

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO
PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD
VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE
LEONCIO PRADO - PICOTA – SAN MARTÍN”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

ASESOR:

M.Sc. Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta

AUTORES:

Briceño Flores, Henry

Aranibar Muñoz, Christian Aristo

TARAPOTO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedicado al motor de mi vida, a mis hijas Betty Luz, Hannia Zuleyka y Naomi Romina.

A la memoria de mi mamá Betty Flores Castro, quién siempre fue mi guía espiritual y la que me animó a estudiar hasta el último año de su vida.

Henry Briceño Flores

A mi Dios Todopoderoso, que siempre derrama bendiciones en toda mi vida.

A mis Padres, por su infinito Amor.

A mi Esposa Bertha, por su apoyo incondicional y constante.

Christian Aristo, Araníbar Muñoa

AGRADECIMIENTO

A mi amigo Héctor Mendiola Fernández, por su apoyo incondicional.

Agradecer a la Universidad y a mis formadores, personas con gran sabiduría.

Henry Briceño Flores

A mis maestros y asesores por la labor realizada en impartir sus sabias enseñanzas en aras de nuestra formación profesional.

Christian Aristo, Araníbar Muñoa

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

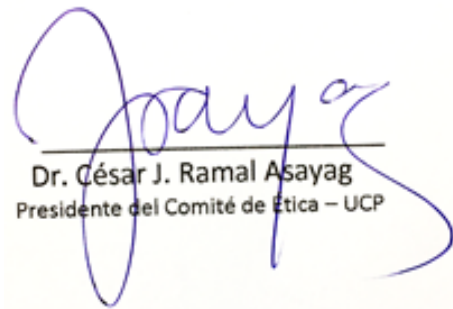
La Tesis titulada:

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL
MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA
LOCALIDAD DE LEONCIO PRADO - PICOTA – SAN MARTÍN”**

De los alumnos: **BRICEÑO FLORES HENRY Y ARANIBAR MUÑOA CHRISTIAN
ARISTO**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **8% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 11 de Enero del 2022.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

CJRA/ri-a
06-2022

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍA CIVIL_2021_TESIS_HENRYBRICEÑO_CHRISTIANARANIBAR_V1.pdf (D124074774)
Submitted	2022-01-05T16:22:00.0000000
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	8%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad Científica del Perú / UCP_Facultad de Ciencias e Ingenieria_2021_TSP_eduard Vaquez_Liz Rios_ V1.pdf		12
	Document UCP_Facultad de Ciencias e Ingenieria_2021_TSP_eduard Vaquez_Liz Rios_ V1.pdf (D109849958) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.urkund.com		
SA	PRESENTACION EXAMEN FINAL PROYECTO DE TESIS_ALVA VELAYARCE.docx		6
	Document PRESENTACION EXAMEN FINAL PROYECTO DE TESIS_ALVA VELAYARCE.docx (D110522354)		
W	URL: http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/12		4
	Fetches: 2022-01-05T16:22:13.0700000		

"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

**FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA**

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 934-2021-UCP-FCEI del 21 de diciembre del 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- Ing. Caleb Ríos Vargas, M. Sc.
- Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M. Sc.
- Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco.

Presidente
Miembro
Miembro

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 18:00 horas del día lunes 18 de abril del 2022, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **"PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LEONCIO PRADO – PICOTA – SAN MARTÍN"**.

Presentado por los sustentantes:

**HENRY BRICEÑO FLORES y CHRISTIAN ARISTO ARANIBAR
MUÑOA**

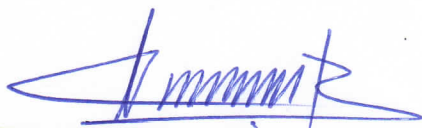
Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS.**

El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE CATORCE (14).**

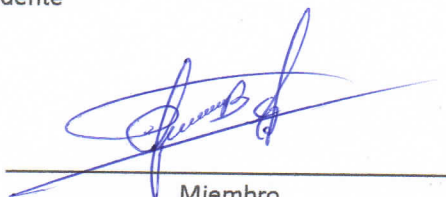
En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



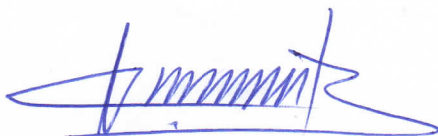
Miembro



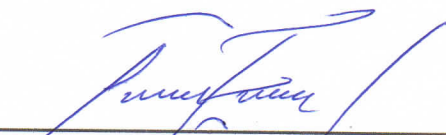
Miembro

APROBACIÓN

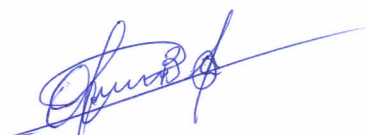
Tesis sustentada en acto público el día 18 de abril del 2022 a las 06.00 p.m.



M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS
PRESIDENTE DEL JURADO



M.Sc. Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



Ing. ISAAC DUHAMEL CASTILLO CHALCO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. VÍCTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
ASESOR

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
APROBACIÓN	4
RESUMEN	8
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	11
1.1 Introducción	11
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	14
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	14
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	14
2.1.2 A NIVEL NACIONAL	17
2.1.3 A NIVEL LOCAL	19
2.2 Bases Teóricas:.....	20
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	29
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	31
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	31
3.2.1 PROBLEMA GENERAL	31
3.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS	31
3.3 OBJETIVOS.....	32
3.3.1 OBJETIVO GENERAL	32
3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.5 HIPÓTESIS.....	32
3.6 VARIABLES	33
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	34
4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	34
4.1.1.TIPO DE INVESTIGACIÓN	34
4.1.2.DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	35
4.2 UNIDAD DE ESTUDIO	35
4.3 POBLACIÓN.....	35
4.4 MUESTRA.....	35
4.5 MUESTREO.....	36

4.6 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36
4.6.1.TÉCNICAS:	36
4.6.2.INSTRUMENTO:	36
4.6.3.PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	36
4.7 PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.....	37
4.8 ESTUDIO TOPOGRÁFICO	40
4.9 ESTUDIO DE TRÁFICO	40
4.10ESTUDIO HIDROLÓGICO	47
CAPÍTULO V: RESULTADOS	54
5.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	54
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	80
6.1. DISCUSIÓN	80
CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
7.1 CONCLUSIONES.....	81
7.2 RECOMENDACIONES	82
CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Instrumento para medir el tránsito vehicular	37
Ilustración 2: Instrumento de índice medio diario anual	38
Ilustración 3: Instrumento para medir el periodo de diseño.....	38
Ilustración 4: Organigrama para un diseño de pavimento rígido	39
Ilustración 5: Curva granulométrico de la Calicata	58
Ilustración 6: Curva granulométrica calicata PC-2	60
Ilustración 7: Curva granulométrica calicata PC-3	61
Ilustración 8: Curva granulométrica calicata PC-4	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: tabla de los Valores comunes de la tasa de crecimiento.....	45
Tabla 2: Configuración de Ejes	46
Tabla 3: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos	47
Tabla 4: Tamices de mallas cuadradas.....	49
Tabla 5: Tamices de mallas cuadradas como alternativa	49
Tabla 6: Diámetro nominal de las partículas grandes VS peso mediano	50
Tabla 7: Descripción de calicatas.....	55
Tabla 8: Resultados de los estudios de suelos	56
Tabla 9: Resultados de Estudio de Suelos	68
Tabla 10: Total de Vehículos por estación, turno día	77
Tabla 11: Parámetros para el estudio – tasas de crecimiento para el tráfico... 77	
Tabla 12: Resultados del Estudio de Tráfico.....	78
Tabla 13: Resultado del Estudio Hidrológico	78

RESUMEN

En la actualidad, con el crecimiento acelerado de la demanda de vehículos tanto para fines comerciales, así como de transporte de pasajeros, los pobladores de la localidad de Leoncio Prado viven en un completo desorden por la falta de un proyecto de infraestructura vial urbana.

Para solucionar este problema se propone una alternativa de diseño de un pavimento rígido para el mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado, distrito de Shamboyacu – Picota – San Martín.

Para cumplir con los objetivos se realizó el levantamiento topográfico de la localidad mencionada, así como la exploración de campo y ensayos del laboratorio con fines de pavimentación, adicionalmente a esto se realizó el estudio de tráfico y el estudio hidrológico datos que son necesarios para el diseño de pavimento rígido.

La falta de pavimentación sigue siendo un problema que persiste en diferentes lugares. Si bien las autoridades de turno hacen lo posible para cubrir dichos problemas, el presupuesto asignado es deficiente y en consecuencia solo se puede cubrir mejoramientos; el problema se agudiza cuando no se prevé mantenimiento en las calles ya reparadas, ocasionando calles en malas condiciones e intransitables sobre todo al interior de los barrios.

La metodología empleada para este proyecto es AASHTO 93 que permitió realizar las revisiones por carga al centro de la losa, así como en las juntas longitudinales y transversales.

Este proyecto es una investigación no experimental de tipo transversal descriptiva porque consta de una sola variable con la cual se trabaja el desarrollo de este y la técnica es la observación y el instrumento de recolección de datos.

Por lo tanto, para determinar los volúmenes de movimiento de tierras a los perfiles longitudinales se le hace un corte de 0.20 para el concreto y 0.20 para el

afirmado seleccionado, y finalmente se hace el metrado para determinar el presupuesto.

Palabras Claves: Pavimento rígido, transitabilidad.

ABSTRACT

At present, with the accelerated growth of the demand for vehicles both for commercial purposes, as well as for passenger transport, the inhabitants of the town of Leoncio Prado live in complete disorder due to the lack of an urban road infrastructure project.

To solve this problem, a design alternative for a rigid pavement is proposed to improve vehicular and pedestrian traffic in the town of Leoncio Prado, district of Shamboyacu - Picota - San Martín.

To meet the objectives, the topographic survey of the mentioned location was carried out, as well as the field exploration and laboratory tests for paving purposes, in addition to this, the traffic study and the hydrological study of data that are necessary for the design were carried out. rigid pavement.

The lack of paving continues to be a problem that persists in different places. Although the authorities on duty do their best to cover these problems, the budget assigned is deficient and consequently only improvements can be covered; The problem is exacerbated when maintenance is not foreseen in the streets that have already been repaired, causing streets in poor condition and impassable, especially in the interior of the neighborhoods.

The methodology used for this project is AASHTO 93, which made it possible to carry out load reviews at the center of the slab, as well as at the longitudinal and transverse joints.

This project is a descriptive cross-sectional non-experimental research because it consists of a single variable with which the development of the project is worked and the technique is observation and the data collection instrument.

Therefore, to determine the volumes of earthwork to the longitudinal profiles, a cut of 0.20 is made for the concrete and 0.20 for the selected affirmation, and finally the metering is made to determine the budget.

Key Words: Rigid pavement, walkability.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

La transitabilidad vial se relaciona entre el flujo vehicular y peatonal, es decir la adecuada vialidad con los estudios, diseño y materiales respectivos aplicados con el fin de que los daños posteriores puedan ocasionarse a un largo plazo. De esta manera el pavimento podrá resistir las condiciones propias de la naturaleza y del tráfico, de acuerdo con la realización del estudio en la zona requerida y solicitada.

El estado de la infraestructura vial de nuestro país incide en gran medida en su nivel de desarrollo, puesto que al tener vías en buen estado se mejora la transitabilidad, costos de operación, comunicaciones y transporte en general, es por ello, que en primer lugar, debemos apuntarle a realizar diseños de estructura de pavimentos que cumplan con las solicitudes requeridas para determinada vía, con un costo razonable, y garantizando un aceptable índice de serviciabilidad durante la vida de servicio estimada.

Con esta propuesta de diseño se requiere cambiar el esquema y plantear soluciones duraderas y eficaces que disminuyan los costos de operación vehicular y agilicen la evacuación de la producción. Dentro de estas soluciones la más clara es la construcción de estructuras de pavimento que contemplen una capa de rodadura que proteja los granulares y garantice seguridad y confort a quienes la utilicen.

En el recorrido nos permitió apreciar que en la actualidad la calle Ponaza cuerdas 01,02,03,04,05 y 06 de la localidad de Leoncio Prado, presenta insuficiencias superficiales que en algunos subtramos son críticos y la serviciabilidad es variable originada por los excesivos baches y deterioros vistos en la calle en mención.

Allí radica la importancia del tema elegido para la presente tesis, puesto que el mejoramiento de la calle principal en mención permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal.

Las consecuencias de no realizarse este proyecto de diseño de pavimento rígido sería la falta de un estudio técnico que permita dotar de una infraestructura vial adecuada para los pobladores circundantes y a la población visitante en su conjunto, así mismo de no ejecutarse este proyecto aumentarían las enfermedades respiratorias por la emisión de partículas de polvo, restricciones en el transporte de pasajeros y de carga, Igualmente a diario los estudiantes y las amas de casa tienen que realizar largas caminatas por las calles polvorientas o embarradas y en mal estado hacia sus centros de estudios y centros de abastecimiento de productos alimenticios respectivamente; situación que ha ocasionado accidentes peatonales, en muchos casos con graves consecuencias, aunque el tránsito local es pequeño, la falta de calzadas en las vías origina mayores costos operativos de los vehículos, pérdidas de tiempo de viaje de los peatones y aislamiento con los centros de servicios y comercio.

La metodología tiene como finalidad determinar los espesores mínimos de la estructura de pavimento (base, sub base, y carpeta asfáltica). El método semi empírico utilizado es el de la AASHTO-93 (American Association of State Highway and Transportation Officials) en el cual influyen variables como el tráfico promedio diario (TPD) calculando así los ejes equivalentes para un periodo de diseño de 15 años, variables del terreno obtenidas por medio de ensayos como el CBR (módulo de resiliencia), confiabilidad, drenaje, entre otros factores necesarios para hallar los espesores de las capas de la estructura de pavimento rígido.

Con el fin de conocer las implicaciones técnicas asociadas a la pavimentación de calles se basó en proponer un diseño la estructura de pavimento de la calle en mención, para ello y con el fin de establecer parámetros de selección se diseñó la estructura de pavimento usando el método AASHTO 93 e INSTITUTO DEL ASFALTO, identificando la estructura de pavimento óptimo.

Actualmente la localidad de Leoncio Prado, distrito de Shamboyacu, provincia de Picota – San Martín, carece de una adecuada vía para el tránsito vehicular y peatonal en sus principales calles la cual viene generando condiciones desfavorables en los pobladores y propietarios de vehículos que se dedican al transporte público y privado, por otro lado, ocasionando malestar a los habitantes del lugar y personas foráneas.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

Los estudios precedentes que guardan relación con el presente trabajo de investigación, tenemos:

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- **(NUÑEZ, 2015), “ESTUDIO DE LOS DAÑOS DEL PAVIMENTO RÍGIDO EN ALGUNAS CALLES DE LOS BARRIOS LAGUITO, CASTILLOGRANDE Y BOCAGRANDE EN ZONAS CON NIVEL FREÁTICO ALTO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA”** Elaborar un estudio que brinde la posibilidad de detectar las fallas, perjuicios y daños en pavimento rígido por el aumento de las mareas (nivel freático), que contribuya a la solución de la movilidad vehicular y disminución de los riesgos de accidentalidad en los barrios de Bocagrande, Castillo grande y Laguito en la ciudad de Cartagena.

En la investigación de campo se realizarán encuestas a empresas que realizan proyectos de construcción y mantenimiento de pavimento rígido en zonas con alto nivel freático y a personal encargado del Control de Calidad, para detectar las deficiencias más comunes que presentan las mismas en dichas zonas a continuación se procesara para obtener parámetros importantes los cuales serán interpretados en forma gráfica o descriptiva. En la presente investigación se logró la evaluación de los pavimentos rígido de algunas calles de los barrios de Laguito, Castillo grande y Boca grande con niveles freáticos altos. Mediante el método utilizado PCI, se logró determinar el índice de condición de pavimento PCI = 50 lo cual nos permite aseverar que tienen un estado REGULAR en un sentido genérico dado que es un promedio, es decir que el 50% de los pavimentos en estudio están en un nivel regular y el 30 % en un nivel de bueno y el otro 10 % bueno, implicando con ello la importancia de resaltar

el cambio de las estructuras de pavimento que se debe desarrollar en estas áreas del pavimento, por parte de las autoridades locales dado que la edad de las plataformas promedia los 6 años aunque el 60 % tiene más de 25 años. La evaluación de daños propuesta en el estudio es apta para ser aplicada en el levantamiento de daños de cualquier sistema de vías, ya que está basada en normas internacionales de evaluación de daños en la estructuración de pavimentos en vías terrestres con niveles freáticos altos, así mismo la necesidad actual que existe de reforzar tanto a técnicos y profesionales relacionados en el área de control de calidad en proyectos de mantenimiento de Carreteras, se justifica en la implementación del manual de control de calidad para mantenimientos de carreteras con pavimento rígido con niveles freáticos altos.

Aporte

Este proyecto de tesis aporta un estudio adicional que permite determinar las fallas de los pavimentos de concreto rígido en lugares donde la capa freática es muy elevada y de esta manera disminuir los daños en futuros proyectos de pavimentación en concreto rígido.

- **(NOVA, 2017)** En el siguiente proyecto realizada por el ingeniero Nova Moreno, José Danian, para alcanzar la Especialización en Ingeniería de Pavimentos en la **ciudad de Bogotá en el año 2017**, en la Universidad Nueva Granada; el problema es el **DETERIORO DE LAS VÍAS Y CUENTAN CON UNA MALA RESISTENCIA, PRESENTA PROBLEMAS COMO MALA CAPACIDAD DE SOPORTE, FISURAS DEL PAVIMENTO Y ASENTAMIENTOS**. Tiene como objetivo rehabilitar las calles afectadas, con el diseño de pavimento rígido, y disminuir los problemas de transitabilidad que aquejan a la sociedad. Los resultados hacen ver que la estructura es eficiente con las condiciones con los requisitos planteados y que no será necesario un mejoramiento. En conclusión, identificar las diferentes fallas de un pavimento, estas son las que originan el deterioro del pavimento rígido, esto nos podrá servir para rehabilitar el pavimento

con menos errores posibles. En recomendación es importante el espesor del pavimento. En conclusión, es importante realizar los estudios necesarios y pertinentes de cada zona para así establecer el propio espesor de pavimento a utilizar. La relevancia de este proyecto es la rehabilitación del pavimento rígido, mejorando la transitabilidad vehicular y peatonal. La sociedad podrá tener mejor conectividad con sus necesidades básicas.

➤ **(MERCEDES, 2016), “ANÁLISIS DE FISURAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA”**

Analizar e identificar las diferentes causas que provocan la aparición de fisuras y grietas en un tramo de 23 m de la vía Zhud - Biblián mediante el método de resistividad eléctrica, así como también plantear un tipo de solución a los mismos. El programa utilizado para el proceso de datos en 2D es RES2DINV y para el proceso de datos en 3D es Voxler. RES2DINV es un programa informático que determinará automáticamente un (2- D) modelo bidimensional de resistividad del subsuelo de los datos obtenidos de las encuestas de imagen eléctricos (Griffiths y Barker 1993). Este programa despliega los datos de resistividad en forma de perfiles, por niveles y el VOXLER es un programa de visualización en tres dimensiones orientado principalmente hacia la representación volumétrica y visualización de datos.

Este programa puede mostrar líneas de flujo, diagramas vectoriales, mapas de contorno, isosuperficies, cortes de imagen, gráficos de dispersión tridimensionales, representación directa de volumen, bloques 3D, así como marcas y más. Este modelo se pudo observar los 14 perfiles en conjunto dándonos como resultado una perspectiva general de la distribución de resistividades. Los resultados obtenidos de este trabajo experimental confirman que el método de resistividad eléctrica es no invasivo y práctico para el análisis de fisuras en pavimentos rígidos ya que se pudo observar internamente que la estructura de dicho pavimento está deteriorada o con contenido de humedad. Es importante mencionar que

el método no fue sólo útil para evaluar la presencia de fisuras, sino que también se pudo observar la estructura del pavimento que facilitó la evaluación y estado de este. Aporte Castillo Quispe Juan Carlos 29 Este proyecto de tesis aporta un conocimiento adicional sobre los programas informáticos RES2DINV y VOXLER que se utilizan hoy en día para determinar las fisuras y grietas en los pavimentos rígidos mediante la resistividad eléctrica y conociendo el origen de las fallas se plantea mejorar el diseño de los pavimentos rígidos en la presente investigación.

2.1.2 A NIVEL NACIONAL

- **(STALIN, 2016), “ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN HORMIGÓN PARA LA CAPA DE RODADURA CON FIBRAS DE ACERO Y SIN ELLAS PARA UTILIZACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS.”** Comparar analíticamente las propiedades mecánicas (flexión, compresión) del hormigón sin refuerzo respecto al hormigón reforzado con fibras de acero Dramix, mediante el análisis de resultados de los ensayos de compresión y flexión. Se ejecutarán las diversas pruebas en el laboratorio para generar el respectivo análisis comparativo de los dos tipos de hormigones, hormigón rígido tradicional con el hormigón reforzado con fibras de acero DRAMIX RC60/80BN para una mezcla de resistencia promedio a la compresión de 280 kg/cm². Asimismo, la elaboración de los testigos cilíndricos y prismáticos, de los diferentes ensayos deberán cumplir la normativa estipulada del MTOP Y ASTM respectiva a cada prueba. Con esta premisa los datos que se obtengan se considerarán factibles para la presente investigación. Para los dos tipos de hormigón se efectuarán diversos ensayos para conseguir el comportamiento mecánico y físico, generando comparación entre estos y analizando cual posee mejores características que actualmente se utilizan en losas de pavimentos rígidos.

A continuación, se realizará un análisis interpretativo de los resultados de los diferentes ensayos para el hormigón en estado fresco y estado endurecido realizados en el capítulo III del presente trabajo de titulación.

Las propiedades del hormigón en estado fresco no se vieron afectadas por la adición de las fibras como elemento de refuerzo, tanto en temperatura y contenido de aire. No ocurre de la misma manera con el revenimiento, este varía considerablemente dependiendo del tipo de fibra y la dosificación de esta.

En promedio, se debería considerar una reducción del asentamiento de 3-4cm según los ensayos mostrados. Esta disminución se debe básicamente a que la mezcla posee una nueva estructura interna conformada por los filamentos de acero.

En conclusión, las fibras metálicas son una opción, para el hormigón en el control de las fisuras, enfocadas principalmente a losas o pavimentos de hormigón. Estos filamentos suministran un mayor aumento en la energía de rotura, pudiendo lograr reemplazar de las armaduras de acero tradicionales. Las fibras metálicas modifican el comportamiento frágil Castillo Quispe Juan Carlos 28 del hormigón gracias a los puentes de transmisión de esfuerzos que se crea.

Se puede ductilizar la falla y controlar la futura propagación de fisuras. Aporte Este proyecto de tesis aporta un análisis adicional, porque nos muestra las fibras de acero DRAMIX RC60/80BN como una opción más para mejorar los diseños de pavimento rígido, ya que según el resultado de las distintas pruebas del laboratorio muestran que el hormigón reforzado con fibras de acero muestra una mayor resistencia a la compresión y flexión.

- **“ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL MÉTODO DE LA ASOCIACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA”**. Analizar la sensibilidad de las variables de diseño de pavimentos rígidos del Método de la Asociación del Cemento Portland en el distrito de Cajamarca. Después de haber obtenido los datos, se los ordenó, se los proceso para lo cual previamente se elaboró una hoja de cálculo con la

que se realizó el trabajo de gabinete correspondiente, en donde se realizaron los diseños de pavimentos, se hizo 15 diseños por cada variable de diseño en estudio, por lo que se hará un total de 45 diseños de pavimento.

Seguidamente se obtuvieron los resultados de los 45 diseños de pavimento, como se mencionó anteriormente 15 por variable, se tomaron estos resultados y se ordenaron, luego se graficó estos resultados para así poder discutir y verificar cuál de las tres variables en estudio es la más sensible y si es que la hipótesis planteada es verdadera.

Se pudo determinar que la resistencia a compresión del concreto (f'_c), es la variable más incidente con respecto al C.B.R. y el Tráfico para la determinación del espesor de la losa, porque a medida que se van variando los valores iniciales de diseño en forma porcentual en intervalos de 5%, se obtuvo que el espesor de la losa mostró más variación con el incremento del f'_c , que con el incremento de las otras dos variables. (Ver Gráfico N°6).

Aporte

Este estudio aporta una descripción sobre las realidades de hechos y su interpretación mediante gráficos los cuales varían según el tipo de estudio ya sea encuestas, casos Castillo Quispe Juan Carlos 27 exploratorios, causales, etc. Llegándose a la conclusión de que la resistencia a la compresión del concreto es la variable más incidente con respecto a la C.B.R y el tráfico.

2.1.3 A NIVEL LOCAL

- **(ARÉVALO 2016)**, Segundo. En su investigación titulada: **“ESTUDIO DE SUELOS CON FINES DE CONSTRUCCIÓN VIAL, EN LA URBANIZACIÓN 09 DE ABRIL EN EL DISTRITO DE TARAPOTO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE SAN MARTÍN – 2016”**. (Tesis de pregrado). Universidad Científica del Perú, Tarapoto, Perú, 2016.

Concluyo que:

El suelo de la urbanización es demasiada arcillosa limosa y por ende son buenas para una infraestructura vial, y que de las vías planas es arena arcillosa limosa y que también tiene arcilla inorgánica de mediana plasticidad, sin embargo, se obtuvo los análisis de suelo de la construcción y cabe mencionar que dicho estudio de laboratorio se obtuvieron los resultados y están aptos para una infraestructura vial.

2.2 Bases Teóricas:

2.1.1. PAVIMENTOS

Según el **MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS (2014)** el Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: base, subbase y capa de rodadura.

- **Capa de Rodadura:** Es la parte superior de un pavimento, que puede ser de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido) o de adoquines, cuya función es sostener directamente el tránsito.
- **Base:** Es la capa inferior a la capa de rodadura, que tiene como principal función de sostener, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito. Esta capa será de material granular drenante ($\text{CBR} \geq 80\%$) o será tratada con asfalto, cal o cemento.
- **Subbase:** Es una capa de material especificado y con un espesor de diseño, el cual soporta a la base y a la carpeta. Además, se utiliza como capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. Dependiendo del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, esta

capa puede obviarse. Esta capa puede ser de material granular (CBR $\geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento.

2.1.2. LOS TIPOS DE PAVIMENTO INCLUIDOS EN EL MANUAL SON LOS SIGUIENTES:

- Pavimentos Flexibles.
- Pavimentos Semirrígidos.
- Pavimentos Rígidos

El pavimento flexible: Es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente.

El pavimento semirrígido: Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados.

El pavimento rígido: Los pavimentos de concreto reciben el apelativo de “rígidos” debido a la naturaleza de la losa de concreto que la constituye. Debido a su naturaleza rígida, la losa absorbe casi la totalidad de los esfuerzos producidos por las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante.

La estructura de pavimento está compuesta específicamente por una capa de subbase granular, no obstante, esta capa puede ser de base granular, o puede ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser el caso aditivo.

Dentro de los pavimentos rígidos existen tres categorías:

- 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.

El dimensionamiento de las estructuras de pavimento que son propuestas en el Manual, y presentadas en los catálogos son ilustrativas y promueven el estudio de alternativas en cada caso que facilita su uso, pero no sustituye la decisión del Ingeniero Responsable.

Los pavimentos de concreto con juntas son los que mejor se aplican a la realidad nacional debido a su buen desempeño y a los periodos de diseño que usualmente se emplean.

Se define al pavimento como la estructura que descansa sobre el terreno de fundación conformado por capas de espesores y calidades diferentes de acuerdo con el diseño del proyecto y construido para soportar cargas estáticas y móviles por un tiempo determinado. También podemos definir al conjunto de capas de materiales seleccionados comprendidos entre la superficie de Subrasante (capa superior de las explanaciones) y la superficie de rodadura, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie uniforme, de textura apropiada, resistentes a la acción de tránsito, intemperismo y de otros agentes perjudiciales, así mismo transmitir adecuadamente

al terreno de fundación los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

En otras palabras, el pavimento es la superestructura de la obra vial, que hace posible el tránsito fluido de los vehículos, con la seguridad, confort y economía previstos por el proyecto.

2.1.3. FACTORES QUE CONSIDERAR EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS SEGÚN

Aunque estos factores son analizados con más detalle en capítulos posteriores es necesario hacer una descripción general de los mismos. (FONSECA, 2014)

EL TRÁNSITO Interesan para el dimensionamiento de los pavimentos las cargas más pesadas por eje (simple, tándem o trídem) esperadas en el carril de diseño (el más solicitado, que determinará la estructura del pavimento de la carretera) durante el período de diseño adoptado. La repetición de las cargas del tránsito y la consecuente acumulación de deformaciones sobre el pavimento (fatiga) son fundamentales para el cálculo. Además, se deben tener en cuenta las máximas presiones de contacto, las sollicitaciones tangenciales en tramos especiales (curvas, zonas de frenado y aceleración, etc.), las velocidades de operación de los vehículos (en especial las lentas en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc. (FONSECA, 2014)

LA SUBRASANTE

De la calidad de esta capa depende, en gran parte, el espesor que debe tener un pavimento sea este flexible o rígido. Como parámetro de evaluación de esta capa se emplea la capacidad de soporte o resistencia a la deformación por esfuerzo cortante bajo las cargas del tránsito. Es necesario tener en cuenta la sensibilidad del suelo a la humedad, tanto en lo que se refiere a la resistencia como a las eventuales variaciones de volumen (hinchamiento - retracción). Los cambios de volumen de un suelo

de subrasante de tipo expansivo pueden ocasionar graves daños en las estructuras que se apoyen sobre éste, por esta razón cuando se construya un pavimento sobre este tipo de suelos deberá tomarse la precaución de impedir las variaciones de humedad del suelo para lo cual habrá que pensar en la impermeabilización de la estructura. Otra forma de enfrentar este problema es mediante la estabilización de este tipo de suelo con algún aditivo, en nuestros medios los mejores resultados se han logrado mediante la estabilización de suelos con cal. (FONSECA, 2014).

EL CLIMA

Los factores que en nuestro medio más afectan a un pavimento son las lluvias y los cambios de temperatura. Las lluvias por su acción directa en la elevación del nivel freático influyen en la resistencia, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de subrasante especialmente. Este parámetro también influye en algunas actividades de construcción tales como el movimiento de tierras y la colocación y compactación de capas granulares y asfálticas. Los cambios de temperatura en las losas de pavimentos rígidos ocasionan en éstas esfuerzos muy elevados, que en algunos casos pueden ser superiores a los generados por las cargas de los vehículos que circulan sobre ellas. En los pavimentos flexibles y dado que el asfalto tiene una alta susceptibilidad térmica, el aumento o la disminución de temperatura puede ocasionar una modificación sustancial en el módulo de elasticidad de las capas asfálticas, ocasionando en ellas y bajo condiciones especiales, deformaciones o agrietamientos que influirían en el nivel de servicio de la vía. (FONSECA, 2014).

MATERIALES DISPONIBLES

Los materiales disponibles son determinantes para la selección de la estructura de pavimento más adecuada técnica y económicamente. Por una parte, se consideran los agregados disponibles en canteras y depósitos aluviales del área. Además de la calidad requerida, en la que se incluye la deseada homogeneidad, hay que atender al volumen

disponible aprovechable, a las facilidades de explotación y al precio, condicionado en buena medida por la distancia de acarreo.

OBRAS DE DRENAJE Y SUB-DRENAJES EN VÍA

OBRAS DE DRENAJE:

Las estructuras de drenaje tienen como objetivo controlar el agua que llega a la vía y la afectan por escurrimiento superficial independientemente que las aguas hayan caído sobre o fuera de la vía.

PULECIO (2009) “Las obras de drenaje están siendo dibujadas para eliminar el exceso de agua ligero sobre la franja de la vía y restituir la red de drenaje natural, la cual puede verse afectada por el trazado”.

(MORALES, Javier) El sistema de drenaje es el conjunto de obras que acceden un manejo adecuado de los fluidos, para la cual es indispensable pensar los métodos de captación, conducción, y evacuación de los mismos. El agua es un elemento fundamental para la vía, es el promotor más relevante del deterioro precoz de la infraestructura vial.

La evaluación del drenaje en una vía o carretera es un aspecto sustancial cuando se refiere al hecho de expulsar el agua que, de diferente origen, escurre por la misma y sus entornos. De esta manera se asegura la vida útil de las diferentes estructuras que integran una carretera, ofreciendo seguridad a las personas y a las inversiones que se realizan para lograr tal desalojo. La importancia de un buen método de drenaje está ligada con la durabilidad de un buen sistema de drenaje está ligada con la durabilidad de tales estructuras y por eso se debe pensar que el diseño sea óptimo de acuerdo con un apropiado criterio de calidad, lo cual es una exigencia permanente en la actualidad.

TRANSITABILIDAD

Es el nivel de servicio que representa la posibilidad o condición de transportarse de un lugar a otro en una zona pública, a lo largo de una vía, asegura el estado de esta que permita la circulación de un flujo vehicular durante un determinado tiempo.

2.1.4. METODOLOGÍA DE DISEÑO

Se podrá utilizar cualquier método de diseño estructural sustentado en teorías y experiencias a largo plazo, tales como las metodologías del Instituto del Asfalto, de la AASHTO-93 y de la PCA, comúnmente empleadas en el Perú, siempre que se utilice la última versión vigente en su país de origen y que, al criterio del PR, sea aplicable a la realidad nacional. El uso de cualquier otra metodología de diseño obliga a incluirla como anexo a la Memoria Descriptiva. (SENCICO, 2013).

2.1.5. METODOLOGÍA DE DISEÑO AASHTO 93

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva el pavimento comienza a dar servicio a un nivel alto. A medida que transcurre el tiempo, y con él las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño. Mediante un proceso iterativo, se asumen espesores de losa de concreto hasta que la ecuación AASHTO 1993 llegue al equilibrio. El espesor de concreto calculado finalmente debe soportar el paso de un número determinado de cargas sin que se produzca un deterioro del nivel de servicio inferior al estimado.

$$\log_{10} W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{3.46}}} + (4.22 - 0.32 P_i) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dt} (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 k \left(0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_r / k)^{0.25}} \right)} \right)$$

Dónde:

W8.2 = número previsto de ejes equivalentes de 8.2 toneladas métricas, a lo largo del periodo de diseño

ZR = desviación normal estándar

SO = error estándar combinado en la predicción del tránsito y en la variación del comportamiento esperado del pavimento

D = espesor de pavimento de concreto, en milímetros

Δ PSI= diferencia entre los índices de servicio inicial y final

Pt = índice de serviciabilidad o servicio final

Mr = resistencia media del concreto (en Mpa) a flexo tracción a los 28 días (método De carga en los tercios de luz)

Cd = coeficiente de drenaje

J = coeficiente de transmisión de carga en las juntas

Ec = módulo de elasticidad del concreto, en Mpa

K = módulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase o subrasante) en la que se apoya el pavimento de concreto.

El cálculo del espesor se puede desarrollar utilizando directamente la fórmula AASHTO 93 con una hoja de cálculo, mediante el uso de nomogramas, o mediante el uso de programas de cómputo especializado. No obstante, en este Manual se presentan catálogo de secciones de estructuras de pavimento rígido, obtenidas en función a los criterios de diseño expuestos en este capítulo, donde se relaciona el tipo de suelo y el tráfico expresado en Ejes Equivalentes. Los parámetros que intervienen son:

2.1.6. CICLO DE VIDA DE UN PAVIMENTO

Los pavimentos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes, etc.

Estos elementos afectan al pavimento, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo, convirtiéndolo en intransitable.

Por lo tanto, el mantenimiento no es una acción que puede efectuarse en cualquier momento, sino más bien es una acción sostenida en el tiempo, orientada a prevenir los efectos de los agentes que actúan sobre el pavimento.

El ciclo de vida de un pavimento consta de cuatro fases, las cuales se describen a continuación:

Fase A: Construcción

Un pavimento puede ser de construcción sólida o con algunos defectos constructivos. De todos modos, entra en servicio apenas se termina la obra.

El pavimento se encuentra, en ese momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios.

Fase B: Deterioro lento y poco visible

Durante cierto número de años el pavimento va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura.

Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por el pavimento, aunque también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores.

Durante la fase B el pavimento se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas.

Fase C: Deterioro acelerado

Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del pavimento están cada vez más “agotados”; el pavimento entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular. Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco

se van extendiendo hasta afectar la mayor parte de la estructura del pavimento.

Fase D: Descomposición total

Esta fase constituye la última etapa de su existencia y puede durar varios años. Durante este período el paso de los vehículos se dificulta seriamente, la velocidad de circulación baja bruscamente y la capacidad del pavimento queda reducida a sólo una fracción de la original.

2.1.7. CICLO DE VIDA DESEABLE DEL PAVIMENTO

El siguiente diagrama de flujo muestra el proceso que sigue un pavimento sin mantenimiento y otro con mantenimiento, en el que podemos apreciar que la falta de mantenimiento permanente conduce inevitablemente al deterioro total del pavimento, mientras que la atención constante del mismo mediante el mantenimiento rutinario sólo requiere, cada cierto tiempo, trabajos de mantenimiento periódico.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

DISEÑO

Un diseño es el resultado final de un proceso, cuyo objetivo es buscar una solución idónea a cierta problemática particular, pero tratando en lo posible de ser práctico y a la vez estético en lo que se hace. Para poder llevar a cabo un buen diseño es necesario la aplicación de distintos métodos y técnicas de modo tal que pueda quedar plasmado bien sea en bosquejos, dibujos, bocetos o esquemas lo que se quiere lograr para así poder llegar a su producción y de este modo lograr la apariencia más idónea y emblemática posible.

PAVIMENTACIÓN

Estructura de las vías de comunicación terrestre, formada por una o más capas de materiales elaborados o no, colocados sobre el terreno acondicionado, que tiene como función el permitir el tránsito de vehículos.

RÍGIDO

Se define como aquel que no sufre deformaciones por efecto de fuerzas externas, es decir, un sistema de partículas cuyas posiciones relativas no cambian. Sin embargo, las estructuras y máquinas reales nunca son absolutamente rígidas y se deforman bajo la acción de cargas que actúan sobre ellas.

MEJORAMIENTO

Cambio o progreso de una cosa que está en condición precaria hacia un estado mejor. Pasar o hacer pasar una cosa a un estado mejor. Ascender en posición social económica.

TRANSITABILIDAD

Es el estado o condición en que se encuentra una red vial, que permite el desplazamiento de vehículos en condiciones regulares. Posibilidad de trasladarse de un lugar a otro a lo largo de vías o parajes públicos.

LOCALIDAD

División territorial o administrativa genérica para cualquier núcleo de población con identidad propia. Puede ser tanto un núcleo de pequeño tamaño y pocos habitantes (aldea, pueblo) como un núcleo de gran tamaño y muy poblado (ciudad). También existen localidades despobladas.

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, las calles donde se ha proyectado nuestro trabajo de investigación están en pésimas condiciones de transitabilidad, baches, huecos, hundimientos y se agrava en épocas de lluvia, por lo que se presenta una propuesta de diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Ponaza cuadras 01, 02, 03, 04, 05 y 06 de la localidad de Leoncio Prado, provincia de Picota, departamento de San Martín, el cual se encuentra a nivel de terreno natural, en condiciones que generan malestar al vecindario de la zona por el constante polvo que genera el paso de los vehículos. La zona de investigación ya se encuentra consolidada y cuenta con todos los servicios básicos.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

3.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el diseño óptimo del pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado, Picota – San Martín?

3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

- ¿Cuáles serán los estudios básicos por desarrollar para la propuesta de diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado, Picota – San Martín?
- ¿Cuáles son los espesores de diseño de las capas de la estructura del pavimento rígido que permitirán mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado, Picota – San Martín?

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer un diseño óptimo de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado, Picota – San Martín.

3.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Ejecutar los estudios básicos para desarrollar la propuesta de diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado, Picota – San Martín.
- Diseñar los espesores de las capas de la estructura del pavimento rígido que permitirán mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Alfonso Ugarte, Picota – San Martín.

3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

- **Justificación científica:** porque se está utilizando una técnica de investigación permitida y confiable para solucionar el problema de la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado.
- **Justificación Social:** Porque su posterior aplicación y ejecución permitirá mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal de la localidad de Leoncio Prado, formando efectos positivos en el desarrollo personal (bienestar de la población), beneficio de los recursos de movilización en menor tiempo.

3.5 HIPÓTESIS

Hipótesis General

La transitabilidad vehicular y peatonal de la calle Ponaza, cuadras 01, 02, 03, 04, 05 y 06 de la localidad de Leoncio Prado, provincia de Picota, Región San Martín, será mejorada significativamente con el diseño óptimo del pavimento rígido.

3.6 VARIABLES

Variable Independiente

Propuesta de diseño de Pavimento Rígido.

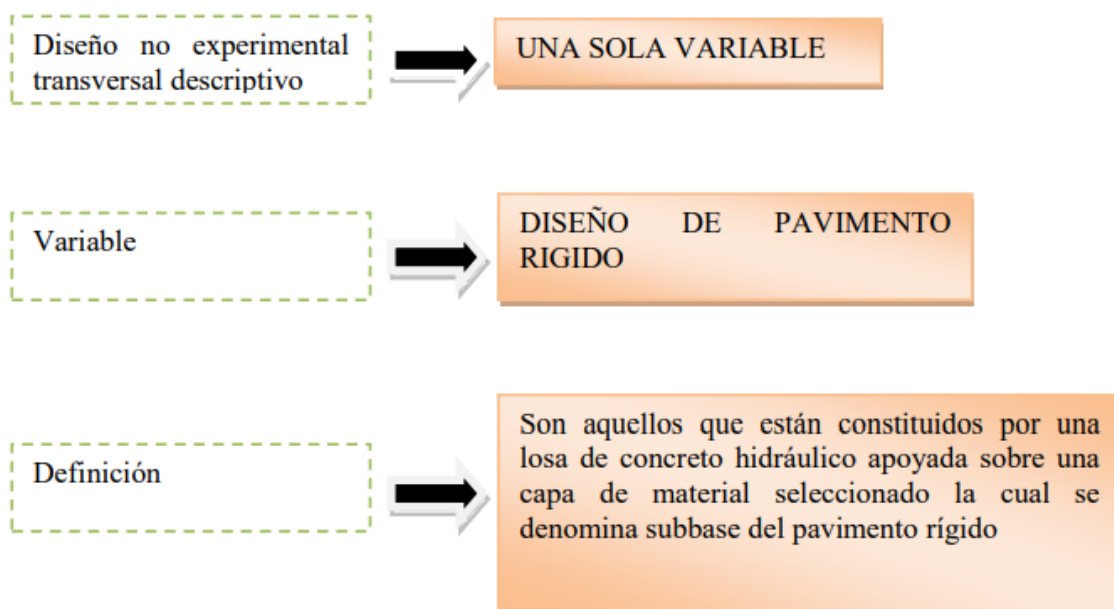
Variable Dependiente

Mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatonal.

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Las investigaciones experimentales usualmente constan de una variable dependiente y una variable independiente; este proyecto de investigación es una investigación no experimental de tipo transversal descriptiva, consta de una única variable independiente con la cual se trabaja el desarrollo de esta.



4.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto de investigación es de tipo no experimental porque el investigador solo se sustrae a contemplar los fenómenos en su estado natural para luego analizarlos sin manipular deliberadamente la variable. Por lo tanto, se elabora hipótesis por lo que el investigador solo se va a limitar a describir los fenómenos tal como se muestran en su estado natural.

4.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- Este proyecto de investigación es un diseño no experimental porque el investigador solo se afana a observar los fenómenos en su estado natural para luego analizarlos sin manipular deliberadamente la variable.
- Esta investigación es transversal porque se recolectan datos necesarios para describirlos y analizarlos con la intención de detallar las variables en un mismo tiempo y no a través de él.
- Esta investigación es descriptiva porque se toman muestras de la variable en estado natural para luego analizarlos y describirlos tal como fueron encontradas es decir se observan y cuentan los fenómenos tal como se presentan en su estado natural.



4.2 UNIDAD DE ESTUDIO

Pavimento Rígido.

4.3 POBLACIÓN

La población muestral es la localidad de Leoncio Prado, Picota, San Martín, donde se concentrará todos los estudios e información necesaria para el diseño de pavimento rígido con la finalidad de mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal, adecuada para la población en su conjunto.

4.4 MUESTRA

De la población anteriormente señalada se ha tomado como muestra el estudio de suelos, estudio de tráfico y las mediciones de la calle Ponaza cuerdas 01, 02, 03, 04, 05 y 06 de la localidad de Leoncio Prado, Picota – San Martín.



4.5 MUESTREO

Para este proyecto de investigación se elige una técnica de muestreo no probabilístico por lo que este estudio está basado en una población muestral, por lo tanto, no hay necesidad de calcular el número de habitantes para el tamaño muestral de esta investigación, ya que se encuentra especificado en el reglamento nacional de edificaciones; siendo por lo tanto esto, un muestreo no probabilístico por conveniencia.

4.6 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.6.1. TÉCNICAS:

Los estudios básicos recopilarán la información de campo.

Este estudio está basado en una población muestral, por lo tanto, no hay necesidad de calcular el número de habitantes para el tamaño muestral de esta investigación.

4.6.2. INSTRUMENTO:

Cada encargado de los estudios básicos empleará los equipos que correspondan.

4.6.3. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Elaboración de los estudios básicos de ingeniería.
- Desarrollo de ensayos de laboratorio especiales para la recolección de Datos.
- Validación de los ensayos de Laboratorio y de tal manera validar la información obtenida.

- Procesamiento de Datos obtenidos en Laboratorio.
- Análisis e interpretación de los datos.
- Elaboración de los informes respectivos en el Proyecto de Tesis.

4.7 PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

La información será procesada en forma computarizada a través de los diferentes softwares y en gabinete con cálculos respectivos. De tal manera el procesamiento de la información nos permitirá elaborar la matriz de datos con la que se diseñará las tablas y gráficos.

Ilustración 1: Instrumento para medir el tránsito vehicular



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 2: Instrumento de índice medio diario anual



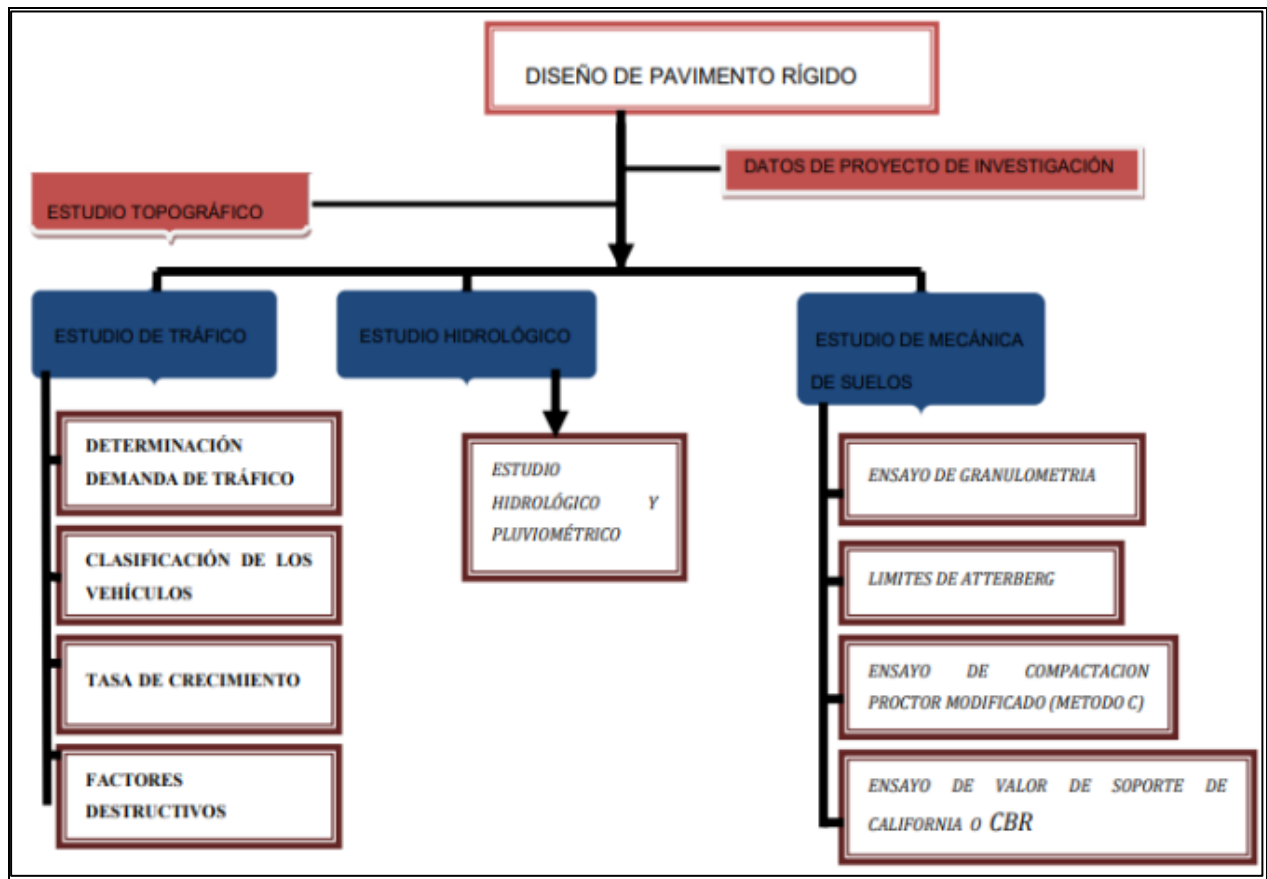
Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 3: Instrumento para medir el periodo de diseño

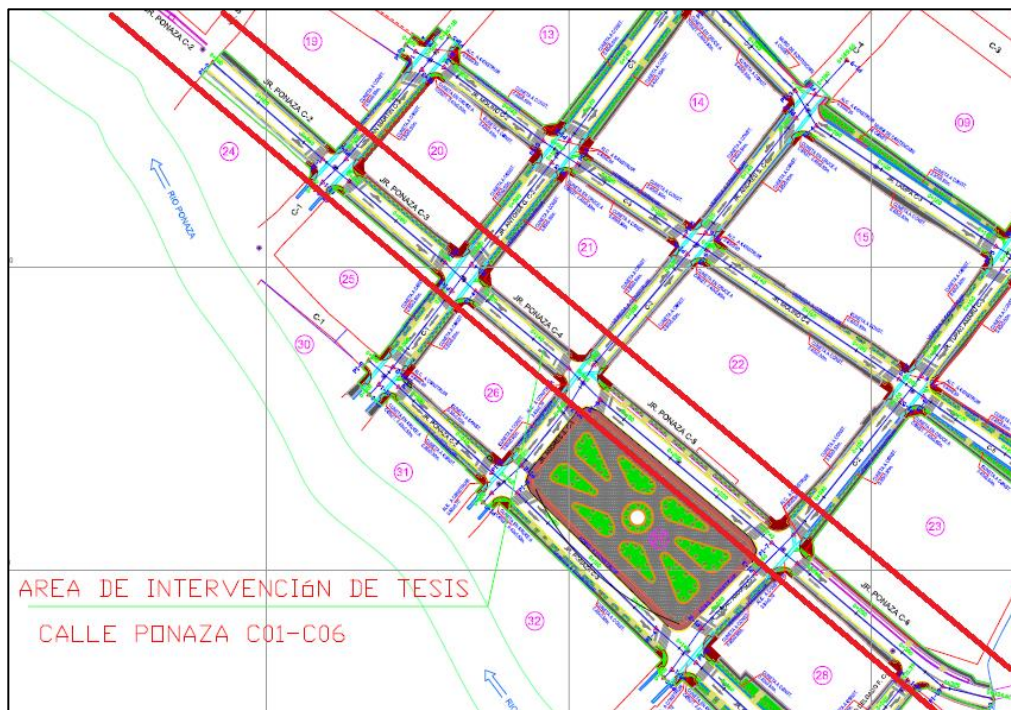


Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 4: Organigrama para un diseño de pavimento rígido



Fuente: Elaboración Propia



TESIS: PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LEONCIO PRADO, PICOTA – SAN MARTÍN

4.8 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Los trabajos de campo están constituidos por el conjunto de observaciones que se realizan directamente sobre el terreno para realizar las mediciones requeridas por el proyecto, de acuerdo con las normas aplicables.

Contendrá la información de los trabajos topográficos realizados, en forma directa e indirecta de acuerdo con los requerimientos de la entidad contratante. Incluirá la información cartográfica georreferenciada correspondiente, a las escalas requeridas, considerando las áreas levantadas, longitud de poligonales, magnitud de los errores de cierre, puntos de control enlazados a la Red Geodésica Nacional GPS en el sistema WGS84, estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas UTM y geográficas, comprendiendo básicamente lo siguiente:

- Definición de la franja a levantar, teniendo en cuenta, la longitud del proyecto y considerando un ancho suficiente para poder efectuar variaciones del trazo.
- Establecimiento de una red de puntos ubicados a distancias no mayores a 10 metros o según lo establezcan los documentos de la entidad contratante.
- Colocación de BMs (Bench Mark) cada 500 m o a las distancias que se establezca, tomando como referencia las cotas de los hitos de control vertical del IGN, se podrá establecer la indicada cota de referencia mediante otro método.
- Detalles planimétricos, altimétricos, planos topográficos, levantamientos complementarios y otros, de acuerdo con los requerimientos.

4.9 ESTUDIO DE TRÁFICO

4.9.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para el diseño del pavimento rígido se estableció el método americano AASHTO, es uno de los métodos más utilizados a nivel internacional para el diseño de pavimentos de concreto hidráulico. Las variables que intervienen

en el diseño de los pavimentos constituyen en realidad la base del diseño del pavimento por lo que es importante conocer las consideraciones más importantes que tienen que ver con cada una de ellas para así poder realizar diseños confiables y óptimos al mismo tiempo.

El procedimiento de diseño normal es suponer un espesor de pavimento e iniciar a realizar tanteos, con el espesor supuesto calcular los Ejes Equivalentes y posteriormente evaluar todos los factores adicionales de diseño, si se cumple el equilibrio en la ecuación el espesor supuesto es resultado del problema, en caso de no haber equilibrio en la ecuación se deberán seguir haciendo tanteos para tomando como valor semilla el resultado del tanteo anterior. La convergencia del método es muy rápida.

El Tráfico es una de las variables más significativas del diseño de pavimentos y sin embargo es una de las que más incertidumbre presenta al momento de estimarse. Es importante hacer notar que debemos contar con la información más precisa posible del tráfico para el diseño, ya que de no ser así podríamos tener diseños inseguros o con un grado importante de sobre diseño.

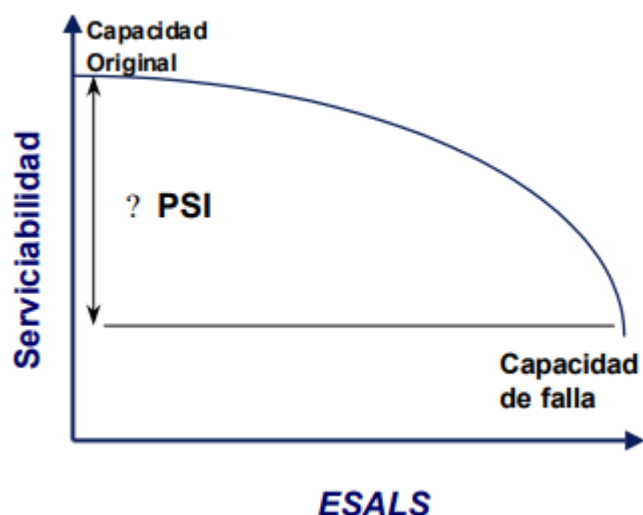
4.9.2 VARIABLES DE DISEÑO

Para el diseño del pavimento rígido se estableció las siguientes variables:

Espesor: Es la variable que pretendemos determinar al realizar un diseño, el resultado del espesor se ve afectado por todas las demás variables que intervienen en los cálculos.

Es importante especificar lo que se diseña, ya que a partir de espesores regulares una pequeña variación en el espesor puede significar una variación importante en la vida útil.

La serviciabilidad es una medida subjetiva de la calificación del pavimento, sin embargo, la tendencia es poder definirla con parámetros medibles como los son: el índice de perfil, índice de rugosidad internacional, coeficiente de fricción, distancias de frenado, visibilidad, etc.



4.9.3 DETERMINACIÓN PARA DEMANDA DE TRÁFICO

La demanda del tráfico es un aspecto esencial que el Ingeniero necesita conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.

En lo que corresponde a la Sección de Suelos y Pavimentos de este manual, la necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico puede estimarse crecerá la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los Términos de Referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos.

Para cada uno de los tramos además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos. El cálculo del IMDA requiere de los índices de variación mensual, información que el MTC dispone y puede proporcionar de los registros continuos que obtiene

actualmente en las estaciones existentes de peaje y de pesaje del propio MTC y de las correspondientes a los contratos de concesiones viales.

La existencia de esta información es importante para construir una base de datos muy útil, como referencia regional que permitirá reducir los requerimientos de estudios y los costos que actualmente se tienen cuando se realizan estos estudios. Adicionalmente el uso de esta información oficial garantizará una mejor consistencia entre la información obtenida y utilizada para los diversos estudios.

4.9.4 CLASIFICACIÓN DE LOS VEHICULOS

Expresa, en porcentaje, la participación que le corresponde en el IMDA a las diferentes categorías de vehículos, que acorde al Reglamento Nacional de Vehículos.

4.9.5 TASA DE CRECIMIENTO

Se puede calcular el crecimiento de tránsito utilizando una fórmula de progresión geométrica por separado para el componente del tránsito de vehículos de pasajeros y para el componente del tránsito de vehículos de carga.

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

En la que:

T_n = Tránsito proyectado al año “n” en veh/día

T_o = Tránsito actual (año base 0) en veh/día

n = Número de años del período de diseño

r = Tasa anual de crecimiento del tránsito.

La tasa anual de crecimiento del tránsito se define en correlación con la dinámica de crecimiento socioeconómico. Normalmente se asocia la tasa de

crecimiento del tránsito de vehículos de pasajeros con la tasa anual de crecimiento poblacional; y la tasa de crecimiento del tránsito de vehículos de carga con la tasa anual del crecimiento de la economía expresada como el Producto Bruto Interno (PBI).

Normalmente las tasas de crecimiento del tráfico varían entre 2% y 6%. Estas tasas pueden variar sustancialmente si existieran proyectos de desarrollo específicos, por implementarse con certeza a corto plazo en la zona del camino.

La proyección de la demanda puede también dividirse en dos componentes. Una proyección para vehículos de pasajeros que crecerá aproximadamente al ritmo de la tasa anual de crecimiento de la población y una proyección de la demanda de vehículos de carga que crecerá aproximadamente con la tasa de crecimiento de la economía. Ambos índices de crecimiento correspondientes a la Región, que normalmente cuenta con datos estadísticos de estas tendencias.

El siguiente cuadro proporciona el criterio para seleccionar el Factor de Crecimiento Acumulado (Fca) para el periodo de diseño, considerando la tasa anual de crecimiento (r) y el periodo de análisis en años.

Es conveniente proveer este crecimiento del tráfico, tomando en consideración una tasa de crecimiento anual con la que se calcula un factor de crecimiento del tráfico. La tasa de crecimiento pudiera variar de acuerdo a los tipos de vehículos, pueden crecer más unos tipos que otros.

A medida que un camino se va congestionando de tráfico su crecimiento se va haciendo más lento, este efecto debemos considerarlo pudiendo estimar una Tasa de Crecimiento Equivalente, para considerar las variaciones en el crecimiento durante la vida útil.

Es importante investigar adecuadamente la tasa de crecimiento apropiada para el caso en particular que se esté considerando. A continuación, se

muestran algunos valores típicos de tasas de crecimiento, sin embargo, estos pueden variar según el caso.

Tabla 1: tabla de los Valores comunes de la tasa de crecimiento

Valores comunes de la tasa de crecimiento	
caso	Tasa de crecimiento
Crecimiento normal	1% a 3%
Vías completamente saturadas	0% a 1%
Con tráfico inducido *	4% a 5%
Alto crecimiento *	Mayor a 5%

Fuente: Solamente de 3 a 5 años

4.9.6 FACTOR DIRECCIONAL Y FACTOR CARRIL

El factor de distribución direccional expresado como una relación, que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección o sentido de tráfico, normalmente corresponde a la mitad del total de tránsito circulante en ambas direcciones, pero en algunos casos puede ser mayor en una dirección que en otra, el que se definirá según el conteo de tráfico. El factor de distribución carril expresado como una relación, que corresponde al carril que recibe el mayor número de EE, donde el tránsito por dirección mayormente se canaliza por ese carril. El tráfico para el carril de diseño del pavimento tendrá en cuenta el número de direcciones o sentidos y el número de carriles por calzada de carretera, según el porcentaje o factor ponderado aplicado al IMD.

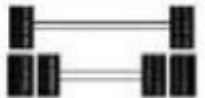
4.9.7 NÚMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES

Para el diseño de pavimento la demanda que corresponde al del tráfico pesado de ómnibus y de camiones es la que preponderantemente tiene importancia.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida, por AASHTO, como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el

análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargado con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 lbs/pulg². Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento.

Tabla 2: Configuración de Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 Eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Ejes Rueda Doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 Ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Otro factor importante por considerar es la sobrecarga, debemos conocer con la mayor certeza posible los pesos de los ejes de los vehículos que estarán circulando sobre el pavimento que estamos diseñando, ya que las sobrecargas generan un daño muy importante al pavimento y su crecimiento es de orden exponencial.

Tabla 3: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos

Tipo de Eje	Eje Equivalente (EE _{8.2 tn})
Eje Simple de ruedas simples (EE _{S1})	$EE_{S1} = [P / 6.6]^{4.1}$
Eje Simple de ruedas dobles (EE _{S2})	$EE_{S2} = [P / 8.2]^{4.1}$
Eje Tandem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = [P / 13.0]^{4.1}$
Eje Tandem (2 ejes de ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = [P / 13.3]^{4.1}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TR1})	$EE_{TR1} = [P / 16.6]^{4.0}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EE _{TR2})	$EE_{TR2} = [P / 17.5]^{4.0}$
P = peso real por eje en toneladas	
Fuente: Elaboración Propia, en base a correlaciones con los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93	

4.9.8 TRANSPARENCIA DE CARGA

La transferencia de carga es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objeto de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento, mientras mejor sea la transferencia de cargas mejor será el comportamiento de las losas del pavimento.

Una manera de transferir la carga de una losa a otra es mediante la trabazón de agregados que se genera en la grieta debajo del corte de la junta, sin embargo, esta forma de transferir carga solamente se recomienda para vías con tráfico ligero.

4.10 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Comprenderá los resultados del estudio hidrológico de la zona del proyecto y el diseño hidráulico de las obras de drenaje y complementarias correspondientes, teniendo como base el reconocimiento de cada uno de los cauces y estructuras hidráulicas de evacuación, y estableciendo los parámetros de diseño de las nuevas estructuras o tratamiento de las existentes.

El estudio contendrá los resultados de los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, incluyendo entre otros, el diseño de las obras de drenaje requeridas, que comprenda los planos y memoria de cálculo correspondiente, cumpliendo con las disposiciones del Manual de Carreteras:

Hidrología, Hidráulica y Drenaje, vigente, teniendo básicamente en consideración lo siguiente:

- Estudio del régimen hidráulico en los sectores previstos con los resultados obtenidos del estudio hidrológico y establecimiento de los parámetros de diseño.
- Justificación técnica de las obras de drenaje superficial y subterráneas requeridas por el proyecto.
- Evaluación del estado de las obras de drenaje existentes, en cuanto a su capacidad de carga, sección, condición, etc.; con la finalidad de determinar su reforzamiento, ampliación o reemplazo.

4.11 ESTUDIO DE SUELOS

4.11.1 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO MTC E 107.

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (200).

Tabla 4: Tamices de mallas cuadradas

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: Manual de ensayos y materiales MTC 2016

Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadrada:

Tabla 5: Tamices de mallas cuadradas como alternativa

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 1/2"	38,100
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 8	2,360
Nº 16	1,100
Nº 30	0,590
Nº 50	0,297
Nº 100	0,149
Nº 200	0,075

Fuente: Manual de ensayos y materiales MTC 2016

Los trabajos de exploración y muestreo de los puntos de investigación se realizaron a cielo abierto. Esta fase del desarrollo personal especializado del laboratorio de suelos, proyectándose 09 calicatas, con un promedio de -1.50 metros de profundidad (sin presencia de nivel freático), se proyectaron sus perfiles estratigráficos, en esta fase se procedió a muestrear tipo Mab (muestras alteradas en bolsa plástica) de proporción de 1 a 1.5 kg por muestra, para determinación de sus características Físico Mecánicas.

4.11.2 MUESTRAS

- Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado.
- Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico, la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de N°4 y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayarán por separado.

Tabla 6: Diámetro nominal de las partículas grandes VS peso mediano

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9,5 (3/8")	500
19,6 (3/4")	1000
25,7 (1")	2000
37,5 (1 1/2")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente: Manual de ensayos y materiales MTC 2016

4.11.3 LÍMITES DE ATTERBERG

4.11.3.1 DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

- Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-latita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de las lutitas a la intemperización.

- El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo.
- Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

4.11.3.2 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.)

- Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 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.
- Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su

comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte.

- Los plásticos de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad.

4.11.3.3 ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO (MÉTODO C)

- Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg).

Nota 1. Los suelos y mezclas de suelos-agregados son considerados como suelos finos o de grano grueso o compuestos o mezclas de suelos naturales o procesados o agregados tales como grava, limo o piedra partida.

- Este método de prueba generalmente producirá un Peso Unitario Seco Máximo bien definido para suelos que no drenan libremente. Si el método de ensayo se utiliza para suelos que drenan libremente, no se definirá bien el Peso Unitario Seco máximo.
- Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionados con este uso, si los hubiera. Es responsabilidad del usuario establecer la seguridad apropiada y prácticas o pruebas confiables y así determinar la aplicabilidad de limitaciones regulatorias antes de su uso.

4.11.3.4 CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132

Describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es

muy conocido, como CBR (California Bering Ratio). 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.

Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado.

Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria.

Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado.

4.11.4 ESTUDIO DE CANTERAS

El interés del estudio de las fuentes de materiales de donde se extraerán agregados para diferentes usos principales como mejoramientos de suelos, terraplenes, afirmado, agregados para rellenos, subbase y base granular, agregados para tratamientos bituminosos, agregados para mezclas asfálticas y agregados para mezclas de concreto, es determinar si los agregados son o no aptos para el tipo de obra a emplear, en tal sentido se requiere determinar sus características mediante la realización de los correspondientes ensayos de laboratorio.

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1.1 DETERMINACIÓN DEL ESTUDIO DE SUELOS

La presente investigación tiene por objetivo realizar el estudio de mecánica de suelos con fines de evaluación del sub suelo para la “**PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LEONCIO PRADO - PICOTA – SAN MARTÍN**” el mismo que se ha efectuado a través de trabajos de explotación de campo y ensayos de laboratorio necesarios para definir el perfil estratigráfico del área de estudio, así como determinar los parámetros de resistencia, de esta forma poder proporcionar las características físico mecánicas del sub suelo; y las recomendaciones necesarias para el funcionamiento durante la vida útil del proyecto.

Temperatura: la temperatura anual varia de 18° C para el mes de julio hasta 27° C para los meses de verano. Humedad relativa: la humedad relativa media es de 55% Velocidad del viento: la velocidad del viento es alta y varia de km / a 12 km/h.

5.1.2 INVESTIGACIONES EFECTUADAS

5.1.2.1 CALICATAS

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico del área de estudio fueron extraídas muestras por el solicitante, para el posterior ensayo de laboratorio, para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo. En una primera investigación se ha realizado un total de cuatro (4) calicatas a cielo abierto con una profundidad de 1.50 m distribuido convenientemente en el área de estudio.

Tabla 7: Descripción de calicatas

CUADRO			
LOCALIDAD	CALICATAS	PROF. (m)	N- FREÁTICO (m)
LEONCIO PRADO	P-1	1.50	-
	P-2	1.50	-
	P-3	1.50	-
	P-4	1.50	-

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.2 REGISTRO DE EXCAVACIONES

Paralelamente al muestreo se realizó el registro de cada una de las calicatas, anotándose las principales características de los tipos de suelo encontrados tales como: espesor, humedad, tipo de grano, plasticidad, consistencia, granulometría, textura, color, etc.

5.1.2.3 NIVEL FREATICO

No se encontró nivel freático en las calicatas a profundidad de – 1.50 m.

5.1.2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO

- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422.
- Contenido de humedad ASTM D-2216.
- Limite liquido ASTM D-423.
- Limite Plástico ASTM D-424.
- Densidad máxima y mínima ASTM D-4254 Y D-4253.
- Ensayo de abrasión MTC E204.

Tabla 8: Resultados de los estudios de suelos

CALICATA	P-1	P-2	P-3	P-4
Muestra (m)	M-1	M-1	M-1	M-1
Profundidad	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50	0.00-1.50
% gravas	58.70	58.30	58.46	57.92
% arenas	29.15	29.03	28.17	27.87
% finos	12.15	12.67	13.37	14.22
L.L	17.03%	17.03%	18.00%	18.15%
LP	9.56%	17.03%	9.54%	9.86%
SUCS	GC	GC	GC	GC
AASHTO	A-6(1)	A-64(1)	A-6(1)	A-6(1)

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2.5 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRAFICO

De acuerdo con los trabajos de campo y los ensayos de laboratorio se describe el siguiente perfil del suelo y de acuerdo a las zonas investigadas, conformantes del proyecto en cuestión.

5.1.2.5.1 CALICATAS

En general en las calicatas, el suelo está conformado por aglomerado compuesto por gravas, arenas y arcillas clasificándose como una grava arcillosa y también presenta afloramientos rocosos que se presentan en bancos gruesos con signos de una marcada silicificación, el color predominante es gris violáceo abigarrado a marrón o pardo con superficie exterior clara por meteorización superficial y adición cálcica, a poca profundidad la roca se encuentra sana sin juntas de diaclasas o clivaje abierto sin signos visibles de meteorización con tendencia natural a fragmentarse. Generalmente presenta formaciones pertenecientes al terciario y cuaternario, mostrando una litología muy heterogenea entre rocas ígneas y sedimentarias como andesita granito, pizarra, arcillosa, limonita, etc.

PC-1

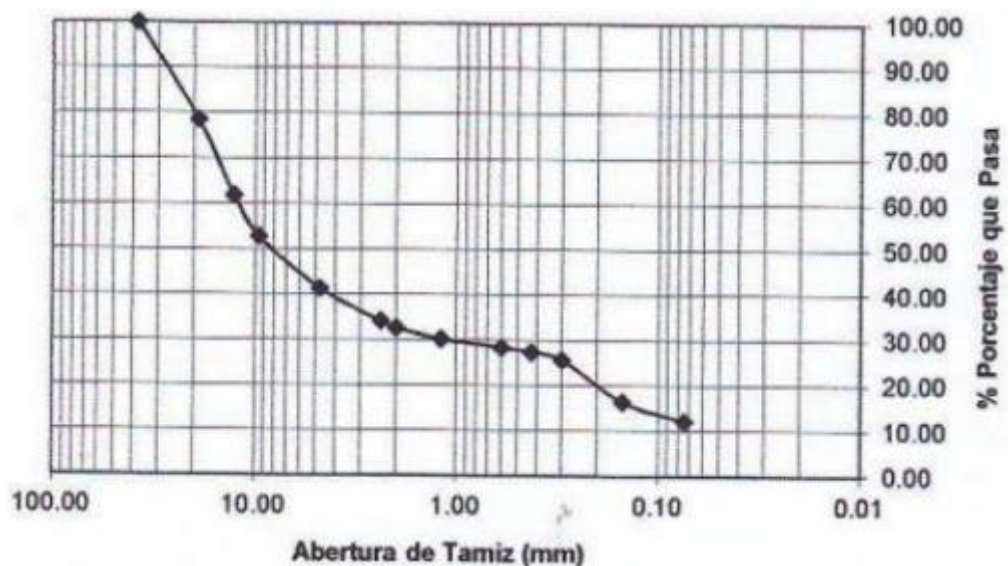
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

EXPLORACION A CIELO ABIERTO (calicata) cota(m) registrado por JCCQ				
UBICACIÓN: Leoncio Prado N.F. (m) no se encontró revisado por JCCQ				
Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	
2.50				
3.00				

CANTERA	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-01	Peso muestra lavado:	1,757.03 gr
MUESTRA	M1	Finos perd. En lavado:	242.97 gr
COTA		Prof.	0.00 – 1.50 m

TAMIZ Nº	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA	CLASIFICACION AASHTO – A-6(1-9)
2"	50.80					Clasificación SUCS GRAVA ARCILLOSA (GC)
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
¾"	19.05	430.12	21.51	21.51	78.49	
½"	12.70	333.55	16.68	38.18	61.82	
3/8"	9.53	180.20	9.01	47.19	52.81	L.L. 17.03%
Nº4	4.75	230.15	11.51	58.70	41.30	L.P. 7.47%
Nº8	2.38	142.36	7.12	65.82	34.18	L.P. 9.56%
Nº10	2.00	29.36	1.47	67.29	32.71	% GRAVA 58.70
Nº16	1.190	49.65	2.48	69.77	30.23	% ARENA 29.15
Nº30	0.60	35.26	1.76	71.53	28.47	% FINOS 12.15
Nº40	0.425	22.35	1.12	72.65	27.35	
Nº50	0.30	33.15	1.66	74.31	25.69	
Nº100	0.15	185.26	9.26	83.57	16.43	
Nº 200	0.074	85.62	4.28	87.85	12.15	
PLATO	0	242.97	12.15	100.00	0.00	
TOTAL		2000	100.00			

Ilustración 5: Curva granulométrico de la Calicata



PC-2

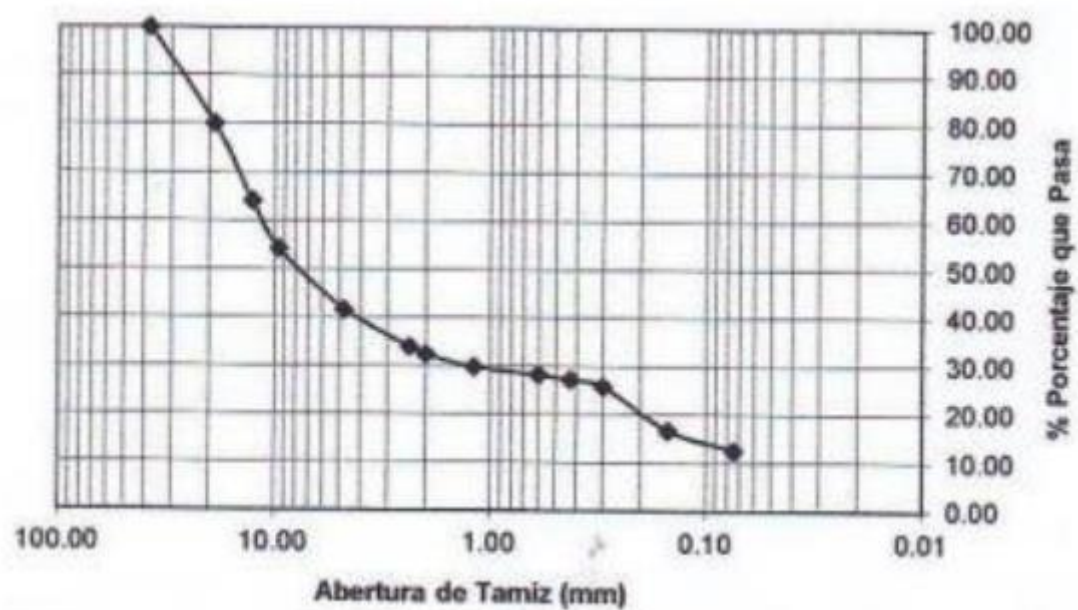
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	

CANTERA	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-02	Peso muestra lavado:	1, 746.64 gr
MUESTRA	M1	Finos perd. En lavado:	253.36
COTA		Prof.	0.00 – 1.50 m

TAMIZ Nº	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA	CLASIFICACION AASHTO – A-6(1-9)
2"	50.80					Clasificación SUCS GRAVA ARCILLOSA (GC)
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
¾"	19.05	398.78	19.94	19.94	80.06	
½"	12.70	320.34	16.02	35.96	64.04	
3/8"	9.53	196.34	9.82	45.77	54.23	L.L. 17.03%
Nº4	4.75	250.50	12.53	58.30	41.70	L.P. 7.47%
Nº8	2.38	153.70	7.69	65.98	34.02	L.P. 9.56%
Nº10	2.00	32.10	1.61	67.59	32.41	% GRAVA 58.70
Nº16	1.190	52.45	2.62	70.21	29.79	% ARENA 29.03
Nº30	0.60	30.40	1.52	71.73	28.27	% FINOS 12.67
Nº40	0.425	20.50	1.03	72.76	27.24	
Nº50	0.30	28.90	1.45	74.20	25.80	
Nº100	0.15	180.23	9.01	83.21	16.79	
Nº 200	0.074	82.40	4.12	87.33	12.67	
PLATO	0	253.36	12.67	100.00	0.00	
TOTAL		2.00	100.00			

Ilustración 6: Curva granulométrica calicata PC-2



PC-3

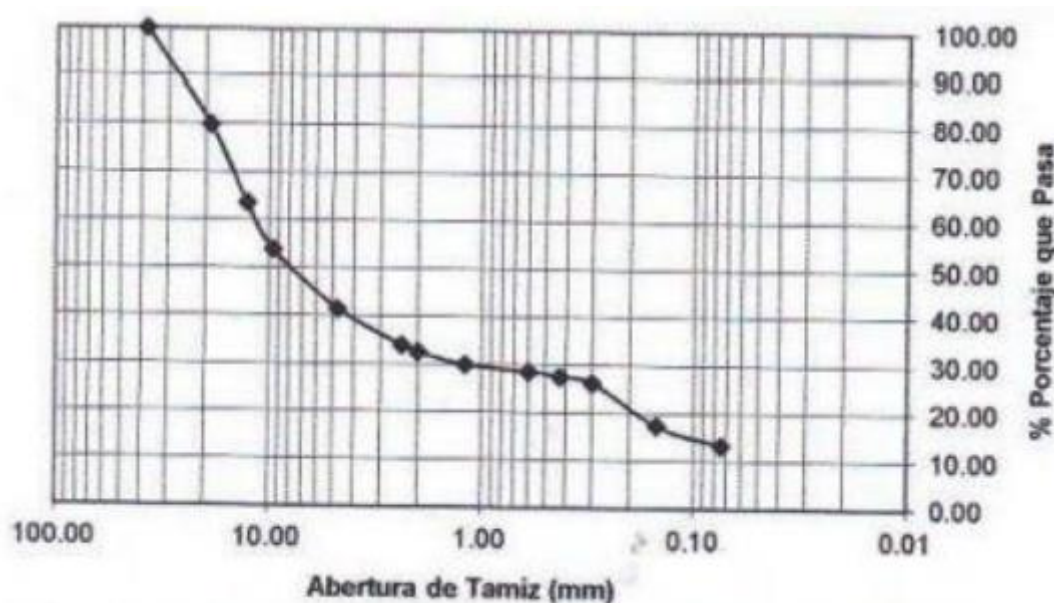
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	

CANtera	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-03	Peso muestra lavado:	1, 732.59 gr
MUESTRA	M1	Finos perd. En lavado:	267.41
COTA		Prof.	0.00 – 1.50 m

TAMIZ Nº	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA	CLASIFICACION AASHTO – A-6(1-9
2"	50.80					Clasificación SUCS GRAVA ARCILLOSA (GC)
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
¾"	19.05	401.23	20.06	20.06	79.94	
½"	12.70	328.90	16.45	36.51	63.49	
3/8"	9.53	193.50	9.68	46.18	53.82	L.L. 18.00%
Nº4	4.75	245.60	12.28	58.46	41.54	L.P. 8.46 %
Nº8	2.38	150.40	7.52	65.98	34.02	L P. 9.54%
Nº10	2.00	30.20	1.51	67.49	32.51	% GRAVA 58.70 % ARENA 28.17 % FINOS 13.37
Nº16	1.190	50.34	2.52	70.01	29.99	
Nº30	0.60	28.50	1.43	71.43	28.57	
Nº40	0.425	19.34	0.97	72.40	27.60	
Nº50	0.30	25.78	1.29	73.69	26.31	
Nº100	0.15	178.40	8.92	82.61	17.39	
Nº 200	0.074	80.40	4.02	86.63	13.37	
PLATO	0	267.41	13.37	100.00	0.00	
TOTAL		2.00	100.00			

Ilustración 7: Curva granulométrica calicata PC-3



PC-4

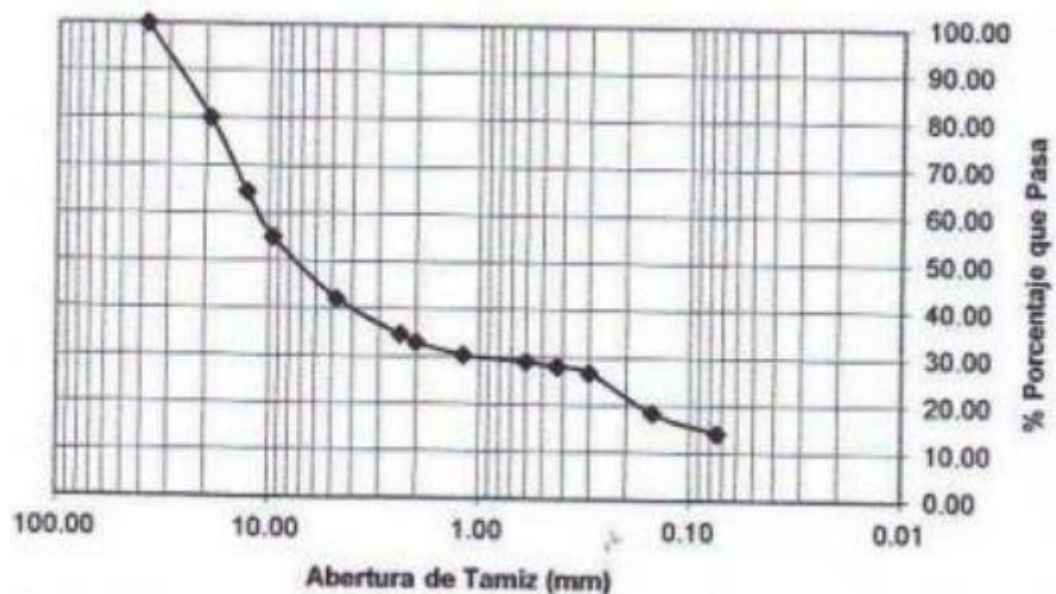
PERFIL ESTRATIGRÁFICO

Prof. (m)	muestra	simbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	

CANTERA	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-04	Peso muestra lavado:	1, 715.63 gr
MUESTRA	M1	Finos perd. En lavado:	284.37
COTA		Prof.	0.00 – 1.50 m

TAMIZ Nº	ABERTURA (mm)	PESO RET.	% RET. PARCIAL	% RET. ACUMULADO	% PASA	CLASIFICACION AASHTO – A-6(1-9)
2"	50.80					Clasificación SUCS GRAVA ARCILLOSA (GC)
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00	
¾"	19.05	398.67	19.93	19.93	80.07	
½"	12.70	310.34	15.52	35.45	64.55	
3/8"	9.53	190.40	9.52	44.97	55.03	L.L. 18.15%
Nº4	4.75	258.90	12.95	57.92	42.08	L.P. 8.29 %
Nº8	2.38	148.78	7.44	65.35	34.65	L P. 9.86%
Nº10	2.00	32.45	1.62	66.98	33.02	% GRAVA 57.92
Nº16	1.190	52.34	2.62	69.59	30.41	% ARENA 27.87
Nº30	0.60	26.56	1.33	70.92	29.08	% FINOS 14.22
Nº40	0.425	18.89	0.94	71.87	28.13	
Nº50	0.30	24.67	1.23	73.10	26.90	
Nº100	0.15	170.23	8.51	81.61	18.39	
Nº 200	0.074	83.40	4.17	85.78	14.22	
PLATO	0	284.37	14.22	100.00	0.00	
TOTAL		2.00	100.00			

Ilustración 8: Curva granulométrica calicata PC-4



5.1.2.6 RAZÓN SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

MUESTRA: M-1

Profundidad: 1.50m

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MOLDES					
Molde N°	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4530		4530		4530	
Condiciones de la muestra	Antes de	Desp. de	Antes. De	Desp. d	Antes de	desp. De
	Empapar	empapar	empapar	empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + molde (gr)	9080.00		8700.00		8300.00	
Peso del molde (gr)	4190.00		4190.00		4190.00	
Peso de la muestra húmeda (gr)	4890.00		4510.00		4110.00	
Volumen de la muestra (cm ³)	2116.88		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.31		2.13		1.94	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
Tara n°	1	2	3
Muestra húmeda + tara (gr)	47.34	48.50	50.23
Muestra seca + tara (gr)	44.90	45.80	47.45
Peso del agua (gr)	2.44	2.70	2.78
Peso de la tara (gr)	19.00	17.55	17.55
Muestra seca (gr)	25.90	28.25	29.90
Contenido de humedad (%)	9.42 %	9.56	9.30
DENSIDAD SECA (Gr/Cm3)	2.11	1.94	1.78

DATOS DE EXPANCION

MOLDE N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	Lectura	Hinchan.	Lectura	Hinchan.	Lectura	Hinchan.
			día	mm	día	mm	día	mm
	9.00 a	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
	9.00 a	24	8.00	0.8000	10.50	1.0500	13.00	1.3000
	9.00 a	48	9.70	0.9700	11.80	1.1800	13.50	1.3500
	9.00 a	72	9.90	0.9900	12.00	1.2000	13.68	1.3680

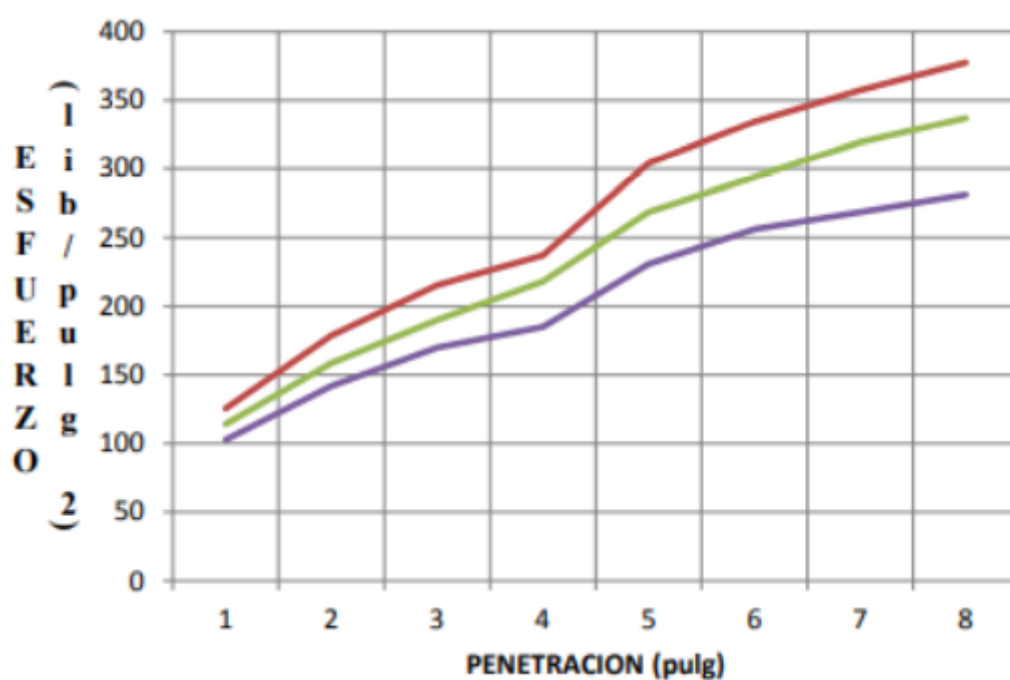
ENSAYO CARGA PENETRACION

Penetr Pulg.	Presión Patrón Lb/pulg2	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lect. día	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga	
			lbs	Lbs/pulg 2		lbs	Lbs/pul g2		lbs	Lbs/pul g2
0.025		99	376.20	125.40	90	242.00	114.00	81	307.80	102.60
0.050		141	535.80	178.60	125	475.00	158.33	112	425.60	141.87
0.075		170	646.00	215.33	150	570.00	190.00	134	509.20	169.73
0.102		187	710.60	236.87	172	653.60	217.87	146	554.80	184.93
0.200		240	912.00	304.00	212	805.60	268.53	182	691.60	230.53
0.300		264	1003.20	334.40	232	881.60	293.87	202	767.60	255.87
0.400		282	1071.60	357.20	252	957.60	319.20	212	805.60	268.53
0.500		298	1132.40	377.47	266	101.80	336.93	222	843.60	281.20

56	CBR (0.1")	$\frac{236.87 \times 100}{1000}$	=23.69 %
	CBR (0.2")	$\frac{304 \times 100}{1000}$	=20.27 %

25	CBR (0.1")	$\frac{217.8667 \times 100}{1000}$	=21.79 %
	CBR (0.2")	$\frac{268.53 \times 100}{1000}$	=17.90 %

12	CBR (0.1")	$\frac{184.9333 \times 100}{1000}$	=18.49 %
	CBR (0.2")	$\frac{230.5333 \times 100}{1000}$	=15.37 %



CANTERA: MATERIAL INSITU (GRAVA ARCILLOSA – GC)

MUESTRA: M-2

Profundidad 1.50m

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MOLDES					
Molde N°	1		2		3	
Numero de Capas	5		5		5	
Numero de golpes por capa	56		25		12	
Sobrecarga (gr)	4530		4530		4530	
Condiciones de la muestra	Antes de	Desp. de	Antes. De	Desp. d	Antes de	desp. De
	Empapar	empapar	empapar	empapar	Empapar	Empapar
Muestra húmeda + molde (gr)	9090.00		8710.00		8340.00	
Peso del molde (gr)	4190.00		4190.00		4190.00	
Peso de la muestra húmeda (gr)	4900.00		4520.00		4150.00	
Volumen de la muestra (cm3)	2116.88		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.31		2.13		1.96	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara n°	1		2		3	
Muestra húmeda + tara (gr)	56.34		50.34		52.40	
Muestra seca + tara (gr)	53.55		47.80		49.60	
Peso del agua (gr)	2.79		2.54		2.80	
Peso de la tara (gr)	19.00		17.55		17.55	
Muestra seca (gr)	34.55		30.25		32.05	
Contenido de humedad (%)	8.08%		8.40 %		8.74 %	
DENSIDAD SECA (Gr/Cm3)	2.14		1.97		1.80	

MOLDE N°			1		2		3	
Sobrecarga (gr)			4530		4530		4530	
FECHA	HORA	TIEMPO (horas)	Lectura	Hinchan.	Lectura	Hinchan.	Lectura	Hinchan.
			día	mm	día	mm	día	mm
	9.00 a	0	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000
	9.00 a	24	8.40	0.8400	10.70	1.0700	12.50	1.2500
	9.00 a	48	9.90	0.9900	11.90	1.1900	13.60	1.3600
	9.00 a	72	9.90	0.9900	11.95	1.1950	13.70	1.3700

ENSAYO CARGA PENETRACION

Penetr. Pulg.	Presión Patrón Lb/pulg ²	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lect. día	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga	
			lbs	Lbs/pulg ²		lbs	Lbs/pulg ²		lbs	Lbs/pulg ²
0.025		95	361.00	120.33	98	372.40	124.13	85	323.00	107.67
0.050		145	551.00	183.67	128	486.40	162.13	118	448.40	149.47
0.075		173	657.40	219.13	156	592.80	197.60	144	547.20	182.40
0.102		190	722.00	240.67	175	665.00	221.67	160	608.00	202.67
0.200		242	919.60	306.53	220	836.00	278.67	198	752.40	250.80
0.300		275	1045.00	348.33	250	950.00	316.67	220	836.00	278.67
0.400		290	1102.00	367.33	265	1007.0	335.67	230	874.00	291.33
0.500		300	1140.00	380.00	275	1045.0	348.33	240	912.00	304.00

25	CBR (0.2")	$\frac{278.67 \times 100}{1000}$	=18.58 %
----	------------	----------------------------------	----------

12	CBR (0.1")	$\frac{202.6667 \times 100}{1000}$	=20.27 %
	CBR (0.2")	$\frac{250.8 \times 100}{1000}$	=16.72 %

56	CBR (0.1")	$\frac{240.67 \times 100}{1000}$	=24.07 %
	CBR (0.2")	$\frac{306.5333 \times 100}{1000}$	=20.44 %

	CBR (0.1")	$\frac{221.6667 \times 100}{1000}$	=22.17 %
--	------------	------------------------------------	----------

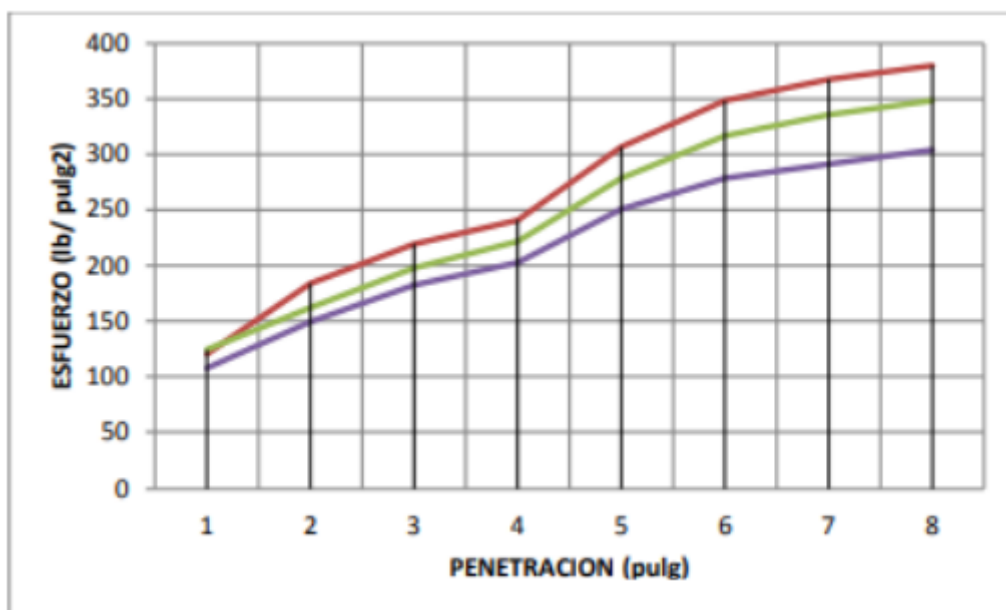


Tabla 9: Resultados de Estudio de Suelos

Nº	Nº M	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS	LL %	LP %	IP %	% Grava	% Arena	% Fino
1	PC-1;	A-6 (1)	GC	17.03	7.47	9.56	58.70	29.15	12.15
2	PC-2;	A-6 (1)	GC	17.03	7.47	9.56	58.30	29.03	12.67
3	PC-3;	A-6 (1)	GC	18.00	8.46	9.54	58.46	28.17	13.37
4	PC-4;	A-6 (1)	GC	18.15	8.29	9.86	57.92	27.87	14.22

Clasificación AASHTO = A-6 (1)

Clasificación SUCS = GRAVA ARCILLOSA (GC)

VALORES PROCTOR MODIFICADO:

DENSIDAD SECA MAXIMA (gr/cm³) = 2.11

HUMEDAD OPTIMA (%) = 9.42

5.1.2.7 DETERMINACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO (MÉTODO AASHTO)

DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO (Método AASHTO)

A. VARIABLE DE TIEMPO

Tipo de Camino : GRAN VOLUMEN DE TRANSITO URBANO
Periodo de Analisis : 30 Años

B. NIVEL DE CONFIABILIDAD

Tipo de Camino : Colectoras
Tipo de Zona : ZONA URBANA
Nivel de Confiabilidad : 89.00%

C. DESVIACION ESTÁNDAR

Para Pavimentos Rígidos, se recomienda una desviacion Estándar de:

$$0.30 < S_a < 0.40$$

Condicion : Variacion del Transito Futuro

$$S_a = 0.34$$

C. DESVIACION NORMAL DE LA CONFIABILIDAD

Confiabilidad : 89.00%

$$Z_r = -1.233$$

D. INDICE DE SERVICIALIDAD

El Metodo AASHTO recomienda los siguientes indices:

$p_a = 4.50$ (Pavimento Rígido)
 $p_t = 2.50$ Caminos Muy Importantes

E. TRANSITO

Factor de Crecimiento : $F_c = \frac{(1+r)^p - 1}{r}$

$r = 0.50\%$
 $p = 30$ Años

$$F_c = 20.98$$

TIPO DE VEHICULO	SIMBOL	TIPO DE EJE	VOL. TRAFICO DIARIO	Nº EJES	LEFs	Nº DE ESALs
AUTOMOVILES, COMBIS Y VEHL. LIVIANOS	A_p, A_c	SIMPLE	310	310	0.002	0.6
CAMION 2E	C2	SIMPLE	45	45	0.082	3.7
CAMION 3E	C3	SIMPLE	3	3	0.604	1.8
MAQ. PESADA	0	SIMPLE	0	0	38.4	0.0
TOTALES			358	358		6.1

LEFs : FACTORES EQUIVALENTES DE CARGA

Calculo de Factor Camion :

$$TF = \frac{6.1}{358}$$

$$TF = 0.02$$

TIPO DE VEHICULO	SIMBOL	VOL. TRAFICO DIARIO	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE (KPS)	FACTOR DE CRECIMIENTO	TRANSITO DE DISEÑO	FACTOR CAMION	Nº DE ESALs
AUTOMOVILES, COMBIS Y VEH. LIVIANOS	Ap, Ac	310	SIMPLE	4	20.98	2373786.9	0.02	40593
CAMION 2E	C2	45	SIMPLE	10		344582.0		5893
CAMION 3E	C3	3	SIMPLE	16		22972.1		393
MAG. PESADA	0	0	SIMPLE	42		0.0		0
TOTALES		358				2741341.0		46878

Calculo ESALs de Diseño :

Distribucion Direccional : DOS CARRILES HOMOGENEOS

$$F_d = 0.50$$

Distribucion Por Carril : UN CARRIL EN C/DIRECCION

$$F_c = 100.00$$

$$ESALs \text{ DISEÑO} = 2.34E+06$$

F. MODULO DE REACCION DE LA SUB RASANTE

$$K_o = 1020.00$$

G. PERDIDA DE SOPORTE "Ls"

Tipo de Material de Base : Base granular no tratada

$$L_s = 2.00$$

$$K = 72.00$$

$$U_f = 180.00$$

H. CARACTERIZACION DEL HORMIGON UTILIZADO EN EL PAVIMENTO

1. MODULO ELASTICO DEL PAVIMENTO

$$E_c = 57000 (f'_c)^{0.5}$$

$$E_c = 3.11E+06 \text{ psi}$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = 2173706.51 \text{ Kpas}$$

$$f'_c = 2986.20 \text{ psi}$$

2. RESISTENCIA A LA TRACCION POR FLEXION DEL HORMIGON S'c

$$S'_c = K (f'_c)^{0.5}$$

$$K = 11$$

$$S'_c = 601.11 \text{ psi}$$

$$f'_c = 2986.20 \text{ psi}$$

3. RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA

$$S'_c = 1.02 f'_i + 210$$

$$f'_i = 383.44 \text{ psi}$$

I. CAPACIDAD DE DRENAJE

CALIDAD DE DRENAJE : EXCELENTE
TIEMPO DE DRENAJE : 2 HORAS
% TIEMPO QUE EL PAVIMENTO ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD PROXIMOS A LA SATURACION : 1.00%
COEFICIENTE DE DRENAJE:

$$Cd = 1.25$$

J. TRANSFERENCIA DE CARGA "J"

TIPO DE PAVIMENTO : HORMIGON SIMPLE O ARMADO C/JUNTAS
BANQUINA : CONCRETO
ELEMENTO (BARRAS) DE TRANSFERENCIA DE CARGAS : SI
COEFICIENTE DE TRANSFERENCIA DE CARGAS:

$$J = 3.20$$

K. DISEÑO DE PAVIMENTO

Para el Diseño del Pavimento se usaran los nomogramas anexos. Teniendo como resultado:

$$D = 6.7 \text{ pulg.}$$

$$D = 17.02 \text{ cm}$$

Por lo que para el diseño usaremos:

$$D = 18.00 \text{ cm}$$

Espesor de Sub - Base:

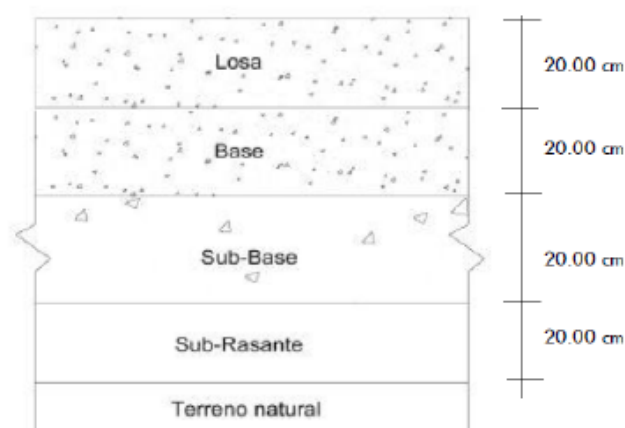
$$D_{SB} = 20.00 \text{ cm} \text{ (VER GRAFICO ANEXO)}$$

Espesor de Base:

$$D_B = 20.00 \text{ cm}$$

Según recomendación de Estudios de Suelos.

K.1. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO



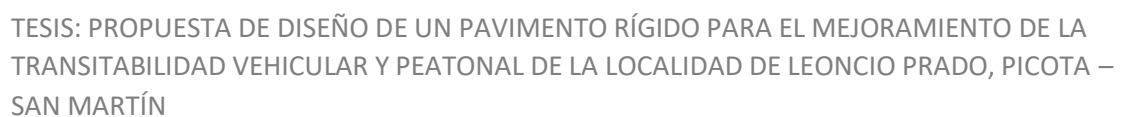
Sección de Pavimentos Rígidos

REVISION DE DISEÑO POR CARGA AL CENTRO DE LA LOSA		
Espesor de losa asumido (pulg) 8		
calculo diferencial positivo F=18.154		
	Ensayo vial	Proyecto de
	AASHTO	diseño
Radio de rigidez I (pulg)	42.668	33.438
factor de friccion F	1.066	1.066
Valor de (log. b)	-1.426	-1.24
esf. Producido por la carga al	170.864	145.739
esf. Producido por la carga al	306.129	317.653
Valor G	-0.176	
Valor Y	1.025	
Valor de log. R	7.596	
Valor de log. W	7.424292683	
Valor de log. de W	7.192335823	
Valor de W	1.557 E+07	
calculos auxiliares para juntas con pasajuntas		
TD neg 'F	=	5.247
Ghum 'F	=	20
Inercia I (pulg 4)	=	0.049087
OPENING	=	0.017527
BETA	=	0.710371
Bs tres s	=	3058.14
ESAL s en millones =	=	6.344878

REVISION DE DISEÑO POR CARGA EN LA JUNTA										
Junta con	espaciamento	Esp. De losa	Diametro del	TD	Esfuerzo de	esf. De	califi-	falla	falla	califi-
pasajuntas	de juntas (pies)	asumido	pasajuntas	(negativo)	tension	tension en la	cacion	prono-	admisible	cacion
	Jts pace	(pulg)	(pulg)		al centro	junta a		sticada	(pulg)	
SI	11.48333333	8	1	25.247	317.653	150	OK	0.05127	0.06	OK
SI	11.48333333	8	1	25.247	317.653	150	OK	0.05959	0.06	OK

ENTRADA DE DATOS PARA REVISION DE DISEÑO POR CARGA AL CENTRO Y EL LA JUNTA DE LA LOSA			
Datos requeridos para el diseño	Ensayo vial	Del	
	AASHTO	Proyecto	Factor de diseño (años) = 20
Valor K elástico efectivo de las subrasante (psi)	110	300	P2=2.5
Módulo de rotura del H° S°c (psi)	690	640.10	PSI=2
Modulo elástico del concreto Ec (psi)	4200000	4320675	Velocidad promedio del viento (mph)=37.50
Espaciamento de juntas L (pulg)	180	137.80	Temperatura promedio anual °F =52.36
Modulo elástico de la sub- base Eb (psi)	25000	25000	Precipitación promedio anual (pulg)=1.4
Coefficiente de fricción los a/ sub – base f	1.4	1.4	Espesor de losa asumido (pulg)= 8
Espesor de la sub- base (pulg)	6	6	L1=18
Módulo de poisson	0.2	0.2	L2=1
Factor de ajuste de borde E	1	1	ESALs =6.3449E+06

- Concreto: 210 kg/cm²
- Espesor de Losa: 0.20 m
- Espesor de Juntas: 0.0254 m



5.1.2.8 DETERMINACIÓN DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Los estudios topográficos para este proyecto de investigación son realizados para determinar el área de intervención del proyecto y calcular un presupuesto referencial. A continuación, se presenta las coordenadas del levantamiento topográfico y las coordenadas de los BMs.

1	771380.000	9145067.000	1644.000	E-1
2	771447.000	9145026.000	1647.000	E-2
3	771449.488	9145024.478	1647.122	VA
4	771445.351	9145014.552	1647.685	MZ
5	771445.270	9145014.504	1647.284	MZ
6	771444.878	9145015.116	1647.290	V
7	771444.708	9145015.204	1646.782	F
8	771444.446	9145015.353	1646.768	F
9	771444.450	9145015.461	1647.123	B
10	771444.693	9145015.165	1647.166	B
11	771442.409	9145013.908	1647.008	P
12	771441.313	9145011.311	1647.085	CASA
13	771440.868	9145011.991	1647.071	V
14	771435.627	9145006.863	1646.902	CASA
15	771435.039	9145007.482	1646.870	V
16	771431.018	9145003.076	1646.803	CASA
17	771430.301	9145003.636	1646.770	V
18	771430.390	9145003.807	1646.010	F
19	771430.184	9145004.005	1646.002	F
20	771430.093	9145004.144	1646.343	B
21	771430.361	9145003.773	1646.388	B
22	771430.454	9145002.569	1646.440	CASA
23	771429.899	9145003.309	1646.392	V
24	771425.574	9144998.658	1645.980	CASA
25	771425.010	9144999.468	1645.974	V
26	771424.951	9145000.314	1645.727	P
27	771418.163	9144992.930	1645.342	MZ
28	771417.362	9144993.477	1645.326	V
29	771417.307	9144993.606	1644.589	F
30	771417.128	9144993.804	1644.573	F
31	771417.043	9144993.868	1644.939	B

35	771436.093	9145007.895	1646.874	CAJA-D
36	771416.515	9144993.542	1645.000	MZ
37	771417.175	9144994.235	1644.926	V
38	771412.867	9144999.024	1644.883	C
39	771413.396	9144999.215	1644.855	V
40	771412.377	9145001.731	1644.945	P
41	771409.301	9145003.245	1644.774	CASA
42	771409.980	9145003.638	1644.769	V
43	771409.472	9145003.693	1644.780	CAJA-AYD
44	771404.943	9145008.190	1644.795	CASA
45	771405.529	9145008.688	1644.768	V
46	771400.931	9145012.686	1644.481	CASA
47	771401.427	9145013.175	1644.511	V
48	771401.664	9145012.375	1644.487	CAJA-A
49	771400.915	9145013.162	1644.339	CAJA-A
50	771396.971	9145017.036	1644.211	CASA
51	771397.477	9145017.434	1644.281	V
52	771392.672	9145024.099	1643.937	P
53	771391.633	9145023.410	1644.013	CASA
54	771392.148	9145023.948	1644.014	V
55	771391.661	9145023.980	1643.935	CAJA-AYD
56	771383.289	9145032.968	1643.560	CASA
57	771383.839	9145033.389	1643.551	V*
58	771379.623	9145036.996	1643.409	CASA
59	771379.855	9145037.276	1643.388	V*
60	771374.901	9145042.176	1643.346	CASA
61	771375.163	9145042.362	1643.345	V
62	771374.334	9145043.631	1643.503	V
63	771373.697	9145043.070	1643.510	CASA
64	771374.327	9145043.691	1643.002	F
65	771374.425	9145043.832	1643.006	F
66	771374.534	9145043.876	1643.256	B
67	771372.705	9145046.065	1643.263	P
68	771368.872	9145048.220	1643.527	CASA

Cuadro de BMs

TABLA DE BM s				
PUNTO #	NORTE(Y)	ESTE(X)	ELEVACION	DESCRIPCION
140	9145061.26	771434.25	1643.61	BM-3
220	9145080.39	771370.99	1643.95	BM-1
508	9145087.74	771477.75	1638.60	BM-4
559	9145021.86	771453.00	1647.63	BM-2
719	9144983.35	771487.81	1656.22	BM-5
1017	9145059.61	771630.04	1656.06	BM-6
1179	9145188.29	771600.32	1642.70	BM-7

4.12 DETERMINACIÓN DE RESULTADOS DE DISEÑO DE TRÁFICO

Los preparativos para el Estudio se iniciaron el 20 de diciembre con la elaboración del Plan de Estudio del IMD, para ello realizamos coordinaciones con la Municipalidad Distrital de Shamboyacu.

El recojo de información se realizó durante 07 días, desde el lunes 13 al Domingo 19 de diciembre del año 2021; en dos turnos; por la mañana, el primero con un encuestador desde las 4:00 am a 12:00 pm y el segundo, también con un encuestador de 12:01 hasta 7:30 pm.

Control de calidad

Para garantizar la verosimilitud de la información recogida se mantendrá sumo cuidado en la etapa de diseño de la encuesta. Además de las preguntas de obtención de información se colocarán adecuadamente preguntas de control, como la hora de inicio y de finalización de cada encuesta. Cuando se reconozca algún error del encuestador se le informará sobre su falta y se le solicitará que corrija las fallas.

También se tendrá mucha atención durante la etapa de conteo de las respuestas de los encuestados. Se revisarán hasta cuatro (04) veces los resultados del conteo de los resultados por personas distintas, si en algún momento de la tabulación, diagramación o análisis se reconoce una falla se desechará toda la sección del estudio recogido y se exigirá que se reponga la falla.

Tabla 10: Total de Vehículos por estación, turno día

TRÁFICO ACTUAL DEL TRAMO											
TIPO DE VEHICULO	Auto	Camioneta Rura	Camioneta Pick Up	Panel	Combi Rural	Micro	Ômnibus (dos ejes)	Ômnibus (tres ejes)	Camión (dos ejes)	Camión (tres ejes)	TOTAL
IMDs	180	41	14	0	0	10	0	0	20	1	266
FC	1.1782	1.1782	1.1782	1.1782	1.1782	1.0865	1.0865	1.0865	1.0865	1.0865	
IMDa	212.00	48.00	16.00	0.00	0.00	11.00	0.00	0.00	22.00	1.00	310
DISTRIBUCION	67.67%	15.41%	5.26%	0.00%	0.00%	3.76%	0.00%	0.00%	7.52%	0.38%	100.00%

Tabla 11: Parámetros para el estudio – tasas de crecimiento para el tráfico

VARIABLE S	Coeficiente	Sustento
Vehiculos Ligeros y de pasajeros	2.64%	Es la TCI del distrito de Posic
Vehiculos Pesados de Carga	3.60%	Es el cociente del PBI del departamento San Martín
Tasa del tráfico generado con la vía	15.00%	Es la tasa de crecimiento del tráfico generado, de acuerdo a normativa del sector Transportes
FC-Factor de corrección de Tráfico. Según Ministerio de Transporte y comunicaciones	Vehículos ligeros	1.1782
	Vehículos pesados	1.0865

Tabla 12: Resultados del Estudio de Tráfico

ITEM	DESCRIPCIÓN	ABREVIATURA	RESULTADO PARA NUESTRO ANÁLISIS
1	Serviciabilidad inicial	P (o)	4.50
2	Serviciabilidad final	P (t)	1.80
3	Factor de sentido		2
4	Factor de carril		1
5	Módulo de Reacción Compuesto "Efectivo"	K	100 psi = 30.45 Mpa / m
6	Módulo de Elasticidad Concreto	Ec	4100 000psi =2.88 Mpa/m
7	Módulo Resiliente de SubRasante	Mr	4.5 Mpa/m
8	Transferencia de carga	J	3.2
9	Coeficiente de Drenaje	Cd	1.10
10	Diferencia de Serviabilidad	(Δpsi)	2
11	Confiabilidad	R %	95
12	Desviación estándar	So	0.39
13	ESAL's (ejes equiv. 8.2t)	ESALs	20.00 mill
14	Espesor de la Losa	e=	200 mm = 8 pulg.

Tabla 13: Resultado del Estudio Hidrológico

Los cálculos hidráulicos han sido hechos para cada una de las secciones de vía consideradas a proyectar. A continuación, se resume los caudales y las dimensiones propuestas de cada una de las cunetas de evacuación de aguas pluviales:

ITEM	DESCRIP- CION	AREA (M2)	PERIME TRO (ML)	PP MAX (ML)/H año 2002	VOLUMEN (M3) AGUA	Q (L/S)	V (M/S)	SECCION CUNETAS (CM)	NUMERO DESFOQUES
1	AREA INFLUENCIA 1	9320	223.56	46.2	430.58	119.6066	1.33	30X30	1
2	AREA INFLUENCIA 2	2223	1521	46.2	102.70	28.5285	0.18	30X30	1
3	AREA INFLUENCIA 3	19315	309	46.2	892.35	247.8758	2.75	40X40	1

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. DISCUSIÓN

Los estudios topográficos en la localidad de Leoncio Prado se realizaron paralelamente con los estudios de mecánica de suelos (calicatas), además en el estudio topográfico se tomaron alturas y sentidos de la red de alcantarillado lo cual se constató y confirmo que eran recientemente dato que se debería tener en cuenta para el diseño de la propuesta de investigación.

En la propuesta de diseño de pavimento rígido para la mejora de transitabilidad se ha considerado solo la BASE y la CARPETA DE RODADURA es decir el concreto rígido, por lo que según las autoridades de dicha localidad nos informaron de que recientemente se ha ejecutado un proyecto de instalación de agua potable y alcantarillado, entonces para evitar daños en las tuberías e instalaciones se consideró ejecutar lo indicado.

La culminación de este proyecto de investigación denominado “PROPUESTA DE DISEÑO DE UN PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TRANSITABILIDAD VEHICULAR Y PEATONAL DE LA LOCALIDAD DE LEONCIO PRADO - PICOTA – SAN MARTÍN” sirve de base para realizar futuros proyectos de pavimentación en la localidad.

CAPÍTULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

- El diseño de pavimento rígido del presente proyecto cumple con los parámetros de comportamiento obtenidos de los estudios realizados de la localidad de Leoncio Prado, tomando como datos de entrada para el diseño del pavimento rígido los estudios básicos de ingeniería como son estudio topográfico, estudio de mecánica de suelos, estudio de tráfico y estudio hidrológico.
- El estudio topográfico permitió determinar la longitud de cada calle, y el sentido de evacuación de agua pluviales, el área a pavimentar y las obras de artes necesarias para que este proyecto sea sostenible en el tiempo.
- El estudio de mecánica de suelos nos permitió determinar las propiedades mecánicas de los materiales y los datos necesarios para llegar a determinar la estructura del pavimento.
- Para el cálculo de los espesores de la estructura del pavimento se estableció la metodología AASHTO – 93, es uno de los métodos más utilizados a nivel internacional para el diseño de concretos hidráulicos.
- Con los datos obtenidos del estudio hidrológico se realizó el redimensionamiento de las obras de arte necesarias para evitar daños en la estructura del pavimento.

7.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los profesionales involucrados en estos temas realizar los estudios básicos de topografía, de mecánica de suelos y de hidrología en los tiempos más desfavorables para analizar las situaciones más incómodas que viven los pobladores, así como también las propiedades más desfavorables de los estudios de mecánica de suelos y de hidrología.
- Se recomienda a la municipalidad buscar el financiamiento para llevar a cabo la ejecución de la propuesta de pavimentación para mejorar la transitabilidad de la calle Ponaza cuadras 01,02,03,04,05 y 06 de la localidad de Leoncio Prado y de esta manera mejorar la calidad de vida de la población en su conjunto.
- Para los trabajos de movimiento de tierra y explanaciones se recomienda mucho cuidado para no malograr las instalaciones de agua y desagüe que actualmente se encuentran en buen estado.
- Se recomienda cumplir con las recomendaciones indicadas en los estudios básicos de ingeniería (estudio topográfico, estudio de tráfico, estudio de suelos, estudio hidrológico.) para alcanzar el tiempo de vida útil del proyecto y mejorar la vida de los pobladores y los transportistas.

CAPÍTULO VIII: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernández, B. I. (Julio de 2013). ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES. ANÁLISIS COMPARATIVO DE MÉTODOS DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES. Concepción, Chile.
- GUEVARA, M. E. (2015). PAVIMENTOS RIGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE HACERO VERSUS PAVIMENTOS TRADICIONALES. LIMA: MACRO.
- INVIAS, I. N. (2014). Infraestructura Vial. COLOMBIA: Taller de Ediciones del DANE. MERCEDES, C. C. (2016). ANÁLISIS DE FISURAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE. cuenca.
- NUÑEZ, F. A. (2015). ESTUDIO DE LOS DAÑOS DEL PAVIMENTO RIGIDO EN ALGUNAS CALLES DE LOS BARRIOS LAGUITO, CASTILLOGRANDE Y BOCAGRANDE EN ZONAS CON NIVEL FREÁTICO ALTO EN LA CIUDAD DE CARTAGENA. CARTAGENA DE INDIAS.
- SILVA, M. A. (2014). ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LAS VARIABLES DE DISEÑO DE PAVIMENTOS RÍGIDOS DEL MÉTODO DE LA ASOCIACIÓN DEL CEMENTO PORTLAND EN EL DISTRITO DE CAJAMARCA. CAJAMARCA.
- STALIN, R. G. (2016). ANÁLISIS COMPARATIVO DE UN HORMIGÓN PARA LA CAPA DE RODADURA CON FIBRAS DE ACERO Y SIN ELLAS PARA UTILIZACIÓN EN PAVIMENTOS RÍGIDOS. GUAYAQUIL.
- ZEVALLOS, J. S. (2014). TERMINAL TERRESTRE PARA CONTRIBUIR A LA SOLUCIÓN DEL CAOS URBANO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE HUÁNUCO. HUÁNUCO.