas.
- **Eje tándem.** - Son dos ejes sencillos con rueda doble en los extremos.
- **Eje trídem.** - Son tres ejes sencillos con rueda doble en los extremos” (Montejo, 1998, Pág.17)
- **Vehículos livianos.** - son aquellos menos de 5 toneladas de capacidad tales como automóviles, camionetas, etc.
- **Vehículos comerciales.** - son aquellos más de 5 toneladas de capacidad tales como camiones buses, remolques, etc.
- **Volúmenes de tránsito.** - es el número de vehículos que circulan en ambas direcciones por una sección de vía durante un periodo de tiempo específico, este puede ser horario, diario, semanal, etc.

- **Transito promedio diario.** - es el volumen de transito durante un periodo de tiempo, dividido por el número de días del periodo.

Abreviadamente se denota como TPD. Según el periodo utilizado para medir el volumen de tránsito, el cual puede ser anual, mensual o semanal, denominándose TPDA, TPDM y TPDS, respectivamente.

- **Transito existente.** - Es aquel que presenta la vía antes de ser pavimentada.

- **Transito Atraído.** - es el volumen de tránsito que, sin cambiar ni su origen, ni su destino, puede ocupar la futura vía pavimentada como ruta alterna, afluyendo a ella a través de otras vías existentes.

- **Transito generado en una vía nueva o mejorada.** - Es el volumen de tránsito que resulta como consecuencia del desarrollo económico y social de la nueva zona de influencia.

- **Transito inducido.** - Es la suma de transito atraído y generado.

- **Nivel de servicio.** - es una medida de calidad del flujo de tránsito por la vía, se cuantifica con una serie de factores tales con la velocidad, el tiempo de recorrido, las interrupciones de tránsito. la libertad de manejo, la seguridad y los costos de operación.

- **Volumen de servicio.** - Es el volumen de tránsito que le corresponde a cada nivel de servicio.

- **Capacidad.** - la capacidad de una vía o de un carril es el número máximo de vehículos que se puede circular por una u otra durante un periodo de tiempo determinado sin que se presente demoras ni restricciones en la libertad de movimiento de los vehículos. (Montejo, 1998, Pág.18)

(MTC 2014) En la sección suelos y pavimentos del manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia, y pavimentos, con respecto al estudio de tráfico menciona que se debe saber lo siguiente:

**a. Conocimiento de la demanda para estudios**

El estudio de tráfico debe proporcionarnos el índice medio diario anual (IMDA), además de conocerse la demanda de volumen de tráfico actual debe conocerse la clasificación por tipo de vehículos. Para el cálculo del IMDA requiere de índices de variación mensual, datos que el MTC dispone de los registros en las estaciones de peajes y pesajes.

La información obtenida en el estudio de tráfico debe estar orientada para cálculo del IMDA, iniciando por el cálculo de volumen vehicular actual clasificado por tipo de vehículos en cada sentido de tráfico, así mismo la demanda de cargas por eje y la presión ejercida por los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones, buses), guardan una relación directa con el deterioro del pavimento.

La información obtenida sirve principalmente de base para calcular la demanda proyectada en el periodo de análisis o de diseño, así mismo establecer los ejes equivalentes (EE) de diseño para el pavimento.

### b. Factor direccional y factor carril

El factor direccional es expresado como una relación de los vehículos pesados que pasan por un determinado sentido o dirección del tráfico, normalmente corresponde a la mitad del volumen de tránsito total que circula en ambas direcciones. Factor carril es la relación que corresponde al carril que tiene el mayor número de Ejes Equivalentes, y que define el carril de diseño, para ello se deberá tener en cuenta el número de direcciones o sentidos, el número de carriles por calzada. **Tabla 03**

**Tabla 03**

**Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño**

Numero de calzadas	Numero de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (FC)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMD a total de calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDA total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: (MTC/14) pág. 64 del manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos.

### c. Cálculo de tasas de crecimiento y proyección

Para la estimación del crecimiento del tránsito el MTC recomienda utilizar la fórmula de progresión geométrica.

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

T<sub>n</sub> : Transito proyectado

T<sub>o</sub> : Tránsito actual

r : Tasa anual de crecimiento de tránsito

n : Número de años en el periodo de diseño.

Según MTC, la tasa de crecimiento anual de tránsito, está asociada al crecimiento del tránsito vehicular de pasajeros y la tasa de crecimiento poblacional, de la misma manera la tasa de crecimiento de vehículos de carga con la tasa anual de crecimiento de la economía (PBI), generalmente las tasas de crecimiento de tráfico están en el rango de 2%-6%.

Así también la proyección de la demanda podrá dividirse en dos componentes, una para la proyección de crecimiento poblacional y otra para la proyección del crecimiento vehicular. Ambos índices de crecimiento referidos a la región que normalmente cuenta con datos estadísticos.

Para la estimación del factor de crecimiento anual (Fca), se ha utilizado la fórmula de progresión geométrica por separado tanto para el componente de crecimiento de tránsito de vehículos de pasajeros (vehículos ligeros) y para el componente de tránsito de vehículos de carga (vehículos pesados)

**Dónde:**

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

Fca. : Factor de crecimiento anual.

r : Tasa de crecimiento.

n : Periodo de diseño.

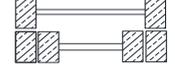
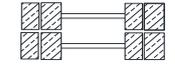
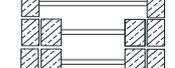
**d. Factor Vehículo pesado (Fvp):**

También se le denomina Factor camión y se define como el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado sea bus o camión, el promedio del Factor camión se obtiene dividiendo la sumatoria de ejes equivalentes de un bus o camión determinado entre la sumatoria de ejes equivalentes del vehículo pesado seleccionado.

**e. Numero de repeticiones de ejes equivalentes (ESAL)**

Los EE, son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de distintas cargas de diferentes tipos de ejes de vehículos pesados sobre la estructura de cualquier pavimento. El efecto de deterioro de un pavimento se mide según las unidades AASHTO en ejes equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño, la cual consta de un eje simple de dos ruedas convencionales cargados con 8.20tn de peso y con neumáticos a la presión de 80lb/pulg<sup>2</sup>.

**Figura 01: Configuración de ejes**

CONJUNTO DE EJE (S)	NOMENCLATURA	N° DE NEUMÁTICOS	GRÁFICO
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1 RS	02	
EJE SIMPLE (Con rueda doble)	1 RD	04	
EJE TANDEM (1 eje rueda simple+ 1 eje rueda doble)	1 RD + 1 RD	06	
EJE TANDEM (2 ejes rueda doble)	2 RD	08	
EJE TRIDEM (1 eje rueda simple+ 2 eje rueda doble)	1 RD + 2 RD	10	
EJE TRIDEM (3 ejes rueda doble)	3 RD	12	
NOTA: RS: rueda simple RD: rueda doble			

Fuente: (MTC/14) pág. 66 del manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos.

Para el cálculo del Número de repeticiones de ejes equivalentes de 8.20tn o 18kips o 80kn se usa la siguiente expresión.

$$N_{rep \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times F_{ca} \times 365] =$$

Donde:

$N_{rep \text{ de } EE_{8.2 \text{ tn}}}$ : Numero de repeticiones de ejes equivalentes de 8.20tn.

$EE_{\text{ día-carril}}$ : Ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado por día para el carril de diseño.

$F_{ca}$ : Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

**Estudio de Mecánica de Suelos.** Esta disciplina estudia las propiedades, el procedimiento y el uso del suelo como elemento estructural, por lo cual las imperfecciones y resistencia del suelo brinden seguridad, estabilidad y permanencia a las estructuras, así mismo estudia a la estabilidad del suelo, su imperfección y el flujo de agua hacia el exterior e interior a través de su masa, teniendo en consideración que refleje de manera económico usarlo como materia de cimentación. ([www.argus-gloval.com](http://www.argus-gloval.com))

La mecánica de suelos es la ciencia que se encarga del estudio de las características físicas y mecánicas del suelo, así como también se ocupa del estudio de esfuerzos que se producen en el suelo y los efectos a que dan lugar estos sobre el mismo.

El estudio de suelos consiste en una serie de ensayos de muestras tomadas del terreno de fundación y de las canteras que nos permite conocer las características físicas y mecánicas de estos suelos y materiales para poder clasificarlos adecuadamente y determinar la calidad de los mismos, con lo cual se podrá proveer las soluciones del caso, tanto en el diseño del pavimento como en el procedimiento constructivo de la vía.

Para el presente capítulo se tomado como referencia el Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma C.E. 010 Pavimentos urbanos.

El (MVCS NT.CE.010, 2010) a través de la norma C.E. 010 pavimentos urbanos capítulo 03, hace mención a las Técnicas de investigación de campo, ensayos de laboratorio, requisitos de materiales, que a continuación se menciona:

### **Técnicas de Investigación de campo**

Las técnicas de investigación de campo, aplicables al Estudio de mecánica de suelos para el diseño de pavimentos está indicada de en la **tabla 04**

**Tabla 04****Técnicas de investigación de campo**

<b>NORMA</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
MTC E101-2000	Pozos, calicatas, trincheras y zanjas
NTP 339.143.1999	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y el peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.
NTP 339.144.1999	SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad in situ del suelo-agregado por medio de métodos nucleares (profundidad superficial)
NTP 339.250.2002	SUELOS. Método de ensayo para la determinación en campo del contenido de humedad, por el método de presión del gas carburo de calcio, 1a. ed.
NTP 339.150.2001	SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual, manual.
NTP 339.161.2001	SUELOS. Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforación con barrena.
NTP 339.169.2002	SUELOS. Muestreo geotécnico de suelos con tubos de pared delgada.
NTP 339.172.2002	SUELOS. Método de ensayo normalizado para el contenido de humedad de suelo y roca in-situ por métodos nucleares (poca profundidad)
NTP 339.175.2002	SUELOS. Método de ensayo normalizado in-situ para CBR (California Bearing Ratio-Relación del valor de soporte) de suelos.
ASTM D 6951	Método estándar de ensayo para el uso del penetrómetro dinámico de cono en aplicaciones superficiales de pavimentos.

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos, pag.07.

Así también esta norma hace referencia en la **tabla 05** los puntos de investigación mínimo de acuerdo al tipo de vía que deberán realizarse, siendo la profundidad mínima de excavación en cada punto de investigación 1.50m por debajo de la cota rasante de la vía.

**Tabla 05****Puntos de investigación mínimo de acuerdo al tipo de vía.**

<b>TIPO DE VÍA</b>	<b>NUMERO MÍNIMO DE PUNTOS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>ÁREA (Mm2)</b>
Expresas	1 cada	2,000
Arteriales	1 cada	2,400
Colectoras	1 cada	3,000
Locales	1 cada	3,600

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos, pág.08.

Según (MTC, 2014) Manual de carreteras, geología, geotecnia, suelos y pavimentos menciona que para IMDa entre 400 y 200 Veh/día, el número mínimo de calicatas es de 2 por cada kilómetro.

Así mismo esta manual menciona que en el caso de estudios de factibilidad o pre factibilidad se realizarán exploraciones cada 2 a 4km.

De la misma manera la Norma Técnica NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, en el Capítulo 3, en el ítem 3.2.5, indica que la profundidad mínima de investigación será de 1.50 m por debajo de la cota rasante final de la vía.

La Norma Técnica NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, en el Capítulo 3, en el ítem 3.2.8, indica que, efectuado el registro de la estratigrafía, el muestreo, se deberá rellenar las excavaciones con los materiales extraídos.

La Norma Técnica NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, en el Capítulo 3, en el ítem 3.2.9, indica que durante la investigación de campo se elaborará un perfil estratigráfico para cada punto de investigación, basado en la clasificación visual manual, según la NTP 339.150:2001.

La Norma Técnica NTE CE.010 PAVIMENTOS URBANOS, en el Capítulo 3, en el ítem 3.2.10, indica que se determinará un (1) CBR por cada 5 puntos de investigación o menos según lo indicado en el Cuadro 2 y por lo menos un (1) CBR por cada tipo de suelo de subrasante.

#### **a. Ensayos de Laboratorio**

Según esta Norma, los ensayos aplicables al estudio de mecánica de suelos con fines de diseño de pavimentos se muestran en la **tabla 06**

**Tabla 06**

**Ensayos aplicables al EMS con fines de diseño de pavimentos.**

<b>NORMA</b>	<b>DENOMINACIÓN</b>
NPT 339.152:2002	Suelos. Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos y aguas subterráneas
NTP 339.117.2002	Suelos. Método de ensayo para la determinación cuantitativa de cloruros solubles en el suelo y agua subterránea.
NTP 339.178.2002	Suelos: Método de ensayo normalizado por la determinación cuantitativa de sulfatos solubles en suelos y agua subterránea.
NTP 339.076.1982	Hormigón (concreto). Método de ensayo para determinar el contenido de cloruros en las aguas usadas en la elaboración de concreto y morteros.
NTP 339.126.1998	Suelos. Métodos para la reducción de las muestras de campo a tamaños de muestra de ensayo.
NTP 339.127.1998	Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.
NTP 339.128.1999	Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico
NTP 339.129.1999	Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.
NTP 339.131.1999	Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de sólidos de un suelo.
NTP 339.132.1999	Suelos. Método de ensayo para determinar el material que pasa el tamiz 75um(N°200).
NTP 339.134.1999	Suelos. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (SUCS Sistema unificado de clasificación de suelos)
NTP 339.135.1999	Suelos para la clasificación de suelos para uso en vías de transporte
NTP 339.139.1999	Suelos. Determinación del peso volumétrico de suelos cohesivos
NTP 339.144.2000	Suelos. Método de ensayos estándar para densidad in situ del suelo agregado por método de nucleares (profundidad superficial)
NTP 339.145.2000	Suelos. Método de ensayo de CBR (Relación de soporte de California) de suelos compactados en laboratorio.
NTP 339.146.2000	Suelos. Método de prueba estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino.
NTP 339.147.2000	Suelos. Método de ensayo de permeabilidad de suelos granulares (carga constante).

**Fuente:** R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos, pág. 9 y 10.

**Descripción de los Ensayos de Laboratorio**

Dentro de los trabajos de Laboratorio tenemos:

**a. Análisis granulométrico por tamizado:** El objetivo es determinar en forma cuantitativa la distribución de tamaños de partículas de suelo.

De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:

**Tabla 07**

Tipo de Material	Tamaño de las partículas
Grava	75 mm – 2 mm
Arena	Arena gruesa: 2 mm – 0.2 mm
	Arena fina: 0.2 mm – 0.05 mm
Limo	0.05 mm – 0.005 mm
Arcilla	Menor a 0.005 mm

**Fuente:** Jiménez Salas "Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones"

**b. Límite líquido:** El objetivo es determinar el límite líquido que representa el contenido de humedad expresado en porcentaje del suelo secado en el horno, cuando éste se halla en el límite entre el estado plástico y el estado líquido. El valor calculado deberá aproximarse al centésimo.

**c. Límite plástico:** El objetivo es determinar el límite plástico que representa la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen, es decir cuando éste se halla en el límite entre el estado semi sólido y el estado plástico.

**d. Índice de Plasticidad** se define como la diferencia entre el Límite Líquido y límite plástico.

$$IP = LL - LP$$

El índice de plasticidad permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP grande corresponde a un suelo muy arcilloso; por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. Sobre todo, esto se puede dar la clasificación siguiente:

**Tabla 08**

<b>Índice de Plasticidad</b>	<b>Característica</b>
<b>IP &gt; 20</b>	Suelos muy arcillosos
<b>20 &gt; IP &gt; 10</b>	Suelos arcillosos
<b>10 &gt; IP &gt; 4</b>	Suelos poco arcillosos
<b>IP = 0</b>	Suelos exentos de arcilla

**Fuente:** Jiménez Salas "Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones"

**e. Índices de Consistencia**

Con la finalidad de caracterizar la consistencia del suelo se determina el índice de consistencia, este valor informa del estado natural del terreno en el que se encuentra, en función a su humedad natural. El índice de consistencia varía entre 0 y 1 dentro del rango de contenidos de humedad y es un indicador de la consistencia potencial del material, de tal manera que un suelo se considera más consistente según dicho índice se acerca a 1 o sobrepasa este valor, el índice de consistencia se calcula en base a la siguiente formula:  $I_c = (LL-w) / IP$ .

**Tabla 09**

<b>ÍNDICE DE CONSISTENCIA</b>	<b>ESTADO DEL SUELO</b>
< 0.00	Líquido
0.00-0.25	Semilíquido
0.25-0.50	Plástico muy blando
0.50-0.75	Plástico blando
0.75-1.00	Plástico duro
>1.00	Sólido

**Fuente:** Jiménez Salas "Mecánica de Suelos y sus Aplicaciones"

La tabla anterior relaciona los valores que se pueden obtener a partir del índice de consistencia, de acuerdo a la participación de suelos que han estado sujetos a saturación los tiempos prolongados en algunos casos, o de manera cíclica para sustratos provenientes directas o indirectas de precipitaciones por épocas.

f. **Contenido de humedad:** El objetivo es determinar el contenido de humedad de un suelo, definiéndosele como la relación entre el peso del agua contenida en el suelo y el peso de la muestra seca.

g. **Porcentaje de sal:** El objetivo es determinar el porcentaje de sal que contiene un determinado suelo.

h. **Contenido óptimo de humedad y máxima densidad seca (Proctor modificado):** Se efectúa este ensayo para asegurar una buena compactación, esto se traduce en determinar la humedad que se requiere, con una energía de compactación para obtener la densidad seca máxima que se puede conseguir para un determinado suelo. Dicho de otro modo, este método se emplea para determinar la relación entre la humedad y el peso unitario de los suelos compactados en un molde de un tamaño dado con un martillo de 4.54 kg (10 lb) que cae desde una altura de 457 mm.

i. **California Bearing Ratio (CBR):** Se efectúa este ensayo para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante así mismo de la capa de base (afirmado). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno. El índice CBR está comprendido generalmente entre 0% y 100%. El suelo por debajo de 12 es regular y por debajo de 6 es malo.

Generalmente las especificaciones establecen, que los materiales de préstamo para subbase deben tener expansiones del 2% al cabo de 4 días. Así mismo, se recomienda que los materiales para base tengan expansiones menores del 1%.

El ensayo de penetración se lleva a cabo en una máquina de compresión, se toma lecturas de carga Vs Penetración.

**Tabla 09**

**Clasificación típica de CBR**

<b>C B R</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>USOS</b>	<b>AASHTO</b>
<b>0 – 3</b>	Muy pobre	Sub - rasante	A5, A6, A7
<b>3 – 7</b>	Pobre a regular	Sub - rasante	A4, A5, A6, A7
<b>7 – 20</b>	Regular	Sub-base	A2, A4, A6, A7
<b>20 – 50</b>	Bueno	Base, Sub-base	A1b, A2-5, A3, A2-6
<b>Mayor a 50</b>	Excelente	Base.	A1a, A2-4, A3

Fuente: Estructuración de Vías Terrestres.

**j. Desgaste por Abrasión:** Consiste en determinar el desgaste por abrasión del agregado grueso menor a 3” de diámetro utilizando la máquina de los ángeles, previo pesado (Peso original) y selección del material a emplear por medio de un grupo de tamices apropiados, dicho material debe estar limpio y seco.

**Clasificación de los suelos.**

Considerando que en la naturaleza existe una gran variedad de suelos, la ingeniería de suelos ha desarrollado algunos métodos para poder clasificarlos. Cada uno de estos métodos tiene su campo de aplicación según su necesidad y uso que los haya fundamentados.

Para el diseño de Pavimentos se ha utilizado el método de American Association of State Highway and Transportation Officials (A.S.S.H.T.O.) y el Unified Soil Classification System, conocido como Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S)

**Clasificación de los Suelos Según Método AASHTO**

De acuerdo con este sistema y con base en su comportamiento, los suelos están clasificados en ocho grupos designados por los símbolos **A-1** al **A-8**. Los **suelos inorgánicos** se clasifican en 7 grupos que van del **A-1** al **A-7**. Estos a su vez se subdividen en un total de 12 grupos.

Los suelos con elevada proporción de materia orgánica se clasifican como **A-8**.

## Descripción de los Grupos de Clasificación

### A) Suelos Granulares

Son los que tiene 35% o menos, de material fino que pasa el Tamiz N° 200. Está formado por los grupos A-1, A-2 y A-3.

**a.1) Grupo A-1:** Comprende las mezclas bien graduadas, compuesta de fragmentos de piedra, grava, arena, y material ligante poco plástico. También se incluyen en este grupo mezclas bien graduadas que no tiene material ligante.

✓ **Sub Grupo A-1a:** Comprende aquellos materiales formados predominantemente por piedra o grava, con o sin material ligante bien graduado.

✓ **Sub Grupo A-1b:** Incluye aquellos materiales formados predominantemente por arena gruesa bien gradada, con o sin ligante.

**a.2) Grupo A-2:** Comprende una gran variedad de material granular que contiene menos del 35% del material fino.

✓ **Sub Grupos A-2-4 y A-2-5:** pertenecen a estos sub grupos aquellos materiales cuyo contenido de material fino es igual o menor del 35% y cuya fracción que pasa el tamiz N.º 40 tiene las mismas características de los suelos A-4 y A-5, respectivamente.

Estos grupos incluyen aquellos suelos gravosos y arenosos (Arena Gruesa), que tengan un contenido de Limo o Índices de Grupo, en exceso a los indicados al Grupo A-1. Así mismo, incluye aquellas arenas Finas con un contenido de Limo no Plástico en exceso al indicado para el Grupo A-3.

✓ **Sub Grupos A-2-6 y A-2-7:** Los materiales de estos sub grupos son semejantes a estos anteriores, pero la fracción que pasa el tamiz N°40 tiene las mismas características de los suelos A-6 y A-7, respectivamente.

**a.3) Grupo A-3:** En este grupo se encuentran incluidas las arenas finas, de playa y aquellas con poca cantidad de Limo que no tengan plasticidad. Este grupo incluye, además las arenas de río que contengan poca Grava y arena Gruesa.

## **B) Suelos Finos Limo Arcillosos**

Contiene más del 35 % del material fino que pasa el Tamiz N.º 200, estos suelos constituyen los grupos **A-4, A-5, A-6, A-7**.

**b.1) Grupo A-4:** Pertenecen a estos grupos los suelos Limosos poco o nada Plásticos, que tiene un 75 % o más del material fino que pasa el Tamiz N.º 200. Además, se incluyen en este grupo las mezclas de Limo con grava y arena hasta en un 64%.

**b.2) Grupo A-5:** Este tipo de suelo es semejante al anterior, pero contienen material Micáceo o diatomáceo. Son elásticos y tienen un Límite Líquido elevado.

**b.3) Grupo A-6:** El material típico de este grupo es la arcilla plástica. Por lo menos el 75 % de estos suelos debe pasar el Tamiz N.º 200, pero se incluye también las mezclas arcillo-arenosas cuyo porcentaje de arena y grava sea inferior al 64%. Estos materiales presentan por lo general grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo.

**b.4) Grupo A-7:** Los suelos de este grupo son semejantes a los suelos A-6, pero son elásticos. Sus límites líquidos son elevados

✓ **Sub Grupo A-7-5:** Incluye aquellos materiales cuyos índices de plasticidad no son muy altos con respecto a sus límites líquidos.

✓ **Sub Grupo A-7-6:** Comprende aquellos suelos cuyos índices de Plasticidad son muy elevados con respecto a sus límites líquidos y además experimentan cambios de volumen extremadamente grandes.

**Tabla 10**  
**Sistema de clasificación AASHTO**

Clasificación general	Suelos granulares 35% máximo que pasa por tamiz de 0.075 mm (N° 200)							Suelos finos más de 35% pasa por el tamiz de 0.075 mm (N° 200)				
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7	
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
Análisis granulométrico % que pasa por el tamiz de:												
2 mm (N° 10)	máx. 50											
0.425 mm (N° 40)	máx. 30	máx. 50	min. 51									
F: 0.075 mm (N° 200)	máx. 15	máx. 25	máx. 10	Máx. 35	máx. 35	máx. 35	máx. 35	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36	min. 36
Características de la fracción que pasa el 0.425 (N° 40)												
Características de la fracción que pasa del tamiz (N° 40)												
LL: Límite de Líquido				máx. 40	min. 41	máx. 40	min. 41	máx. 40	Min. 41	máx. 40	min. 41	min. 41
IP: Índice de Plasticidad	máx. 6	máx. 6	NP	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11	máx. 10	máx. 10	min. 11	min. 11 <sup>(a)</sup>	min. 11 <sup>(b)</sup>
Tipo de material	Piedras, gravas y arenas		Arenas Finas	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Estimación general del suelo como sub rasante	Excelente a bueno						Regular a insuficiente					

(a) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-5: es igual o menor que LL-30.

(b) Índice de Plasticidad del subgrupo A-7-6: es mayor que LL-30.

- Cuando se requiera relacionar los grupos con el Índice de Grupo (IG), estos deben mostrarse entre paréntesis después del símbolo del grupo, ejemplo: A-18:182-6 (3), A-4(5), A-7-5 (17), etc.

IG = (F - 35) [0.2 + 0.005 (LL - 40)] + 0.01 (F - 15) (IP - 10)

Fuente: (MTC/14) pág. 66 del manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos.

### Índice de Grupo

La clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su límite líquido, índice de plasticidad y porcentaje de material fino que pase el tamiz N° 200. Los índices de grupo de **los suelos granulares** están generalmente comprendidos entre **0 y 4**, los correspondientes a **suelos limosos** entre **8 y 12**, los correspondiente a 11 a 20 o más son **suelos arcillosos**.

Cuando se indica un índice de grupo este debe colocarse entre paréntesis. Por ejemplo, A-2-4 (1), quiere decir que se trata de un suelo A-2-4 cuyo índice de grupo es 1. Cuando el IG calculado es negativo, se reporta como cero.

**Un índice cero significa un suelo muy bueno y un índice igual o mayor a 20, un suelo no utilizable para caminos.**

El índice de Grupo se calcula con la Fórmula:

$$I.G. = (F - 35) [0.2 + 0.005 (L.L. - 40)] + 0.01(F - 15) (I.P. - 10)$$

Donde:

F= Fracción suelo que pasa la malla N°200

LL= Límite Líquido

IP = Índice de plasticidad

**Tabla 11**

<b>Índice de Grupo</b>	<b>Suelo de Subrasante</b>
I.G. > 9	Muy Pobre
I.G. está entre 4 a 9	Pobre
I.G. está entre 2 a 4	Regular
I.G. está entre 1 – 2	Bueno
I.G. está entre 0 – 1	Muy Bueno

Fuente: (MTC/14) pág. 34 del manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos.

### **Clasificación de los Suelos Método SUCS**

La clasificación es basada en las propiedades de plasticidad y en la distribución del tamaño de grano, según esta última, el sistema divide el suelo en dos grandes categorías:

**a) Suelos Grueso granulares:** Son aquellos materiales en los cuales el porcentaje retenido en la malla N°.200 es superior al 50%. Dentro de ellos están las fracciones de arena y grava, son suelos donde la distribución del tamaño y la forma de los granos influye notablemente en las propiedades ingenieriles del suelo.

**b) Suelos Finos granulares:** Son los suelos en los cuales en 50% o más pasa la malla No.200. En estos suelos se incluyen las fracciones limo y arcilla, así como las fracciones de carácter orgánico. En los suelos finos son las propiedades de plasticidad las usadas para su clasificación.

### **Simbología**

La simbología utilizada para la clasificación del suelo es la siguiente:

Tamaño de partículas:

- G: Fracción de suelo más grueso o tamaño grava. (Gravas)
- S: Fracción del suelo con tamaño de grano comprendido entre malla No.4 y malla No.200. (Arena).
- M: Fracción fina del suelo que no posee propiedades de plasticidad, o de tener, es muy baja. (Limos).

- C: Fracción fina del suelo que posee propiedades de plasticidad. (Arcillas).

Respecto a la distribución de las partículas en el suelo:

- W: Buena gradación del suelo, o sea que dentro de la masa de suelo hay predominio de un tamaño de grano. P: Mala gradación. Significa que dentro de la masa de suelo hay variedad en el tamaño de grano, aunque haya predominio de uno de ellos.

Respecto a Plasticidad:

- L: Suelos con baja plasticidad, son aquellos donde  $LL < 50$
- H: Suelos con alta plasticidad, aquellos donde  $LL > 50$

### **Suelos Gruesos**

Se dividen en Gravas (G) y Arenas (S), se separan con el Tamiz N° 4 de tal manera que un suelo pertenece al Grupo G si más del 50% del peso de su fracción gruesa queda retenido en el Tamiz N° 4 y pertenece al Grupo S en caso contrario.

**a) Gravas:** Si el porcentaje de finos contenidos en la grava es menor del 5% la grava puede ser bien gradada (**GW**), si cumple que el coeficiente de curvatura (Cc) presente un valor ente 1 y 3; y el Coeficiente de Uniformidad (Cu) sea mayor de 4, si no cumple los coeficientes anteriores la Grava será mal gradada (**GP**).

Si el Porcentaje de Finos contenido en la Grava es mayor del 12 % la Grava puede ser **GC** si los finos son arcilla y **GM** si los finos son Limo.

Si el Porcentaje de Finos está entre 5 y 12 se usa símbolo doble, por ejemplo, GW-GC.

**b) Arenas:** Si el Porcentaje de finos contenido en la arena es menor del 5%, la arena puede ser, bien gradada (**SW**) si se cumple que  $1 < Cc < 3$  y  $Cu > 6$ ; si no se cumple los coeficientes anteriores la arena será mal gradada (**SP**).

Si el porcentaje de finos, contenido en la arena es mayor del 12% la arena puede ser arcillosa (**SC**) si los finos son Arcilla, o limosa (**SM**) si los finos son Limo.

Si el Porcentaje de finos está entre 5 y 12 se usa símbolo doble, por ejemplo, SP-SM.

## Coeficiente de Curvatura y Uniformidad

Estos coeficientes permiten comparar y calificar granulometrías se definen de la siguiente manera:

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \cdot D_{60}}$$

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

$D_{60}$  = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 60% del suelo en peso.

$D_{10}$  = Diámetro o tamaño por debajo del cual queda el 10 % del suelo en peso

## Suelos Finos

La clasificación de los suelos finos se realiza con la carta de plasticidad, la misma que contiene zonas delimitadas por dos líneas básicas: Línea A que separa las arcillas de los Limos y suelos Orgánicos, Línea B que separa los suelos de Alta y Baja Plasticidad. Este sistema considera los suelos finos en tres grupos:

Limos Inorgánicos (M), Arcillas Inorgánicas (C) y Limos y Arcillas orgánicas (O) cada uno de estos suelos se subdivide según su Límite Líquido en dos grupos cuya frontera es el Límite Líquido. Si el Límite Líquido del suelo es menor a 50% se añade al símbolo la letra L lo que significara de Baja Plasticidad, si es mayor a 50% se añade la letra H que significa de alta Plasticidad de tal manera que se tendrá los siguientes tipos de suelos:

**ML:** Limos Inorgánicos de Baja Plasticidad.

**OL:** Limos y Arcillas Orgánicas de Baja Plasticidad.

**CL:** Arcillas Inorgánicas de Baja Plasticidad.

**CH:** Arcillas Inorgánicas de Alta Plasticidad.

**MH:** Limos Orgánicos de Alta Plasticidad.

**OH:** Arcillas y Limos Orgánicos de Alta Plasticidad.

Los suelos altamente orgánicos, como las Turbas, se designa con el símbolo **Pt**.

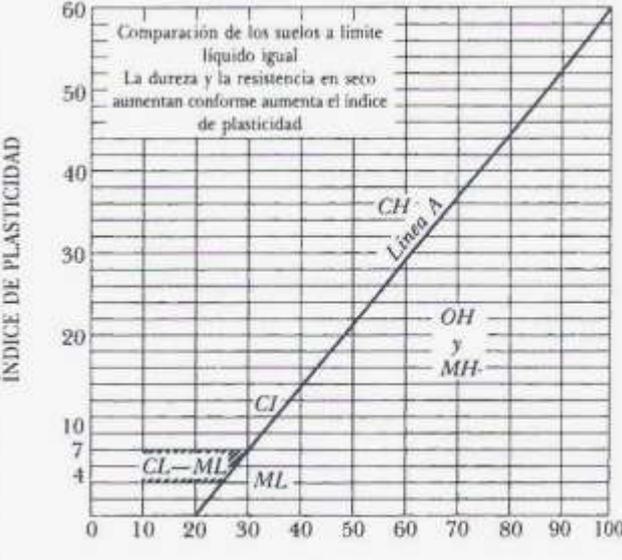
Tabla 12

Sistema unificado de clasificación de suelos

Divisiones principales		Simbolos de grupo	Nombre característico	Procedimientos de identificación de campo. (Se excluyen las partículas mayores de 3 pulgadas y las fracciones tienen como referencia los pesos estimados)				
1	2	3	4	5				
<p>Suelos de grano grueso.</p> <p>Más de la mitad del material es de mayor tamaño que el de una malla No. 200.</p> <p>(Para clasificación visual, puede utilizarse un tamaño de <math>\frac{1}{4}</math> de pulgada como equivalente a las divisiones de la malla No. 4).</p>	<p><b>Gravas</b></p> <p>Más de la mitad de la fracción gruesa es más gruesa que el tamaño de la malla del No. 4 (para clasificación visual, puede utilizarse un tamaño de <math>\frac{1}{4}</math> de pulgada como equivalente a las divisiones de la malla No. 4).</p>	Gravas limpias (con pocos finos o sin ellos)	GW	Gravas bien graduadas, mezclas arena-grava, pocos finos o sin ellos	Amplio rango en tamaños de granos y cantidades substanciales de todos los tamaños intermedios de partículas			
			GP	Gravas mal graduadas, mezclas arena-grava, pocos finos o sin ellos	Predominantemente un tamaño o una gama de tamaños con algunos tamaños intermedios faltantes			
		Gravas con finos (cantidad apreciable de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas de grava-arena-limo	Finos no plásticos o finos con poca plasticidad (para procedimientos de clasificación véase ML abajo)			
			GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava-arena-limo	Finos plásticos (para procedimientos de clasificación véase CL abajo)			
		Arenas limpias (con pocos finos o sin ellos)	SW	Arenas bien graduadas, arena con grava, pocos finos o sin ellos	Amplia gama en tamaños de granos y cantidades substanciales de todos los tamaños intermedios de partículas			
			SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin ellos	Predominantemente un tamaño o una gama de tamaños con algunos tamaños intermedios faltantes			
		Arenas con finos (cantidad apreciable de finos)	SM	Arenas limosas, mezclas de arena-limo	Finos no plásticos o finos con poca plasticidad (para procedimientos de clasificación véase ML abajo)			
			SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena-arcilla.	Finos plásticos (para procedimientos de clasificación véase CL abajo)			
		<p>Suelos de grano fino.</p> <p>Más de la mitad del material es de menor tamaño que el de una malla No. 200.</p> <p>El tamaño de la malla del No. 200 es más o menos el de la</p>	<p><b>Limos y arcillas</b></p> <p>Límite líquido mayor de 50</p>		Procedimientos de identificación para las fracciones que pasan la malla de No. 40			
							Resistencia seca (características a la trituración)	Abundamiento (reacción a la agitación)
ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas arcillosas o limosas con poca plasticidad				Ninguna a ligera	Rápida a lenta	Ninguna	
CL	Arcillas inorgánicas de baja a mediana plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas magras				Mediana a alta	Ninguna a muy lenta	Mediana	
<p><b>Limos y arcillas</b></p> <p>Límite líquido mayor de 50</p>				OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad	Ligera a mediana	Lenta	Ligera
				MH	Limos inorgánicos, suelos limosos o arenosos finos de diatomeas o compuestos de micas	Ligera a mediana	Lenta a ninguna	Ligera a mediana
				CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grasas	Alta a muy alta	Ninguna	Alta
Suelos altamente orgánicos				OH	Arcillas orgánicas de plasticidad mediana a alta, limos orgánicos	Mediana a alta	Ninguna a muy lenta	Ligera a mediana
				Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos	Fácilmente identificables por el color, olor; son esponjosos al tacto y, con frecuencia, tienen textura fibrosa		

*Clasificación en los límites:* Los suelos que poseen características de dos grupos se designan por la combinación de los símbolos del grupo. Adoptado por el Corps of Engineers y el Bureau of Reclamation. Enero, 1952.

Fuente: (Alfonso Fonseca 2002)

Información necesaria para la descripción de suelos	Criterios de clasificación de laboratorio						
6	7						
<p>Para suelos inalterados se agrega información sobre la estratificación, grado de compactación, cementación, condiciones de humedad y características de drenaje</p> <p>Dar el nombre típico; indicar los porcentajes aproximados de arena y grava, tamaño máximo; angularidad, condiciones de la superficie y dureza de los granos gruesos; nombre local o geológico y otra información descriptiva que sea pertinente; símbolo entre paréntesis</p> <p>Ejemplo:  <i>Arena limosa, con grava; más o menos 20 por ciento dura, partículas de grava angulares de 1/4 pulgada de tamaño máximo; granos de arena redondeados y subangulares de gruesos a finos; más o menos 15 por ciento de finos no plásticos con poca resistencia secos; bien compactada y húmeda en el lugar; arena aluvial; (SM)</i></p>	<p>Determinar los porcentajes de grava y arena a partir de la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción más pequeña que la medida de la malla No. 200) los suelos de granos gruesos se clasifican como sigue:</p> <p>GM, GP, SW, SP, GM, GC, SM, SC, <i>Los límites que requieren el empleo de símbolos dobles</i></p> <p><math>C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}</math> mayor que 4  <math>C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}</math> entre 1 y 3</p> <p>No se cumplen todos los requerimientos de graduación para GM</p> <table border="1" data-bbox="949 555 1380 750"> <tr> <td>Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4</td> <td rowspan="2">Arriba de la línea A con IP entre 4 y 7 son <i>casos frontera</i> que requieren usar un símbolo doble</td> </tr> <tr> <td>Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7</td> </tr> </table> <p>Menos del 5 por ciento  Más del 12 por ciento  Del 5 por ciento al 12 por ciento</p> <p><math>C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}</math> mayor de 6  <math>D_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}</math> entre 1 y 3</p> <p>No se cumplen todos los requerimientos de la graduación para SW</p> <table border="1" data-bbox="949 981 1380 1198"> <tr> <td>Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4</td> <td rowspan="2">Los límites trazados en la zona sombreada con IP entre 4 y 7 son <i>casos frontera</i> que requieren usar un símbolo doble</td> </tr> <tr> <td>Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7</td> </tr> </table>	Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4	Arriba de la línea A con IP entre 4 y 7 son <i>casos frontera</i> que requieren usar un símbolo doble	Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7	Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4	Los límites trazados en la zona sombreada con IP entre 4 y 7 son <i>casos frontera</i> que requieren usar un símbolo doble	Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7
Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4	Arriba de la línea A con IP entre 4 y 7 son <i>casos frontera</i> que requieren usar un símbolo doble						
Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7							
Límites Atterberg abajo de la línea A o IP menor de 4	Los límites trazados en la zona sombreada con IP entre 4 y 7 son <i>casos frontera</i> que requieren usar un símbolo doble						
Límites Atterberg arriba de la línea A con IP mayor de 7							
<p>Dar nombre típico, indicar el grado y carácter de plasticidad, cantidad y tamaño máximo de los granos gruesos, color en condiciones húmedas, olor si tiene, nombre local o geológico y otra información descriptiva que sea pertinente; símbolo entre paréntesis</p> <p>Para suelos inalterados, se añade información sobre la estructura, estratificación, consistencia en estados inalterados y al recomodarlos, condiciones de humedad y drenaje</p> <p>Ejemplo:  <i>Limo arcilloso, café, ligeramente plástico; pequeño porcentaje de arena fina, numerosos agujeros veticales de raíces, firme y seco en el sitio, loess, (ML)</i></p>	<p>Usar la curva granulométrica en la identificación de las fracciones conforme se dan bajo la identificación de campo</p>  <p>Comparación de los suelos a límite líquido igual  La dureza y la resistencia en seco aumentan conforme aumenta el índice de plasticidad</p> <p>INDICE DE PLASTICIDAD</p> <p>CH  Línea A  OH  y  MH</p> <p>CI  ML  CL-ML</p> <p>GRÁFICA DE PLASTICIDAD CON EL LÍMITE LÍQUIDO  Clasificación por laboratorio de suelos de grano fino</p>						
<p>Por ejemplo, GW-GC, mezcla de grava-arena bien graduada con arcilla como aglutinante. 2) Todos los tamaños de las mallas en este diagrama son estándar en Estados Unidos.</p>							

Fuente: (Alfonso Fonseca 2002)

**Tabla 13**

**INDICE DE PLASTICIDAD**

IP	Descripción
0-3	No plástico
3 -15	Ligeramente Plástico
15 -30	Baja Permeabilidad
>30	Alta plasticidad

Fuente: (Sower, 1979).

A continuación, se presenta una correlación de los dos sistemas de clasificación más difundido, AASHTO y ASTM:

**Tabla 14**

**Correlación de los sistemas AASHTO Y ASTM**

Clasificación de Suelos AASHTO	Clasificación de Suelos ASTM
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A – 2	GM, GC, SM, SC
A – 3	SP
A – 4	CL, ML
A – 5	ML, MH, CH
A – 6	CL, CH
A – 7	OH, MH, CH

Fuente: US Army Corps of Engineers

**Permeabilidad el suelo.**

El ensayo de permeabilidad da como resultado el coeficiente de permeabilidad (K), en entendiéndose como permeabilidad a la propiedad del suelo para permitir el paso de flujo de agua por sus vacíos por efecto de una carga hidrostática.

Un suelo que puede ser permeable o impermeable refiriéndose impermeable generalmente a suelos muy finos como arcilla o limos.

Según Darcy el grado de permeabilidad está dado por:

$V = K * i$ , donde:

V: velocidad de escurrimiento de un fluido

K: coeficiente de permeabilidad

i: gradiente hidráulico

En laboratorio existen métodos para determinar la permeabilidad tanto para suelos granulares (arenas) y para suelos finos (arcilla, limo), ensayos conocidos como nivel de agua constante y nivel de agua variable respectivamente.

[http://icc.ucv.cl/geotecnia/03\\_docencia/02\\_laboratorio/manual\\_laboratorio/permeabilidad.pdf](http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/02_laboratorio/manual_laboratorio/permeabilidad.pdf).

Existen métodos in situ para determinar la permeabilidad (K) de un suelo.

El método para el presente estudio de tesis por tratarse de un suelo fino, se aplicará el método de Lefranc, con nivel de agua variable el cual está basado en la norma ASTM D4631-95

$$K = \frac{(d)^2 \cdot \ln\left(\frac{2h}{d}\right)}{8 \cdot h \cdot t} \cdot \ln \frac{H_i}{H_f}$$

Donde:

K: coeficiente de permeabilidad

H<sub>i</sub>, H<sub>f</sub>: altura inicial y final del ensayo

t: tiempo transcurrido entre la lectura de H<sub>i</sub> y H<sub>f</sub>.

h: longitud de la zona filtrante.

d: diámetro de la entubación.

### **Requisitos de los materiales para pavimentación**

Los requisitos que se deberán cumplir los materiales con fines de diseño de pavimentación están descritos en las tablas 15,16 y17.

**Tabla 15**

**Requerimientos granulométricos para subbase granular**

Tamiz	Porcentaje que Pasa en Peso			
	Gradación A *	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100	---	---
25 mm (1")	---	75 – 95	100	100
9,5 mm (3/8")	30 – 65	40 – 75	50 – 85	60 – 100
4,75 mm (Nº 4)	25 – 55	30 – 60	35 – 65	50 – 85
2,0 mm (Nº 10)	15 – 40	20 – 45	25 – 50	40 – 70
4,25 µm (Nº 40)	8 – 20	15 – 30	15 – 30	25 – 45
75 µm (Nº 200)	2 – 8	5 – 15	5 – 15	8 – 15

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.16

**Tabla 16**

**Requerimientos de calidad para subbase granular**

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Abrasión Los Angeles	NTP 400.019:2002	50 % máximo	
CBR de laboratorio	NTP 339.145:1999	30-40 % mínimo*	
Limite Líquido	NTP 339.129:1999	25% máximo	
Índice de Plasticidad	NTP 339.129:1999	6% máximo	4% máximo
Equivalente de Arena	NTP 339.146:2000	25% mínimo	35% mínimo
Sales Solubles Totales	NTP 339.152:2002	1% máximo	

\* 30% para pavimentos rígidos y de adoquines. 40% para pavimentos flexibles.

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.17

**Tabla 17**

**Valor relativo de soporte, CBR NPT 339.145:1999**

Vías Locales y Colectoras	Mínimo 80%
Vías Arteriales y Expresas	Mínimo 100%

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.12

**Tabla 18****Requerimiento del agregado grueso de base granular**

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		Altitud	
		< 3000 msnmm	≥ 3000 msnmm
Partículas con una cara fracturada	MTC E210-2000	80% mínimo	
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E210-2000	40% mínimo	50% mínimo
Abrasión Los Ángeles	NTP 400.019:2002	40% máximo	
Sales Solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Pérdida con Sulfato de Sodio	NTP 400.016:1999	---	12% máximo
Pérdida con Sulfato de Magnesio	NTP 400.016:1999	---	18% máximo

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.18

**Tabla 19****Requerimiento del agregado fino de base granular.**

Ensayo	Norma	Requerimientos	
		< 3000 msnmm	> 3000 msnmm
Índice Plástico	NTP 339.129:1999	4% máximo	2% máximo
Equivalente de arena	NTP 339.146:2000	35% mínimo	45% mínimo
Sales solubles	NTP 339.152:2002	0,5% máximo	
Índice de durabilidad	MTC E214-2000	35% mínimo	

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.18.

Según el C.E. 010 Pavimentos urbanos, en lo que respecta a los pavimentos Inter trabados (adoquines) de concreto hidráulico, estos materiales deberán cumplir con los requisitos indicados en las tablas 21 al 24

**TABLA 20****Granulometría de la arena de cama ASTM C33**

MALLA	% PASA
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm(N°4)	95-100
2,36mm(N°08)	85-100
1,18mm(N°16)	50-85
600um(N°30)	25-60
300um(N°50)	10-30.
150um(N°100)	02-10.
75um(N°200)	00-01.

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.22

**Tabla 21****Granulometría de la arena sello ASTM C144**

MALLA	% PASA
4,75 mm(N°4)	100
2,36mm(N°08)	95-100
1,18mm(N°16)	70-100
600um(N°30)	40-75
300um(N°50)	20-40
150um(N°100)	10-25.
75um(N°200)	00-10.

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.22.

**Tabla 22****Adoquines requisitos NPT 399.611:2003**

TIPO	USO
I	Adoquines para pavimentos de uso peatonal
II	Adoquines para pavimentos de tránsito vehicular ligero
III	Adoquines para tránsito vehicular pesado, patios industriales y de contenedores

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.22.

**Tabla 23**

**Adoquines requisitos NPT 399.611:2003**

<b>9</b>	<b>ESPESOR (mm)</b>	<b>PROMEDIO (Mpa)</b>	<b>MÍNIMO *(Mpa)</b>
I	40	31	28
	60	31	28
II	60	41	28
	80	37	37
III	100	35	32
	≥80	55	60

Fuente: R.N.E Norma C.E.010 Pavimentos urbanos pag.23.

De la misma manera se deberá extraer muestras de agregado fino y grueso para realizar un diseño de mezcla para cada resistencia de concreto deseado.

El diseño de mezclas es necesario conocer los materiales utilizados para la elaboración de las probetas de concreto y los parámetros hallados en la dosificación de mezclas. Todos estos parámetros están normados por el ASTM así como por las NTP (Normas Técnicas Peruanas).

### **CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS Y GEOMÉTRICAS DEL DRENAJE SUPERFICIAL.**

#### **Determinación del caudal**

La estimación de los caudales máximos de diseño fue desarrollada utilizando el Método Racional aplicable para cuencas pequeñas (< 13 Km<sup>2</sup>), ampliamente usado en diseños de drenaje de carreteras como en zonas urbanas, este método considera el caudal máximo en un determinado punto, el cual se alcanza cuando el área tributaria está aportando la escorrentía durante un periodo de precipitación máxima. (RNE-MVCS, 2006), Norma OS.060

Para estimar caudales máximos a través de este método, se considera que la lluvia máxima cae con una intensidad uniforme en toda la cuenca y que el valor del coeficiente de escorrentía representa toda el área de la cuenca. (Botero Hernandez, 2016)

El método racional permitirá estimar la descarga de diseño para las canaletas cuya función será evacuar las descargas provenientes de precipitaciones pluviales que caen sobre el pavimento.

(RNE-MVCS, 2006), La descarga máxima de diseño, según esta metodología, se obtiene a partir de la siguiente expresión:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

**Dónde:**

- Q : Descarga máxima de diseño (m<sup>3</sup>/s)
- C : Coeficiente de escorrentía
- I : Intensidad de precipitación máxima horaria (mm/h)
- A : Área de la cuenca (Km<sup>2</sup>)

### Coeficiente de escorrentía

A continuación, en la **tabla 24 y 25**, se presenta los coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas para 2 y 500 años de periodo de retorno.

**Tabla 24**

**Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas para 2 y 500 años de período de retorno.**

<i>Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional</i>							
CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							

<b>Área de Cultivos</b>							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente: (RNE-MVCS, 2006) Norma OS.060 drenaje pluvial urbano.

**Tabla 25**

**Coeficientes de escorrentía en áreas no desarrolladas en función al tipo de suelo.**

Topografía y Vegetación	Tipo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo arcilloso	Arcilla Pesada
<b>Bosques</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
<b>Pradera</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos de Cultivo</b>			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

Nota:

Plano	( 0 - 5% )	Pendiente
Ondulado	( 5 - 10% )	Pendiente
Pronunciado	>10%	Pendiente

Fuente: (RNE-MVCS, 2006) Norma OS.060, drenaje pluvial urbano.

## Diseño hidráulico del drenaje superficial

En presente estudio se tratará acerca del diseño integral de las cunetas, con la finalidad de recibir, transportar y evacuar el agua proveniente de la precipitación pluvial directa de la calzada y acera.

Asimismo, comprende determinar las características hidráulicas del flujo, es decir velocidad media, área hidráulica, línea de energía, tirante de agua, tipo de flujo, etc., y el dimensionamiento de tal manera que cumpla hidráulicamente con drenar el flujo esperado producto de las precipitaciones.

### Pendiente (So%)

(RNE-MVCS, 2006), Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano, menciona en la sección hidráulica e hidrología que las pendientes del drenaje a considerar son:

Pendiente Longitudinal ( $S_l$ ) > 0,5%.

Pendiente Transversal ( $S_t$ ) de 2% a 4%.

### Velocidad (m/s)

(RNE-MVCS, 2006), Norma OS.060 Drenaje pluvial urbano, la velocidad mínima no debe ser inferior a 0.9m/s, no se debe reducir valor inferior de tal manera de evitar la sedimentación de partículas que acarrea las precipitaciones, así mismo las velocidades máximas varían de acuerdo a la calidad del concreto del sistema de drenaje, esta varía entre 2 y 5 m/s.

### Coefficiente de Rugosidad (n)

La presente **tabla 26**, muestra los valores del coeficiente de rugosidad de manning para diferentes acabados de cunetas, calles y bermas.

**Tabla 26**

Cunetas de las Calles	Coefficiente de Rugosidad
	<i>N</i>
a. Cuneta de Concreto con acabado paletado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con llano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,016
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores arriba indicados de n, en:	0,002

Fuente: (RNE-MVCS, 2006) Norma OS 060 drenaje pluvial urbano.

## **DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CALLE**

### **Normas técnicas para el diseño geométrico**

El Diseño Geométrico, se ha efectuado de acuerdo a las normas vigentes: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI, difundido por el Instituto de la Construcción y Gerencia (ICG), Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos del Reglamento Nacional de Edificaciones – R.N.E, aprobado por D.S. N° 011-2006-VIVIENDA y sus modificaciones, el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2018, aprobado con resolución directoral N° 03-2018-MTC/14.

### **Parámetros de diseño Geométrico de la vía**

El diseño geométrico de las calles en infraestructuras urbanas deberá considerarse las edificaciones existentes y la topografía actual del terreno, en lo que corresponde a la arquitectura del proyecto se ha considerado dos secciones de vía debido a las edificaciones existentes que a menudo no permite mantener la misma sección a lo largo del proyecto.

En lo que respecta al perfil longitudinal, la rasante del pavimento deberá mantener la homogeneidad del relieve natural del terreno teniendo presente las cotas de las veredas y los pisos de las viviendas de tal manera de buscar la rasante promedio que garantice que las viviendas no queden en cotas muy inferiores a la vereda y viceversa.

(DANE, 2014), el diseño geométrico de vías urbanas es un complejo campo de acción para los actuales profesionales, puesto que demanda tener en cuenta no sólo los factores propios matemáticos del diseño, sino también el impacto social y ambiental que el diseño pueda generar mediante la alteración del espacio público. El objeto del diseño de un proyecto de infraestructura vial y urbana es mejorar el entorno y las condiciones de transitabilidad vehicular. El uso de herramientas que existen hoy en la actualidad y que son de mucha son los programas informáticos que representa una gran ventaja, sin embargo es necesario que el diseñador cuente con una recopilación de datos necesaria para desarrollar un diseño integral y viable permitiéndole al diseñador tomar cada caso de forma específica.

### a. Clasificación de las vías urbanas

(DANE, 2014), (ICG, 2005), mencionan que la clasificación de vías considera cuatro categorías principales: **Vías expresas, arteriales, colectoras y locales**. Así mismo existe una categoría adicional denominada “**vías especiales**” aquellas que, por sus particularidades, no pueden asimilarse a las categorías principales.

La clasificación de una vía, por el desempeño y funcionalidad que se espera, implica parámetros relevantes para el diseño como son:

- Velocidad de diseño.
- Características básicas del flujo que transitará por ellas.
- Control de accesos y relaciones con otras vías.
- Número de carriles.
- Servicio a la propiedad adyacente.
- Compatibilidad con el transporte público.

**Las vías especiales:** son tipos de vías cuyas características no se ajustan a la clasificación en la tabla 27. se puede mencionar los siguientes tipos:

- Vías peatonales de acceso a frentes de lote
- Pasajes peatonales
- Malecones
- Paseos
- Vías que forman parte de parques, plazas o plazuelas
- Ciclo vías.

(<http://ingenierodetransportes.blogspot.com/2016/08>, 2016)

En la **Tabla 27** se presenta resumidamente las categorías principales y los parámetros de diseño antes mencionados.

Tabla 27

Parámetros de Diseño Vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
<b>Velocidad de Diseño</b>	Entre 80 y 100 Km/hora Se registró por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se registró por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se registró por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se registró por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
<b>Características del flujo</b>	Flujo inintermitido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías.	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es interrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es restringido. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
<b>Control de Accesos y Relación con otras vías</b>	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares.	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarse carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solo semaforizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existan volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable.	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
<b>Número de carriles</b>	Bidireccionales: 3 o más carriles/vereda	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/vereda	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/vereda	Unidireccionales: 2 carriles Bidireccionales: 1 carril/vereda
<b>Servicio a propiedades adyacentes</b>	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
<b>Servicio de Transporte público</b>	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
<b>Estacionamiento, carga y descarga de mercaderías</b>	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se registró por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se registró por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se registró por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.

Fuente: Instituto de la Construcción y Gerencia. Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – VCHI

Parámetros básicos para el diseño

Velocidad de directriz

(ICG, 2005) Para las vías expresas bastan generalmente velocidades específicas de 80 km/hora, y para arterias principales, 60 km/hora. Para vías colectoras son admisibles velocidades específicas hasta de 40 km/hora y para las locales de 30 a 40 km/hora.

## Ancho de vía

Según (ICG, 2005), El ancho recomendable para los carriles de una vía dependerá principalmente de la clasificación de la misma y de la velocidad de diseño adoptada, sin embargo, no siempre será posible que los diseños se efectúen según las condiciones ideales. El proyectista podrá justificar el empleo de valores excepcionales atendiendo aspectos sociales, económicos, físicos, geográficos e inclusive institucionales. Dependiendo de la velocidad de diseño y de la clasificación vial, el ancho de los carriles, en tramos rectos, puede asumir los valores indicados en la **Tabla 28**.

**Tabla 28**  
**Ancho de carriles urbanos recomendables**

Clasificación de vías		Velocidad (KM/Hr)	Ancho recomendable (m)	Ancho mínimo de carril en pista normal (m) (2,3)	Ancho mínimo de carril único del típico solo Bus(m)	Ancho de dos carriles juntos (m) (5).
	Local	30 a 40	3.00	2.75	3.50 (4)	6.50
	Colectora	40 a 50	3.30	3.00	3.50 (4)	6.50
Arterial		50 a 60	3.30	3.25	3.50	6.75
	60 a 70	3.50	3.25	3.75	6.75	
	70 a 80	3.50	3.50	3.75	7.00	
Expresas		80 a 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 a 100	3.60	3.50	no aplicable	no aplicable

Fuente: (ICG, 2005), Manual De Diseño Geométrico De Vías Urbanas- 2005-Vchi.

1. Los anchos indicados son válidos solo en tramos rectos. Para zonas de curva ver la Sección relativa al diseño de curvas horizontales del presente manual.
2. El uso de los anchos mínimos exige trazados con clotoides para velocidades iguales o Mayores a 50 km/hora.
3. Si el porcentaje de vehículos pesados excede el 10% entonces el mínimo para  $V < 70$  Km/hora es 3.25m y para  $V \geq 70$  Km/hora es 3.50 m.
4. Si el carril es único, como por ejemplo para el caso de accesos o salidas, entonces deberá adicionarse dos (2) metros al ancho mínimo.
5. Si dos carriles juntos han de ser de distinto sentido – no recomendable- el mínimo ancho para las dos vías será el doble del mínimo ancho para los carriles solo Bus.

## Bombeo

El drenaje de un pavimento depende principalmente de la pendiente transversal o bombeo, con la finalidad de evacuar el flujo de agua producto de las precipitaciones pluviales hacia el drenaje proyectado, lo cual evitará almacenamiento de las aguas en la calzada que impidan el tránsito normal, deterioro del pavimento y que generen proliferación de insectos afectando la salud de la población, se recomienda usar valores indicados en la **Tabla 29**.

**Tabla 29: Valores del bombeo de la calzada**

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de carreteras: dg-2018.

## Pendiente de vía

Según (MTC, 2018), la pendiente longitudinal mínima debe ser 0.50% a fin de asegurar en todo punto de la calzada su respectivo drenaje de agua superficiales, así mismo menciona que si el bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, la pendiente mínima puede ser excepcionalmente 0.2%, y si el bombeo de 2.5% en ese caso excepcionalmente la pendiente podrá ser igual a cero.

Así mismo (MTC, 2018), la pendiente máxima según la tabla **303.1** de la página 171 de este manual es de 10%, con una velocidad directriz de 30km/h. pero para el proyecto de adecuará de acuerdo a la topografía existente.

## Sección transversal de vía.

(MTC, 2018), el diseño geométrico de la sección transversal consiste en definir los elementos de una carretera o vía, mediante un corte vertical perpendicular al alineamiento horizontal.

Los elementos de una sección transversal son: carriles, superficie de rodadura, bermas, aceras, cunetas y elementos complementarios.

## **DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO.**

(MTC, 2014) Manual de carreteras suelo, geología, geotecnia y pavimentos, sección suelos y pavimentos, define al pavimento como una estructura conformada por varias capas sobre la subrasante, para resistir y distribuir las cargas transmitidas por el flujo vehicular que permitan seguridad y comodidad al transporte, por lo general estas capas que lo conforman son: sub base, base y capa de rodadura.

**Capa de rodadura:** Es la capa superior de la estructura del pavimento, puede ser de tipo bituminoso (flexible), de concreto (rígido) y/o articulado (adoquines), su función es sostener directamente los esfuerzos producidos por el tránsito.

**Base:** Capa inferior de la capa de rodadura conformada con material granular drenante  $CBR \geq 80\%$ , su función es sostener, distribuir y transmitir las cargas a la subbase, la base puede ser tratada con Cal, asfalto o cemento.

**Sub base:** es la capa que soporta la base y capa de rodadura, se usa como capa de drenaje y para controlar los esfuerzos de capilaridad del agua, esta capa debe tener un  $CBR \geq 40\%$ , dependiendo del tipo de diseño y dimensionamiento esta capa puede obviarse.

### **Pavimento rígido o de concreto**

(MTC, 2014), el pavimento rígido es una estructura compuesta por dos capas, una capa subbase, esta puede ser de material granular (afirmado) o puede ser estabilizada con cal, cemento o asfalto y una capa denominada losa de concreto hidráulico conformado de cemento (aglomerante) y agregados y de ser el caso aditivo ya sea retardantes o acelerantes.

Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías definidas:

- Pavimento de concreto simple con juntas.
- Pavimento de concreto con juntas y refuerzo de acero en forma de fibras o mallas.
- Pavimento de concreto con refuerzo continuo.

## **a. Pavimentos de concreto simple**

**a.1) Sin pasadores:** son losas de concreto que no presentan refuerzo de acero ni elementos para transferencia de cargas, ésta se logra a través de la trabazón (interlock) de los agregados entre las caras agrietadas debajo de las juntas aserradas o formadas. Para que la transferencia de carga entre losas sea efectiva, es necesario que en el diseño se contemple espaciamientos cortos entre juntas. Están constituidos por losas de dimensiones relativamente pequeñas, en general menores de 6 m de largo y 3.5 m de ancho (AASHTO, 1993)

**a.2) Con pasadores:** Los pasadores (dowels) son pequeñas barras de acero liso, que se colocan en la sección transversal del pavimento, en las juntas de contracción. Su función estructural es transmitir las cargas de una losa a la losa contigua, mejorando así las condiciones de deformación en las juntas. De esta manera, se evitan los desplazamientos verticales diferenciales (AASHTO, 1993)

## **b. Pavimentos de concreto reforzado con juntas**

Los pavimentos reforzados con juntas cuentan además del refuerzo, pasadores para la transferencia de carga en las juntas de contracción. Este refuerzo puede ser en forma de mallas de barras de acero o acero electro soldado. El objetivo de la armadura es mantener las grietas que pueden llegar a formarse bien unidas, con el fin de permitir una buena transferencia de cargas y de esta manera conseguir que el pavimento se comporte como una unidad estructural (AASHTO, 1993)

## **c. Pavimentos de concreto con refuerzo continuo**

Si bien el acero en este pavimento no aumenta la capacidad portante de la estructura si permite aumentar el espaciamiento entre losas aproximadamente entre 9.00m y 30.00m, la finalidad del acero es sostener firmemente juntas las grietas transversales que se desarrollan en la losa.

La cantidad de acero de la losa depende de la longitud del espaciamiento entre juntas a mayor espaciamiento mayor acero y viceversa. (AASHTO, 1993)

## Normas técnicas para el diseño del pavimento rígido.

Las normas técnicas de diseño aplicadas para el presente estudio son:

- Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma Técnica C.E. 010 Pavimentos Urbanos-2010, del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento - vigente.
- Manual de carreteras, geología, geotecnia, suelos y pavimentos -2014, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones-vigente.

## Metodología de diseño de pavimento rígido.

Según (MVCS NT.CE.010, 2010) existen varios métodos para diseñar pavimentos, pero los más empleados en el Perú son el método del Instituto del Asfalto AASTHO 93 y de la PCA

## Método AASTHO 93 para espesor en pavimentos rígidos

La presente metodología está basada en el Manual "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures" (1993) del cual se extrajeron tablas, nomogramas los que se harán referencia en esta tesis.

(MTC, 2014), manual de carreteras, geología, geotecnia, suelos y pavimentos, se estima que para pavimentos nuevos el nivel de servicio es alto, sin embargo, a medida que avanza el tiempo y con las repeticiones de carga del tránsito el nivel de servicio baja, el método impone un nivel de servicialidad final que debe mantenerse durante la vida útil del proyecto.

Esta metodología mediante un proceso interactivo asume espesores de la losa de concreto hasta llegar al equilibrio la ecuación AASTHO 1993, este espesor calculado debe soportar el número de repeticiones sin sufrir deterioro, de la misma manera no deberá tener un nivel de servicialidad inferior al estimado.

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_o + 7.35 \log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5}\right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_f) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 k_f \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Dónde:

D = Espesor de la losa del pavimento en (in)

W18 = Tráfico (Número de ESAL's)

Zr = Desviación Estándar Normal

So = Error Estándar Combinado de la predicción del Tráfico

$\Delta$ PSI = Diferencia de Servicialidad (Po-Pt)

Po = Servicialidad Inicial

Pt = Servicialidad Final

S'r = Módulo de Rotura del concreto en (Mpa).

Cd = Coeficiente de Drenaje

J = Coeficiente de Transferencia de Carga

Ec = Módulo de Elasticidad de concreto

K = Módulo de Reacción de la Sub Rasante en (Psi/pulg).

**Fuente:** Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993.

Los parámetros que intervienen en el diseño de pavimento rígido según esta metodología es la siguiente:

▪ **Periodo de diseño**

El periodo de diseño para un pavimento rígido según el manual a cuál se hace referencia es de 20 años. **Tabla 30.**

**Tabla 30**

**Periodo de análisis**

PERIODO DE ANÁLISIS	
CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERÍODO DE ANÁLISIS (años)
Urbana de alto volumen de tráfico	30 – 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 – 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	<b>15 – 25</b>
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10. – 20

**Fuente:** Guía AASHTO "Diseño de estructuras de pavimentos, 1993.

▪ **El tránsito ESAL's**

Esta metodología AASTHO 93, tiene la particularidad de simplificar la carga del tránsito insertando el concepto de ejes equivalentes o ejes sencillos (ESAL's), la cual convierte cualquier eje de carga de cualquier tipo de vehículo en ejes simples equivalentes de 8.20tn de carga, el procedimiento de cálculo a ejes equivalentes.

- **Servicialidad**

Es un parámetro que usa el método AASTHO 93 para medir la capacidad de servir el tránsito que circula, se magnifica con valores de 0 a 5, donde 0 es una indicación de que el pavimento es intransitable, mientras que 5 indica que el pavimento esta excelente.

El método necesita valores de servicialidad inicial ( $p_i$ ) y valores de servicialidad final ( $p_t$ ), en la ecuación se ingresa la diferencia de ambos ( $p_i - p_t$ ).

Como el índice de servicialidad final de un pavimento es el valor más bajo de deterioro a que puede llegar el mismo, se sugiere que para carreteras de primer orden (de mayor tránsito) este valor sea de 2.5 y para vías menos importantes sea de 2.0; para el valor del índice de servicialidad inicial la AASTHO llegó a un valor de 4.5 para pavimentos de concreto y 4.2 para pavimentos de asfalto.

- **La confiabilidad (R) y la desviación estándar (So)**

Se denomina confiabilidad (R%) a la probabilidad de que un pavimento desarrolle su función durante su vida útil en condiciones adecuadas para su operación, también se puede entender a la confiabilidad como un factor de seguridad, de ahí que su uso se debe al mejor criterio.

La desviación estándar recomendado por la AASTHO está en el rango de  $0.30 < S_o < 0.40$ , este documento de consulta recomienda 0.35.

- **Suelo y efecto de las capas de apoyo (Kc)**

El parámetro que determina el tipo de subrasante es el módulo de reacción de la sub rasante (K), así también se incluye un mejoramiento en la capacidad de soporte de la subrasante incluyendo capas granulares donde se apoyará losa de concreto, esta mejora incidirá en disminuir el espesor de la losa calculado, la mejora de las capas intermedias de la estructura de pavimento se introduce en el módulo de reacción combinado  $K_c$ .

En el presente manual de consulta considera correlaciones que permite calcular el valor de K de manera directa en función al CBR y la clasificación de suelos. **(Figura N° 06)**. Para sub rasantes con CBR mayores o iguales 6% son aptos para el diseño de pavimentos, en caso de CBR menores a 6%, se deberá realizar mejoramiento de la subrasante teniendo en cuenta el análisis técnico económica, existen diversas

alternativas de solución como estabilización del suelo mediante geo sintéticos, estabilización química elevar la rasante de la vía, desviar el trazo.

El **Tabla 31.** se aprecia los valores de CBR recomendados para sub bases granulares en pavimentos rígidos.

**Tabla 31**

**CBR mínimos recomendados para base granular de pavimento rígido según intensidad de tráfico expresado en EE.**

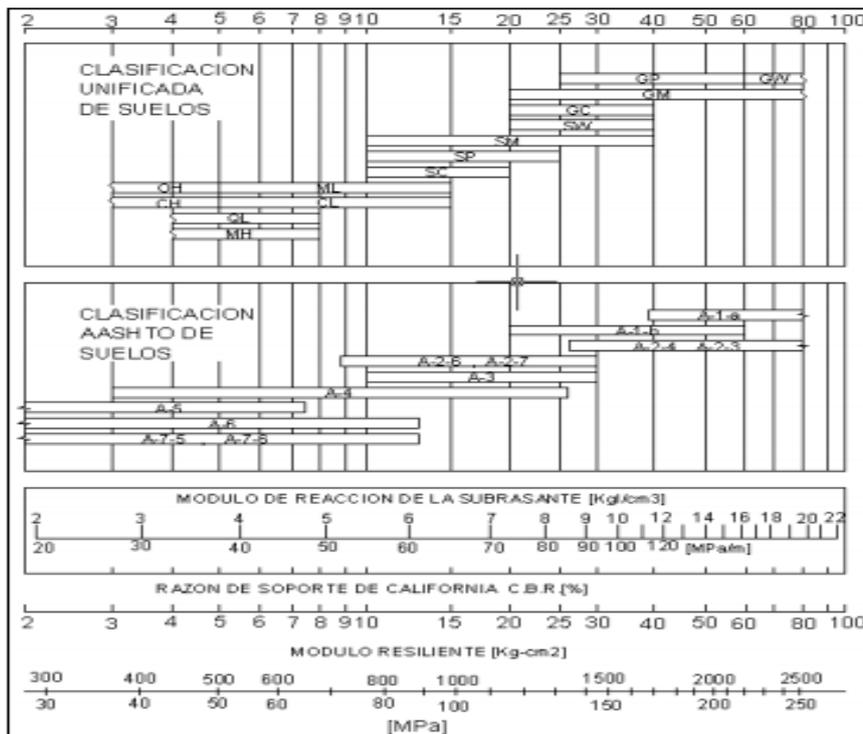
CBR MÍNIMOS RECOMENDADOS PARA SUB BASE GRANULAR DE PAVIMENTOS RÍGIDOS		
Para tráfico $\leq 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 40 %
Para tráfico $> 15 \times 10^6$ EE	MTC E 132	CBR mínimo 60 %

Referidas al 100% de máxima densidad seca y una penetración de carga .1"(2.5mm).

Fuente: manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos del MTC/14

**Figura N°06:**

**Correlación CBR y módulo de reacción de la subrasante**

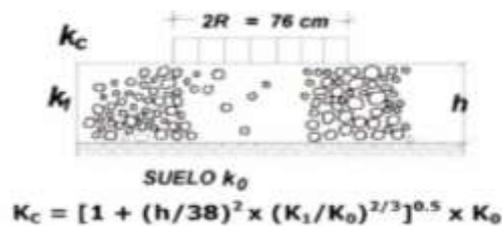


Fuente: (MTC, 2014) Pag.230, manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos.

La presencia de una sub base o base granular de mejor capacidad de soporte que la sub rasante, incrementa el coeficiente de reacción del suelo, para ello el método AASTHO emplea la siguiente ecuación (**figura N° 07**).

**Figura N°07:**

**Módulo de reacción combinado de la sub rasante (Kc)**



Fuente: Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos del MTC.

Donde:

K1 (kg/cm3): Coeficiente de reacción de la sub base granular

Kc (kg/cm3): Coeficiente de reacción combinado.

Ko (kg/cm3): Coeficiente de reacción de la subrasante.

h: espesor de la base granular.

▪ **Resistencia a la Flexo tracción del concreto (MR)**

AASTHO introduce este parámetro debido que los pavimentos principalmente trabajan a flexión, el MR está normalizado mediante el ASTM C-78, para el caso de pavimentos se usa la **33**.

El módulo de rotura del concreto se correlaciona con el módulo de compresión del concreto, mediante la siguiente ecuación.

$Mr = a\sqrt{f'c}$ , (kg/cm2), según ACI 363, donde los valores de “a” varían entre 1.99 y 3.18.

**Tabla 32****Valores recomendados del concreto, según tráfico**

Rangos de tráfico pesado en EE	Resistencia mínima a la Flexo tracción del concreto (MR)	Resistencia mínima equivalente a la Compresión del concreto (F'c)
<= 5'000,000 EE	40kg/cm3	280kg/cm3
> 5'000,000 EE	42kg/cm3	300kg/cm3
<=15'000,000 EE		
> 15'000,000 EE	45kg/cm3	350kg/cm3

Fuente: (MTC, 2014) pág. 231 manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos del MTC.

- **Módulo elástico del concreto**

Se denomina Módulo de elasticidad del concreto a la tracción, a la capacidad que obedece la ley de Hooke, es decir, la relación de la tensión unitaria a la deformación unitaria. Se determina por la Norma ASTM C469. Sin embargo, en caso de no disponer de los ensayos experimentales para su cálculo existen varios criterios con los que pueda estimarse ya sea a partir del Módulo de Ruptura, o de la resistencia a la compresión a la que será diseñada la mezcla del concreto.

$$E = 57,000\sqrt{f'c} \quad (f'c \text{ en PSI})$$

- **Coefficiente de drenaje (cd)**

El sistema de drenaje adoptado para esta Vía, estará orientado básicamente a la evacuación rápida de las aguas superficiales, considerándose que tendrá un drenaje bueno para el caso del presente estudio de investigación. La metodología AASTHO 93 incorpora el coeficiente de drenaje (Cd) para considerarlo en el diseño. Para la elección del coeficiente de drenaje primero se selecciona el tipo de material como drenaje de acuerdo a su granulometría (**Tabla N°22**), luego se calcula el coeficiente de drenaje (cd) relacionándolo con el grado de exposición del pavimento a niveles de humedad próximos a la saturación **Tabla 33**

**Tabla 33**  
**Condiciones de drenaje**

Calidad del drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	más de 10 horas
Muy pobre	el agua no evacua	Mucho más de 10 horas

Fuente: (MTC, 2014) pág.232, Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos del MTC.

**Tabla 34**  
**Coefficientes de drenaje de las capas granulares Cd.**

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos de 1%	1 % - 5 %	5 % - 25 %	más del 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
Mediano	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Malo	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy malo	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: (MTC, 2014) pág.233 Manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos del MTC.

▪ **Transferencia de carga (J)**

Es la capacidad que tiene la losa de transmitir fuerzas cortantes a las losas adyacentes, lo que repercute en minimizar las deformaciones y los esfuerzos en las estructuras del pavimento, mientras mejor sea la transferencia de carga mejor será el comportamiento de las losas.

Sus valores dependen del tipo de pavimento, de la existencia o no de berma lateral, de la existencia o no de dispositivos de transmisión de carga.

La AASTHO recomienda valores en la **Tabla 35**

**Tabla 35**

**Valores de coeficiente de transmisión de carga J.**

	ASFALTO		CONCRETO HIDRÁULICO	
	SI	NO	SI	NO
Dispositivo de transferencia de Carga	SI	NO	SI	NO
TIPO DE PAVIMENTO				
Simple con juntas y Reforzado con juntas	3.2	3.8 - 4.4	<b>2.5 - 3.1</b>	3.6 - 4.2
CP (Pavimento de Concreto Continuamente Reforzado)	2.9 - 3.2	N/A	2.3-2.9	N/A

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

**Cálculo de espesor de pavimento rígido**

Esta metodología mediante un proceso interactivo asume espesores de la losa de concreto hasta llegar al equilibrio de la ecuación AASTHO 1993 (**Figura N°08**), este espesor calculado debe soportar el número de repeticiones sin sufrir deterioro, de la misma manera no deberá tener un nivel de servicialidad inferior al estimado.

Para calcular el módulo de reacción efectivo de la subrasante se asume un espesor de subbase, lo que da como resultado un espesor de la losa de concreto. Para intentar disminuir el espesor de la losa se puede aumentar el espesor de la subbase, con lo que cambiaría el módulo de reacción efectivo, pero todos los demás parámetros se mantendrían constantes.

**Figura N°08**

**Esquema de la ecuación para calcular espesor de losa**

$$\log_{10} W_{82} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \times \log_{10} \left( \frac{M_r C_{dr} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 k \left( 0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

**Pavimentos especiales.**

Se denomina pavimentos especiales a las estructuras aceras o veredas, pasajes peatonales y ciclo vía que forman parte complementaria de un proyecto de infraestructura vial y urbana, para el diseño de estos pavimentos se debe cumplir con los requisitos en la **Tabla 36**.

**Tabla 36**

**Requisitos para diseño de pavimentos especiales.**

Tipo de elemento		Aceras o veredas	Pasajes peatonales	Cicloviás
Elemento				
Sub rasante		95% de compactación: Suelos granulares-proctor modificado Suelos cohesivos - Proctor estándar		
		Espesor compactado $\geq 150\text{mm}$		
Base		CBR $\geq 30\%$	CBR $\geq 60\%$	
Espeso de la capa de rodadura	Asfáltico	$\geq 30\text{mm}$		
	Concreto de cemento Portland	$\geq 100\text{mm}$		
	Adoquines	$\geq 40\text{mm}$ (se deberán apoyar sobre una cama de arena fina, de espesor comprendido entre 25 y 40mm)		
Material	Asfáltico	Concreto asfáltico *		
	Concreto de cemento Portland	$f'c \geq 17,5\text{Mpa}$ (175kg/cm <sup>2</sup> )		
	Adoquines	$f'c \geq 32\text{Mpa}$ (320kg/cm <sup>2</sup> )	N.R.**	

NR\*\*: No recomendable

Fuente: (RNE-MVCS, 2006), Norma OS.010 Pavimentos Urbanos.

## **ANEXO 04**

### **ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS**

#### **Reconocimiento De Campo**

##### **Objetivo.**

El reconocimiento de campo tiene por finalidad verificar la zona y el estado actual en que se encuentran las calles del Centro Poblado Porcón Alto.

##### **Reconocimiento directo**

Se puede mencionar las siguientes:

##### **Etapas Preliminares:**

##### **Recopilación de información existente**

Se han obtenido:

- Localización de BMs existentes.
- Croquis preliminar elaborado por el autor.

##### **Reconocimiento del terreno**

Se realizó el reconocimiento de campo, verificando BMS, existentes, buzones existentes, cajas de agua, desagüe, veredas existentes, poste de alumbrado público, etc.

##### **Etapas de trabajo de Campo:**

Se ha realizado los trabajos de campo como son:

- Levantamiento topográfico con estación total Leica TS02.
- Mediciones de distancias.
- Mediciones angulares.
- Poligonal principal.

Antes de iniciar el levantamiento se colocó los BMs en veredas existentes para el control de las mediciones antes, durante y después de la construcción.

Se procedió tomar los datos de planimetría como altimetría con un total de **1270** puntos obtenidos del campo para determinar el relieve existente del terreno.

### **Etapas de Trabajo de Gabinete:**

Utilizando el trabajo obtenido en campo, se procedió al procesamiento de datos.

### **Procesamiento de Datos**

Toda la información se trabajó en software Topográfico (AUTOCAD Civil 3D y Microsoft Excel) y se procedió al dibujo de los planos.

- **Puntos de Control**

Los puntos de control comprenden puntos físicos existentes en campo con fines de verificación de diseño, replanteo de obra y estos contienen coordenadas y cotas conocidas indicados en los planos de Topografía

- **Cálculo del Perímetro y Área**

Los cálculos de los perímetros y áreas se realizaron en el programa de dibujo AUTOCAD Civil 3D con una precisión confiable para trabajos de Ingeniería.

- **Trazo de las Curvas de Nivel**

Las Curvas de Nivel de la zona fueron realizadas a través del software topográfico AUTOCAD Civil 3D, el cual genera las curvas de nivel con las tolerancias y rangos manejables por el usuario, en esta etapa se edita la red irregular de triángulos (TIN) buscando que la superficie formada por el TIN represente al terreno natural con la mayor realidad posible,

Para el presente estudio la equidistancia de las curvas de nivel en el plano topográfico es de cada 5.00 metros para las curvas principales y cada 1.00 metros para las curvas secundarias.

Se ubicaron puntos de control (**BM**) para la zona de estudio y su posterior utilización en la ejecución de la obra, se representó en los planos, siendo estos los siguientes:

PUNTO	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	CÓDIGO
P-1	765396.853	9217632.272	3496.143	BM-1
P-2	765383.237	9217529.480	3493.509	BM-2
P-3	765420.651	9217582.684	3496.337	BM-3

Fuente: Elaboración propia

## **INSTRUMENTOS EMPLEADOS**

Para el presente estudio se utilizó los siguientes instrumentos con un total de 1270 puntos levantados:

- 01 estación total marca Leica TS02.
- 02 prismas.
- 02 jalones.
- 01 mini prisma.
- 01 wincha Stanley de 5m.
- pintura Spray anaranjado.
- Libreta de campo.
- Plumones.

## ANEXO 05

### ESTUDIO DE TRÁFICO

#### Ubicación

El centro poblado Porcón Alto se encuentra ubicado a 21 km al norte del Departamento de Cajamarca.

REGIÓN	: Cajamarca.
DEPARTAMENTO	: Cajamarca.
PROVINCIA	: Cajamarca.
LOCALIDAD	: Centro Poblado Porcón Alto.
NORTE	: 9217582.680
ESTE	: 765420.651
ALTITUD	: 3496 msnm.

**Figura N° 3.01: ubicación del centro poblado Porcón alto**



## **Alcance del trabajo**

Consta de tres Etapas:

- Planificación.
- Etapa de Campo.
- Etapa de Gabinete.

## **Planificación**

Con el propósito de obtener información exacta y evitar la evasión de vehículos, se seleccionó una estación en avenida el Porvenir para el conteo vehicular.

## **Etapa de campo**

**Conteo vehicular.** - El conteo de volumen y clasificación se realizaron las 24 horas del día, entre los días lunes a domingo, en 7 días consecutivos en los cuales se contaron los vehículos por hora y fueron clasificados en:

- Vehículos ligeros:

Automóviles (AP)

Camionetas y Combis rurales (AC).

- Vehículos Pesados :

Camión de 2 ejes (C2).

Camión de 3 ejes (C3),

## **Etapa de gabinete**

- ✓ Se extrajo la información de conteo de vehículos de manera horaria los 7 días de la semana, teniendo en cuenta la configuración vehicular.
- ✓ Se realizó la revisión y consistencia de los datos de campo.
- ✓ Se elaboraron cuadros y gráficos de las variaciones diarias y horarias y clasificación vehicular.
- ✓ Se efectuó el cálculo del índice medio semanal (IMDs) y luego el índice medio anual (IMDa).

## **Análisis de tráfico**

### **Ubicación de la estación de control**

La estación seleccionada se ubica en el cruce de la avenida El Porvenir Jirón Hualgayoc, se ha seleccionado este punto debido a que esta vía es la más transitada que circulan de Cajamarca a San Pablo y al Centro turístico de Granja Porcón

### **Metodología usada**

Los datos conseguidos del conteo Vehicular se analizaron y procesaron en formato Excel, verificando el volumen de tránsito por tipo de vehículo para cada hora en ambas direcciones.

Una vez obtenido el resultado de volumen promedio de tránsito, por tipo de vehículo por cada hora en ambos sentidos, se calculó la variación horaria, clasificación vehicular, Índice Medio Diario Semanal (IMDs) y el Índice Medio Diario Anual (IMDa) determinados por las fórmulas:

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

**Dónde:**

IMDs = Índice Medio Diario Semanal.

IMDa = Índice Medio Anual.

Vi = Volumen Vehicular diario individual por cada día.

FC = Factor de corrección estacional.

### **Factores de corrección**

Para el presente estudio, los factores de corrección se obviaron porque no existe un peaje en Cajamarca

Factor de Corrección Estacional: (Se Asume valor 1)

<b>FACTORES DE CORRECCIÓN</b>	
F.C Vehículos livianos	1
F.C Vehículos pesados	1

Fuente: propia

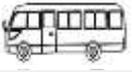
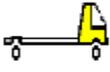
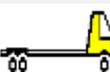
## Resultados obtenidos

Luego de realizarse el procesamiento de la información obtenida producto del conteo vehicular horario por el lapso de una semana se ha obtenido el volumen de tráfico para cada día de la semana, índice medio diario semanal (IMDs) e índice medio anual diario (IMDa).

En el **cuadro 5.01** se presenta el volumen y clasificación en ambas direcciones de circulación y por día de conteo.

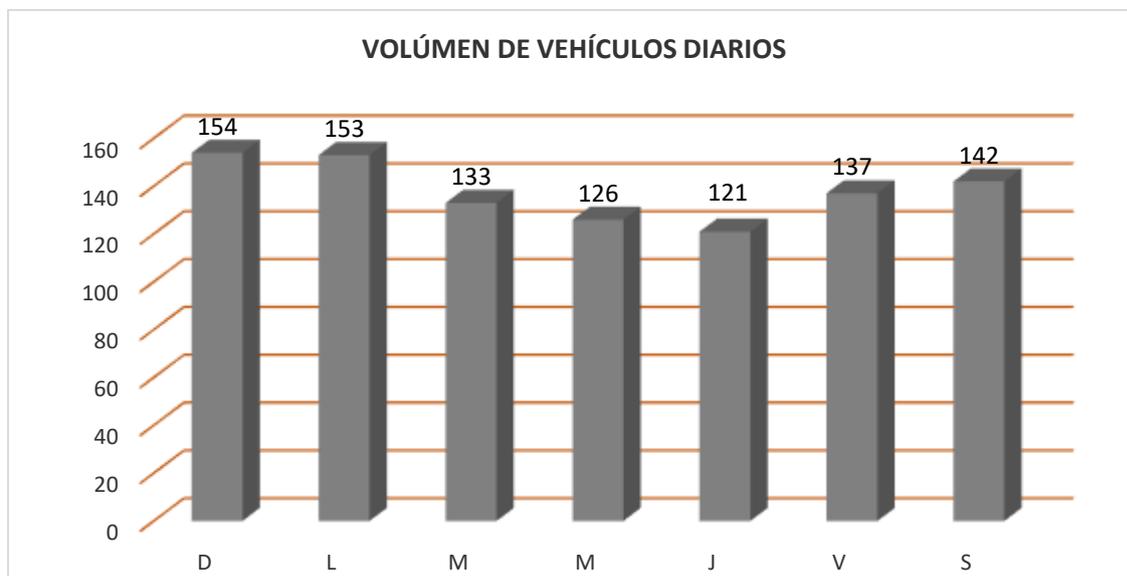
**Cuadro 5.01**

### Resultado del conteo de tráfico – Cruce de Avenida El Porvenir

VEHÍCULO				CONTEO							TOTAL SEMANAL
TIPO DE VEHÍCULO	CÓD.	GRÁFICO	D	L	M	M	J	V	S		
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTOMÓVILES	VHL		83	76	66	62	60	76	77	500
	CAMIONETA PICKUP	WHL2		27	27	25	24	23	21	25	172
	COMBI RURAL	B2		26	26	22	22	22	26	25	169
VEHÍCULOS PESADOS	CAMIÓN 2E	C2		11	20	17	14	12	11	12	97
	CAMIÓN 3E	C3		7	4	3	4	4	3	3	28
<b>TOTAL</b>				<b>154</b>	<b>153</b>	<b>133</b>	<b>126</b>	<b>121</b>	<b>137</b>	<b>142</b>	<b>966</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 5.01**



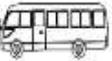
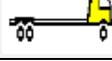
Fuente: Elaboración propia

### Determinación del IMDa

Aplicando la metodología indicada, se obtiene primero el IMDs que es el promedio del conteo del Tráfico Vehicular semanal.

**Cuadro 5.02**

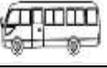
### Promedio del Tráfico Vehicular de la Semana de Conteo (IMDs)

VEHÍCULO				CONTEO							TOTAL SEMANAL	IMDs	%
TIPO DE VEHÍCULO	CÓD.	GRÁFICO	D	L	M	M	J	V	S				
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTOMÓVILES	VHL		83	76	66	62	60	76	77	500	71	51.45%
	CAMIONETA PICKUP	WHL2		27	27	25	24	23	21	25	172	25	18.12%
	COMBI RURAL	B2		26	26	22	22	22	26	25	169	24	17.39%
VEHÍCULOS PESADOS	CAMIÓN 2E	C2		11	20	17	14	12	11	12	97	14	10.14%
	CAMIÓN 3E	C3		7	4	3	4	4	3	3	28	4	2.90%
TOTAL				154	153	133	126	121	137	142	966	138	100%

Fuente: Elaboración propia.

### Cuadro 5.03:

#### Determinación del IMDa, Avenida El Porvenir

VEHÍCULO				CONTEO							TOTAL SEMANAL	IMDs	Fc	IMDa	%
TIPO DE VEHÍCULO	CÓD.	GRÁFICO	D	L	M	M	J	V	S						
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTOMÓVILES	VHL		83	76	66	62	60	76	77	500	71	0.99351	71	50.71%
	CAMIONETA PICKUP	WHL2		27	27	25	24	23	21	25	172	25	1.02098	26	18.57%
	COMBI RURAL	B2		26	26	22	22	22	26	25	169	24	1.02098	25	17.86%
VEHÍCULOS PESADOS	CAMIÓN 2E	C2		11	20	17	14	12	11	12	97	14	0.99351	14	10.00%
	CAMIÓN 3E	C3		7	4	3	4	4	3	3	28	4	0.99351	4	2.86%
TOTAL				154	153	133	126	121	137	142	966	138		140	100%

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, para el presente estudio:

- **IMDs = 138 Veh. /día**
- **IMDa = 140 Veh. /día**

#### Análisis de la variación diaria

En el cuadro siguiente, se presentan la variación diaria del volumen de tráfico de estación de control seleccionada.

El mayor volumen de tráfico presenta el día domingo con 154 Vehículos que representan el 15.94% del Volumen Total y el menor volumen de tráfico se presentan el día jueves con 121 Vehículos que representan el 12.53% del Volumen Vehicular Total.

### Cuadro 5.04:

#### Volumen Vehicular Diario

DÍA	Vol. Veh/día	%
DOMINGO	154	15.94%
LUNES	153	15.84%
MARTES	133	13.77%
MIÉRCOLES	126	13.04%
JUEVES	121	12.53%
VIERNES	137	14.18%
SÁBADO	142	14.70%
<b>TOTAL</b>	<b>966</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### Clasificación vehicular

### CUADRO 5.05

#### Volumen Vehicular de Vehículos Ligeros y Pesados

DÍA	LIGERO	PESADO	TOTAL
DOMINGO	136	18	154
LUNES	129	24	153
MARTES	113	20	133
MIÉRCOLES	108	18	126
JUEVES	105	16	121
VIERNES	123	14	137
SÁBADO	127	15	142
<b>TOTAL</b>	<b>841</b>	<b>125</b>	<b>966</b>
IMDa	122	18	140
%	<b>87.14%</b>	<b>12.86%</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo al cuadro N°5.05, la clasificación vehicular es de la siguiente manera:

- **Vehículos ligeros = 87.14 %**
- **Vehículos pesados = 12.86 %**

## **Demanda del transporte**

### **Tipos de tráfico**

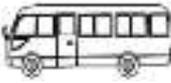
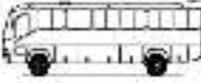
Según su naturaleza existen tres tipos de tráfico:

- Tráfico normal.
  - Tráfico generado.
  - Tráfico desviado.
- **Tráfico normal**, corresponde a aquel que circula por la vía, cuyo crecimiento está considerado en el ESALs de diseño.
- **Tráfico Generado**, Son aquellos volúmenes de tráfico adicionales que normalmente circulaban por otro medio de transporte, o aun de aquellos tramos carreteros que se conectan al nuevo proyecto. No es aplicable para el presente estudio.
- **Tráfico Desviado**, generalmente se aplican estos conceptos a volúmenes vehiculares que circulan por otros tramos carreteros y que ahora son desviados hacia el nuevo proyecto. Para el presente proyecto este tipo de tráfico no existe.

En los cuadros **5.06** y **5.07** se presenta la demanda de tráfico actual y proyectada respectivamente, esta ha sido calculada a 20 años que es la vida útil del proyecto.

### **Demanda Actual**

**Cuadro 5.06:**  
**Tráfico actual por tipo de vehículo**

VEHÍCULO			IMDa	AJUSTE POR PESO	
TIPO DE VEHÍCULO	CÓD..	GRÁFICO			
VEHÍCULOS LIGEROS	AUTOMÓVIL ES	VHL		71	
	CAMIONETA PICKUP	WHL2		26	
	COMBI RURAL	B2		25	
VEHÍCULOS PESADOS	CAMIÓN 2E	C2		14	16
	CAMIÓN 3E	C3		4	5
TOTAL				140	21

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el análisis de tráfico con fines de diseño del pavimento, se realizará un ajuste en lo vehículos pesados, ya que existe alto porcentaje de vehículos ligeros que no generan impacto en el pavimento pero que constantemente circulan por la vía, por ello se ha afectado esta cantidad de vehículos en función del peso. **(Cuadro 5.06)**.

### **Demanda proyectada**

Para la demanda proyectada se ha utilizado los vehículos pesados C2 y C3, se ha calculado el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula simple:

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

**Dónde:**

**T<sub>n</sub>** = Tránsito proyectado al año “n” en Veh/día.

**T<sub>o</sub>** = Tránsito actual (año base o) en Veh/día.

**n** = Años del período de diseño.

$r$  = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

Para nuestro análisis se considera la tasa de crecimiento anual para vehículos de carga (Vehículo pesado), la tasa de crecimiento económico regional INEI de **(3.0%)**.

Conociendo el **IMDa = 21 Veh. /día. (Cuadro 5.06)**

**Para: n = 20 años**

**r1 = 3.0%**, para vehículos pesados

La proyección de la demanda de tránsito Normal se muestra en el presente cuadro.

### CUADRO N° 5.07

#### Proyección de la demanda del Tránsito IMD Total

VEHÍCULO				AÑOS																				
TIPO VEH.	GRÁFICO	CÓD.	GRÁFICO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TRAFICO PROYECTADO				21	21	21	22	22	24	25	25	26	26	28	29	29	30	30	32	33	34	34	36	37
VEHÍCULOS PESADOS	CAMIÓN 2E	C2		16	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	26	26	27	28
	CAMIÓN 3E	C3		5	5	5	5	5	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	8	8	8	8	9	9

Fuente: Elaboración Propia

\* T. Crecimiento Anual de vehículos de Carga = Tasa de Crecimiento económico regional = **3.00%** – INEI.

**En conclusión: el flujo vehicular del Centro Poblado Porcón Alto al año 20 es de 37 vehículos/día**, con este valor proyectado se diseñará el pavimento.

#### Cálculo de los ejes equivalentes (Esal)

**Fórmula para calcular el ESAL:**

$$ESAL = (\#Vehiculos) \times (TF) \times (FD) \times (FC) \times 365 \times (Fca)$$

**Dónde:**

ESAL :	Repeticiones de eje equivalente de 18,000 lbs
# Veh.:	Conteo Vehicular IMDs
TF :	Factor camión
FD :	Factor de Dirección
FC :	Factor de Carril
Fca. :	Factor de Crecimiento Anual

### Factor direccional y de carril

En el cuadro 5.08 se seleccionará el factor direccional y factor carril, para nuestro caso corresponde a  $FD=0.50$  y de la tabla 37 el factor carril corresponde a  $FC=1.00$ , por tratarse de una calle con una calzada con dos carriles.

**tabla 37**

### Factores de distribución direccional y de carril para determinar el tránsito en el carril de diseño.

Numero de calzadas	Numero de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (FC)	Factor ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMD a total de calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDA total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: (MTC714) pág. 64 del manual de Carreteras, Suelos, Geología y Pavimentos, sección suelos y Pavimentos.

### CUADRO 05.8

NUMERO CARRIL	FACTOR CARRIL
1	1.00
2	0.8 a 1.00
3	0.60 a 0.80
4	0.50 a 0.75

Fuente: AASHTO, Guide for desing of pavement structures 1993, Pag. II.9

#### Factor de crecimiento.

Para el presente estudio se ha utilizado la fórmula de progresión geométrica por separado tanto para el componente de crecimiento de tránsito de vehículos de pasajeros (vehículos ligeros) y para el componente de tránsito de vehículos de carga (vehículos pesados)

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

#### Dónde:

Fca. : Factor de crecimiento anual.

r : Tasa de crecimiento.

n : Periodo de diseño = **20 años.**

**a) Factor de crecimiento anual económico:** (para vehículos pesados)

Se utiliza la tasa de crecimiento regional (r2) = 3.0%

Se obtiene: **Fca2 = 26.870**

#### Cálculo del ESALs de diseño.

Conociendo los datos se aplica la fórmula para calcular el **Esal:**

$$ESAL = (\#Vehiculos) \times (TF) \times (FD) \times (FC) \times 365 \times (Fca)$$

# Veh. : Conteo Vehicular IMDs

TF : Factor camión

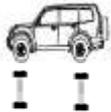
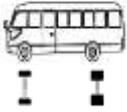
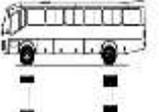
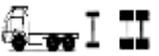
FD : 0.50

FC : 1.00

Fca. : 26.870

En el cuadro N° 5.9 se muestra el cálculo del ESAL de diseño:

**CUADRO N° 5.9**

VAHICULO			FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE					F.E.E. TOTAL	FACTOR DIREC. (FD)	FACTOR CARRIL (FC)	AÑO	(Fca)	ESAL
TIPO	GRÁFICO	IMDs	DELANT.	EJE N° 01	EJE N° 02	EJE N° 03	EJE N° 04						
VHL1_		72	0.00028	0.00028				0.0006	51.00%	1	365	23.585	177
VHL2_		25	0.00314	0.04921				0.0524	52.91%	1	365	23.585	5961
B2_		25	0.51928	3.32790				3.8472	50.30%	1	365	23.585	416424
_C2		14	0.51928	3.32790				3.8472	51.55%	1	365	26.87	272292
_C3		4	0.51928	3.41616				3.9354	53.57%	1	365	26.87	82709
											ESAL =	7.78E+05	

Fuente: Elaboración Propia

## **ANEXO 06**

### **ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

#### **Objetivo del Estudio de Mecánica de Suelos.**

El objetivo de los EMS, efectuados a las muestras de los estratos del terreno se realizará con la finalidad de identificar el tipo de suelo existente en la zona del terreno de fundación, así como determinar las principales propiedades físicas mecánicas y su comportamiento frente a las cargas.

#### **Investigaciones de campo:**

La ubicación de las calicatas y recolección de muestras es para seis (06) exploraciones que fueron realizadas en coordinación con el personal del laboratorio, las que corresponden a cada una de las calicatas elaboradas de las que se ha determinado sus propiedades físicas mecánicas, la clasificación de suelos correspondiente para la determinación de los valores de Proctor y California Bearing Ratio "CBR".



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: \* DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA\*

SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

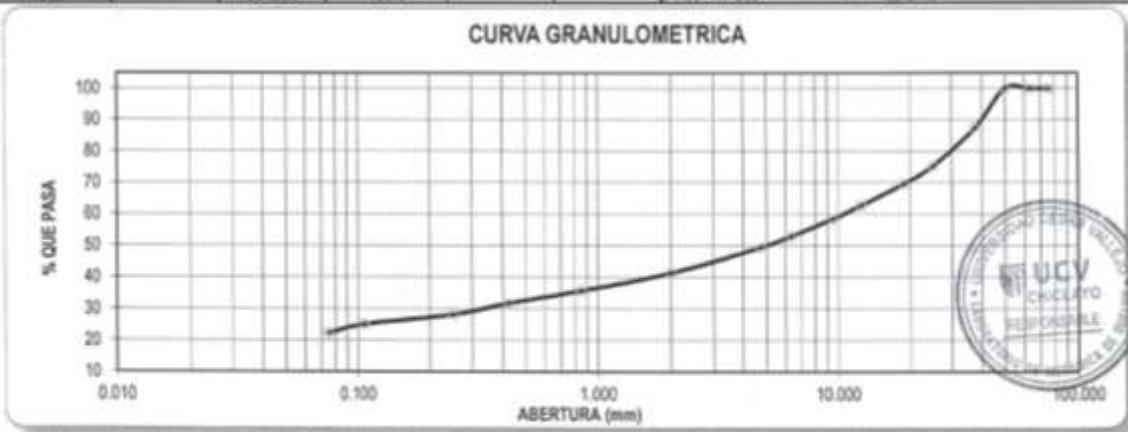
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C-01	REFERENCIA :	JR. LOS QUINUALES - PSUE EL MIRADOR	PESO INICIAL :	2640.00 gr
ESTRATO :	E-03	FECHA :	SEPTIEMBRE DEL 2018	PESO LAVADO SECO :	2052.00 gr
PROFUNDIDAD :	0.65 - 2.20				

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 31.96 / 40.86
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 136.34 / 145.54
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Sx + Tara : 115.53 / 124.55
1 1/2"	37.500	334.00	12.65	12.65	87.35	Peso Suelo Seco : 83.57 / 83.69
1"	25.000	320.00	12.12	24.77	75.23	Peso del agua : 20.81 / 20.99
3/4"	19.000	148.00	5.53	30.30	69.70	Contenido de Humedad (%) : 24.99
1/2"	12.500	184.00	6.97	37.27	62.73	Límite Líquido (LL) : 48.70
3/8"	9.525	112.00	4.24	41.52	58.48	Límite Plástico (LP) : 39.75
1/4"	6.350	148.00	5.53	47.05	52.95	Índice Plástico (IP) : 8.96
No4	4.750	92.00	3.48	50.53	49.47	Clasificación SUCS : GM
10	2.000	216.00	8.18	58.71	41.29	Clasificación AASHTO : A-2-5 (0)
20	0.850	148.00	5.61	64.32	35.68	Descripción : GRAVA LIMOSA CON ARENA
40	0.425	104.00	3.94	68.26	31.74	Observación AASTHO : BUENO
60	0.250	96.00	3.64	71.89	28.11	Bolonería > 3" : -
140	0.106	80.00	3.03	74.92	25.08	Grava 3"-N°4 : 50.53%
200	0.075	74.00	2.80	77.73	22.27	Areña N°4 - N°200 : 27.20%
< 200		588.00	22.27	100.00	0.00	Finos < N°200 : 22.27%
Total		2640.00	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



\*\*\* Muestreo e identificación realizados por el solicitante.

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
Jefe del Laboratorio de Mecánica de Suelos

UCV  
CHICLAYO  
RESPONSABLE  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: " DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

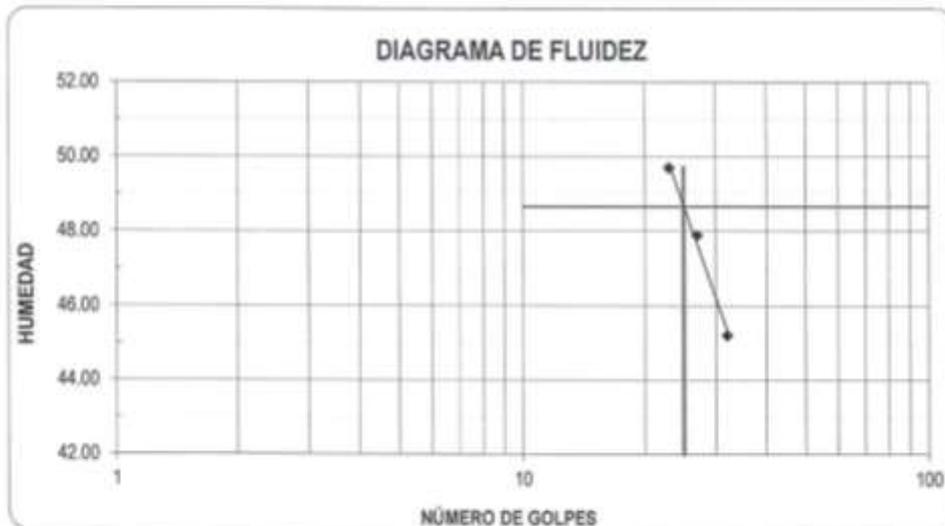
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA C-01 ESTRATO : E-03

LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes		32	27	23	-	-
Peso tara	(g)	40.72	39.82	38.20	39.30	38.25
Peso tara + suelo húmedo	(g)	50.74	52.14	51.12	43.58	43.57
Peso tara + suelo seco	(g)	47.82	48.15	46.83	42.36	42.06
Humedad %		45.22	47.90	49.71	39.87	39.63
Límites		48.70			39.75	



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
EJECUTIVA DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

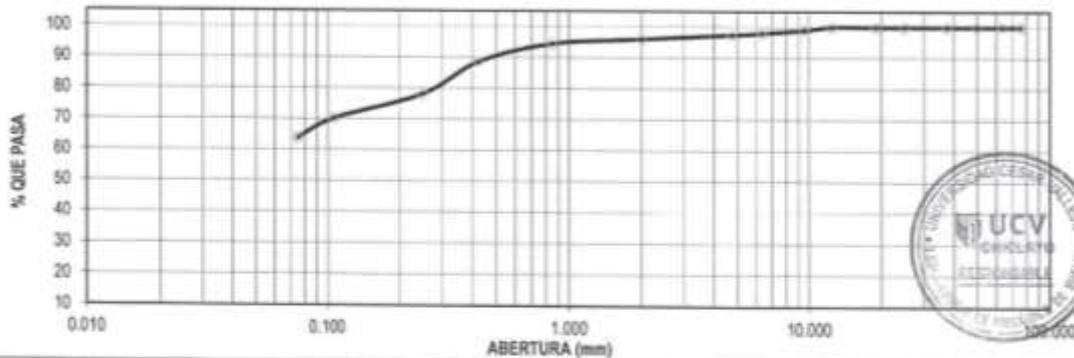
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**
**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**
**ASTM D-422 / MTC E 107**

**PROYECTO :** TESIS: " DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"  
**SOLICITANTE :** AYAY INFANTE JOSE SAMUEL  
**RESPONSABLE :** ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DÍAZ  
**UBICACIÓN :** PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2018

**DATOS DEL ENSAYO**

<b>CALICATA :</b>	C-02	<b>REFERENCIA :</b>	JR. BAMBAMARCA - JR LOS QUINUALES	<b>PESO INICIAL :</b>	1150.00 gr
<b>ESTRATO :</b>	E-03	<b>FECHA :</b>	SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>PESO LAVADO SECO :</b>	415.00 gr
<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.50 - 2.00				

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 35.87 33.25
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 150.21 154.92
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Se + Tara : 130.08 132.43
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 90.21 95.17
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso del agua : 30.13 32.49
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 33.08
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 59.80
3/8"	9.525	12.00	1.04	1.04	98.96	Límite Plástico (LP) : 39.23
1/4"	6.350	12.00	1.04	2.09	97.91	Índice Plástico (IP) : 20.57
No4	4.750	6.00	0.52	2.61	97.39	Clasificación SUCS : MH
10	2.000	15.00	1.39	4.00	95.00	Clasificación AASHTO : A-7-5 (12)
20	0.850	18.00	1.57	5.57	94.43	Descripción : LIMO ARENOSO DE ALTA PLASTICIDAD
40	0.425	65.00	5.91	11.48	88.52	Observación AASTHO : MALO
60	0.250	120.00	10.43	21.91	78.09	Blonera > 3" : 2.61%
140	0.106	92.00	8.00	29.91	70.09	Grava 3"-N°4 : 33.57%
200	0.075	72.00	6.26	36.17	63.83	Arena N°4 - N°200 : 63.83%
< 200		734.00	63.83	100.00	0.00	Finos < N°200 : 33.57%
Total		1150.00	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**


**CAMPUS CHICLAYO**  
 Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
 Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 DIRECCIÓN DE LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: \* DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA\*

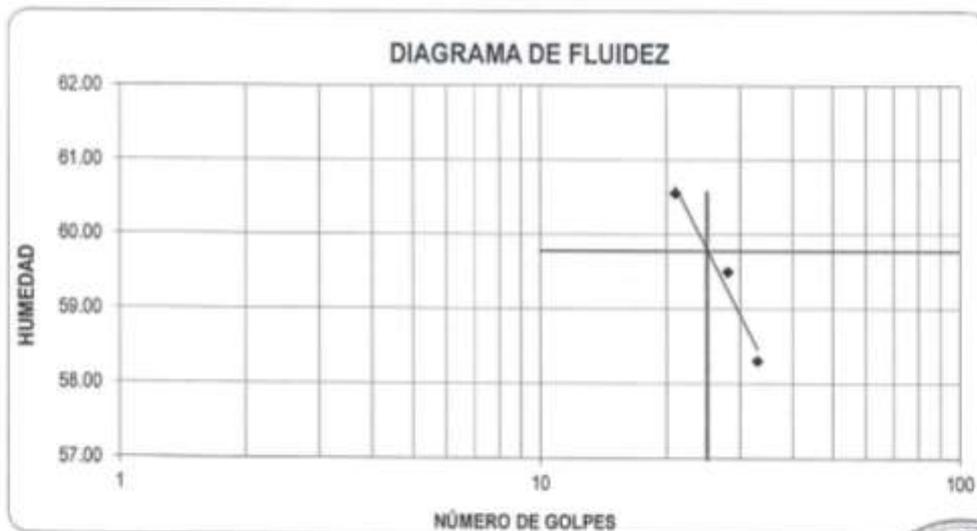
SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA C - 02		ESTRATO : E-03			
LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes		33	28	21	-
Peso tara	(g)	18.51	18.77	18.25	17.56
Peso tara + suelo húmedo	(g)	32.14	32.04	32.17	22.68
Peso tara + suelo seco	(g)	27.12	27.09	26.92	21.24
Humedad %		58.30	59.50	60.55	39.13
Limites		59.80		39.23	



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

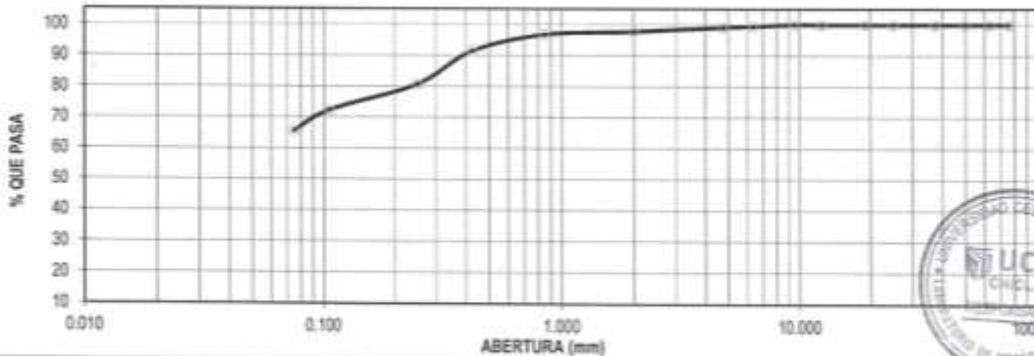
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**
**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**
**ASTM D-422 / MTC E 107**

**PROYECTO :** TESIS: \* DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA\*  
**SOLICITANTE :** AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL  
**RESPONSABLE :** ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
**UBICACIÓN :** PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2018

**DATOS DEL ENSAYO**

<b>CALICATA :</b>	C-03	<b>REFERENCIA :</b>	JR. BAMBAMARCA - JR LOS ANDES	<b>PESO INICIAL :</b>	1024.00 gr
<b>ESTRATO :</b>	E-02	<b>FECHA :</b>	SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>PESO LAVADO SECO :</b>	352.00 gr
<b>PROFUNDIDAD</b>	0.40 - 2.40				

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 38.86 / 38.20
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 99.66 / 101.94
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Sa + Tara : 81.16 / 82.41
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 42.30 / 44.21
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso del agua : 18.49 / 19.53
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 43.94
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 59.64
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 37.99
1/4"	6.350	8.00	0.59	0.59	99.41	Índice Plástico (IP) : 21.65
Nº4	4.750	3.00	0.29	0.88	99.12	Clasificación SUCS : MH
10	2.000	14.00	1.37	2.25	97.75	Clasificación AASHTO : A-7-5 (14)
20	0.850	10.00	0.98	3.22	96.78	Descripción : LIMO ARENOSO DE ALTA PLASTICIDAD
40	0.425	55.00	5.37	8.59	91.41	Observación AASTHO : MALO
60	0.250	110.00	10.74	19.34	80.66	Bolonería > 3" : 0.88%
140	0.106	86.00	8.40	27.73	72.27	Grava 3"-Nº4 : 33.50%
200	0.075	68.00	6.64	34.38	65.63	Arena Nº4 - Nº200 : 65.63%
< 200		672.00	65.83	100.00	0.00	Finos < Nº200 : 65.63%
Total		1024.00	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**


**CAMPUS CHICLAYO**  
 Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
 Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

\*\*\* Muestreo e identificación realizado por el solicitante.

#saliradelante.  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: " DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

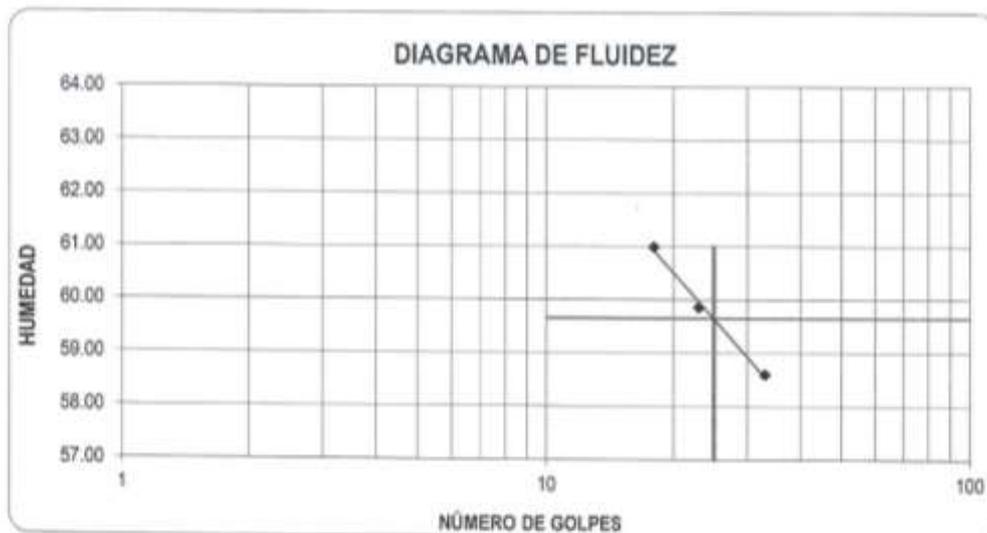
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA C - 03 ESTRATO : E-02

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes	33	23	18	-	-
Peso tara (g)	25.89	23.72	25.95	26.08	38.29
Peso tara + suelo húmedo (g)	45.80	46.10	46.09	31.64	45.77
Peso tara + suelo seco (g)	38.37	37.72	38.46	30.11	43.71
Humedad %	58.60	59.86	60.99	37.97	38.01
Límites	59.64			37.99	



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



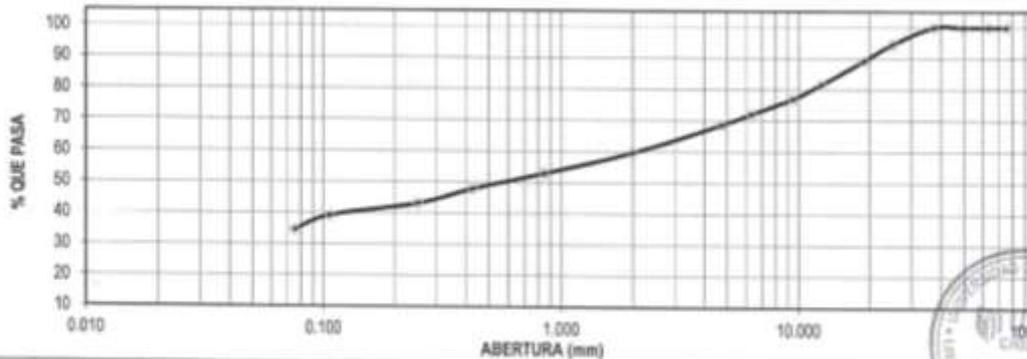
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**
**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO**
**ASTM D-422 / MTC E 107**

**PROYECTO :** TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"  
**SOLICITANTE :** AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL  
**RESPONSABLE :** ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
**UBICACIÓN :** PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2018

**DATOS DEL ENSAYO**

<b>CALICATA :</b>	C-04	<b>REFERENCIA :</b>	JR. LOS ANDES - JR. LOS PINOS	<b>PESO INICIAL :</b>	1312.00 gr
<b>ESTRATO :</b>	E-02	<b>FECHA :</b>	SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>PESO LAVADO SECO :</b>	858.00 gr
<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.40 - 2.20				

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 40.87 37.89
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 121.38 118.44
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Ss + Tara : 96.42 95.49
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 57.55 57.80
1"	25.000	72.00	5.49	5.49	94.51	Peso del agua : 22.96 22.95
3/4"	19.000	70.00	5.34	10.82	89.18	Contenido de Humedad (%) : 39.80
1/2"	12.500	100.00	7.82	18.45	81.55	Límite Líquido (LL) : 52.14
3/8"	9.525	60.00	4.57	23.02	76.98	Límite Plástico (LP) : 23.91
1/4"	6.350	64.00	4.88	27.90	72.10	Índice Plástico (IP) : 28.23
No4	4.750	46.00	3.51	31.40	68.60	Clasificación SUCS : SC
10	2.000	118.00	8.99	40.40	59.60	Clasificación AASHTO : A-2-7 (4)
20	0.850	88.00	6.71	47.10	52.90	Descripción : ARENA ARCILLOSA CON GRAVA
40	0.425	66.00	5.03	52.13	47.87	Observación AASTHO : REGULAR
60	0.250	62.00	4.73	56.86	43.14	Solonería > 3" : 100.00
140	0.106	52.00	3.96	60.82	39.18	Grava 3"-N°4 : 31.40%
200	0.075	60.00	4.57	65.40	34.60	Arena N°4 - N°200 : 33.99%
< 200		454.00	34.60	100.00	0.00	Finos < N°200 : 34.60%
Total		1312.00	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**


**CAMPUS CHICLAYO**  
 Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
 Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 C.E. DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: \* DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA\*

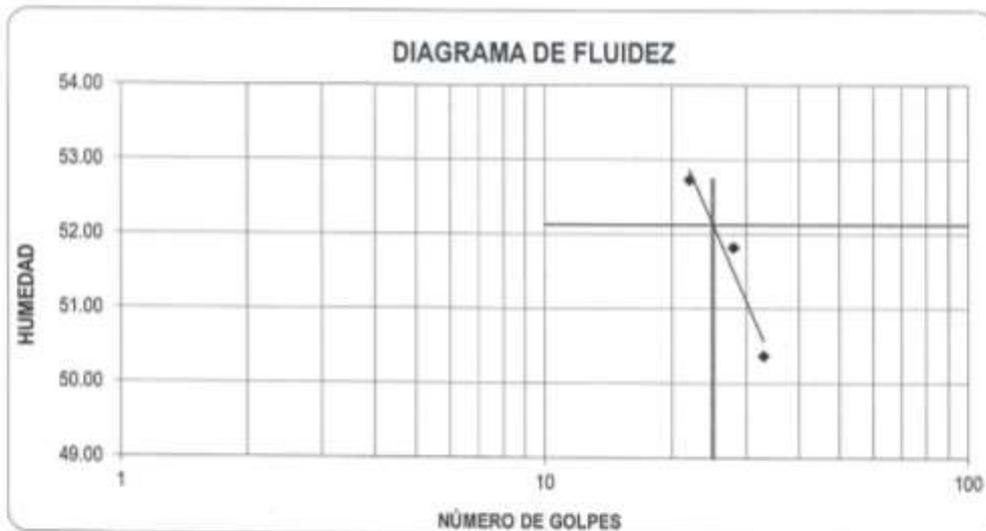
SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA C - 04		ESTRATO : E-02				
LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes		22	28	33	-	-
Peso tara	(g)	38.91	39.76	38.89	38.91	33.20
Peso tara + suelo húmedo	(g)	50.03	49.75	51.07	43.74	38.52
Peso tara + suelo seco	(g)	46.78	46.34	48.99	42.82	37.48
Humedad %		52.73	51.82	50.37	23.53	24.30
Límites		52.14			23.91	



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIAS



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO

ASTM D-422 / MTC E 107

PROYECTO : TESIS: " DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

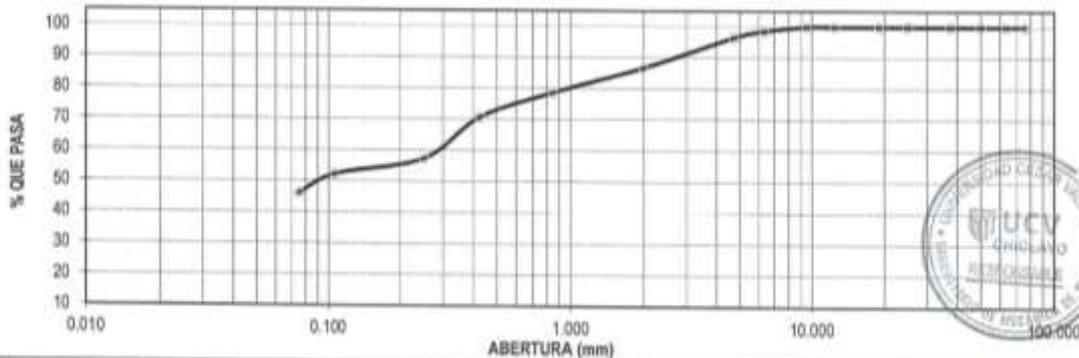
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

DATOS DEL ENSAYO

CALICATA :	C-05	REFERENCIA :	JR. HUALGAYOC - PSUE LOS PINOS	PESO INICIAL :	1700.00 gr
ESTRATO :	E-02	FECHA :	SEPTIEMBRE DEL 2018	PESO LAVADO SECO :	917.00 gr
PROFUNDIDAD :	0.40 - 2.20				

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 39.39 / 39.76
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 134.39 / 134.62
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Sa + Tara : 107.28 / 107.62
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 67.89 / 67.84
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso del agua : 27.11 / 27.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 39.87
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 51.75
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 27.19
1/4"	6.350	26.00	1.47	1.47	98.53	Índice Plástico (IP) : 24.56
No#	4.750	34.00	2.00	3.47	96.53	Clasificación SUCS : GC
10	2.000	167.00	9.82	13.29	86.71	Clasificación AASHTO : A-7-6 (7)
20	0.850	137.00	8.06	21.35	78.65	Descripción : ARENA ARCILLOSA
40	0.425	137.00	8.06	29.41	70.59	Observación AASTHO : MALO
60	0.250	227.00	13.35	42.76	57.24	Soonería > 3" : 3.47%
140	0.106	87.00	5.12	47.88	52.12	Grava 3"-N"4 : 50.47%
200	0.075	103.00	6.05	53.94	46.06	Grava N"4 - N"200 : 46.00%
< 200		783.00	46.06	100.00	0.00	Finos < N"200 : 50.47%
Total		1700.00	100.0			

CURVA GRANULOMETRICA



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km, 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

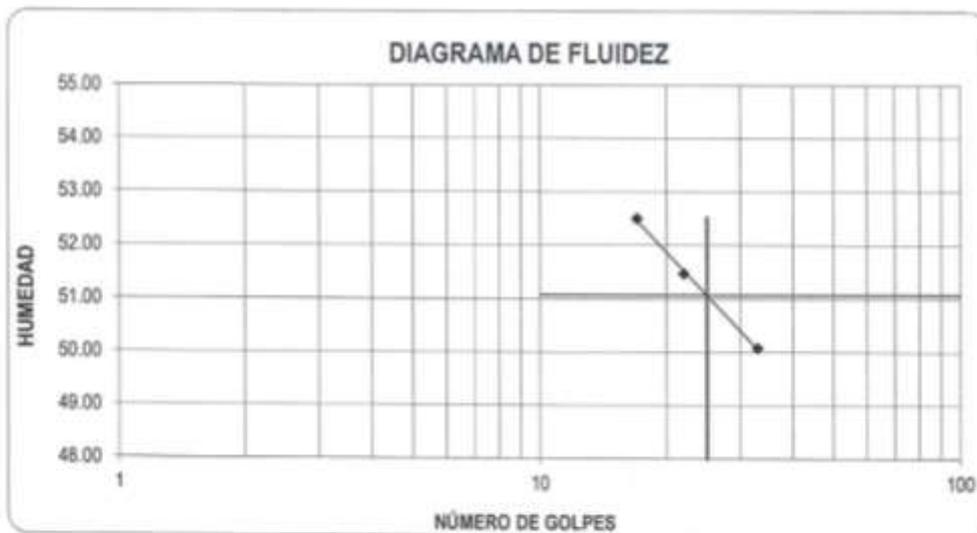
SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA C - 05		ESTRATO : E-02				
LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes		33	22	17	-	-
Peso tara	(g)	39.81	38.94	38.20	38.91	40.72
Peso tara + suelo húmedo	(g)	48.50	51.27	50.69	42.80	45.16
Peso tara + suelo seco	(g)	45.60	47.08	46.39	41.92	44.18
Humedad %		50.09	51.47	52.50	29.24	28.32
Límites		51.07			28.78	



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



fb/ucvperu  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

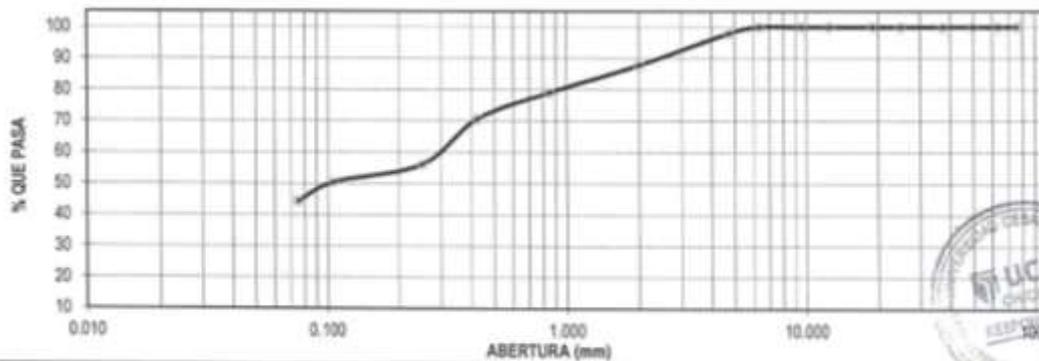
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**
**ANALISIS MECANICO POR TAMIZADO**
**ASTM D-422 / MTC E 107**

**PROYECTO :** TESIS: " DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"  
**SOLICITANTE :** AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL  
**RESPONSABLE :** ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
**UBICACIÓN :** PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2018

**DATOS DEL ENSAYO**

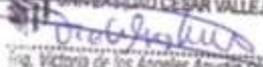
<b>CALICATA :</b>	C-06	<b>REFERENCIA :</b>	JR. HUALGAYOC - JR. CHOTA	<b>PESO INICIAL :</b>	786.00 gr
<b>ESTRATO :</b>	E-02	<b>FECHA :</b>	SEPTIEMBRE DEL 2018	<b>PESO LAVADO SECO :</b>	438.00 gr
<b>PROFUNDIDAD :</b>	0.40 - 2.20				

Tamices ASTM	Abertura en mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% que Pasa	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso de tara : 39.39 / 39.78
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Sh + Tara : 134.39 / 134.62
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Ss + Tara : 107.28 / 107.62
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso Suelo Seco : 67.86 / 67.84
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso del agua : 27.11 / 27.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00	Contenido de Humedad (%) : 39.87
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido (LL) : 51.07
3/8"	9.525	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico (LP) : 28.78
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice Plástico (IP) : 22.29
No#	4.750	16.00	2.04	2.04	97.96	Clasificación SUCS : SC
10	2.000	80.00	10.18	12.21	87.79	Clasificación AASHTO : A-7-6 (6)
20	0.850	69.00	8.78	20.99	79.01	Descripción : ARENA ARCILLOSA
40	0.425	66.00	8.40	29.39	70.61	Observación AASTHO : MALO
80	0.250	114.00	14.50	43.89	56.11	Bolonesa > 3" : 2.04%
140	0.106	45.00	5.73	49.62	50.38	Grava 3" - N#4 : 53.69%
200	0.075	48.00	6.11	55.73	44.27	arena N#4 - N#200 : 44.27%
< 200		348.00	44.27	100.00	0.00	Finos < N#200 : 53.69%
Total		786.00	100.0			

**CURVA GRANULOMETRICA**


\*\*\* Muestreo e identificación realizada por el solicitante.

**CAMPUS CHICLAYO**  
 Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
 Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos

#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: \* DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA\*

SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

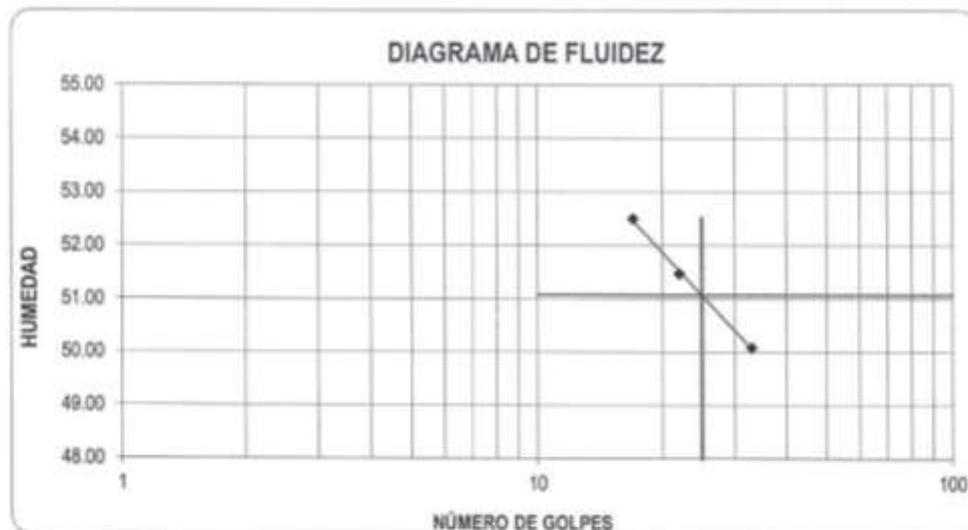
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA C-06 ESTRATO E-02

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
N° de golpes	33	22	17	-	-
Peso tara	(g) 39.81	38.94	38.20	38.91	40.72
Peso tara + suelo húmedo	(g) 48.50	51.27	50.69	42.80	45.16
Peso tara + suelo seco	(g) 45.60	47.08	46.39	41.92	44.18
Humedad %	50.09	51.47	52.50	29.24	28.32
Limites	51.07			28.78	



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514



fb/ucv\_peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LÍMITES DE CONSISTENCIA

PROYECTO : TESIS: " DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

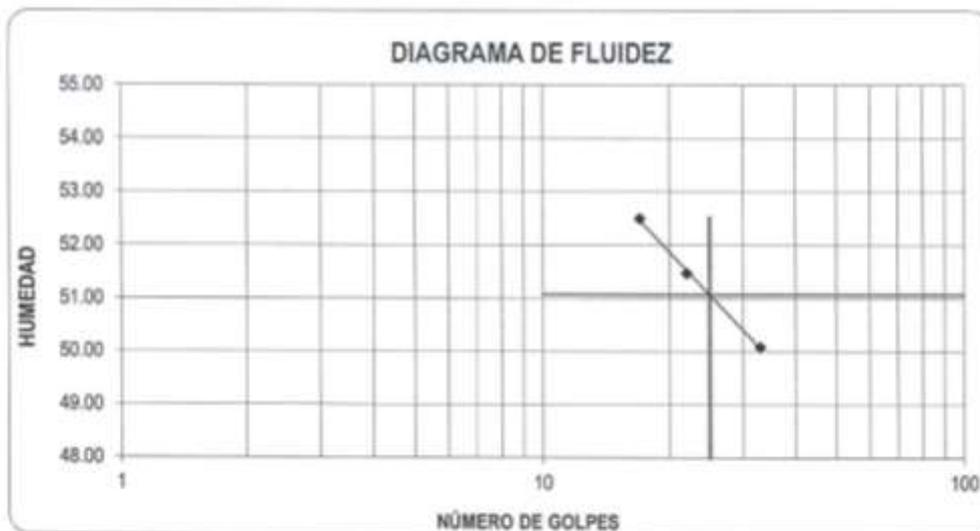
SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA C - 06		ESTRATO : E-02			
LÍMITES DE CONSISTENCIA		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO	
Nº de golpes		33	22	17	-
Peso tara	(g)	39.81	38.94	38.20	38.91
Peso tara + suelo húmedo	(g)	48.50	51.27	50.69	42.80
Peso tara + suelo seco	(g)	45.80	47.08	46.39	41.92
Humedad %		50.09	51.47	52.50	29.24
Límites		51.07		28.78	



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

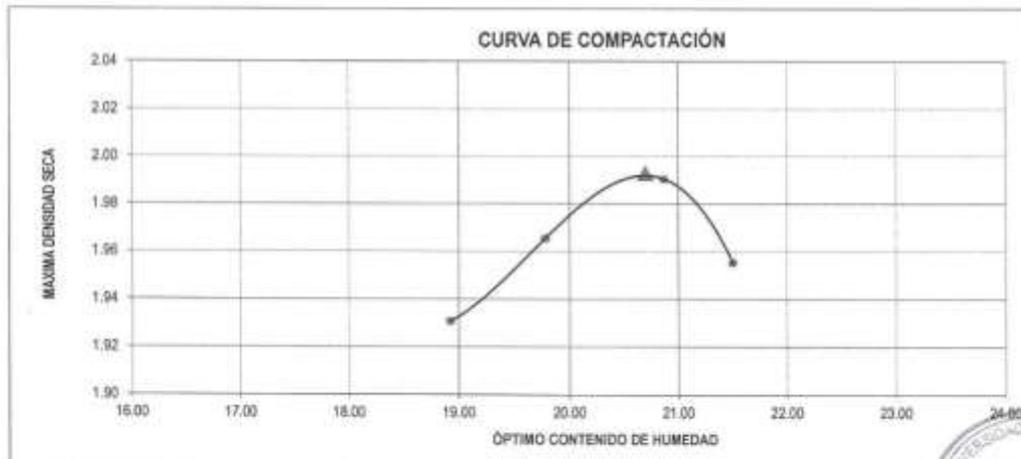
PROYECTO : TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA  
SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL  
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA : C-1

ESTRATO : E-03

Molde N°	S-124
Peso del Molde gr.	1778
Volumen del Molde cm <sup>3</sup> .	929,37
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	3912,00	3986,00	4014,00	3986,00		
Peso de Molde (gr.)	1778,00	1778,00	1778,00	1778,00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	2134,00	2188,00	2236,00	2208,00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2,30	2,35	2,41	2,38		
CAPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	140,87	142,01	140,86	143,03		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	124,45	124,98	123,10	124,46		
Peso de Agua (gr)	16,42	17,03	17,56	18,55		
Peso de Cápsula (gr.)	37,69	38,90	38,95	38,21		
Peso de Suelo Seco (gr.)	86,76	86,08	84,15	86,27		
% de Humedad	18,93	19,75	20,87	21,50		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1,93	1,97	1,99	1,96		



\*\*\* Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.993
Óptimo Contenido de Humedad (%)	20.70



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
www.ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**
**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION**

PROYECTO : TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALCATA : C-1 ESTRATO : E-02

**ENSAYO DE COMPACTACION CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	55		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11956	12080	12440	12528	11624	11674
Peso de Molde (gr.)	7190	7190	7830	7830	7196	7196
Peso de suelo húmedo (gr.)	4766	4890	4610	4698	4428	4478
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2105	2105
Volumen del Disco Espeador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.265	2.323	2.190	2.231	2.104	2.127
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	140.77	137.13	140.38	136.92	140.12	136.81
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	128.46	123.47	128.02	122.52	128.00	122.54
Peso de Agua (gr.)	12.31	13.66	12.36	14.40	12.12	14.27
Peso de Cápsula (gr.)	39.39	39.78	38.21	38.90	38.90	37.69
Peso de Suelo Seco (gr.)	89.07	83.69	89.81	83.62	89.10	84.85
% de Humedad	13.82	16.32	13.76	17.22	13.60	16.82
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.990	1.897	1.925	1.903	1.852	1.821

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000		0.000	0.000		0.000	0.000		0.000
24 hrs	0.080	0.02	0.020	0.060	0.020	0.010	0.040	0.010	0.010
48 hrs	0.130	0.03	0.030	0.100	0.030	0.020	0.070	0.020	0.020
72 hrs	0.180	0.05	0.040	0.140	0.040	0.030	0.110	0.030	0.030
96 hrs	0.220	0.08	0.050	0.190	0.050	0.040	0.140	0.040	0.030

**ENSAYO DE CARGA - PENETRACION**

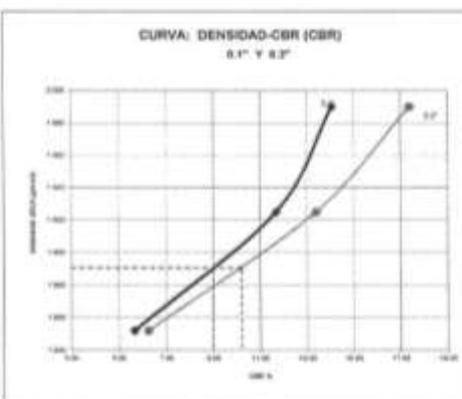
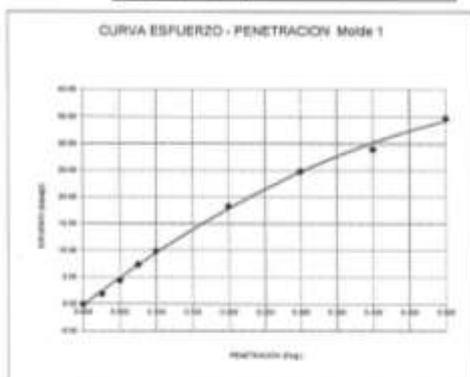
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	pulg	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.64	0.025	37.2	1.90	28.6	1.43	24.8	1.3
1.27	0.050	86.9	4.42	78.6	4.00	45.4	2.3
1.90	0.075	144.8	7.37	115.9	5.90	66.9	3.3
2.54	0.100	194.3	9.90	161.4	8.20	78.1	4.0
3.18	0.125	260.0	13.33	227.3	11.12	129.2	6.6
3.82	0.150	338.3	17.89	311.1	15.86	182.4	9.3
4.46	0.175	418.5	22.95	393.1	20.82	237.9	12.1
5.10	0.200	502.8	28.77	478.7	26.33	289.6	15.7



**CAMPUS CHICLAYO**  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf: (074) 481616 / Anexo: 6514

ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

**CBR GRÁFICOS**
**CALICATA : C-1**

**Valores Correídos**

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lb/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	9.9	70.35	14.08	1.990
2	0.1	9.2	70.35	11.68	1.925
3	0.1	4.0	70.35	5.65	1.852

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lb/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	18.3	105.46	17.38	1.990
2	0.2	14.1	105.46	13.39	1.925
3	0.2	6.6	105.46	6.24	1.852

**METODO DE COMPACTACION**

Máxima Densidad Seca (gr/cm3)	1.990
Máxima Densidad Seca (gr/cm3) al 95 %	1.891
ÓPTIMO Contenido de Humedad	20.70%

**VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %**

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	14.08%	0.2"	17.38%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	9.00%	0.2"	10.20%

**CAMPUS CHICLAYO**  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victor*  
Ing. Víctor de Arce Rojas Acosta  
RECTOR



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557**

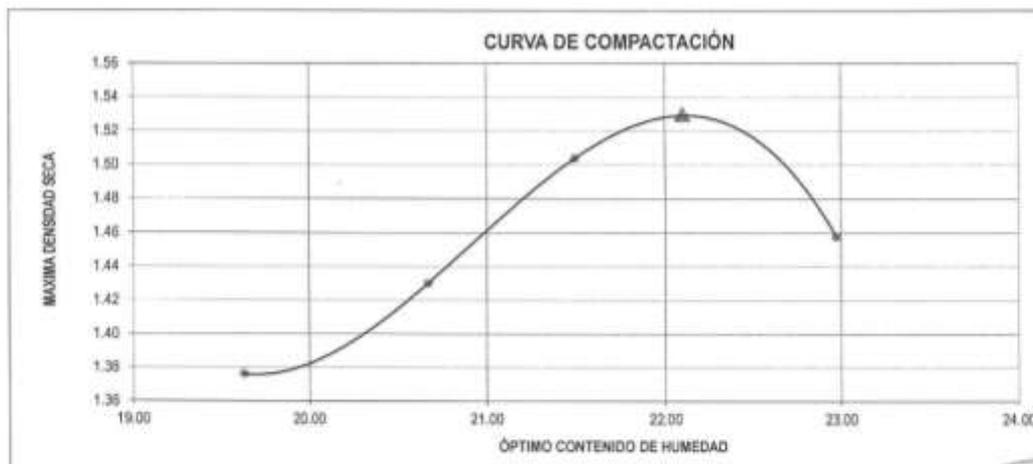
**PROYECTO :** TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"  
**SOLICITANTE :** AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL  
**RESPONSABLE :** ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
**UBICACIÓN :** PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2018

**CALICATA :** C-2

**ESTRATO :** E-03

Molde N°	S - 124
Peso del Molde gr.	1778
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	920.37
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	95

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	3308.00	3382.00	3476.00	3444.00		
Peso de Molde (gr.)	1778.00	1778.00	1778.00	1778.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	1530.00	1604.00	1698.00	1666.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.65	1.73	1.83	1.79		
CÁPSULA N°	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	148.74	146.52	145.12	167.44		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	131.05	126.24	126.22	143.51		
Peso de Agua (gr)	17.69	18.28	18.90	23.93		
Peso de Cápsula (gr.)	40.91	36.81	38.29	39.35		
Peso de Suelo Seco (gr.)	90.14	89.43	87.93	104.16		
% de Humedad	19.43	20.67	21.49	22.97		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.38	1.43	1.50	1.46		



\*\*\* Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.530
Óptimo Contenido de Humedad (%)	22.10



**CAMPUS CHICLAYO**  
 Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
 Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*biologías*  
 Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
 TALLERES DE INVESTIGACIÓN Y MANEJO

fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
 ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA : C-2 ESTRATO : E-03

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	11566	11762	10770	10930	10584	10746
Peso de Molde (gr.)	7830	7830	7194	7194	7196	7196
Peso del suelo húmedo (gr.)	3736	3932	3576	3736	3388	3550
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2105	2105
Volumen del Disco Espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.784	1.868	1.699	1.775	1.610	1.687
CAPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	131.89	132.88	123.95	132.78	131.44	133.50
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	118.59	118.09	111.96	117.74	118.41	117.48
Peso de Agua (gr.)	13.30	14.79	11.99	15.04	13.03	16.02
Peso de Cápsula (gr.)	37.89	40.66	39.30	31.98	36.82	37.69
Peso de Suelo Seco (gr.)	80.90	77.43	72.66	85.76	79.49	79.79
% de Humedad	16.44	19.10	16.50	17.54	15.39	20.08
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.532	1.568	1.458	1.510	1.383	1.405

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	1.310	0.33	0.290	1.200	0.300	0.290	1.100	0.290	0.240
48 hrs	1.660	0.47	0.410	1.770	0.450	0.390	1.310	0.330	0.290
72 hrs	2.190	0.55	0.480	2.030	0.520	0.440	1.800	0.460	0.390
96 hrs	2.430	0.61	0.530	2.340	0.590	0.510	2.030	0.510	0.440

ENSAYO DE CARGA - PENETRACION

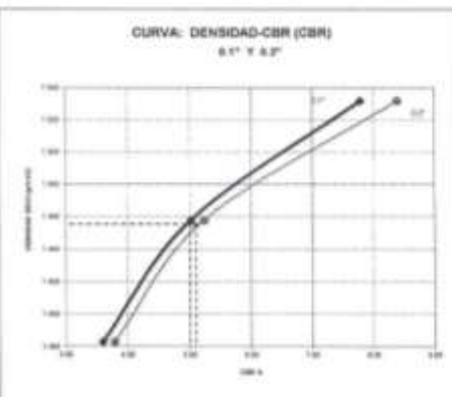
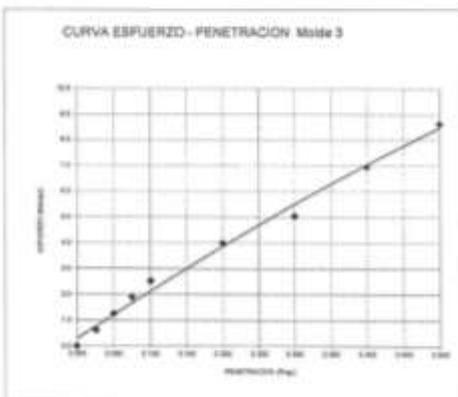
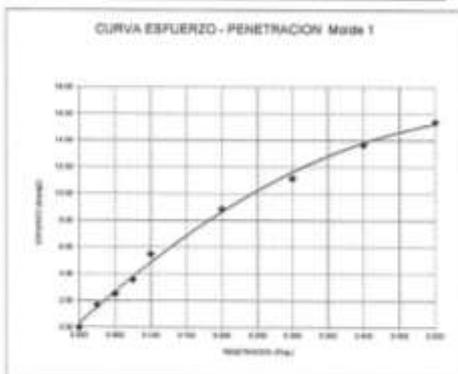
PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	Indice	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo
0.70	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.64	0.021	33.1	1.89	20.7	1.05	13.4	0.6
1.27	0.036	49.7	2.53	31.2	1.90	24.8	1.2
1.90	0.073	70.4	3.58	53.8	2.74	37.2	1.9
2.54	0.108	107.6	5.48	89.4	3.51	49.7	2.5
3.18	0.200	173.8	8.81	138.3	5.32	78.4	4.0
3.82	0.300	239.3	13.17	188.3	8.50	99.2	5.1
4.46	0.408	299.0	15.70	245.5	12.43	126.6	7.0
5.10	0.500	362.1	19.38	290.4	15.69	160.7	8.6



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
Ing. Victoria de los Angeles Agustín Díaz  
DIRECTORA DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**CBR GRÁFICOS**
**CALICATA :** C-2

**Valores Corregidos**

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.1	5.5	70.35	7.79	1.532
2	0.1	3.5	70.35	5.02	1.458
3	0.1	2.5	70.35	3.59	1.383

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg²)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg²)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm³)
1	0.2	8.8	105.46	8.39	1.532
2	0.2	5.5	105.46	5.24	1.458
3	0.2	4.0	105.46	3.78	1.383

**METODO DE COMPACTACION**

Máxima Densidad Seca (gr /cm³)	1.532
Máxima Densidad Seca (gr /cm³) al 95 %	1.458
ÓPTIMO Contenido de Humedad	22.10%

**VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %**

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	7.79%	0.2"	8.39%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	5.00%	0.2"	5.10%

**CAMPUS CHICLAYO**  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514



fb/ucvperu  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victor J. Pineda*  
Rg. Victor J. Pineda  
DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557

PROYECTO : TESIS : "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA  
SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL  
RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DÍAZ  
UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA : C-4

ESTRATO : E-02

Molde N°	8 - 124
Peso del Molde gr.	1778
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	929.37
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	50

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	3338.00	3412.00	3495.00	3405.00		
Peso de Molde (gr.)	1778.00	1778.00	1778.00	1778.00		
Peso del suelo húmedo (gr.)	1560.00	1634.00	1688.00	1627.00		
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.76	1.82	1.75		
CÁPSULA N°	1-01	1-02	1-03	1-04	1-05	1-06
Peso de suelo húmedo + Cápsula (gr.)	135.37	140.32	140.77	135.84		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	119.13	122.89	122.41	119.90		
Peso de Agua (gr.)	16.24	18.03	18.36	15.95		
Peso de Cápsula (gr.)	40.88	38.92	40.86	33.20		
Peso de Suelo Seco (gr.)	78.25	83.97	81.55	82.79		
% de Humedad	20.75	21.47	22.51	23.73		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.300	1.447	1.483	1.415		



\*\*\* Ensayo realizado por el solicitante.

Máxima densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.483
Óptimo Contenido de Humedad (%)	22.60



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTIN DIAZ  
RESPONSABLE

fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS : DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA

SOLICITANTE : AYRY INFANTE JOSÉ SAMUEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ

UBICACIÓN : PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CAUCATA : C-4 ESTRATO : E-02

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
N° DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4530		4530		4530	
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	10968	11048	10378	10406	9968	10150
Peso de Molde (gr.)	7190	7190	7184	7184	7190	7190
Peso del suelo Húmedo (gr.)	3778	3858	3194	3222	2778	2960
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2105	2105
Volumen del Disco Especificador (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.795	1.833	1.517	1.531	1.320	1.409
CAPSULA N°	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	138.60	143.46	137.01	143.35	138.80	137.43
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	119.59	121.93	118.73	122.39	120.42	118.98
Peso de Agua (gr.)	19.01	21.53	18.28	20.96	18.38	18.45
Peso de Cápsula (gr.)	31.98	32.50	40.85	39.92	40.85	38.24
Peso de Suelo Seco (gr.)	87.61	89.43	77.87	82.47	79.79	80.84
% de Humedad	21.70	21.65	23.48	25.11	23.04	23.00
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.475	1.507	1.229	1.223	1.073	1.146

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000
24 hrs	1.320	0.34	0.290	1.150	0.290	0.250	0.940	0.240	0.210
48 hrs	1.720	0.44	0.380	1.410	0.360	0.310	1.140	0.290	0.250
72 hrs	1.940	0.49	0.420	1.770	0.450	0.390	1.370	0.350	0.300
96 hrs	2.150	0.55	0.470	1.950	0.430	0.430	1.440	0.370	0.320

ENSAYO DE CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 56 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	milg	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo
0.00	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.64	0.023	24.8	1.26	16.8	0.84	12.4	0.6
1.27	0.050	53.8	2.54	33.1	1.65	20.7	1.1
1.90	0.073	93.2	4.83	37.9	2.01	33.1	1.7
2.54	0.100	146.7	7.16	55.2	4.83	49.7	2.9
3.18	0.125	213.2	10.96	165.5	8.43	99.3	5.1
3.82	0.150	289.7	14.73	211.1	10.73	149.6	7.6
4.46	0.175	347.6	17.70	269.0	13.70	190.4	9.7
5.10	0.200	413.0	21.13	318.6	16.72	256.6	12.7



CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

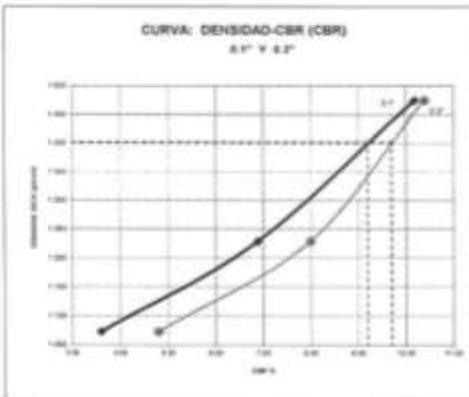
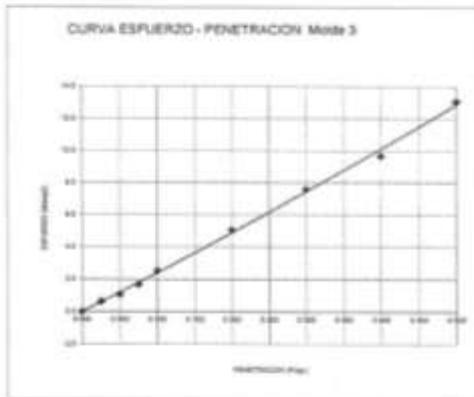
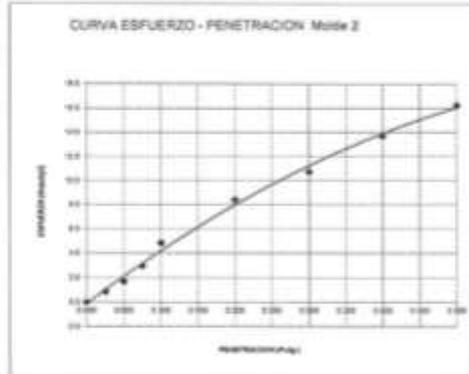
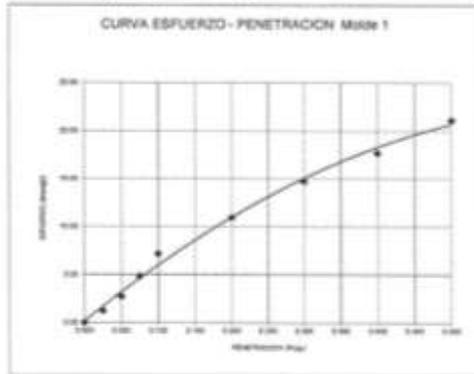
fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Victoria de los Angeles Agustín Díaz*  
ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
COORDINADORA DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS



CBR GRÁFICOS

CALICATA : C-4



Valores Corridos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lb/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	7.2	70.35	10.18	1.475
2	0.1	4.8	70.35	6.89	1.229
3	0.1	2.5	70.35	3.59	1.073

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lb/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R. %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	11.0	105.46	10.39	1.475
2	0.2	8.4	105.46	7.99	1.229
3	0.2	5.1	105.46	4.80	1.073

METODO DE COMPACTACION :

Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	1.475
Máxima Densidad Seca (gr./cm3) al 95 %	1.401
ÓPTIMO Contenido de Humedad	22.60%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R. Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	10.18%	0.2"	10.39%
C.B.R. Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	9.20%	0.2"	9.60%



CAMPUS CHICLAYO

Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*Chiclayo*  
Esc. Técnica de Ingeniería Civil  
Laboratorio de Suelos

fb/ucv\_peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**
**ENSAYO DE COMPACTACIÓN - PROCTOR MODIFICADO  
MÉTODO C  
ASTM D-1557**

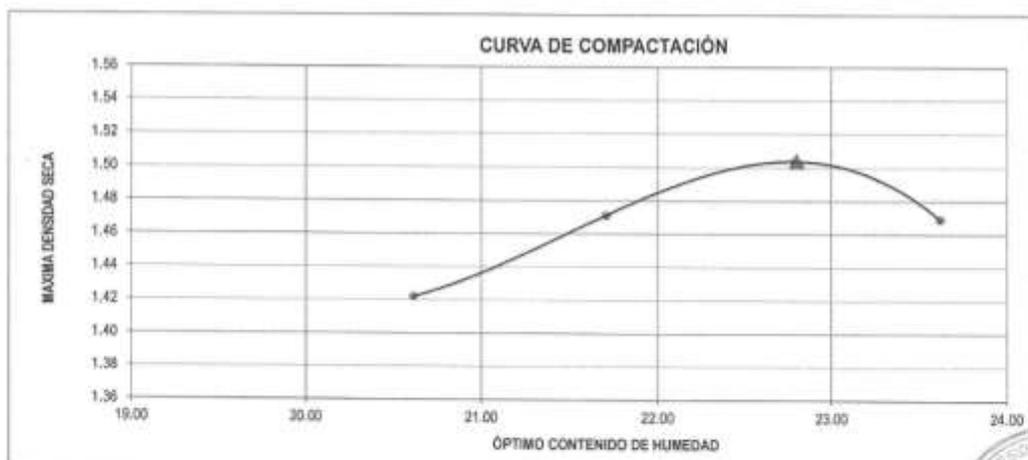
**PROYECTO :** TESIS ; "DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA  
**SOLICITANTE :** AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL  
**RESPONSABLE :** ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUSTÍN DÍAZ  
**UBICACIÓN :** PORCÓN ALTO - CAJAMARCA - CAJAMARCA  
**FECHA :** SEPTIEMBRE DEL 2018

**CALICATA :** C-5

**ESTRATO :** E-02

<b>Molde N°</b>	S-124
Peso del Molde gr.	1778
Volumen del Molde cm <sup>3</sup>	929.37
N° de Capas	5
N° de Golpes por capa	56

MUESTRA N°	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
Peso de Suelo húmedo + Molde (gr.)	3372.00	3442.00	3494.00	3466.00		
Peso de Molde (gr.)	1778.00	1778.00	1778.00	1778.00		
Peso del suelo Húmedo (gr.)	1594.00	1664.00	1716.00	1688.00		
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.72	1.79	1.85	1.82		
<b>CAPSULA N°</b>	I-01	I-02	I-03	I-04	I-05	I-06
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	141.37	135.00	137.68	131.57		
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	124.19	118.21	118.43	112.52		
Peso de Agua (gr)	17.18	16.79	19.25	19.05		
Peso de Cápsula (gr.)	40.86	40.86	39.35	31.98		
Peso de Suelo Seco (gr.)	83.33	77.35	80.08	80.54		
% de Humedad	20.62	21.71	22.79	23.62		
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.42	1.47	1.50	1.47		

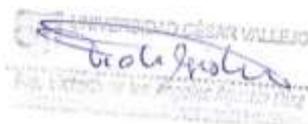


\*\*\* Ensayo realizado por el solicitante.

<b>Máxima densidad Seca (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.504</b>
<b>Óptimo Contenido de Humedad (%)</b>	<b>22.80</b>



**CAMPUS CHICLAYO**  
 Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
 Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514



fb/ucv.peru  
 @ucv\_peru  
 #saliradelante  
[ucv.edu.pe](http://ucv.edu.pe)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ENSAYO DE CBR Y EXPANSION

PROYECTO : TESIS : DISEÑO DEL PAVIMENTO RIGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO FORCÓN ALTO - CAJAMARCA

SOLICITANTE : AYAY INFANTE JOSE SAMAEL

RESPONSABLE : ING. VICTORIA DE LOS ANGELES AGUIRÉN DÍAZ

UBICACIÓN : FORCÓN ALTO - CAJAMARCA

FECHA : SEPTIEMBRE DEL 2018

CALICATA : C-1 ESTRATO : E-02

ENSAYO DE COMPACTACION CBR

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
Nº DE GOLPES POR CAPA	30		25		12	
SOBRECARGA (gr.)	4520		4530		4530	
Peso de Suelo Húmedo + Molde (gr.)	11762	11982	10704	10920	11008	11254
Peso de Molde (gr.)	6084	6084	7160	7160	7814	7814
Peso del suelo Húmedo (gr.)	2678	2898	3544	3770	3194	3540
Volumen de Molde (cm <sup>3</sup> )	2105	2105	2105	2105	2105	2105
Volumen del Disco (Españador) (cm <sup>3</sup> )	1085	1085	1085	1085	1085	1085
Densidad Húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.247	1.352	1.684	1.791	1.517	1.682
CÁPSULA Nº	1	2	3	4	5	6
Peso de suelo Húmedo + Cápsula (gr.)	127.19	113.18	128.45	123.15	132.28	130.18
Peso de suelo seco + Cápsula (gr.)	114.78	101.08	115.90	107.88	120.33	111.44
Peso de Agua (gr)	12.41	12.08	12.55	15.47	12.08	18.72
Peso de Cápsula (gr.)	38.21	31.95	40.86	38.30	38.92	37.69
Peso de Suelo Seco (gr.)	75.57	69.10	75.24	69.38	81.31	73.75
% de Humedad	16.21	17.48	16.68	22.62	14.83	25.38
Densidad de Suelo Seco (gr/cm <sup>3</sup> )	1.004	1.576	1.443	1.481	1.321	1.341

ENSAYO DE EXPANSION

TIEMPO	LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION		LECT. DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000		0.000	0.000		0.000		0.000	
24 hrs	0.890	0.23	0.190	0.890	0.230	0.190	0.600	0.170	0.140
48 hrs	1.430	0.36	0.310	1.300	0.300	0.260	1.100	0.290	0.240
72 hrs	1.810	0.38	0.330	1.480	0.360	0.320	1.790	0.245	0.290
96 hrs	1.870	0.40	0.340	1.640	0.420	0.360	1.790	0.450	0.390

ENSAYO DE CARGA - PENETRACION

PENETRACION		MOLDE 1 30 GOLPES		MOLDE 2 25 GOLPES		MOLDE 3 12 GOLPES	
mm	psi	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo	Carga	Esfuerzo
0.30	0.000	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0
0.64	0.521	48.7	2.33	37.2	1.70	16.4	0.8
1.27	0.680	65.2	3.17	43.7	2.12	29.5	1.1
1.90	0.873	82.8	4.21	66.2	3.17	45.2	2.2
2.54	0.100	111.7	5.39	91.0	4.64	52.1	2.2
3.88	0.205	148.0	7.39	115.9	5.90	82.8	3.2
7.62	0.300	206.9	10.34	138.5	6.55	103.3	4.2
19.18	0.400	240.0	12.32	165.3	8.43	120.0	4.1
31.70	0.300	206.2	10.39	211.1	10.78	148.7	7.2

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
*[Firma]*  
ING. LINDA SOTO SANDOVAL  
COORDINADORA GENERAL DE LABORATORIOS

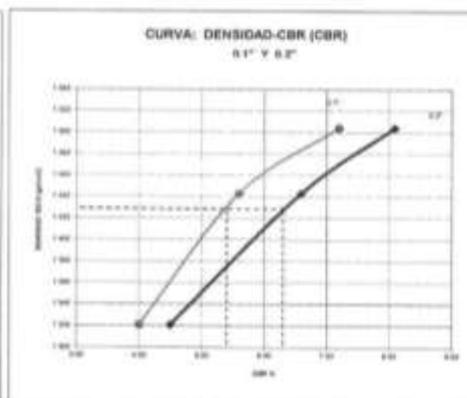


fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradelante  
ucv.edu.pe



CBR GRÁFICOS

CALICATA 1 C-5



Valores Corregidos

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.1	5.7	70.35	8.09	1.504
2	0.1	4.6	70.35	6.59	1.443
3	0.1	3.2	70.35	4.49	1.321

MOLDE Nº	PENETRACION (pulg)	PRESION APLICADA (lbs/pulg2)	PRESION PATRÓN (Lb/pulg2)	C.B.R %	DENSIDAD SECA (gr/cm3)
1	0.2	7.6	105.48	7.19	1.504
2	0.2	5.9	105.48	5.59	1.443
3	0.2	4.2	105.48	4.00	1.321

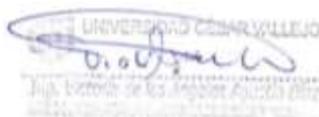
METODO DE COMPACTACION

Máxima Densidad Seca (gr /cm3)	1.504
Máxima Densidad Seca (gr /cm3) al 95 %	1.429
ÓPTIMO Contenido de Humedad	22.80%

VALOR DEL C.B.R. AL 100 Y 95 %

C.B.R Al 100 % de la Máxima Densidad Seca	0.1"	8.09%	0.2"	7.19%
C.B.R Al 95% de la Máxima Densidad Seca	0.1"	6.40%	0.2"	6.20%

CAMPUS CHICLAYO  
Carretera Chiclayo Pimentel Km. 3.5  
Telf.: (074) 481616 / Anexo: 6514



fb/ucv.peru  
@ucv\_peru  
#saliradiante  
ucv.edu.pe

## **ANEXO 07**

### **ESTUDIO DE CANTERA**

El estudio y revisión de canteras tienen por objetivo la ubicación y evaluación para determinar las características físicas, mecánicas de los materiales con la finalidad de definir los usos y el tratamiento para ser utilizados en la construcción de pavimento del centro poblado Porcón Alto.

Se debe tener en cuenta la calidad y cantidad necesaria para la obra que se ejecute, es necesario elegir las canteras que se encuentran en la zona, para que al final podamos evaluar y decidir la cantera que, combinado en criterio técnico y económico, resulte el mejor.

a. Los materiales de tratamiento especial para ser utilizados, salvo tamizados.

b. Las canteras deben ser utilizadas de manera que su explotación no conlleve a problemas legales que perjudique a los habitantes de la región.

De la experiencia local, éstas presentan antecedentes de explotación para cubrir los requerimientos de los materiales de las obras que se han ejecutado en la zona cuyo resultado reflejan su buena calidad.

La cantera seleccionada para la presente tesis es el Guitarrero ubicada en el distrito de Cajamarca, provincia de Cajamarca, para material afirmado para la base del pavimento y agregado grueso para la fabricación del concreto, en lo referente a la calidad de los materiales que se emplean en la estructura del pavimento, los resultados son los siguientes:

#### **Investigación de Campo**

##### **a) Exploración**

Se realizó el reconocimiento de campo, las cuales fueron evaluadas mediante sondeos de calicatas de hasta 2 m y/o en corte de talud en algunos casos, se observó su estratigrafía y profundidad.

En campo se realizó una evaluación de los materiales determinándose la granulometría integral de los agregados existentes, con el fin de determinar el tamaño máximo de los agregados mayores a 2" (bloque y bolones), % de gravas menores a 2" y % de arenas con el fin de hallar rendimientos de la cantera par cada uno de sus usos.

La clasificación de material menor a 2" de diámetro, se determinó en laboratorio mediante el análisis granulométrico de las muestras alteradas representativas de la calicata.

Se extrajo muestras de agregado grueso con fines de fabricación de concreto.

## **b) Ensayos de Laboratorio**

Las muestras extraídas, fueron analizadas y ensayadas bajo las especificaciones siguientes.

✓ Determinación de contenido de humedad	A.S.T.M. D-2216
✓ Análisis granulométrico por tamizado	A.S.T.M. D-4318
✓ Limite Líquido e índice de plasticidad	A.S.T.M. D-4318
✓ Clasificación de suelos AASHTO	A.S.T.M. D-3282
✓ Clasificación de suelos sistema SUCS	A.S.T.M. D-2487
✓ Sales solubles totales	A.S.T.M. D-1888
✓ Proctor modificado (compactación)	A.S.T.M. D-1557
✓ Relación de soporte california (CBR)	A.S.T.M. D-1883
✓ Peso unitario y vacíos de los agregados	MTC-203
✓ Gravedad específica y absorción de agregados finos	MTC-205
✓ Gravedad específica y absorción de agregados gruesos	MTC-206

## **Resultados de los ensayos de material afirmado**

En lo concerniente a la calidad de los materiales que se emplean en la estructura del pavimento, los resultados son los siguientes:

- c) **Material** El material de la cantera El Guitarrero se clasifican según sistema **AASHTO**, como **A-1-a (0)** gravas limosas, mezclas de gravas, arena y limo de baja plasticidad. Según sistema **SUCS**: **GM**; Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo.

- a) **Potencia** >600,000 m<sup>3</sup> aproximadamente.
- b) **Rendimiento:** 90%
- c) **Uso:** Esta cantera será utilizada en la conformación de la base.
- d) **Granulometría:** Uniforme
- e) **Límite Líquido:** 25.80
- f) **Límite Plástico:** 21.83
- g) **Índice Plástico:** 3.97
- h) **CBR al 100% de MDS:** 86.30%
- i) **CBR AL 95% DE MDS:** 67%
- j) **Máxima densidad seca:** 2.20 gr/cm<sup>2</sup>
- k) **Óptimo contenido de humedad:** 8.69%.
- l) **Período de Uso:** Todo el año.

### **Conclusiones y Recomendaciones**

De acuerdo a la información de campo y laboratorio realizados, se pueden obtener las siguientes conclusiones y recomendaciones.

- a) El material de la cantera Guitarrero se clasifican según sistema **AASTHO**, como A-1-a (0) gravas limosas, mezclas de gravas, arena y limo de baja plasticidad.
- b) Según sistema SUCS: GM; Gravas limosas, mezcla de grava, arena y limo.
- c) La cantera Guitarrero cuenta con un CBR superior al recomendado por MTC E 132, donde menciona que el CBR mínimo para Para tráfico  $\leq 15 \times 10^6$  EE es de 40%.
- d) Se recomienda que los materiales a utilizarse como capa de base deberán ser provenientes de la cantera el Guitarrero, los que deberán cumplir en todo momento requisitos establecidos por el ministerio de Transportes y Comunicaciones MTC.

## **ANEXO 08**

### **ESTUDIO HIDROLÓGICO**

El presente estudio está orientado a determinar el caudal de diseño del drenaje pluvial, ante condiciones de precipitaciones pluviales extremas que inciden en mantener la estabilidad del pavimento, así mismo evitar su deterioro anticipado.

(Neyra, 2016) El estudio hidrológico es determinante en todos los campos de ingeniería porque su aplicación es importante para el diseño de obras hidráulicas, drenaje, control de inundaciones entre otras.

#### **Ubicación de la estación meteorológica:**

Estación	:	Porcón I
Tipo	:	Convencional meteorológica.
Latitud	:	7° 10"
Longitud	:	78° 30"
Altitud	:	3536 nmsm.
Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajamarca
Distrito	:	Cajamarca

#### **Información básica.**

Según (RNE-MVCS, 2006) y sus modificaciones, norma os.060 drenaje pluvial urbano en el anexo 05 ítem 2.5 inciso b, menciona que, de existir sólo información pluviométrica en la zona de estudio, se determinará la distribución de

- frecuencia de la precipitación máxima en 24 horas de dicha estación.
- aplicación de distribución de frecuencia
- El procesamiento estadístico deberá realizarse mediante las distribuciones de frecuencia más usuales para obtener la distribución de mejor ajuste a los registros históricos.

➤ Según **(MTC-14, 2011)** Manual de hidrología, hidráulica y drenaje menciona que en el análisis de frecuencia tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos

La información básica para la caracterización del clima y la meteorología de la zona de estudio proviene de registros de la estación meteorológica Porcón I, la cual se encuentra cerca al área de estudio y se encuentra detallada en el Análisis Hidrológico.

### Información Pluviométrica

La información pluviométrica que ha servido de base para la cuantificación de la escorrentía superficial es la correspondiente a precipitaciones máximas en 24 horas obtenidas de la Estación Pluviométrica de Porcón I para una sucesión de 10 años, la data de 1997-2016 fue tomada para la tesis: “diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del Centro Poblado Porcón Alto - Cajamarca” data proporcionada por SENAMHI Cajamarca.

La ubicación y características de la estación pluviométrica está en el Cuadro N° 8.01.

### Información de precipitaciones máxima de 24 horas.(1997-1998, 2009-2016)

**CUADRO 8.01**

#### **Cálculo de precipitaciones máximas de 24 horas anual y mensual (mm)**

AÑOS	MES												Máximo
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
1997	110.5	278.1	76.5	154.2	59.9	53.2	53.7	29	107.1	87.2	105.8	123.1	<b>278.1</b>
1998	252.5	278.1	253.4	106	77.5	38.1	29.3	83.8	49.5	107.1	36.9	59.7	<b>278.1</b>
2009	354.7	218.7	275.5	169.9	52.8	9.7	2.6	4.1	18.4	160.8	190	160.1	<b>354.7</b>
2010	102.7	225.8	288.2	147	35.6	4.6	2.4	2.6	11.9	82.1	138.7	155.9	<b>288.2</b>
2011	104.4	150.5	188.4	175.5	17.6	3.4	2.4	2.1	30	67.9	100.5	185.8	<b>188.4</b>
2012	337.8	350.9	181.7	125.9	27.3	1.7	0	3.7	13.1	144.2	196.8	53.7	<b>350.9</b>
2013	98.6	219.8	257.2	112.3	63.8	3.6	1.8	6.1	8.8	147	47.1	138.5	<b>257.2</b>
2014	124.9	181	230.3	77.5	33.2	1.9	0.6	1.9	30.2	68.3	102.6	187.8	<b>230.3</b>
2015	379.9	174.2	316.6	117.3	64.7	1.2	1.1	1.1	23.8	52.6	166.5	104.5	<b>379.9</b>
2016	169.2	182	195.6	114.5	10.7	0.4	0.2	7.1	50.6	75.1	95.1	129.1	<b>195.6</b>
<b>Máximos</b>	<b>379.9</b>	<b>350.9</b>	<b>316.6</b>	<b>175.5</b>	<b>77.5</b>	<b>53.2</b>	<b>53.7</b>	<b>83.8</b>	<b>107.1</b>	<b>160.8</b>	<b>196.8</b>	<b>187.8</b>	

**Fuente:** Información del Senamhi tabulada por tesista.

### CUADRO 8.02

#### Precipitaciones máximas de 24 horas anual (mm)

##### Estación Porcón I

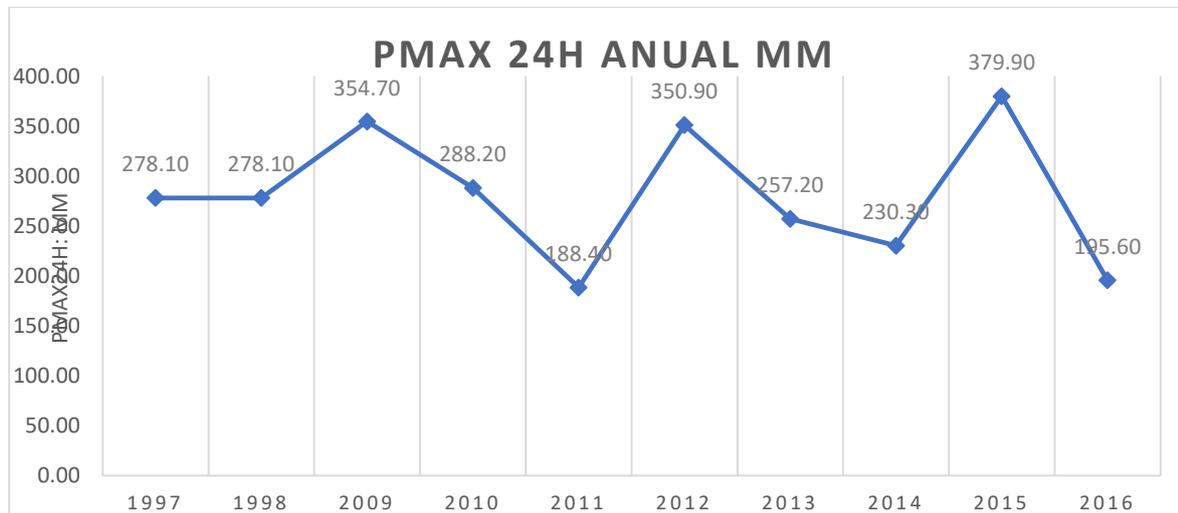
Año	Pmax 24h Anual mm
1997	278.10
1998	278.10
2009	354.70
2010	288.20
2011	188.40
2012	350.90
2013	257.20
2014	230.30
2015	379.90
2016	195.60

Fuente: Elaboración Propia

### GRAFICO 8.01

#### Variación de precipitaciones máximas de 24 horas anual (mm)

##### Estación Porcón I



Fuente: Elaboración Propia

### CUADRO 8.03

#### Precipitaciones máximas de 24 horas mensual (mm)

##### Estación Porcón I

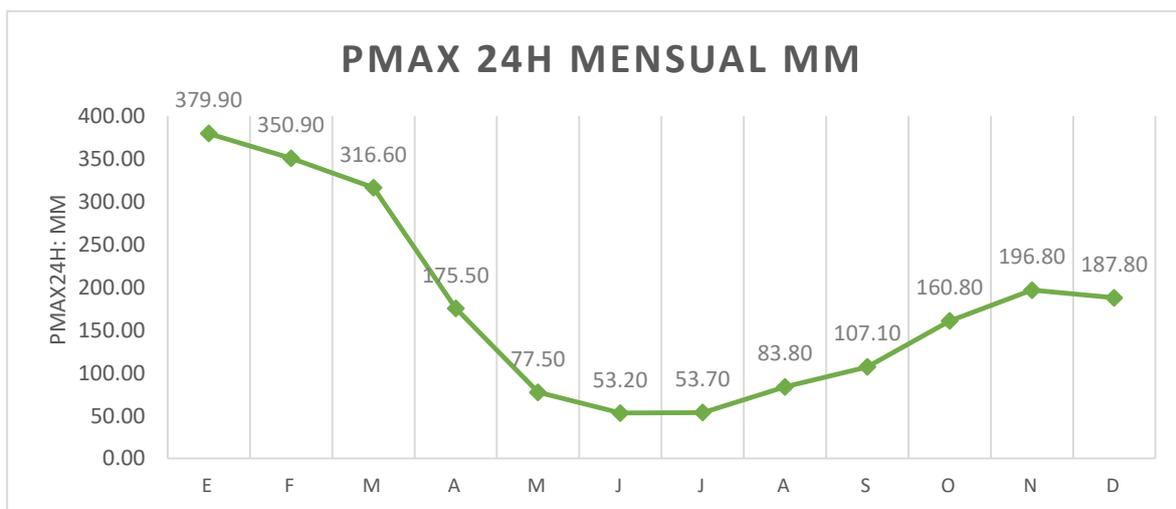
Año	Pmax 24h Mensual mm
E	379.90
F	350.90
M	316.60
A	175.50
M	77.50
J	53.20
J	53.70
A	83.80
S	107.10
O	160.80
N	196.80
D	187.80

Fuente: Elaboración Propia

### GRAFICO 8.02

#### Variación de precipitaciones máximas de 24 horas mensual (mm)

##### Estación Porcón I



Fuente: Elaboración Propia

## Aplicación de distribución de frecuencia

El análisis de frecuencia tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos.

El procesamiento estadístico se realizó mediante las distribuciones de frecuencia más usuales para obtener la distribución de mejor ajuste a los registros históricos, como son:

- Distribución Normal.
- Distribución Log Normal 2 Parámetros.
- Distribución Log Normal 3 Parámetros.
- Distribución Gamma 2 Parámetros.
- Distribución Gamma 3 Parámetros.
- Distribución Log Pearson III.
- Distribución Gumbel.
- Distribución Log Gumbel

Después de realizar los cálculos estadísticos con las distribuciones probabilísticas anteriormente descritas usando el SOFTWARE HIDROESTA 2, se ha obtenido precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno, tal como se muestra en el cuadro N°8.04.

**CUADRO 8.04**

### Precipitaciones Máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno.

Tiempo Retorno (T años)	Distribución Normal (mm)	Dist. Log Normal 2 Parámetros (mm)	Dist. Log Normal 3 Parámetros (mm)	Distribución de Gamma 2 Parámetros (mm)	Distribución de Gamma 3 Parámetros (mm)	Distribución de Person Tipo III	Distribución de Gumbel (mm)	Distribución Log de Gumbel (mm)
2	280.14	273.01	277.55	275.38	271.48	268.45	269.3	262.39
5	335.65	334.57	277.55	331.58	330.74	329.57	327.6	324.85
10	364.69	372.13	361.95	363.73	364.74	365.85	366.2	374.19
20	388.67	406.3	387.56	391.76	394.21	399.44	403.22	428.55
25	64.11	416.83	395.16	400.18	405.11	410.72	414.97	447.39
50	415.65	448.51	417.31	424.92	432.13	444.72	451.15	510.79
Δ Teórico	0.131	0.1232	0.1417	0.13.90	0.1401	0.1403	0.1405	0.1465
Δ Tabular	0.4301	0.4301	0.4301	0.4301	0.4301	0.4301	0.4301	0.4301

Fuente: Elaboración Propia

## CUADRO 8.05

### Resultados de las pruebas de Bondad de Ajuste

Tiempo Retorno (T años)	Distribución Normal (mm)	Dist. Log Normal 2 Parámetros (mm)	Dist. Log Normal 3 Parámetros (mm)	Distribución de Gamma 2 Parámetros (mm)	Distribución de Gamma 3 Parámetros (mm)	Distribución de Person Tipo III	Distribución de Gumbel (mm)	Distribución Log de Gumbel (mm)
$\Delta$ Teórico	0.131	0.1232	0.1417	0.13.90	0.1401	0.1403	0.1405	0.1465

Fuente: Elaboración Propia

### Prueba de bondad de ajuste

Para la aplicación del análisis estadístico a una serie de datos de precipitaciones se requiere hallar la distribución teórica de mejor ajuste de nuestros datos históricos. Para tal fin se realizó la distribución de probabilidades con un nivel de significación de 5%: distribución normal, distribución normal log 2 parámetros, distribución normal log 3 parámetros, distribución de Gamma 2 parámetros, distribución de Gamma 3 parámetros, distribución de Person III, distribución de Gumbel, distribución Log Gumbel.

Los resultados de las pruebas de ajuste se presentan en el **cuadro N° 8.05** y fueron obtenidos con ayuda del Software Hidroesta 2.

De acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba de bondad de ajuste se concluye que los datos se ajustan satisfactoriamente a la **Distribución Log de Gumbel** por tener menor valor de  $\Delta$  **teórico = 0.1465**.

Para el desarrollo del presente Estudio, se ha elegido trabajar con los resultados de la **Distribución Log de Gumbel**, perteneciente a la Estación Porcón I.

En lo cual se presenta la precipitación máxima en 24 horas de la Estación Porcón I en función de distintos períodos de retorno, previamente ponderados por el factor  $R=1.13$  que fue desarrollado en USA por Hershfield D. M, (1961) para obtener la precipitación máxima probable a partir de las precipitaciones máximas diarias (24 horas).

## CUADRO 8.06

### Precipitación Máxima en 24 Horas Ponderada

Tiempo Retorno (T años)	Distribución Log de Gumbel (mm)	Factor R	Precipitación máxima de 24 horas ponderada (mm)
2	262.39	1.3	341.11
5	324.85	1.3	422.31
10	374.19	1.3	486.45
20	428.55	1.3	557.12
25	447.39	1.3	581.61
50	510.79	1.3	664.03

Fuente: Elaboración Propia

### Determinación de la intensidad de lluvia

Según (RNE-MVCS, 2006) y sus modificaciones norma OS.060 drenaje pluvial urbano en el cual hace referencia lo siguiente:

- ✓ Que la intensidad de lluvia de diseño de un determinado punto del proyecto de drenaje es el promedio de una lluvia cuya duración es igual al tiempo de concentración del área que se drena en ese punto, es decir igual al tiempo que se tarda la última gota en drenarse del punto más lejano de la cuenca hasta el punto de salida.
- ✓ La ruta de flujo del sistema de drenaje está constituida por:
- ✓ La ruta de flujo desde el punto más remoto hasta el ingreso a los ductos de drenaje o canalizaciones.
- ✓ Ruta donde el flujo fluye dentro del sistema de ductos o canalizaciones hasta el punto de interés.
- ✓ De acuerdo al párrafo anterior el tiempo de concentración a lo largo de una ruta de drenaje hasta el punto de interés ( $t_c$ ) es:

$$T_c = T_o + T_f$$

Dónde

$T_o$ : tiempo de concentración y puede estimarse mediante observaciones experimentales o usando tablas.

Tf: tiempo de flujo y está dado por la ecuación:

$$t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i}$$

Dónde:

$L_i$  = Longitud del i-ésimo conducción (ducto o canal) a lo largo de la trayectoria del flujo

$V_i$  = Velocidad del flujo en el ducto o canalización

✓ En ningún caso el tiempo de concentración  $T_c$  deberá ser menor a 10 minutos.

✓ En cualquier punto de ingreso al sistema de ductos y canalizaciones, al menos una ruta sólo tiene tiempo de ingreso al sistema de ductos,  $T_o$ . Si hay otras rutas estas tienen los dos tipos de tiempos  $T_o$  y  $T_f$ .

Así mismo (MTC-14, 2011) Manual de hidrología hidráulica y drenaje en la página 37, hace referencia que en casos donde no exista registros pluviográficos, intensidades máximas se calcularán utilizando la metodología de Dyck Peschke (Guevara 1991), Este método permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente.

$$P_d = P_{24h} \left( \frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Dónde:

$P_d$  = Precipitación total (mm)

$d$  = Duración en (min.)

$P_{24h}$  = Precipitación máxima en 24 horas (mm).

La intensidad se halla dividiendo la precipitación  $P_d$  entre la duración.

En el cuadro N° 8.07 presentamos el resumen de los valores de precipitaciones totales (mm) para diferentes periodos de retorno y duraciones de lluvia.

### CUADRO 8.07

#### Precipitaciones totales de diseño para duraciones menores a 24 horas (mm)

d (min)	d(horas)	Tr=2	Tr=5	Tr=10	Tr=20	Tr=25	Tr=50
		Pd(mm)	Pd(mm)	Pd(mm)	Pd(mm)	Pd(mm)	Pd(mm)
10	0.17	98.47	121.91	140.43	160.83	167.90	191.69
15	0.25	108.97	134.91	155.41	177.98	185.81	212.14
20	0.33	117.10	144.97	166.99	191.25	199.66	227.96
30	0.50	129.59	160.44	184.81	211.66	220.96	252.28
40	0.67	139.26	172.41	198.59	227.44	237.44	271.09
50	0.83	147.25	182.30	209.98	240.49	251.06	286.64
60	1.00	154.11	190.80	219.78	251.71	262.77	300.01
90	1.50	170.55	211.15	243.22	278.56	290.80	332.01
120	2.00	183.27	226.90	261.36	299.33	312.49	356.77
240	4.60	217.95	269.83	310.81	355.96	371.61	424.28
360	6.00	241.20	298.61	343.97	393.94	411.26	469.54
420	7.00	250.68	310.35	357.48	409.42	427.42	487.99
480	8.00	259.19	320.88	369.62	423.32	441.93	504.55
600	10.00	274.06	339.29	390.83	447.60	467.28	533.50
660	11.00	280.66	347.47	400.25	458.40	478.55	546.36
720	12.00	286.84	355.11	409.05	468.48	489.07	558.38

Fuente: Elaboración Propia

Para el cálculo de la Intensidad, como ya se cuenta con la duración de la tormenta se divide la precipitación (Pd) entre la duración (d), para diferentes períodos de retomo y diferentes duraciones, obteniendo las intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas, como se muestra en el cuadro N° 8.08.

### CUADRO 8.08

#### Valores de Intensidad de lluvia (mm/h) para diferentes duraciones de lluvia.

d (min)	d(horas)	Tr=2	Tr=5	Tr=10	Tr=20	Tr=25	Tr=50
		Pd(mm)	Pd(mm)	Pd(mm)	Pd(mm)	Pd(mm)	Pd(mm)
10	0.17	590.81	731.45	842.55	964.95	1007.37	1150.13
15	0.25	435.90	539.66	621.62	711.93	743.23	848.55
20	0.33	351.30	434.92	500.98	573.76	598.99	683.87
30	0.50	259.19	320.88	369.62	423.32	441.93	504.55
40	0.67	208.88	258.61	297.89	341.16	356.16	406.63
50	0.83	176.69	218.76	251.98	288.59	301.27	343.97
60	1.00	154.11	190.80	219.78	251.71	262.77	300.01
90	1.50	113.70	140.77	162.15	185.71	193.87	221.34
120	2.00	91.64	113.45	130.68	149.66	156.24	178.39
240	4.60	54.49	67.46	77.70	88.99	92.90	106.07
360	6.00	40.20	49.77	57.33	65.66	68.54	78.26
420	7.00	35.81	44.34	51.07	58.49	61.06	69.71
480	8.00	32.40	40.11	46.20	52.91	55.24	63.07
600	10.00	27.41	33.93	39.08	44.76	46.73	53.35
660	11.00	25.51	31.59	36.39	41.67	43.50	49.67
720	12.00	23.90	29.59	34.09	39.04	40.76	46.53

Fuente: Elaboración Propia

## Período de retorno y vida útil de las estructuras de drenaje

(MTC-14, 2011) Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, menciona que el periodo de retorno es el promedio de caudal máximo de una creciente en el cual es igualada o superada una vez cada cierto tiempo, tabla 06.1

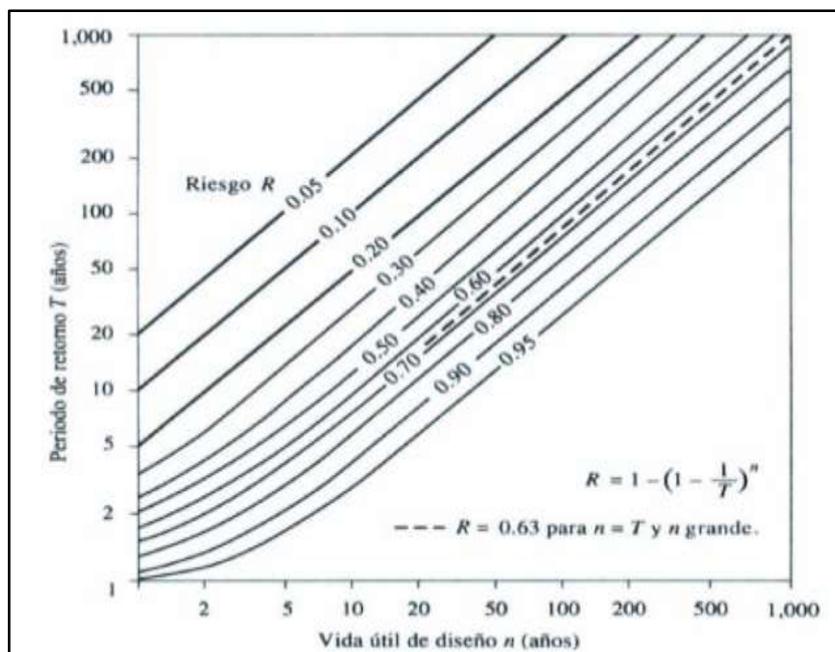
El riesgo de falla admisible en función del periodo de retorno y vida útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - (1 - 1/T)^n$$

Si la obra tiene una vida útil de  $n$  años, la fórmula anterior permite calcular el periodo de retorno  $T$ , fijando el riesgo de falla admisible  $R$ , el cual es la probabilidad de ocurrencia de la máxima creciente estudiada, durante la vida útil de la obra. Figura N° 02.

Figura N° 02

Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil



Fuente (MTC/14) Manual de hidrología, hidráulica y drenaje, pág.24.

En la Tabla 08.1 se presenta el valor  $T$  para riesgos permisibles  $R$  y para la vida útil de la obra.

**Tabla 08.1****Valores de Periodo de Retorno T (años)**

RIESGO ADMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0,01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0,02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0,05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0,10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0,20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0,25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0,50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0,75	1,3	2	2,7	4,1	7,7	15	18	37	73	144

**Fuente:** (MTC-14, 2011), pág.24, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

De acuerdo a los valores presentados en el Tabla 08.1 se recomienda utilizar como máximo, los siguientes valores de riesgos de obras de drenaje Tabla 08.2.

**Tabla 08.2****Valores máximos recomendados de riesgos admisibles de obras de drenaje**

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

**Fuente:** (MTC-14, 2011) pág.25, Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Los períodos de recurrencia media, para el diseño de las obras de drenaje y protección, se ajustaron a los valores mínimos establecidos en la normatividad vigente (Manual de diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de Tránsito y el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje), y se detallan en la tabla 08.3

**Tabla 08.3**

**Periodos de retorno para diseño de obras de drenaje**

Tipo de Obra	Período de Retorno en años
Puentes y pontones	100(mínimo)
Alcantarillas de paso y badenes	50
Alcantarilla de alivio	10 – 20
Drenaje de la plataforma	10

**Fuente:** (MTC, 2008): Manual para el diseño de carreteras Pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Según (RNE-MVCS, 2006) Y SUS MODIFICACIONES NORMA OS 060 Drenaje Pluvial Urbano, en el ítem 2.4 inciso a) menciona lo siguiente:

El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno entre 2 y 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica de la urbanización, correspondiendo 2 años a pueblos pequeños.

Según el cuadro N°6.08, **la Intensidad máxima es 621.62 mm/h**, este valor se calculó considerando un periodo de retorno (T), tomando como referencia la Tabla 06.1 del anexo 06, del Manual de Hidrología e Hidráulica, para cunetas 10 años; asimismo con una duración (d), para el presente estudio se contempla una duración efectiva de lluvia d=15 minutos, equivalente a 0.25 horas. Aplicando la siguiente formula.

$$I_{\max.} = \frac{P_t}{d} * 60$$

Dónde:

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima (mm/h)

P<sub>t</sub> = Precipitación total (mm)

d = Duración en (minutos.)

- **Para cunetas:**

$$T = 10 \text{ años}$$

$$d = 15 \text{ minutos} = 0.25 \text{ hrs.}$$

$$Pd = 155.41 \text{ mm (dato del cuadro N° 8.07)}$$

Del análisis a la información registrada en la estación meteorológica Lambayeque se concluye lo siguiente:

La información pluviométrica de la estación Porcón I se ajusta mejor a la Distribución de **Distribución Log de Gumbel y las precipitaciones de diseño e Intensidades máximas** son: **155.41** mm y **621.62** mm/h respectivamente, para obras de drenaje Superficial (cunetas).

### **Área de Cuenca Urbana**

El área de la cuenca es probablemente la característica geomorfológica más importante para el diseño. (RNE-MVCS, 2006) y sus modificaciones Norma OS.060 Drenaje Pluvial Urbano al respecto sugiere que para proyectos referido a sistemas de drenaje es necesario establecer la dimensión y perfil de la cuenca o sub cuenca usando para ello planos topográficos renovados con intervalos entre curvas de nivel adecuados para diferenciar de manera confiable la dirección del flujo superficial.

Para el presente estudio el área de la cuenca urbana, por ser una pavimentación urbana de pavimento y veredas estará comprendida por el área del pavimento vehicular, peatonal, cunetas y el 50% del área de las manzanas en ambas márgenes ya que es natural que el agua de precipitaciones de los techos de las casas se derive a la calle, veredas y en consecuencia a las cunetas.

### CUADRO 8.09

#### Área de Cuenca – Área de Centro Poblado Porcón Alto 5 jirones y 2 pasajes.

AVENIDA	DESCRIPCIÓN	ÁREA DE LA CUENCA			ÁREA DE DISEÑO	OBSERVACIONES
		(m2)	(ha)	(km2)	(km2)	
Centro Poblado Porcón Alto	1er Tramo	4,285.69	0.429	0.0043	0.00143	Esta area de seccionó en 3 partes como son de El mirador, Los Quinuales y Bambamarca C-1 que desembocara a canal existente.
	2do Tramo	5,669.54	0.567	0.0057	0.00113	Esta area de seccionó en 2 partes como son de Chota, Bambamarca y Hualgayoc C-1 que desembocara a canal existente.
	3ro Tramo	4,454.12	0.445	0.0045	0.00089	Esta area de seccionó en 2 partes como son Los andes, los Pinos y Hualgayoc C-2 que desembocara a canal existente.

Fuente: Elaboración Propia

El Centro Poblado Porcón alto tiene 4 secciones para calcular el área que se utilizará para el diseño hidráulico de cunetas para evacuar el caudal a los canales existentes, por tanto, el área tributaria para el diseño de cunetas es de tramo 1 = 0.0014, Tramo 2 = 0.0011, tramo 3 = 0.0009 respectivamente.

El área total fue extraída de los planos que se adjunta en los anexos, según el cuadro 8.09

## ANEXO 09

### CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS

Para la determinación de las características es necesario determinar la escorrentía superficial o caudal producto de las precipitaciones pluviales.

Según (RNE-MVCS, 2006) Norma OS.060 (Drenaje Pluvial Urbano), alude que La apreciación de los caudales para sistemas de drenaje urbano menor se puede utilizar el Método Racional aplicable para cuencas pequeñas (< 13 Km<sup>2</sup>).

(Botero, 2016), La capacidad hidráulica de las cunetas se establece mediante la ecuación de Manning, ya que se conocen los datos de la sección transversal, la pendiente y el material en el cual serán construidas. A partir del coeficiente de escorrentía y la intensidad de la lluvia, calculados en el estudio hidrológico para el tramo en estudio, es posible igualar la ecuación de Manning y el método racional, ya que ésta es la manera de relacionar la capacidad hidráulica de cunetas con el área y máxima longitud de las Inter cuenca, teniendo la relación siguiente relación:

$$\frac{A_{cuneta} * Rh^{2/3} * So^{1/2}}{n} = c * i * A_{Tributaria}$$

Dónde:

Acuneta	:	Area hidraulica de la cuneta
R	:	Radio hidraulico
H	:	tirante hidraulico
So	:	pendiente
n	:	coeficiente de rugosidad de maning
c	:	coeficiente de escorrentia
i	:	intesidad de precipitación
At	:	Area tributaria.

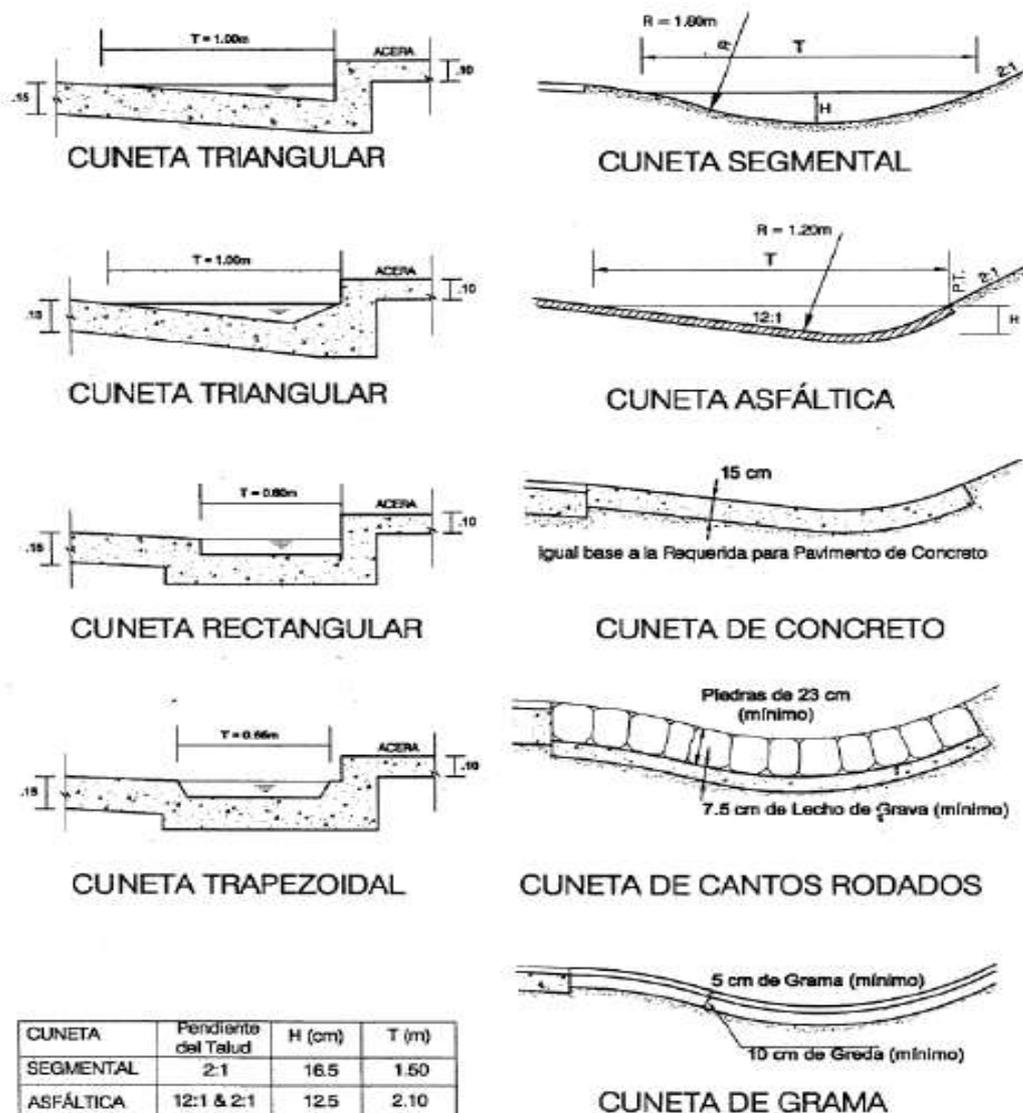
## Diseño geométrico del drenaje superficial

(RNE-MVCS, 2006), Norma OS.060 drenaje pluvial urbano, la cantidad de aguas pluviales que fluyen sobre las veredas y pavimentos se evacuará por medio de estructuras drenaje denominadas cunetas, para conducir el flujo hacia las cotas más bajas

Las cunetas construidas para este fin podrán tener las siguientes secciones transversales (Ver figura 9.01).

Figura 9.01

### Secciones transversales de cunetas



Fuente: (RNE-MVCS, 2006) Norma OS 060 drenes pluviales urbanos.

## Coeficiente de escorrentía

A continuación, en la **tabla N°22 y 23**, se presenta los coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas para 2 y 500 años de periodo de retorno.

**Tabla N°22:**

### Coeficientes de escorrentía promedio para áreas urbanas para 2 y 500 años de período de retorno.

<i>Coeficientes de escorrentía para ser utilizados en el Método Racional</i>							
CARACTERISTICAS DE LA SUPERFICIE	PERIODO DE RETORNO (AÑOS)						
	2	5	10	25	50	100	500
<b>AREAS URBANAS</b>							
Asfalto	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto / Techos	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<b>Zonas verdes (jardines, parques, etc)</b>							
<b>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente Superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<b>Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50% al 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</b>							
Plano 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
<b>AREAS NO DESARROLLADAS</b>							
<b>Área de Cultivos</b>							
Plano 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente Superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<b>Pastizales</b>							
Plano 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente Superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<b>Bosques</b>							
Plano 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente Superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Fuente (RNE-MVCS, 2006) Norma OS.060 drenaje pluvial urbano.

**Tabla N°23:**

**Coeficientes de escorrentía en áreas no desarrolladas en función al tipo de suelo.**

Topografía y Vegetación	Tipo de Suelo		
	Tierra Arenosa	Limo arcilloso	Arcilla Pesada
<b>Bosques</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
<b>Pradera</b>			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
<b>Terrenos de Cultivo</b>			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

Nota:

Plano	( 0 - 5% )	Pendiente
Ondulado	( 5 - 10% )	Pendiente
Pronunciado	>10%	Pendiente

Fuente: (RNE-MVCS, 2006) Norma OS 060 drenaje pluvial urbano.

**Coeficiente de Rugosidad (n)**

La presente **tabla N°24**, muestra los valores del coeficiente de rugosidad de manning para diferentes acabados de cunetas, calles y bermas. **Tabla N°24**

Cunetas de las Calles	Coefficiente de Rugosidad
	<i>N</i>
a. Cuneta de Concreto con acabado paletado	0,012
b. Pavimento Asfáltico	
1) Textura Lisa	0,013
2) Textura Rugosa	0,016
c. Cuneta de concreto con Pavimento Asfáltico	
1) Liso	0,013
2) Rugoso	0,015
d. Pavimento de Concreto	
1) Acabado con lano de Madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
e. Ladrillo	0,016
f. Para cunetas con pendiente pequeña, donde el sedimento puede acumularse, se incrementarán los valores amba indicados de n, en	0,002

Fuente: (RNE-MVCS, 2006) Norma OS 060 drenaje pluvial urbano.

## DISEÑO DE DRENAJE PLUVIAL

En el presente diseño se determinará las características hidráulicas y geométricas del drenaje superficial.

### Determinación del caudal de diseño para cunetas

Para la determinación del caudal de diseño se utilizó el método racional, para ello se ha considerado un coeficiente de escorrentía para un periodo de retorno de 10 años es igual a: **C = 0.83**, (ver la tabla N°22) para superficies urbanas de concreto, valor que se utilizó para el cálculo del caudal de diseño.

Por lo tanto, el caudal de diseño, aplicando el método racional con la fórmula siguiente es:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

**Dónde:**

**Q:** Descarga máxima de diseño.

**C:** Coeficiente de escorrentía.

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

**A:** Área hidráulica (km<sup>2</sup>)

El cálculo del área de diseño de las calles del Centro Poblado Porcón Alto es el total de 0.014km<sup>2</sup>.

**Para tramo 1** Calles de Pasaje El mirador, Jirón Los Quinuales y Jirón Bambamarca C-1:

$$Q_1 = \frac{0.83*621.62*0.0014}{3.6} = \mathbf{0.201 \text{ m}^3/}$$

**Para tramo 2** Calles de Jirón Chota, Jirón Bambamarca y Jirón Hualgayoc C-1:

$$Q_1 = \frac{0.83*621.62*0.0011}{3.6} = \mathbf{0.158 \text{ m}^3/s}$$

**Para tramo 3** Calles de Jirón Los andes, Jirón Hualgayoc C-2 y pasajes los Pinos

$$Q_1 = \frac{0.83*621.62*0.0006}{3.6} = \mathbf{0.129 \text{ m}^3/s}$$

## Diseño hidráulico del drenaje superficial

En presente estudio se realizó apoyado del software Hcanales 3.1.

- Diseño de cunetas en el tramo comprendido en la Calles de Pasaje El mirador, Jirón Los Quinuales y Jirón Bambamarca Cuadra 1.
- Conociendo los siguientes datos:

Qdiseño	(Q)	= 0.201 m <sup>3</sup> /s.
Talud	(Z)	= 0.00
Rugosidad	(n)	= 0.012 (Norma OS.060)
Pendiente	(S)	= 8.71% = 0.0871 m/m
Tirante	(y)	= ¿?

La velocidad de las aguas debe limitarse para evitar la erosión, sin reducirla tanto que pueda dar lugar a sedimentación. La velocidad mínima aconsejada es de 0.90 m/s, las máximas velocidades admisibles no deben superar 4.5% ver tabla N°25. Es decir, al momento de aplicar el software se debe verificar que la velocidad este en el rango señalado.

**Tabla N°25:**  
**Velocidades máximas del agua**

TIPO DE SUPERFICIE	MÁXIMA VELOCIDAD ADMISIBLE (m/s)
Arena fina o limo (poca o ninguna arcilla)	0.20-0.00
Arena arcillosa dura, mangas duras	0.60-0.90
Terreno parcialmente cubierto de vegetación	0.60-1.20
Arcilla, grava, pizarras blandas con cubierta vegetal	1.20-1.50
Hierba	1.20-1.80
Conglomerado, pizarras, duras, rocas, blandas	1.40-2.40
Mampostería, rocas duras	3.00-4.50*
Concreto	4.50-6.00*

\*Para flujos de muy corta duración

**Fuente:** Manual de diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito-MTC.

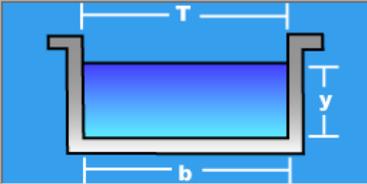
Haciendo uso del **SOFTWARE HCANALES 3.0**, se realiza el cálculo del tirante ( $y$ ), como se muestra en la figura 9.02

**Figura 9.02**  
**Cálculo del tirante ( $y$ ) para tramo I**

Lugar:	Centro Poblado Porcon Alto	Proyecto:	Diseño de Pavimentos Rígido
Tramo:	1er Tramo	Revestimiento:	Concreto simple

<b>Datos:</b>			
Caudal (Q):	0.201	m <sup>3</sup> /s	
Ancho de solera (b):	0.4	m	
Talud (Z):	0		
Rugosidad (n):	0.012		
Pendiente (S):	0.0871	m/m	

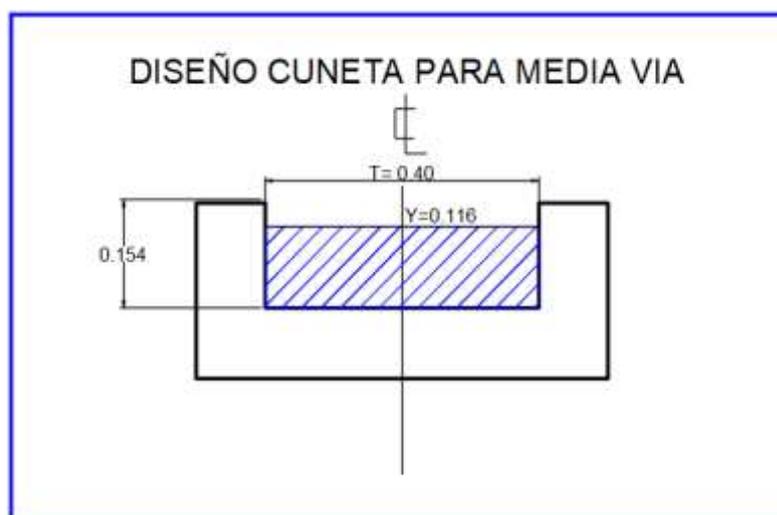
<b>Resultados:</b>					
Tirante normal (y):	0.1164	m	Perímetro (p):	0.6327	m
Área hidráulica (A):	0.0465	m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.0736	m
Espejo de agua (T):	0.4000	m	Velocidad (v):	4.3180	m/s
Número de Froude (F):	4.0413		Energía específica (E):	1.0667	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico				

Calcular	Limpia Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	-----------------	----------	----------------	-------------

En el Figura N° 9.1 se muestra el cálculo del **tirante igual a  $Y= 0.116$  m**, el borde libre será  $Y/3= 0.039$ m, se tendría una altura de cuneta igual  $H= 015$ .m.

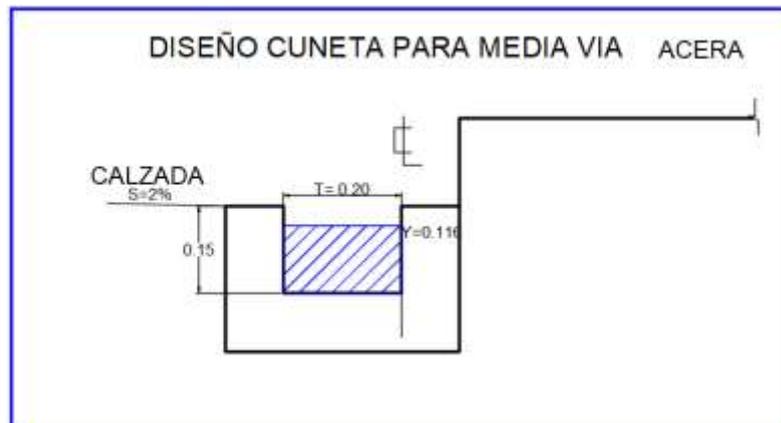
**Figura N° 9.03**  
**Dimensiones totales de la cuneta para una sección de vía**



Fuente: Elaboración propia.

Esta sección de cuneta se ha diseñado para el primer tramo de sección de vía, pero considerando que se colocará cunetas en ambos márgenes de la calle la sección final de la cuneta tanto para la margen izquierda y derecha del tramo I de la vía es de la siguiente manera (Figura 9.04).

**Figura N° 9.04:**  
**Sección final de Cuneta para el tramo I**



Fuente: Elaboración propia.

- Diseño de cunetas en el tramo comprendido en la Calles de Jirón Chota, Jirón Bambamarca y Jirón Hualgayoc C-1.
- Conociendo los siguientes datos:

Qdiseño	(Q)	= 0.158 m <sup>3</sup> /s.
Talud	(Z)	= 0.00
Rugosidad	(n)	= 0.012 (Norma OS.060)
Pendiente	(S)	= 5% = 0.05 m/m
Tirante	(y)	= ¿?

Haciendo uso del **SOFTWARE HCANALES 3.0**, se realiza el cálculo del tirante (y), como se muestra en la figura 9.05.

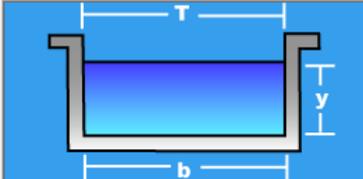
Figura N° 9.05:

### Cálculo del tirante (y) para tramo 2

Lugar:	Centro Poblado Porcon Alto	Proyecto:	Diseño de Pavimentos Rígido
Tramo:	2do Tramo	Revestimiento:	Concreto simple

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	0.158 m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	0.4 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.012
Pendiente (S):	0.05 m/m

<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	0.1194 m	Perímetro (p):	0.6389 m
Área hidráulica (A):	0.0478 m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.0748 m
Espejo de agua (T):	0.4000 m	Velocidad (v):	3.3074 m/s
Número de Froude (F):	3.0556	Energía específica (E):	0.6770 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

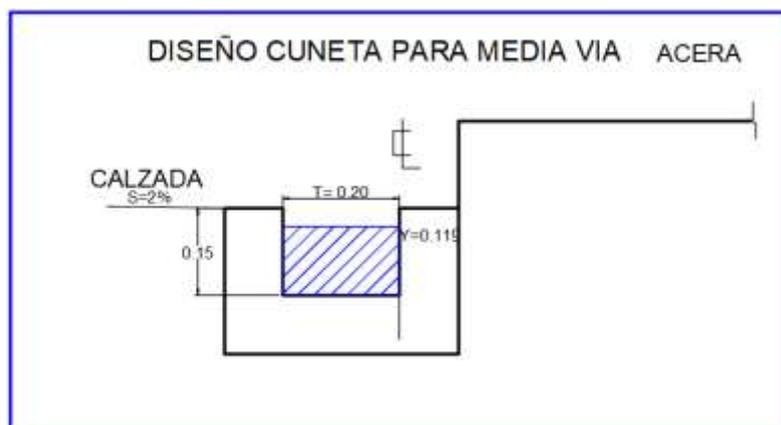
  

 Calcular	 Limpiar Pantalla	 Imprimir	 Menú Principal	 Calculadora
---	---	---	---	--

En el Figura N° 9.04 se muestra el cálculo del **tirante igual a  $Y = 0.1194$  m**, el borde libre será  $Y/3 = 0.0398$  m, se tendría una altura de cuneta igual a  **$H = 0.15$  m**.

Figura N° 9.06

### Dimensiones totales de la cuneta para una sección de vía



Fuente: Elaboración propia.

- Diseño de cunetas en el tramo comprendido en la Calles de Jirón Los Andes, Jirón Bambamarca y Jirón Hualgayoc C-2.
- Conociendo los siguientes datos:

Qdiseño	(Q)	= 0.158 m <sup>3</sup> /s.
Talud	(Z)	= 0.00
Rugosidad	(n)	= 0.012 (Norma OS.060)
Pendiente	(S)	= 5% = 0.05 m/m
Tirante	(y)	= ¿?

Haciendo uso del **SOFTWARE HCANALES 3.0**, se realiza el cálculo del tirante (y), como se muestra en la figura 9.07.

**Figura 9.07:**  
**Cálculo del tirante (y) para tramo 3**

Lugar:	Centro Poblado Porcon Alto	Proyecto:	Diseño de Pavimentos Rígido
Tramo:	3er Tramo	Revestimiento:	Concreto simple

<b>Datos:</b>	
Caudal (Q):	0.129 m <sup>3</sup> /s
Ancho de solera (b):	0.4 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.012
Pendiente (S):	0.05 m/m

<b>Resultados:</b>			
Tirante normal (y):	0.1036 m	Perímetro (p):	0.6072 m
Área hidráulica (A):	0.0414 m <sup>2</sup>	Radio hidráulico (R):	0.0683 m
Espejo de agua (T):	0.4000 m	Velocidad (v):	3.1122 m/s
Número de Froude (F):	3.0868	Energía específica (E):	0.5973 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Supercrítico		

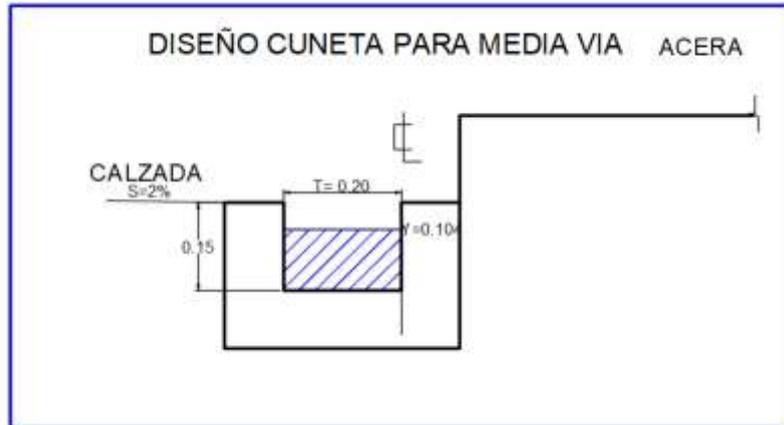
  

Calcular	Limpiar Pantalla	Imprimir	Menú Principal	Calculadora
----------	------------------	----------	----------------	-------------

En el Figura N° 9.07 se muestra el cálculo del **tirante igual a Y= 0.1036m**, el borde libre será  $Y/3=0.0345m$ , se tendría una altura de cuneta igual a 0.14m, por procedimiento constructivo se asume una altura **H=0.15m**.

**Figura 9.08**

**Dimensiones totales de la cuneta para una sección de vía**



**Fuente:** Elaboración propia.

## ANEXO 10

### DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

La ecuación para el pavimento rígido es:

$$\log_{10} W_{32} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10}(D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{3.46}}} + (4.22 - 0.32P) \times \log_{10} \left( \frac{M_2 C_{dt} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times J \left( 0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

#### 01. VARIABLES DE DISEÑO.

##### 01.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considera dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.

Para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

CLASIFICACIÓN DE LA VÍA	PERIODO DE ANÁLISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

Pavimentada de bajo volumen de tráfico 20 años.

##### 01.02 TRANSITO.

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El transito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste.

Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) o ESAL (Equivalent Single Axle Load). De tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones será: **777563**

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define dos categorías:

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
<b>BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE</b>	De 150001	A 300000	<b>TP1</b>
	De 300001	A 500000	<b>TP2</b>
	De 500001	A 750000	<b>TP3</b>
	De 750001	A 1000000	<b>TP4</b>
<b>CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE</b>	De 1000001	A 1500000	<b>TP5</b>
	De 1500001	A 3000000	<b>TP6</b>
	De 3000001	A 5000000	<b>TP7</b>
	De 5000001	A 7500000	<b>TP8</b>
	De 7500001	A 10000000	<b>TP9</b>
	De 10000001	A 12500000	<b>TP10</b>
	De 12500001	A 15000000	<b>TP11</b>
	De 15000001	A 20000000	<b>TP12</b>
	De 20000001	A 25000000	<b>TP13</b>
	De 25000001	A 30000000	<b>TP14</b>

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: **TP4**

### 01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad está asociada a la aparición de fallas en el pavimento.

### a) DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $S_o$ )

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

CONDICION DE DISEÑO	DESVIACIÓN ESTANDAR	
	PAV. RÍGIDO	PAV. FLEXIBLE
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.30	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.40	0.50

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

( $S_o$ ) **0.35**

### b) FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)

Tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%
TP8	De 5000001	A 7500000	90%
TP9	De 7500001	A 10000000	90%
TP10	De 10000001	A 12500000	90%
TP11	De 12500001	A 15000000	90%
TP12	De 15000001	A 20000000	90%
TP13	De 20000001	A 25000000	90%
TP14	De 25000001	A 30000000	90%

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

El factor de confiabilidad R para el tipo de tráfico es: **80%**

### c) PROBABILIDAD ( $Z_R$ )

Es el valor "Z" (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad "R")

$$(Z_R) = -0.8416$$

## 02 CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

### 02.01 SERVICIABILIDAD

La serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc., que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

### a) Índice de serviciabilidad inicial ( $P_0$ )

El índice de serviciabilidad inicial ( $P_0$ ) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_0$ )
TP1	De 150001	A 300000	4.1
TP2	De 300001	A 500000	4.1
TP3	De 500001	A 750000	4.1
TP4	De 750001	A 1000000	4.1
TP5	De 1000001	A 1500000	4.3
TP6	De 1500001	A 3000000	4.3
TP7	De 3000001	A 5000000	4.3
TP8	De 5000001	A 7500000	4.3
TP9	De 7500001	A 10000000	4.3
TP10	De 10000001	A 12500000	4.3
TP11	De 12500001	A 15000000	4.3
TP12	De 15000001	A 20000000	4.5
TP13	De 20000001	A 25000000	4.5
TP14	De 25000001	A 30000000	4.5

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

El Índice de Serviabilidad Inicial  $P_0$  para el tipo de tráfico es: **4.1**

### b) Índice de serviciabilidad inicial ( $P_t$ )

El índice de serviciabilidad final ( $P_t$ ), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores  $P_t$  indicados en la siguiente tabla.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (Pt)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5
TP11	De 12500001	A 15000000	2.5
TP12	De 15000001	A 20000000	3.0
TP13	De 20000001	A 25000000	3.0
TP14	De 25000001	A 30000000	3.0

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

El Índice de Serviabilidad Final PF para el tipo de tráfico es: **2.0**

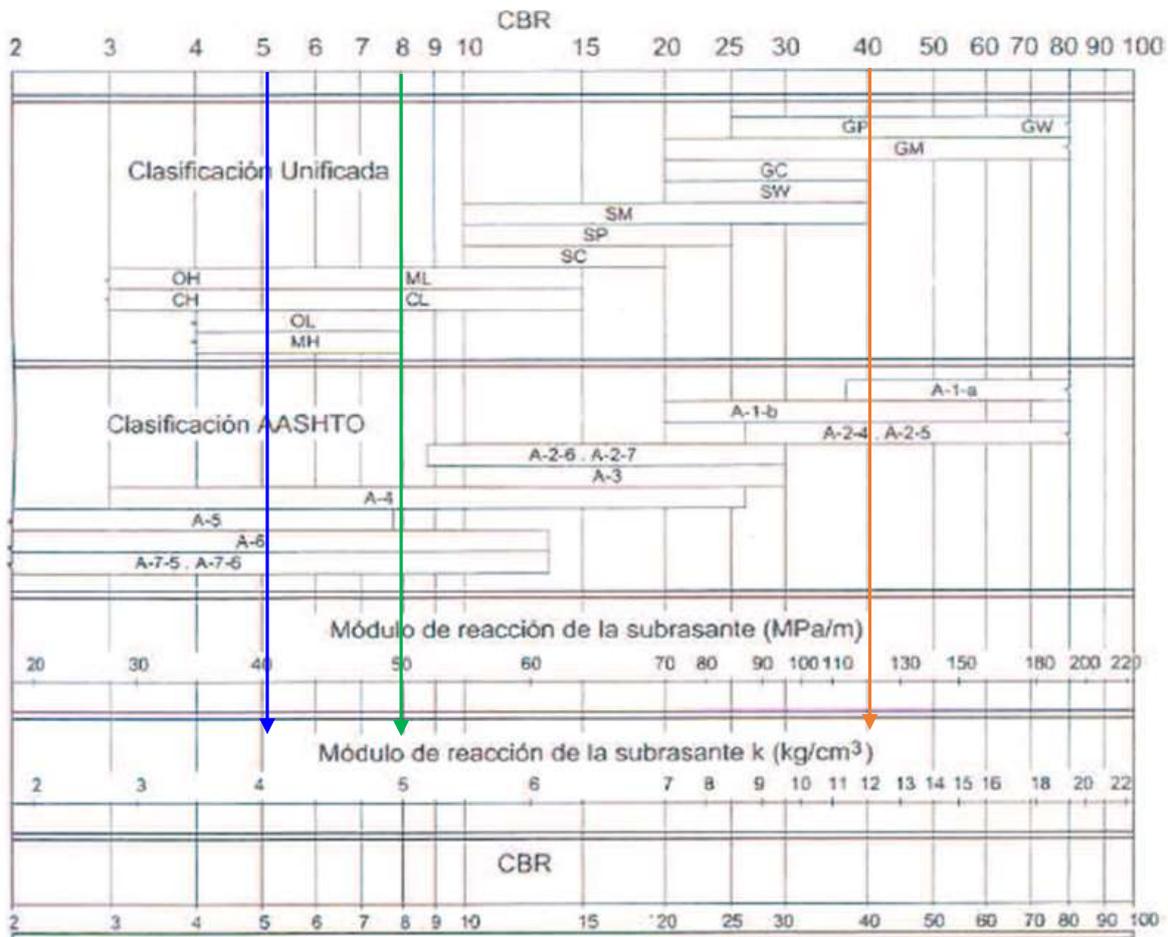
### 03. PROPIEDADES DE MATERIALES.

#### 03.01 MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE (k)

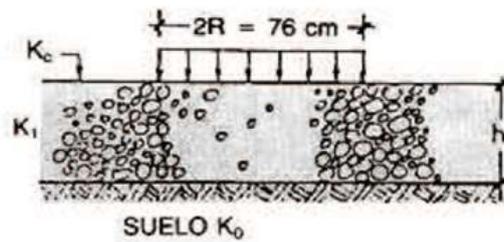
Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R.

Figura 14.1  
Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos  
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Skokie. PCA 1971



$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- $K_1$  (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la sub base granular
- $K_c$  (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción combinado
- $K_0$  (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la subrasante
- $h$  : Espesor de la subbase granular

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	ENSAYO NORMA	REQUERIMIENTO (CBR MÍN)
<15000000	MTC E 132	40.00%
>15000000	MTC E 132	60.00%

DESCRIPC	COEF.	MÓDULO CBR (95%)	k (kg/cm <sup>3</sup> )	k (Mpa)
COEF. COMB.	KC	8.00%	5	50
COEF. SUBRAANTE	K0	5.00%	4	40
COEF. SUB-BASE	K1	40.00%	12	120

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

### CÁLCULO DE ESPESOR (H) DE LA SU-BASE

H	KC (Nominal)	KC (Calculado)
20 cm	5.0 kg/cm <sup>3</sup>	5.0 kg/cm <sup>3</sup>

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

### 03.02 MÓDULO DE ROTURA DE CONCRETO.

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

Estimación a través de la resistencia a la compresión del concreto.

RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE	RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXO COMPRESIÓN (MR)	RESISTENCIA MÍN. EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f'c)
<5000000	40 kg/cm <sup>2</sup>	280 kg/cm <sup>2</sup>
DE 5000000 A 15000000	42 kg/cm <sup>2</sup>	300 kg/cm <sup>2</sup>
>15000000	45 kg/cm <sup>2</sup>	350 kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

$$M_R = a(f'_c)^0.85, \quad 1.99 \leq a < 3.18$$

$$M_R = 43.3 \text{ kg/cm}^2 = 4.24 \text{ Mpa}$$

### 03.03 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO ( $E_c$ )

Es un parámetro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugirió:

$$f'_c = 280 \text{ Kg/cm}^2 = 3974 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000(f'_c)^{0.5} = 3593261 \text{ psi} = 27775 \text{ Mpa}$$

### 03.04 MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA (J)

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto.

TIPO DE BERMA	MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA			
	GRANULAR O ASFÁLTICA		CONCRETO HIDRÁULICO	
VALORES J	CON PASADORES	SIN PASADORES	CON PASADORES	SIN PASADORES
		2.7	3.8-4.4	2.8

Fuente: AASTHO, Guide for design of pavement structures 1993.

$$J = 3.8$$

### 03.04 COEFICIENTE DE DRENAJE ( $C_d$ )

El proceso mediante el cual el agua de infiltración superficial o agua de filtración subterránea es removida de los suelos y rocas por medios naturales o artificiales, se llama drenaje. El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de pavimentos.

Fuente: AASTHO, Guide for design of pavement structures 1993.

Fuente: AASTHO, Guide for design of pavement structures 1993.

$C_d$	Tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
EXCELENTE	2 horas	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
BUENO	1 día	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
POBRE	1 mes	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
MUY POBRE	Nunca	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

$$C_d = 1.05$$

#### 04. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

ESPEJOR	$G_t$	N18 NOMINAL	N18 CALCULADO	Solver	
170.00 mm	-0.155	5.863	5.892	1.56	Correcto!!

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

##### 04.01 PASADORES O DOWELLS

Es necesario para los pavimentos con Números de repeticiones de EE Mayores a 4 millones en el periodo de diseño.

ESPEJOR DE LOSA (mm)		DIÁMETRO		LONGITUD DE PASADOR (mm)	SEPARACIÓN DE PASADOR (mm)
		(mm)	(in)		
De 150	A 200	25	1"	410	300
De 200	A 300	32	1 1/4"	460	300
De 300	A 430	38	1 1/2"	510	380

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

Los pasadores o dowells serán de 25 mm de diámetro, tendrán una longitud de 410 mm y tendrán una separación de 300mm.

#### 4.2 BARRAS DE AMARRE

Son aceros corrugados colocados en la parte central de la junta longitudinal con el propósito de anclar carriles adyacentes.

ESPESOR DE LOSA (mm)	TAMAÑO DE VARILLA		SEPARACIÓN (cm)
	DIÁMETRO (cm)	LONGITUD (cm)	
De 150	1.27	66	76
De 160	1.27	69	76
De 170	1.27	70	76
De 180	1.27	71	76
De 190	1.27	74	76
De 200	1.27	76	76
De 210	1.27	78	76
De 220	1.27	79	76
De 230	1.59	76	91
De 240	1.59	79	91
De 250	1.59	81	91
De 260	1.59	82	91
De 270	1.59	84	91
De 280	1.59	86	91
De 290	1.59	89	91
De 300	1.59	91	91

Fuente: AASTHO, Guide for desing of pavement structures 1993.

Las barras de amarre serán de 1.27 cm de diámetro, tendrán una longitud de 70cm y tendrán una separación de 76cm. (siempre en cuando el diseño lo indique)

### Resumen de Parámetros de Diseño

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	OFERTA CON PROYECTO
<b>1. Calzadas</b>	
Longitud total (m)	586.76ml
IMDa (vehículos/día)	138
IMDa (proyectado)	140
Tipo de Superficie de rodadura	Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$
Ancho de Superficie de rodadura	Variable 4.00m, 5.00m
Velocidad directriz (Km/hora)	30-40
Pendiente máxima (%)	12%
Bombeo (%)	2%
Espesor del pavimento (m)	0.18m
<b>2. Veredas</b>	
Longitud total (m)	993.68ml
Ancho (m)	Variable 1.00m 1.20m
Espesor de losa (m)	0.10
Losa de concreto	$f_c=140 \text{ kg/cm}^2$
<b>3. Cunetas de Drenaje Pluvial</b>	
Longitud total (m)	1011.20ml
Sección interna	Triangular H=0.30m x B=0.60m
Concreto	$F_c=175 \text{ kg/cm}^2$

Fuente: elaboración propia

## **ANEXO 11**

### **SEÑALIZACIÓN**

Las calles del centro Poblado de Porcón alto tiene una longitud total de 602.77 metros Lineales para pavimentación de 5 jirones y dos pasajes.

El presente Estudio tiene el objetivo de establecer aquellos partes críticas o deficientes en seguridad que deberán ser dotados de los elementos de señalización vertical y horizontal que permitan obtener niveles adecuados de seguridad en concordancia con lo señalado en el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC-2016 en vigencia. **Zonas vialmente inseguras**

Existen intersecciones con calles entre sí que tienen que ser señalizadas según la normatividad vigente para el paso de peatones principalmente.

#### **Señalización vertical**

A continuación, se describe y grafica las señales que se utilizarán en el presente proyecto de investigación.

##### **a. Señales de reguladoras o de reglamentación.**

###### **▪ (R-I) Señal de Pare**

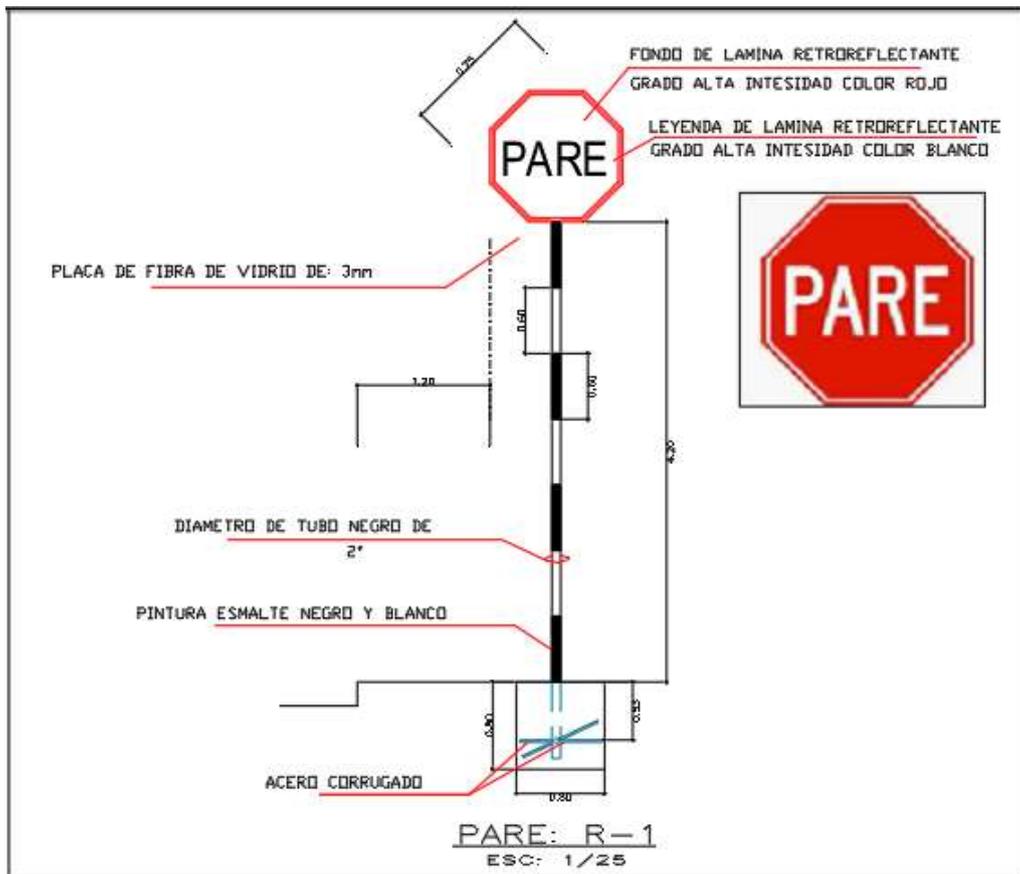
Esta señal dispone que el conductor debe detener completamente el vehículo.

Se colocará al borde de la vía como mínimo a una distancia de 2 m del inicio de la vía interceptada. Generalmente se complementa con marcas en el pavimento correspondiente a la línea de parada o cruce de peatones.

Esta señal se ubicará en lado derecho en la intersección de calles importantes y cambios de sección, los detalles y ubicaciones se encuentran detalladas en el plano de señalización para el presente estudio se ha considerado a 20m del inicio de la intersección.

**Figura N° S-01:**

**Señal Pare: R-1**



Fuente: Elaboración propia

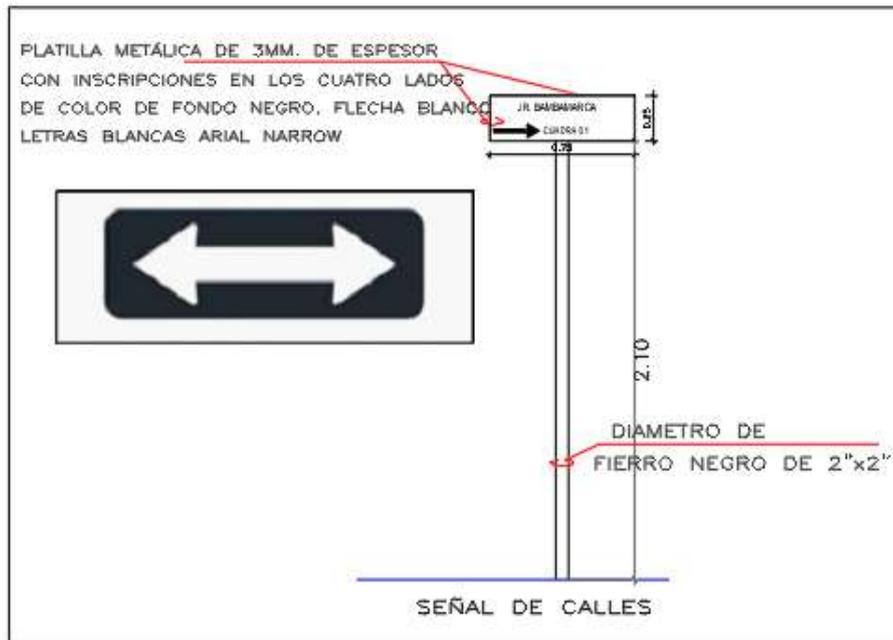
▪ **(R-14B) Señal de Tránsito en ambos sentidos**

La señal será de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal, de 0.25m x 0.75m pudiéndose aumentar dichas dimensiones, respetándose la proporción 13, será de fondo negro, con flecha color blanco, llevando optativamente la leyenda "TRANSITO" en letras negras.

Esta señal se ha considerado en la intersección de calles importantes y cambios de sección, los detalles y ubicaciones se encuentran detalladas en el plano de señalización.

**Figura N° S-02:**

**Señal de sentido de tránsito: R-14**



Fuente: Elaboración propia

**b. Señales de prevención**

**▪ Señal curva pronunciada a la derecha (P-1A)**

Esta señal advierte al Conductor la proximidad de una curva horizontal pronunciada hacia la derecha.

**Figura N° S-03:**



Fuente: (MTC/14, 2016) Manual de dispositivo de control de tránsito automotor para calles y carreteras. pág.83.

▪ **Señal curva pronunciada a la izquierda (P-1B)**

**Figura N° S-04:**



**Fuente:** (MTC/14, 2016) Manual de dispositivo de control de tránsito automotor para calles y carreteras. pág.83.

▪ **Señal proximidad reductor de velocidad tipo resalto (P-33A)**

Esta señal advierte al Conductor la proximidad de un reductor de velocidad Tipo resalto circular o trapezoidal, deberá colocarse a una distancia mínima antes de la ubicación del reductor de velocidad.

**Figura N° S-05:**



**Fuente:** (MTC/14, 2016) Manual de dispositivo de control de tránsito automotor para calles y carreteras. pág.90.

## Marcas en el pavimento o demarcaciones

Las Demarcaciones en el Pavimento, constituyen la señalización horizontal y está conformada por marcas planas, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes.

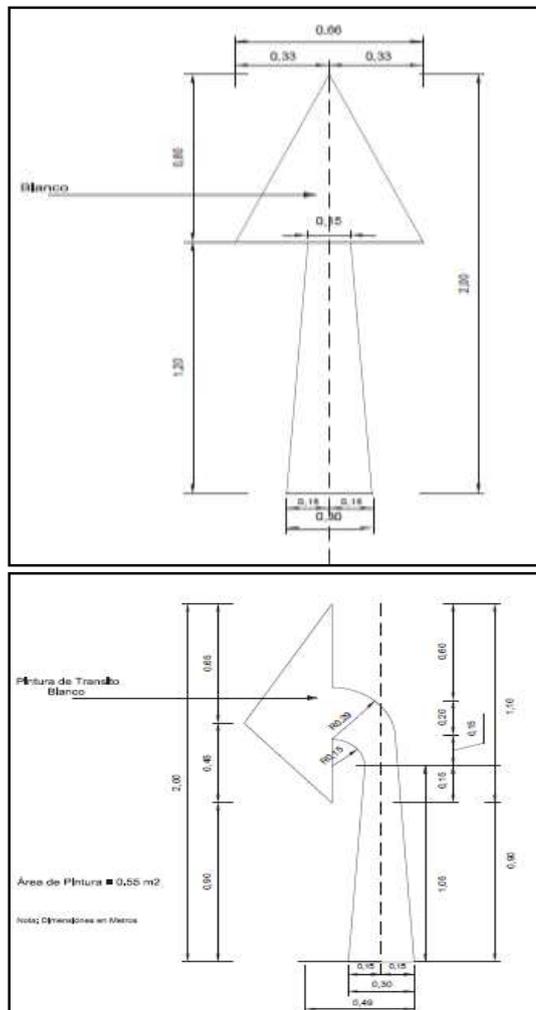
Las marcas usadas en el siguiente estudio de tesis es la siguiente:

### Demarcación de línea de pare

Esta demarcación se realizará en las intersecciones de calles, las medidas que se utilizaron están de acorde con los valores mínimos del Manual de tránsito.

**Figura N° S-06:**

### Flecha recta y de giro para $v \leq 60\text{km/h}$



**Fuente:** (MTC/14, 2016) Manual de dispositivo de control de tránsito automotor para calles y carreteras. pág.303.

## **ANEXO 12**

### **IMPACTO AMBIENTAL**

#### **PROYECTO:**

**“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA”**

#### **INTRODUCCIÓN**

Comprende los trabajos que deben efectuarse y las previsiones tenerse en cuenta durante el proceso de elaboración del diseño definitivo de los proyectos viales para carreteras de bajo volumen de tránsito, según correspondan en razón de la magnitud y naturaleza de los trabajos a realizarse.

#### **OBJETIVOS**

El objetivo es recomendar medidas de protección, prevención, atenuación, restauración y compensación de los efectos perjudiciales o dañinos que pudieran resultar del proyecto y que deban ser considerados necesariamente durante la elaboración del diseño definitivo y medidas que maximicen los impactos socio ambiental positivo de este.

#### **IDENTIFICACIÓN DE LAS CONDICIONES DE BASE:**

Es importante identificar los factores socio ambiental relevante del área de influencia directa de las obras en la franja del proyecto, considerando el ambiente no solo como fuente de insumos, sino como receptor de los posibles impactos negativos de este.

Se debe identificar:

- Cursos de agua superficial y subterránea.
- Sistema actual de drenaje de las aguas de escorrentía y de zonas y cursos dinámicos que podrían afectar el proyecto para proponer el diseño de las obras de mitigación y/o, de ser posible, el mejoramiento del sistema.
- Zonas afectadas por erosión por agua, viento o por problemas de inestabilidad diversas.

- Terrenos húmedos con problemas de drenaje que requieren de soluciones inmediatas.
- Áreas sensibles, zonas naturales por preservar, tales como: ríos, quebradas, humedales, nevados, lagunas, bosques, santuarios para animales y otros.
- Áreas naturales protegidas, establecidas por ley.
- Zonas arqueológicas, culturales o históricas, declaradas como patrimonio cultural de la nación.
- Sistemas ecológicos, flora y fauna, necesidades de medidas para mitigar efectos barrera y borde.
- Ambientes rurales y urbanos.

### **PROGRAMACIÓN DE ACCIONES SOCIALES CON LA COMUNIDAD**

Es importante mantener relaciones sociales armónicas con las poblaciones susceptibles de verse afectadas por las obras de proyecto vial, de manera que se eviten los conflictos sociales. Se debe considerar lo siguiente:

- Cumplir con los procesos de consulta previa y participación ciudadana desde el inicio del diseño definitivo del proyecto.
- Identificar plenamente a los actores sociales involucrados en el proyecto.
- Diseñar medidas que minimicen el impacto social negativo y maximicen el positivo.
- Mantener canales de comunicación que mantengan informada a la población y retroalimenten a los proyectistas con información útil para el diseño.

### **UTILIZACIÓN DE RECURSOS DE LA ZONA DEL PROYECTO**

- Evaluación de la existencia de canteras de materiales de préstamo, su volumen, calidad y disponibilidad en la zona del proyecto.
- Evaluación de fuentes de agua, su volumen, calidad y disponibilidad en la zona del proyecto.
- Evaluación de la disponibilidad de la mano de obra local, calificada y no calificada.
- Evaluación de la existencia de especies nativas para revegetar las áreas afectadas por el proyecto.

- Evaluación de la disponibilidad de áreas para instalación de campamentos, patios de máquinas, plantas de áridos, asfalto u hormigón, talleres, oficinas y otros en la zona del proyecto.
- Evaluación de la posibilidad de retiro selectivo de la capa superficial de suelo para su uso en las revegetaciones previstas en la restauración ambiental.

### **SEÑALIZACIÓN DEL DERECHO DE VÍA**

- Identificación del Derecho de Vía.
- Marcado del Derecho de Vía requerido para el proyecto.

### **IDENTIFICACIÓN DE INFRAESTRUCTURA Y PREDIOS A SER AFECTADOS POR EL PROYECTO.**

- Identificación de viviendas, almacenes, depósitos u otras edificaciones a ser afectadas total o parcialmente por las obras del proyecto para las que se aplicará el Programa de Adquisición de Áreas por Trato Directo (Ley 27628); Expropiaciones (Ley 27117) o de Reasentamiento Poblacional, según corresponda.
- Identificación de predios agrícolas, ganaderos, mineros y otros que serán afectados parcial o totalmente por las obras del proyecto, para los que se aplicará el Programa de Compensación Económica.

### **ACTIVIDADES QUE DEBEN SER CONSIDERADAS EN EL PROYECTO.**

#### **CANTERAS DE MATERIALES**

Deberá considerarse lo siguiente:

- Ubicación y distancia a la obra, evitar ubicarla en Áreas Naturales Protegidas, zonas arqueológicas o de importancia histórica, sitios que alberguen fauna o flora con categorización de especies amenazadas, áreas social o ambientalmente sensibles o cercana a centros poblados.
- Tipo de cantera: banco de materiales, zonas de préstamo lateral, área en colina, lecho de río, roca fija y otros.
- Características de los materiales en la cantera: calidad y potencia y su clasificación para aplicación a partidas de obra.

- Condiciones de propiedad y disponibilidad de la cantera.
- Condiciones de explotación:
- Plan de Manejo Ambiental para su explotación.
- Plan de Restauración Ambiental después de su uso.

## **FUENTES DE AGUA**

Deberá considerarse lo siguiente:

- Ubicación de fuentes de agua y distancias a la obra.
- Tipo de fuente.
- Calidad de agua.
- Cantidad estimada.
- Disponibilidad.
- Variación estacional.
- Plan de Manejo Ambiental para su utilización.
- Plan de Restauración Ambiental después de su uso.

## **DEPÓSITOS PARA MATERIALES EXCEDENTES ORIGINADOS POR LA OBRA**

Los aspectos concernientes a la disposición de depósitos para materiales excedentes de obra, originado por los movimientos de tierra y residuos, reviste gran importancia y deben ser previamente planificado.

Debe considerarse como mínimo, los siguientes aspectos:

- Evaluación previa del volumen de material que va generar la obra en sus diferentes etapas (preliminar, constructiva, y operación).
- Identificación de las probables áreas para depósitos de material excedente que cuenten con la autorización de la autoridad competente.
- Evitar ubicarlos en: áreas naturales protegidas, zonas arqueológicas o de importancia histórica, sitios que alberguen fauna o flora con categorización de especies amenazadas, áreas social o ambientalmente sensibles o cercanos a centros poblados, sitios con niveles freáticos cercanos a la superficie, en cursos de agua, pantanos o sitios en los que por procesos naturales de arrastre los materiales puedan ser llevados a los cursos de agua cercanos.

- Ubicarlos en zonas que no alteren significativamente la fisonomía del lugar, que no interrumpan los cursos de agua, sobre suelos de bajo valor edafológico (Por ejemplos zonas abandonadas de extracción de materiales).
- Topografía del área prevista.
- Plan de Manejo Ambiental para el tratamiento de depósitos de material.
- Plan de Restauración Ambiental después de la obra.

### **TRATAMIENTO DE RESIDUOS LÍQUIDOS ORIGINADOS POR LA OBRA**

El objetivo de efectuar un tratamiento planificado de residuos líquidos que origine la obra, es evitar la contaminación de las corrientes de agua, superficiales o subterráneas, mediante una disposición adecuada.

En tal sentido, debe considerarse los siguientes aspectos:

- Definición de las actividades que pueden producir contaminación de aguas.
- Determinación de las instalaciones que se dotarán para minimizar o eliminar la contaminación de aguas.
- Identificación de los lugares donde se instalarán estas instalaciones.
- Plan de Manejo Ambiental para el tratamiento de residuos líquidos.
- Plan de Restauración Ambiental después de la obra.

### **TRATAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORIGINADOS POR LA OBRA**

El tratamiento planificado de residuos sólidos que genere la obra minimizará la contaminación del ambiente, evitará afectaciones a la salud y el deterioro del entorno paisajista.

En tal sentido, debe considerarse los siguientes aspectos:

- Determinación del tipo y volumen de residuos sólidos que va originar la obra.
- Identificación de los lugares de disposición inicial y final.
- Coordinación con la autoridad local para evaluar la implementación de un programa de reciclaje.
- Plan de Manejo Ambiental para el tratamiento de residuos sólidos.
- Plan de Restauración Ambiental después de la obra.

## **CAMPAMENTOS Y PATIOS DE MAQUINARIAS.**

Por lo general, las obras viales necesitan campamentos y patios de maquinarias, motivo por el cual hay que considerar medidas para prevenir o reducir los impactos ambientales que puedan producirse durante el funcionamiento de estas instalaciones.

Por lo expuesto, debe considerarse los siguientes aspectos:

- Evaluación de las zonas donde se ubicarán los campamentos y patios de maquinarias, preferentemente en áreas libres, de escasa cobertura vegetal y de topografía plana para evitar excesivos movimientos de tierra.
- Estas instalaciones no deben interferir el uso del agua de poblaciones cercanas, sobre todo de fuentes de captación susceptibles de agotarse o contaminarse.
- Deberá preverse la instalación de servicios básicos de saneamiento, en un lugar seleccionado que no afecte a los cuerpos de agua.
- El campamento no deberá localizarse en zonas cercanas a corrientes de agua para evitar escurrimientos de residuos líquidos que puedan afectar la calidad de agua.
- Para la instalación de patios de maquinarias debe preverse sistemas de manejo y disposición de grasa y aceites.
- Plan de Manejo Ambiental para la instalación de campamentos y patios de maquinarias.
- Plan de Restauración Ambiental después de la obra.

## **PLANTAS DE ÁRIDOS Y HORMIGONES.**

Se debe tener especial cuidado en la ubicación de estas instalaciones. Estos nunca deben estar en los siguientes lugares:

- Áreas naturales protegidas, áreas especialmente sensibles o en las que existan especies de flora o fauna protegidas por ley.
- Zonas arqueológicas o de importancia histórica.
- En las cercanías a centros poblados, con el objetivo de evitar conflictos sociales e impactos a la salud de la población.
- En los lugares de captación de agua para consumo humano, con existencia de cauces de agua cercanos o con nivel freático elevado.

- Zonas inundables, susceptibles a procesos erosivos o con peligros de derrumbes  
Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:
- Ubicar plantas en sitios planos y sin cobertura vegetal, con barreras naturales o en su defecto formar una barrera visual y acústica alrededor de la planta.
- Colocar equipos de control ambiental en las plantas de producción de materiales, que eviten la emisión de material particulado y gases tóxicos.
- Diseñar sistema de captación y tratamiento de los efluentes líquidos, para evitar la contaminación de aguas superficiales o subterráneas.
- Debe preverse sistemas de manejo y disposición de grasa y aceites.
- Debe evitarse abrir nuevas vías de acceso, es preferible utilizar los existentes.
- Plan de Manejo Ambiental para la instalación, funcionamiento y desmovilización de estas plantas.
- Plan de Restauración Ambiental después de la obra.

## **COSTOS DE MITIGACIÓN**

Todos los trabajos de prevención, corrección, mitigación, restauración y monitoreo ambiental que resulten necesarias para conservar el medio ambiente, deberán formar parte del proyecto y consecuentemente su presupuesto de ejecución, estará incluido en el presupuesto de obra a ejecutarse.

## **RESULTADOS DEL IMPACTO AMBIENTAL EN EL PROYECTO**

**El presente proyecto no tiene impacto ambiental considerable**, puesto que las intervenciones no alteran los componentes del ecosistema, como del medio físico natural, el medio biológico y el medio social.

Sin embargo, **tendrá impacto en el medio social, puesto que promoverá y dinamizará las actividades comerciales, culturales, sociales de la ciudad de Cajamarca.**

Los impactos ambientales que se generan durante la ejecución de los trabajos son:

- Fuertes ruidos por el trabajo con maquinaria pesada, y elevados niveles de polvo generado por el movimiento de tierras para conformación de base.
- Las acciones de mitigación a realizar para minimizar dichos impactos son las siguientes:

- Acciones de riego antes, y después de realizado el movimiento de tierras en el proceso de carguío.
- Para mitigar los ruidos elevados de la operación de maquinaria pesada temporal, se establecerá el trabajo en jornadas de 8 horas diarias al día, aprovechando que en este horario la población adulta se encuentra fuera de sus viviendas en sus centros de trabajo y la población infantil está en sus centros educativos.

Finalmente, con la ejecución del proyecto se logrará mejorar las condiciones de la calidad de vida del centro poblado de Porcón Alto, mejorando de esta manera la infraestructura urbana de la ciudad.

## **CONCLUSIONES:**

### **MEDIO FÍSICO NATURAL**

Impacto positivo pues porque se mejora la infraestructura urbana, con un adecuado tratamiento urbano arquitectónico

El proyecto considera su sostenibilidad dentro del horizonte del proyecto.

Este proyecto está enmarcado en una zona estratégica importante de la ciudad por su configuración arquitectónica y turística del centro Histórico

### **MEDIO BIOLÓGICO**

Es positivo porque no genera perjuicio de algún ente biológico, por tratarse de un proyecto de infraestructura urbana.

### **MEDIO SOCIAL**

Es positivo porque contribuye a la mejora de la calidad de vida social económica y cultural del beneficiario directo e indirecto del proyecto.

La mejora de la imagen urbana, contribuirá a desarrollar proyectos alternativos de desarrollo, garantizando sus sostenibilidades en el tiempo.

El espacio será tratado priorizando al peatón.

Es positivo pues busca satisfacer las necesidades de los beneficiarios del proyecto.

## ANEXO 13

### PRESUPUESTO

#### PRESUPUESTO GENERAL

Presupuesto: "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

Lugar	Descripción	Und.	Costo al Metrado	31/01/2021 Precio (S./)	Parcial (S./)
CAJAMARCA					
<b>01</b>	<b>OBRAS GENERALES</b>				<b>16,564.30</b>
'01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	und	2.00	1,250.00	2,500.00
'01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	9,866.75	9,866.75
'01.03	CERCO PROVISIONAL DE SEGURIDAD DE OBRA	glb	1.00	3,117.55	3,117.55
'01.04	ALMACÉN, OFICINA Y GUARDIANÍA	mes	6.00	180.00	1,080.00
<b>02</b>	<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>				<b>25,919.96</b>
<b>02.01</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>25,919.96</b>
'02.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	4,896.73	2.68	13,123.24
'02.03	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA PESADA m3	m3	2,018.41	6.34	12,796.72
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>186,967.80</b>
'03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE MANUAL	m3	302.76	33.33	10,090.99
'03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	378.45	39.37	14,899.58
<b>03.03</b>	<b>SUB-RASANTE</b>				<b>77,002.93</b>
'03.03.01	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/MAQ.	m2	2,611.38	3.23	8,434.76
'03.03.02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	m3	678.96	100.99	68,568.17
<b>03.04</b>	<b>SUB-RASANTE</b>				<b>84,974.31</b>
'03.04.01	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/MAQ.	m2	2,611.38	32.54	84,974.31
<b>04</b>	<b>PAVIMENTO DE CONCRETO</b>				<b>297,443.91</b>
'04.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA PAVIMENTOS	m2	383.45	37.90	14,532.76
'04.02	LOSA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 E = 20 CM	m2	2,611.38	97.95	255,784.67
'04.03	CURADO DE PAVIMENTO	m2	2,611.38	2.86	7,468.55
'04.04	<b>JUNTAS</b>				<b>15,301.68</b>
'04.04.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	m	1,239.53	8.16	10,114.56
'04.04.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	m	926.27	5.60	5,187.11
'04.05	<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b>				<b>1,974.93</b>
'04.05.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA EN SEPARADOR DE VÍA (E=15 CM)	m2	88.32	11.61	1,025.40
'04.05.02	PINTURA EN CRUCE PEATONAL Y FLECHAS DIRECCIONALES	m3	141.30	6.72	949.54
'04.06	<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b>				<b>2,381.33</b>
'04.06.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS PARA SEÑALIZACIONES	m3	1.50	33.33	50.00
'04.06.02	CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 EN CIMENTACIONES PARA SEÑALES 1.50 422.27 REGLAMENTARIAS	m3	1.50	413.19	619.79
'04.06.03	SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA «PARE»	und	9.00	174.78	1,573.02
'04.06.04	SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA «SENTIDO DE TRANSITO Y DOBLE SENTIDO	und	7.00	19.79	138.53

<b>05</b>	<b>VEREDAS DE CONCRETO</b>				<b>205,026.61</b>
05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>2990.45</b>
05.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	1,115.84	2.68	2,990.45
05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>102882.40</b>
05.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	334.75	33.33	11,157.28
05.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	418.44	39.37	16,473.98
05.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m2	1,115.84	32.54	36,309.43
05.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	m3	111.58	100.99	11,268.87
05.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	m2	1,115.84	24.80	27,672.83
05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>89664.85</b>
05.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS	m2	781.09	33.52	26,182.14
05.03.02	VEREDA DE CONCRETO f'c=140 kg/cm2 E=10 CM	m2	1,115.84	39.85	44,466.22
05.03.03	SARDINELES DE CONCRETO DE F'c=140 KG/CM2.	m2	429.60	39.85	17,119.56
05.03.04	CURADO DE VEREDAS Y SARDINELES	m2	1,115.84	1.70	1,896.93
05.04	<b>JUNTAS</b>				<b>5719.56</b>
05.04.01	SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCIÓN EN VEREDAS	m	1,259.33	3.66	4,609.15
05.04.02	BRUÑAS	m	1,206.97	0.92	1,110.41
05.05	<b>JUNTAS</b>				<b>3769.35</b>
05.05.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	m	604.77	5.81	3,513.71
05.05.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	m	88.15	2.90	255.64
<b>06</b>	<b>BERMA</b>				<b>113,165.26</b>
06.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>1420.94</b>
06.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	530.20	2.68	1,420.94
06.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>64219.75</b>
06.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	292.94	33.33	9,763.69
06.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	m3	366.18	39.37	14,416.31
06.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m2	530.20	32.54	17,252.71
06.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	m3	95.44	100.99	9,638.08
06.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	m2	530.20	24.80	13,148.96
06.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>46724.81</b>
06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BERMAS	m2	106.40	33.52	3,566.53
06.03.02	CONCRETO F'c=140 Kg/cm2, PARA BERMA	m3	106.04	398.50	42,256.94
06.03.03	CURADO DE BERMAS	m2	530.20	1.70	901.34
06.04	<b>JUNTAS</b>				<b>799.77</b>
06.04.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	m	89.00	7.15	636.35
06.04.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	m	56.35	2.90	163.42
<b>07</b>	<b>CUNETAS</b>				<b>82,593.25</b>
07.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>1137.92</b>
07.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	m2	434.32	2.62	1,137.92
07.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>26382.33</b>

'07.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	m3	173.89	37.05	6,442.55
'07.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	217.36	28.56	6,207.80
'07.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	m2	434.72	2.61	1,134.62
'07.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	m3	86.94	100.99	8,780.51
'07.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	m2	434.72	8.78	3,816.84
'07.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				<b>53032.91</b>
'07.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	m2	434.72	39.56	17,197.52
'07.03.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN CUNETAS	m3	84.94	413.19	35,096.36
'07.03.03	CURADO DE CUNETAS	m2	434.72	1.70	739.02
'07.04	<b>JUNTAS</b>				<b>2040.10</b>
'07.04.01	SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCIÓN EN CUNETAS	m	252.80	7.15	1,807.52
'07.04.02	BRUÑAS	m	252.80	0.92	232.58
<b>'08</b>	<b>MURO CONTENCIÓN</b>				<b>162,670.95</b>
'08.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>548.33</b>
'08.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	204.60	2.68	548.33
'08.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>14082.45</b>
'08.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA PESADA	m2	204.60	3.33	681.32
'08.02.02	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	m2	204.60	24.80	5,074.08
'08.02.03	RELLENO APISONADO CON MATERIAL PROPIO	m3	49.10	22.73	1,116.13
'08.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	245.52	29.37	7,210.92
'08.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>				<b>113197.84</b>
'08.03.01	CONCRETO EN MUROS F'C= 175 KG/CM2	m3	196.71	413.19	81,278.60
'08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	780.04	39.56	30,858.38
'08.03.03	CURADO DE CONCRETO	m2	624.03	1.70	1,060.85
'08.04	<b>JUNTAS</b>				<b>12138.16</b>
'08.04.01	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOPOR	m	257.11	47.21	12,138.16
'08.05	<b>VARIOS</b>				<b>22704.17</b>
'08.05.01	REPOSICIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA AGUA POTABLE	und	20.00	165.19	3,303.80
'08.05.02	ADECUACIÓN Y NIVELADO DE BUZONES	und	15.00	356.45	5,346.75
'08.05.03	LIMPIEZA GENERAL Y ENTREGA DE OBRA	m2	4,896.73	2.87	14,053.62
<b>'09</b>	<b>MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>				<b>10,000.00</b>
'08.01	ELIMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS, ORGÁNICOS E INORGÁNICOS	glb	1.00	10,000.00	10,000.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>			<b>S/.</b>	<b>1,100,352.03</b>
	<b>GASTOS GENERALES (10.00%)</b>			<b>S/.</b>	<b>110,035.20</b>
	<b>UTILIDAD (10.00%)</b>			<b>S/.</b>	<b>110,035.20</b>
	<b>SUB TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>1,320,422.44</b>
	<b>I.G.V. (18%)</b>			<b>S/.</b>	<b>237,676.04</b>
	<b>VALOR REFERENCIAL</b>			<b>S/.</b>	<b>1,558,098.48</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL</b>			<b>S/.</b>	<b>1,558,098.48</b>

Fuente Elaboración propia

## ANEXO 14

### CRONOGRAMA

#### CRONOGRAMA DE AVANCE DE OBRA VALORIZADO

OBRA "DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA"

Ítem	DESCRIPCIÓN	TOTAL	EJECUCIÓN DE OBRA 180 D.C.					
			MES 01	MES 02	MES 03	MES 04	MES 05	MES 06
<b>01</b>	<b>OBRAS GENERALES</b>	<b>16,564.30</b>						
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA DE 3.60 X 2.40 m	2,500.00	2,500.00					
01.02	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN DE MAQUINARIA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS	9,866.75	4,933.38					4,933.38
01.03	CERCO PROVISIONAL DE SEGURIDAD DE OBRA	3,117.55	779.39	779.39	779.39	779.3875		
01.04	ALMACÉN, OFICINA Y GUARDIANÍA	1,080.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00
<b>02</b>	<b>PAVIMENTO RÍGIDO</b>	<b>25,919.96</b>						
02.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>25,919.96</b>						
02.02	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	13,123.24	6,561.62	6,561.62				
02.03	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA PESADA m3	12,796.72	6,398.36	6,398.36				
<b>03</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>186,967.80</b>						
03.01	CORTE A NIVEL DE SUBRASANTE MANUAL	10,090.99	5,045.50	5,045.50				
03.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	14,899.58	7,449.79	7,449.79				
<b>03.03</b>	<b>SUB-RASANTE</b>	<b>77,002.93</b>						
03.03.01	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/MAQ.	8,434.76	4,217.38	4,217.38				
03.03.02	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.25 m	68,568.17	34,284.09	34,284.09				
<b>03.04</b>	<b>SUB-RASANTE</b>	<b>84,974.31</b>						
03.04.01	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/MAQ.	84,974.31	42,487.15	42,487.15				
<b>04</b>	<b>PAVIMENTO DE CONCRETO</b>	<b>297,443.91</b>						
04.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO PARA PAVIMENTOS	14,532.76		4,844.25	4,844.25	4,844.25		
04.02	LOSA DE CONCRETO F'c = 210 KG/CM2 E = 20 CM	255,784.67		85,261.56	85,261.56	85,261.56		
04.03	CURADO DE PAVIMENTO	7,468.55		2,489.52	2,489.52	2,489.52		
04.04	<b>JUNTAS</b>	<b>15,301.68</b>						

'04.04.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	10,114.56		3,371.52	3,371.52	3,371.52	
'04.04.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	5,187.11		1,729.04	1,729.04	1,729.04	
'04.05	<b>SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL</b>	<b>1,974.93</b>					
'04.05.01	PINTURA LINEAL DISCONTINUA EN SEPARADOR DE VÍA (E=15 CM)	1,025.40					1,025.40
'04.05.02	PINTURA EN CRUCE PEATONAL Y FLECHAS DIRECCIONALES	949.54					949.54
'04.06	<b>SEÑALIZACIÓN VERTICAL</b>	<b>2,381.33</b>					
'04.06.01	EXCAVACIÓN MANUAL DE ZANJAS PARA SEÑALIZACIONES	50.00					50.00
'04.06.02	CONCRETO F'c = 175 KG/CM2 EN CIMENTACIONES PARA SEÑALES 1.50 422.27 REGLAMENTARIAS	619.79					619.79
'04.06.03	SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA «PARE»	1,573.02					1,573.02
'04.06.04	SEÑALIZACIÓN REGLAMENTARIA «SENTIDO DE TRANSITO Y DOBLE SENTIDO	138.53					138.53
'05	<b>VEREDAS DE CONCRETO</b>	<b>205,026.61</b>					
'05.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>2,990.45</b>					
'05.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	2,990.45		1,495.23	1,495.23		
'05.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>102,882.40</b>					
'05.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	11,157.28		5,578.64	5,578.64		
'05.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	16,473.98		8,236.99	8,236.99		
'05.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	36,309.43		18,154.72	18,154.72		
'05.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	11,268.87		5,634.43	5,634.43		
'05.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.25M	27,672.83		13,836.42	13,836.42		
'05.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>	<b>89,664.85</b>					
'05.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA VEREDAS	26,182.14		13,091.07	13,091.07		
'05.03.02	VEREDA DE CONCRETO f'c=140 kg/cm2 E=10 CM	44,466.22		22,233.11	22,233.11		
'05.03.03	SARDINELES DE CONCRETO DE F'C=140 KG/CM2.	17,119.56		8,559.78	8,559.78		
'05.03.04	CURADO DE VEREDAS Y SARDINELES	1,896.93		948.46	948.46		
'05.04	<b>JUNTAS</b>	<b>5,719.56</b>					
'05.04.01	SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCIÓN EN VEREDAS	4,609.15			4,609.15		
'05.04.02	BRUÑAS	1,110.41		555.21	555.21		
'05.05	<b>JUNTAS</b>	<b>3,769.35</b>					
'05.05.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	3,513.71		1,756.86	1,756.86		
'05.05.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	255.64		127.82	127.82		
'06	<b>BERMA</b>	<b>113,165.26</b>					
'06.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>1,420.94</b>					
'06.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	1,420.94	710.47	710.47			
'06.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>64,219.75</b>					
'06.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	9,763.69	4,881.85	4,881.85			
'06.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON MAQUINARIA	14,416.31	7,208.15	7,208.15			

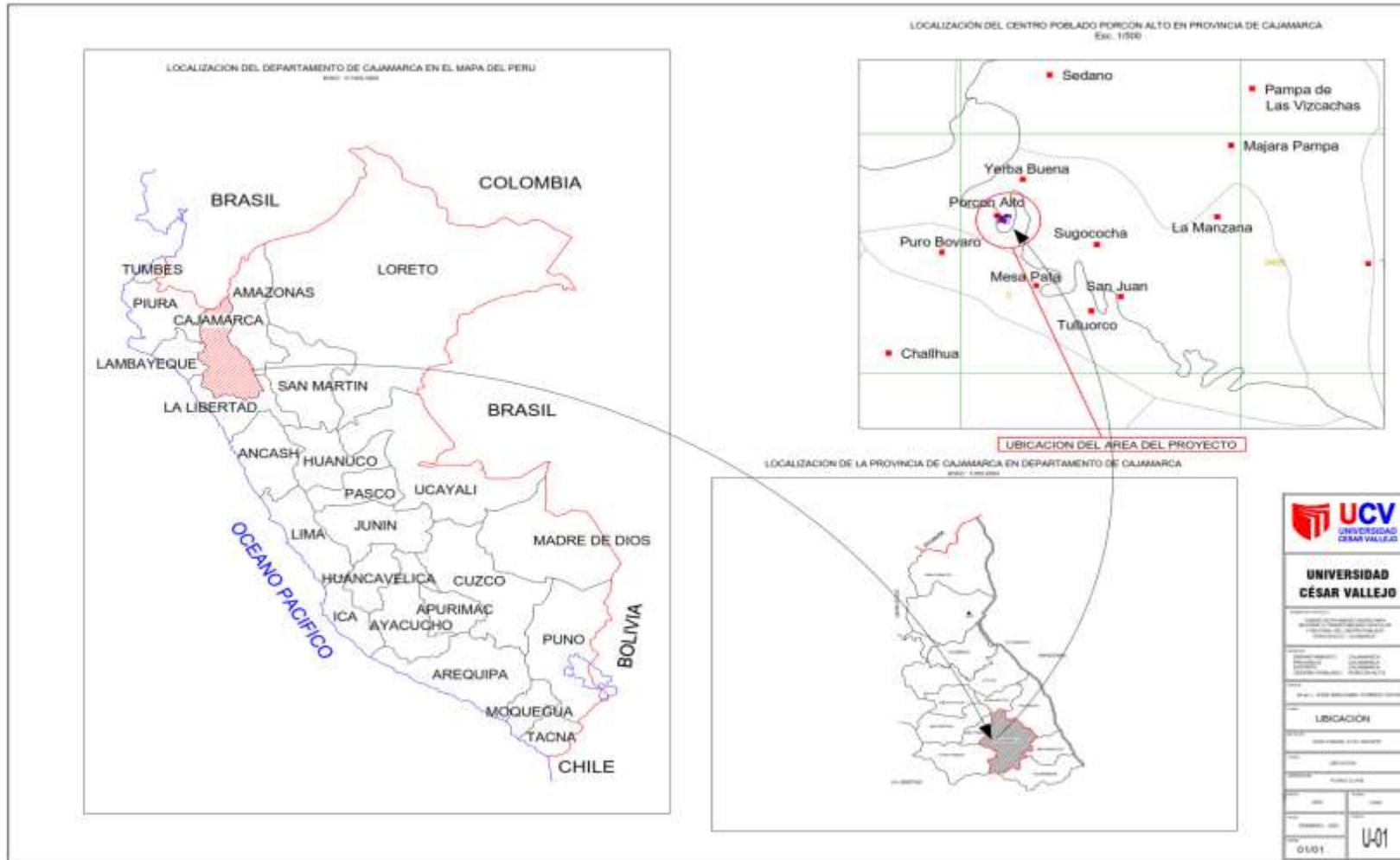
'06.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	17,252.71	8,626.35	8,626.35			
'06.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	9,638.08	4,819.04	4,819.04			
'06.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.25M	13,148.96	6,574.48	6,574.48			
'06.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>	<b>46,724.81</b>					
'06.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA BERMAS	3,566.53			1,783.26	1,783.26	
'06.03.02	CONCRETO F'C=140 Kg/cm2, PARA BERMA	42,256.94			21,128.47	21,128.47	
'06.03.03	CURADO DE BERMAS	901.34			450.67	450.67	
'06.04	<b>JUNTAS</b>	<b>799.77</b>					
'06.04.01	Junta de dilatación (e = 1/2")	636.35			318.18	318.18	
'06.04.02	JUNTA ASFÁLTICA DE CONTRACCIÓN ( E = 1/2" )	163.42			81.71	81.71	
'07	<b>CUNETAS</b>	<b>82,593.25</b>					
'07.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>1,137.92</b>					
'07.01.01	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO	1,137.92			568.96	568.9592	
'07.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>26,382.33</b>					
'07.02.01	CORTE MANUAL A NIVEL DE SUB RASANTE	6,442.55			3,221.28	3,221.2752	
'07.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	6,207.80			3,103.90	3,103.9008	
'07.02.03	PERFILADO Y COMPACTACIÓN DE SUB RASANTE C/EQUIPO	1,134.62			567.31	567.3096	
'07.02.04	MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE e=0.20 m	8,780.51			4,390.26	4,390.2575	
'07.02.05	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.25M	3,816.84			1,908.42	1,908.4208	
'07.03	<b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>	<b>53,032.91</b>					
'07.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE CUNETAS	17,197.52				8,598.76	8,598.7616
'07.03.02	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN CUNETAS	35,096.36				17,548.18	17,548.1793
'07.03.03	CURADO DE CUNETAS	739.02				141.29	597.7340
'07.04	<b>JUNTAS</b>	<b>2,040.10</b>					
'07.04.01	SELLADO DE JUNTA DE CONTRACCIÓN EN CUNETAS	1,807.52				903.76	903.7600
'07.04.02	BRUÑAS	232.58				116.29	116.2880
'08	<b>MURO CONTENCIÓN</b>	<b>162,670.95</b>					
'08.01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	<b>548.33</b>					
'08.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	548.33	274.16	274.16			
'08.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>14,082.45</b>					
'08.02.01	CORTE A NIVEL DE SUB RASANTE CON MAQUINARIA PESADA	681.32	340.66	340.66			
'08.02.02	CONFORMACIÓN DE BASE GRANULAR E=0.20M	5,074.08	2,537.04	2,537.04			
'08.02.03	RELLENO APISONADO CON MATERIAL PROPIO	1,116.13		558.07	558.07		
'08.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	7,210.92	3,605.46	3,605.46			
'08.03	<b>CONCRETO SIMPLE</b>	<b>113,197.84</b>					
'08.03.01	CONCRETO EN MUROS F'C= 175 KG/CM2	81,278.60	40,639.30	40,639.30			
'08.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	30,858.38	15,429.19	15,429.19			

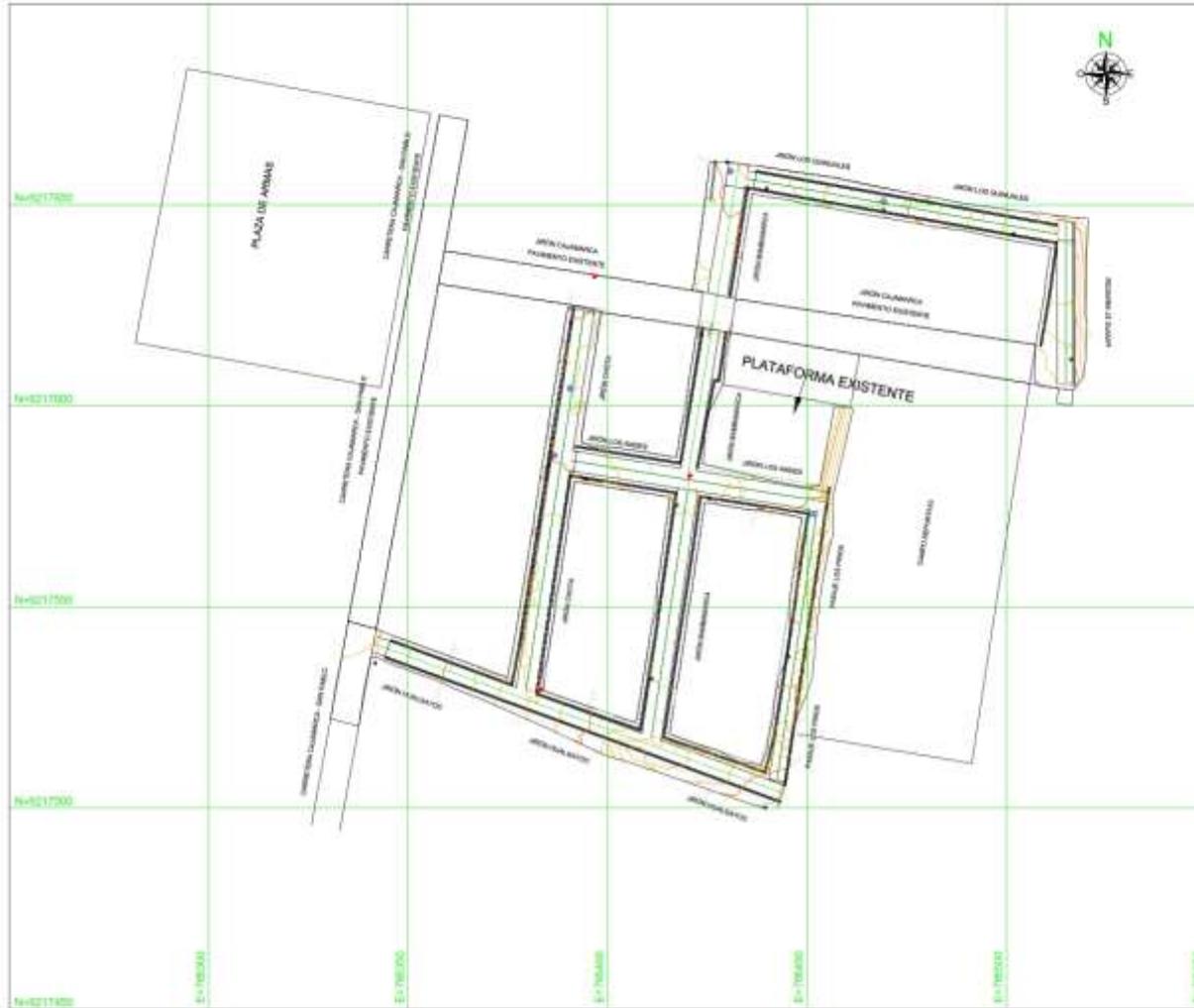
'08.03.03	CURADO DE CONCRETO	1,060.85	530.43	530.43				
'08.04	<b>JUNTAS</b>	<b>12,138.16</b>						
'08.04.01	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECNOPOR	12,138.16	6,069.08	6,069.08				
'08.05	<b>VARIOS</b>	<b>22,704.17</b>						
'08.05.01	REPOSICIÓN DE CONEXIONES DOMICILIARIAS PARA AGUA POTABLE	3,303.80	1,651.90	1,651.90				
'08.05.02	ADECUACIÓN Y NIVELADO DE BUZONES	5,346.75	2,673.38	2,673.38				
'08.05.03	LIMPIEZA GENERAL Y ENTREGA DE OBRA	14,053.62	2,342.27	2,342.27	2,342.27	2,342.27	2,342.27	2,342.27
<b>'09</b>	<b>MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>10,000.00</b>						
'09.01	ELIMINACIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS, ORGÁNICOS E INORGÁNICOS	10,000.00	1,666.67	1,666.67	1,666.67	1,666.67	1,666.67	1,666.67
	<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>1,100,352.03</b>	<b>225,416.519</b>	<b>416,445.825</b>	<b>245,562.562</b>	<b>167,494.895</b>	<b>31,953.659</b>	<b>13,478.522</b>
	GASTOS GENERALES (10.00%)	110,035.20	22,541.65	41,644.58	24,556.26	16,749.49	3,195.37	1,347.85
	UTILIDAD (10.00%)	110,035.20	22,541.65	41,644.58	24,556.26	16,749.49	3,195.37	1,347.85
	<b>SUB TOTAL</b>	<b>1,320,422.44</b>	<b>270,499.82</b>	<b>499,734.99</b>	<b>294,675.07</b>	<b>200,993.87</b>	<b>38,344.39</b>	<b>16,174.23</b>
	I.G.V. (18%)	237,676.04	48,689.97	89,952.30	53,041.51	36,178.90	6,901.99	2,911.36
	<b>VALOR REFERENCIAL</b>	<b>1,558,098.48</b>	319,189.79	589,687.29	347,716.59	237,172.77	45,246.38	19,085.59
	PORCENTAJE DE AVANCE MENSUAL		20.49%	37.85%	22.32%	15.22%	2.90%	1.22%
	PORCENTAJE DE AVANCE ACUMULADO		20.49%	58.33%	80.65%	95.87%	98.78%	100.00%

Fuente Elaboración propia

# ANEXO 15

## PLANOS





LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	EXISTENTE
	PROYECTADA
	CUADRO DE AGUA
	POSTO DE ALTA
	CANALIZACION
	CURBADO EXISTENTE
	CURBADO PROYECTADO
	PAVIMENTO EXISTENTE
	PAVIMENTO PROYECTADO
	UTILIDAD
	PARED

NO. PLANTA	NO. BMS	NO. PLANTA	NO. BMS	NO. PLANTA	NO. BMS
01	0001	0002	0003	0004	0005
02	0006	0007	0008	0009	0010
03	0011	0012	0013	0014	0015
04	0016	0017	0018	0019	0020



**UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO**

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

PROYECTO: OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y REFORMA DE LA PLAZA DE ARMAS

**TOPOGRAFIA**

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y REFORMA DE LA PLAZA DE ARMAS

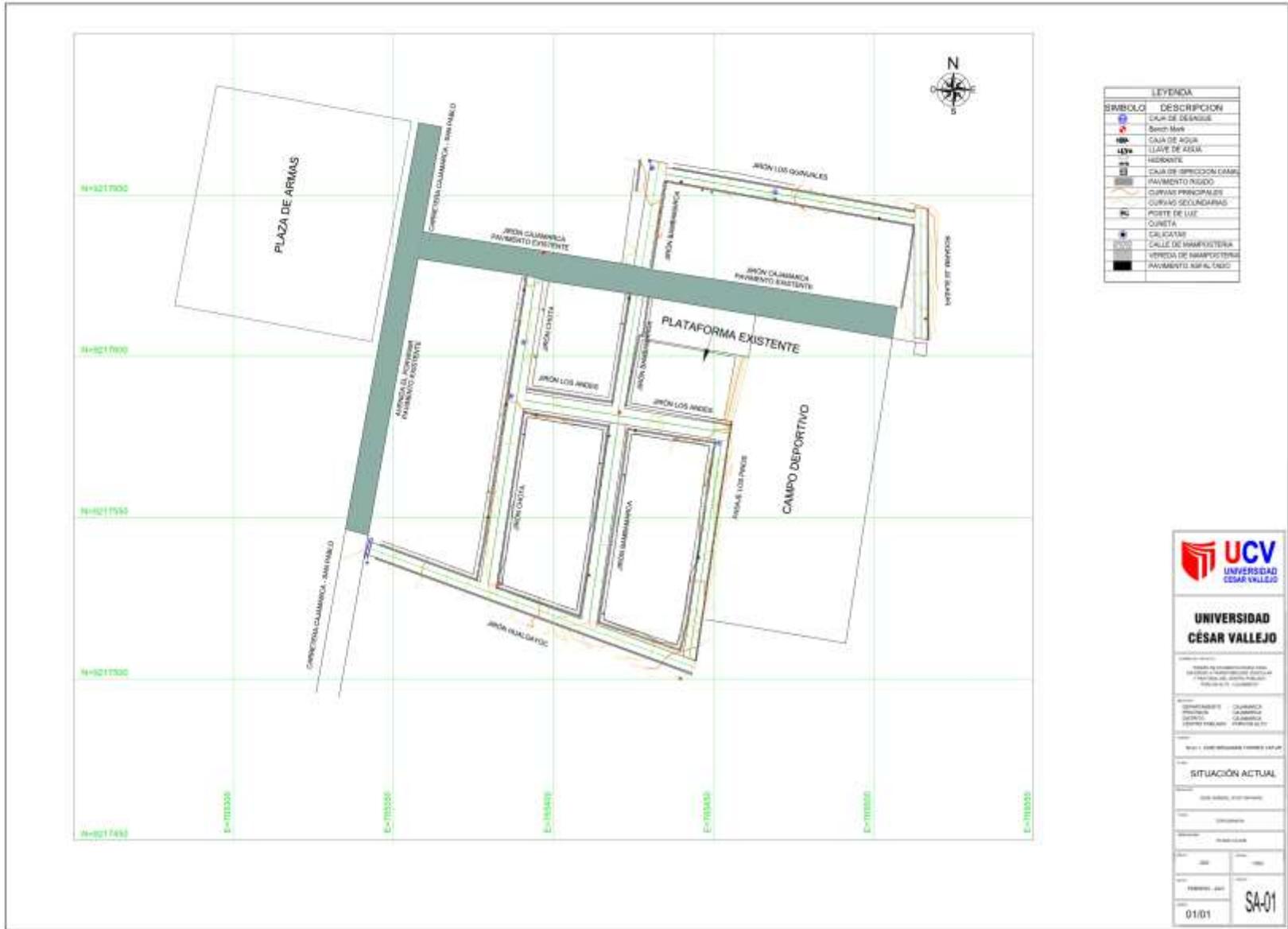
PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y REFORMA DE LA PLAZA DE ARMAS

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y REFORMA DE LA PLAZA DE ARMAS

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y REFORMA DE LA PLAZA DE ARMAS

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN Y REFORMA DE LA PLAZA DE ARMAS

01/01 **T-01**



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	CARRETERA DE ENLACE
	SEÑAL DE ALTO
	CALVA DE AGUA
	LEJAVE DE AGUA
	HEBERRONTE
	CALVA DE INSPECCION OMBRA
	PAVIMENTO RIGIDO
	CURVAO PRINCIPAL
	CURVAO SECUNDARIO
	PUENTE DE LUZ
	QUINETA
	CALCETAS
	CALLE DE BARRIO
	SEÑAL DE TRANSITO
	PAVIMENTO SIN EL CERO



**UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CARRERA DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS  
CARRERA DE INGENIERÍA EN INGENIERÍA DE SISTEMAS

W-1 - CARRERA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**SITUACIÓN ACTUAL**

PROYECTO DE OBRAS DE RECONSTRUCCIÓN DE LA AVENIDA LOS ANDES

FECHA: 2023-01-01

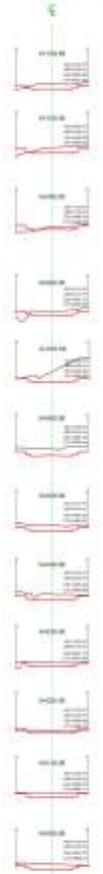
ESCALA: 1:500

PROYECTISTA: JUAN PABLO GARCÍA

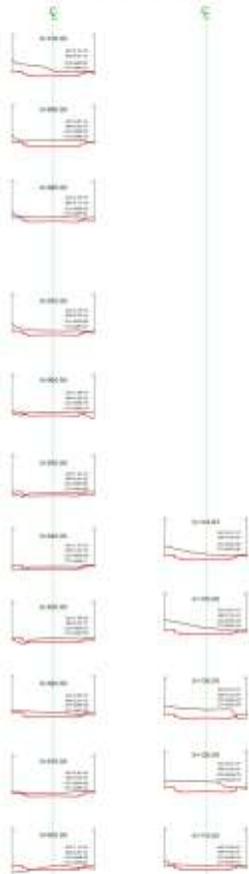
01/01 SA-01



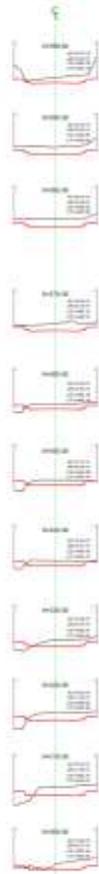
JIRÓN HUALGAYOC



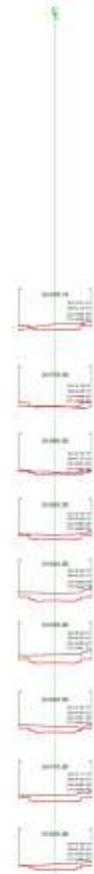
JIRÓN SAMBAMARCA



JIRÓN CHOTA



JIRÓN LOS OYUNALES



PASAJE EL MIRADOR



JIRÓN LOS ANDES



PASAJE LOS PINOS



**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

**UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO**

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA  
EL DISEÑO DE UN SISTEMA DE ALERTEA  
PRECOZ EN EL RÍO HUAYLA  
CANTÓN S.T. - HUAYLA

INGENIERO RESPONSABLE: CAJAMARCA  
INGENIERO: CAJAMARCA  
INGENIERO AUXILIAR: CAJAMARCA  
INGENIERO AYUDANTE: HUAYLA

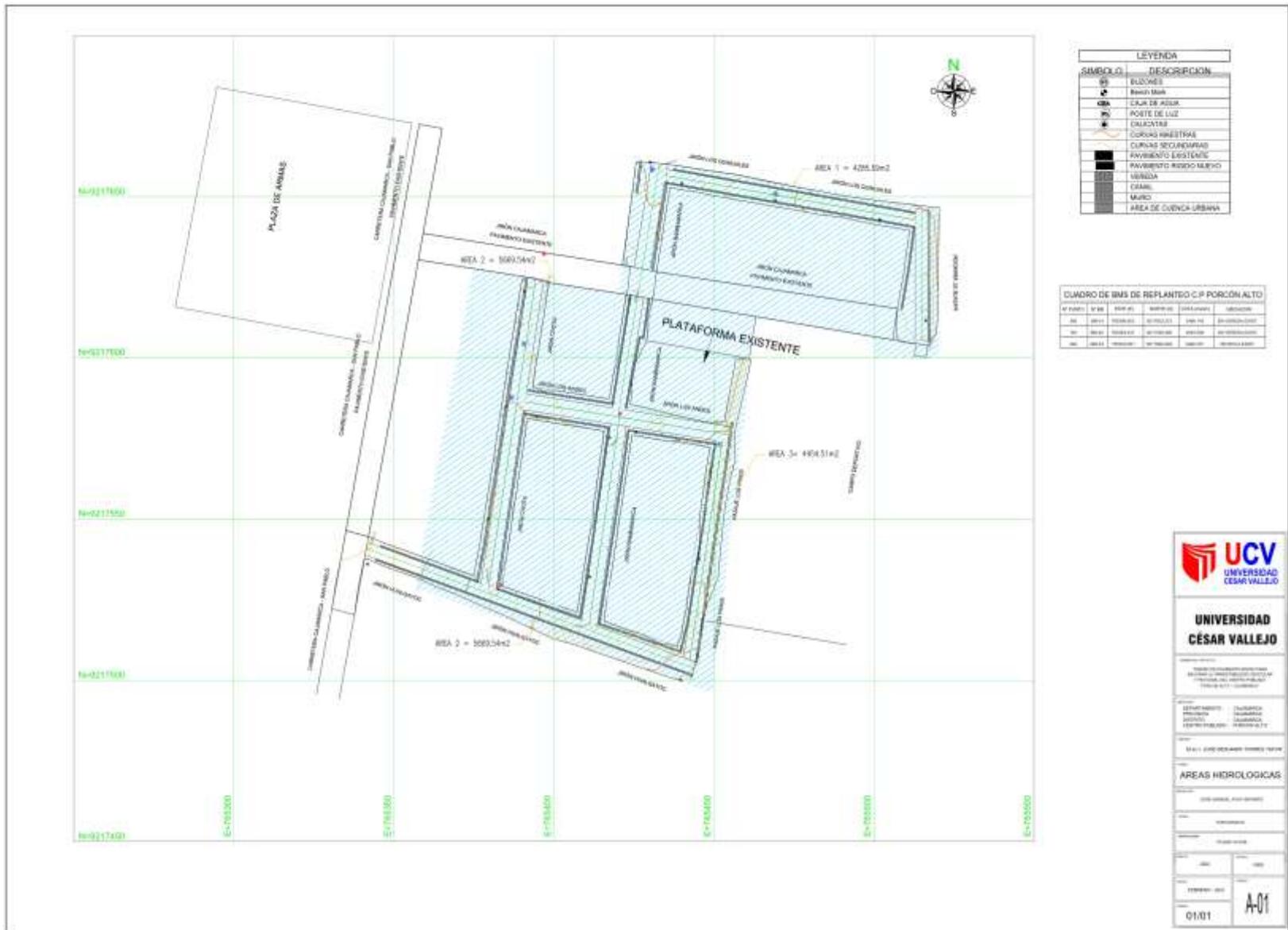
BOLETÍN DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

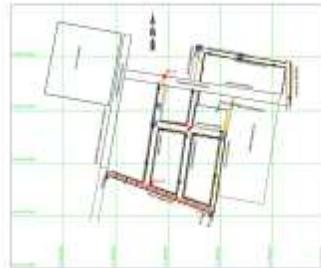
**SECCIONES  
TRANSVERSALES**

01/01

**ST-01**

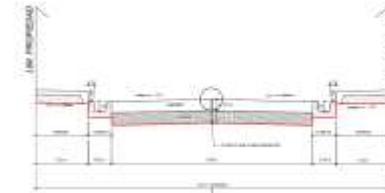
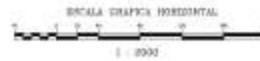




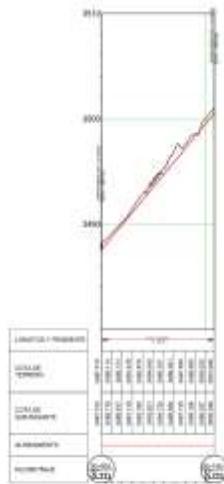


**PLANTA**  
Esc. 1:2000

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍNEA DE CALLE
	MANA DE PAVI
	ANILLAS
	BT
	POSTO DE LUZ
	ALCANTARILLO



**SECCION TÍPICA**  
SE



**PERFIL LONGITUDINAL**  
Esc. Horiz. 1:2000  
Esc. Vert. 1:200



**SECCIONES TRANSVERSALES**  
Esc. 1:200

**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

**UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO**

RECTOR: **PROF. DR. JOSÉ ANTONIO**  
VICERECTOR ADMINISTRATIVO: **PROF. DR. JOSÉ ANTONIO**  
VICERECTOR ACADÉMICO: **PROF. DR. JOSÉ ANTONIO**

DEPARTAMENTO: **CONSTRUCCIÓN**  
INGENIERÍA: **CONSTRUCCIÓN**  
CARRERA: **CONSTRUCCIÓN**  
SEMESTRE: **PRIMERO**

ALUMNO: **JOSÉ ANTONIO TURRES SANTIAGO**

TÍTULO: **PLANTA PERFILES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES DEL PUENTE TRANSVERSAL DEL JIRÓN PANAFLORES**

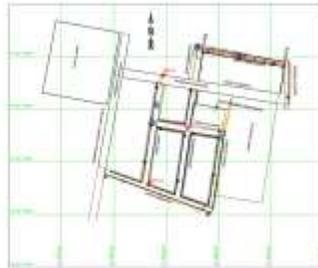
ASIGNATURA: **CONSTRUCCIÓN DE PUENTES**

ALUMNO: **JOSÉ ANTONIO TURRES SANTIAGO**

FECHA: **01/01**

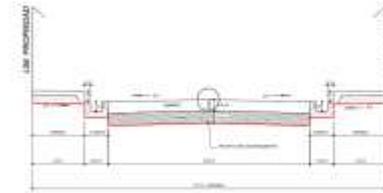
PROFESOR: **PPS-01**



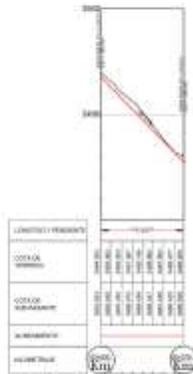


**PLANTA**  
Esc. 1:2000

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	CONCRETO
	BRICKO
	ISOLACION
	ALUMINIO
	PUERTA DE ALUMINIO
	VIDRIO



**SECCION TIPICA**  
S/E



**PERFIL LONGITUDINAL**  
Esc. Horiz. 1:2000  
Esc. Vert. 1:200



**SECCIONES TRANSVERSALES**  
Esc. 1:200



**UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO**

INSTITUTO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA  
MAGISTER EN INGENIERIA DE SISTEMAS DE INGENIERIA  
INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SISTEMAS DE INGENIERIA  
INFORMÁTICA Y TELECOMUNICACIONES  
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO - TRUJILLO

DR. ING. JOSE ROQUE VILLALBA

PLANA: 01/01  
SECCIONES TRANSVERSALES DEL JIRÓN  
LOS COMPAÑOS

PROYECTO: 01/01

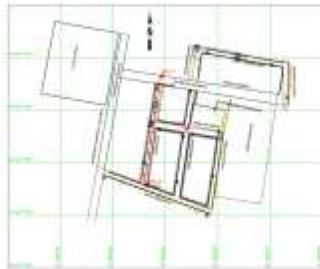
ALUMNO: JESSY  
SECCIONES TRANSVERSALES

FECHA: 01/01

ESCALA: 1:200

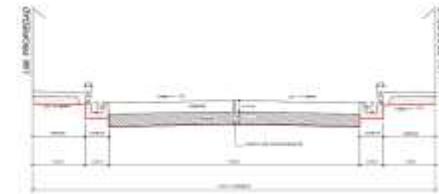
01/01

PPS-03

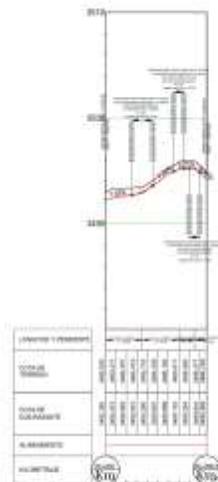


**PLANTA**  
Escala: 1:2000

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	GRASA CALIF
	GRASA DE VAPOR
	ALUMINIO
	ASA
	PUENTE DILATABLE
	ALICATADO



**SECCION TÍPICA**  
S.E.



**PERFIL LONGITUDINAL** Esc. Horiz: 1:2000  
Esc. Vert: 1:200



**SECCIONES TRANSVERSALES**  
Escala: 1:200

**UCV**  
UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO

INSTITUTO VICE-RECTORAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (INVICTA)

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS (DICTA)

AL. Ing. Juan Alejandro TORRES TORAL

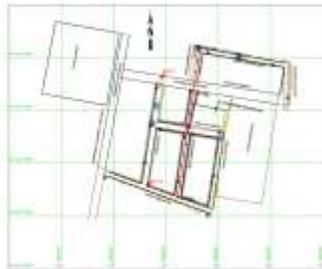
PLANTA, PERFILES, SECCIONES TRANSVERSALES DE UN VENTANAL

SECCION: 001-002-001-001-00001

FECHA: 14/04/2016

PROYECTO: PPS-04

01/01

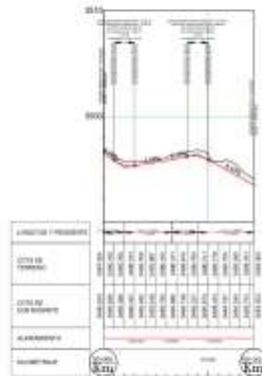


**PLANTA**  
Esc. 1:2000

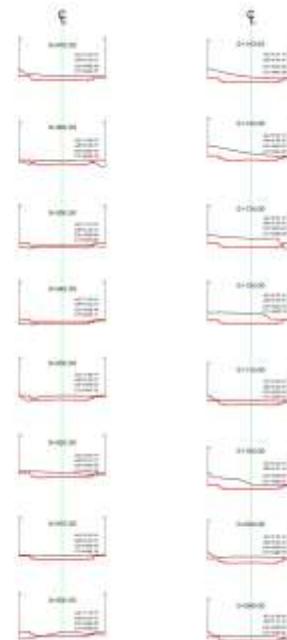
LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	USO DE CALLE
	GRASA DE PAVO
	AMOLADO
	ISI
	POSTERIOR LITE
	REJILLA



**SECCION TÍPICA**  
S/E



**PERFIL LONGITUDINAL**  
Esc. Horiz. 1:2000  
Esc. Vert. 1:200



**SECCIONES TRANSVERSALES**  
Esc. 1:200



**UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO**

INSTITUTO Vicerrectorado de Investigación  
y Desarrollo Científico y Tecnológico

DEPARTAMENTO: CALAMAYO  
INSTITUTO: CALAMAYO  
CENTRO: CALAMAYO  
GRUPO: PONTIFICIO: PONTIFICIO

Ing. Ing. Juan José TORRES TORAL

PROYECTO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
INVESTIGACIÓN DE CALAMAYO

INSTITUTO: CALAMAYO

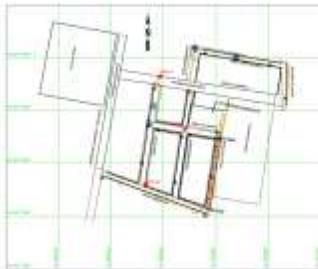
PLANTA: PLANTA

FECHA: 01/01

PROYECTO: PPS-05

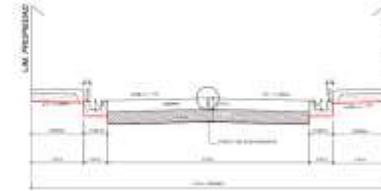
01/01

PPS-05

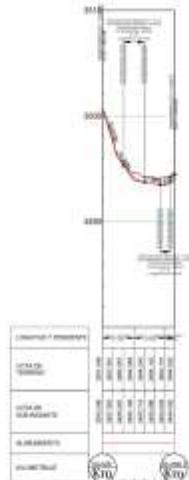


**PLANTA**  
Esc. 1:2000

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LÍNEA DE OJAL
	LINEA DE NIVEL
	REJILLA
	SI
	POSTERILIDAD
	SI CONO



**SECCION TÍPICA**  
S.C.



**PERFIL LONGITUDINAL**  
Esc. Horiz. 1:2000  
Esc. Vert. 1:200



**SECCIONES TRANSVERSALES**  
Esc. 1:200



**UNIVERSIDAD  
CÉSAR VALLEJO**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
CARRANZA, PERÚ

GRUPO MATERIA: QUÍMICO  
MATERIA: QUÍMICO  
CATEDRA: QUÍMICO  
CATEDRA: QUÍMICO

Mostrar: Archivos - Carpetas

PLANTA PERFILES Y SECCIONES  
TRANSVERSALES DEL PASAJE  
LOS PANDOS

PROFESOR: DR. JOSÉ ANTONIO...

ALUMNO: ...

FECHA: ...

...

...

01/01

PPS-06



## ANEXO 16

### PANEL FOTOGRÁFICO



Levantamiento del Pasaje El Mirador (Vista de Jr. Cajamarca hacia el Jr. Los Quinuales)



Levantamiento de Jr. Los Andes Vista de Jr. Los Bambamarca hacia Jr. Chota)



Levantamiento del Jr. Los Bambamarca (vista de Jr. Los Andes hacia Jr. Hualgayoc)



Levantamiento del Jr. Bambamarca (vista de Jr. Los Andes hacia Jr. Cajamarca)



Levantamiento de Pasaje Los Pinos (vista de Jr. Los Andes hacia Jr. Hualgayoc)



Levantamiento de Jr. Chota (vista de Jr. Hualgayoc hacia Jr. Cajamarca)



Levantamiento de Jr. Chota (vista de Jr. Cajamarca hacia Jr. Los Andes)



Levantamiento de Jr. Los Andes (vista de Jr. Chota hacia Jr. Bambamarca)



Levantamiento de Jr. Bambamarca (vista de Jr. Los Quinuales hacia Jr. Cajamarca)



Colocación de BMs en vereda del Jr. Cajamarca.

## FOTOS DE CONTEO VEHICULAR



Foto 1 de Conteo vehicular por jirón el Porvenir ingreso al centro poblado Porcón Alto.



Foto 2 de Conteo vehicular por jirón el Porvenir ingreso al centro poblado Porcón Alto.



Foto 3,4 del Conteo vehicular por jirón el Porvenir ingreso al centro poblado Porcón Alto.



Foto 5 de Conteo vehicular por jirón el Porvenir ingreso al centro poblado Porcón Alto.

## FOTOS DE ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.



Foto 01 de Estudio de Mecánica de Suelos Calicata N° 01.



Foto 02 de Estudio de Mecánica de Suelos Calicata N° 02.



Foto 03 de Estudio de Mecánica de Suelos Calicata N° 03.



Foto 04 de Estudio de Mecánica de Suelos Calicata N° 04.



Foto 05 de Estudio de Mecánica de Suelos Calicata N° 05.



Foto 06 de Estudio de Mecánica de Suelos Calicata N° 06.



## Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, **Robert Edinson Suclupe Sandoval** de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Chiclayo, asesor de la Tesis titulada:

**“DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DEL CENTRO POBLADO PORCÓN ALTO - CAJAMARCA”**

Del autor **AYAY INFANTE JOSÉ SAMUEL** constato que la investigación tiene un índice de similitud de **17%** verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

Chiclayo, 28 de junio 2021

Apellidos y Nombres del Asesor: <b>SUCLUPE SANDOVAL ROBERT EDINSON</b>	
DNI 42922864	Firma 
ORCID <a href="https://orcid.org/0000-0001-5730-0782">0000-0001-5730-0782</a>	