



Universidad Científica del Perú - UCP

*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

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

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORAR
LA TRANSITABILIDAD EN EL JIRÓN SANTO TORIBIO CUADRAS 02,
03, 04 Y 05 DE LA LOCALIDAD DE PÓSIC – PROVINCIA DE RIOJA –
PERÚ 2021”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR: EDUARD JHON, VÁSQUEZ QUINTOS
RIOS ISUIZA, LIZ

ASESOR: M.Sc. ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

TARAPOTO – PERÚ

2021

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

DEDICATORIA

A Dios, por cuidarme y guiarme siempre para lograr una de mis metas que es concluir mi carrera profesional de Ingeniería Civil.

A mis padres, mis hermanos(as), y todas las personas que me apoyaron y estuvieron presentes en todo momento quienes me han brindado su experiencia y respeto para convertirme en una persona con valores y principios

Eduard Jhon Vasquez Quintos

A Dios primeramente por este trabajo realizado, por acompañarme, por su amor, paciencia y por levantarme del continuo tropiezo. A mis Padres Euler Rios Vela y Noemí Isuiza Sandoval por el apoyo que siempre me brindaron, sin ellos no estaría donde estoy, por los valores y por haberme forjado como la persona que soy, por nunca dejarme sola, motivándome a nunca rendirme y alcanzar mis anhelos.

Liz Rios Isuiza

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

AGRADECIMIENTO

A mis padres Emiliano Vásquez Acuña y Luz Angelica Quintos Fernández por el apoyo constante y el respaldo mutuo que me llevó a concluir mi carrera profesional

A mis hermanos(as) por sus palabras y compañía. A mis amigos, compañeros y a todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para lograr mis metas trazadas

Al programa Beca 18 por ser el principal gestor en mi carrera profesional

Eduard Jhon Vásquez Quintos

Agradezco a Dios por darme vida, salud y una familia que siempre me apoya, por nunca dejarme sola en esta etapa universitaria, sin él no estaría acá cumpliendo una meta trazada. A mis padres Euler y Noemí por su amor incondicional, moral y económico. A la Universidad por abrirme la puerta para poder estudiar mi carrera, a los maestros por guiarnos en todo este proceso, por compartir sus conocimientos y apoyarme día a día.

Liz Rios Isuiza

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:

El Trabajo de Suficiencia Profesional titulado:

**“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORRA LA
TRANSITABILIDAD EN EL JIRON SANTO TORIBIO CUADRAS 02 , 03, 04 Y 05
DE LA LOCALIDAD DE POSIC, RIOJA - PERÚ 2021”**

De los alumnos: **VÁSQUEZ QUINTOS EDUARD JHON Y RIOS ISUIZA LIZ**, de la Facultad de Ciencias de la Salud, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **24% de plagio**.

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

San Juan, 29 de junio del 2021.



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

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_Facultad de Ciencias e Ingenieria_2021_TSP_eduard
Vaquez_Liz Rios_V1.pdf (D109849958)
Submitted: 6/28/2021 4:51:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 24 %

Sources included in the report:

UCP_INGENIERIACIVIL_2020_T_IVANABAD_MARTHATORRES_V1.pdf (D79258831)
[http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/12/Castillo%20Quispe%20Juan.pdf?
sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/12/Castillo%20Quispe%20Juan.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
[https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/
ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)
<https://docplayer.es/135578305-Universidad-ricardo-palma.html>

Instances where selected sources appear:

37

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA

Con Resolución Decanal N° 434 -2021- UCP - FCEI del 19 de julio de 2021, la **FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP** designa como Jurado Evaluador y Dictaminador de la Sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional a los Señores:

- Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc. Presidente
- Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc. Miembro
- Ing. Andres Pinedo Delgado, M. Sc. Miembro

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 11:00 am, del día jueves 22 de julio de 2021, 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 del Trabajo de Suficiencia Profesional:

“PROPUESTA DE DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO PARA MEJORRA LA TRANSITABILIDAD EN EL JIRON SANTO TORIBIO CUADRAS 02, 03, 04 Y 05 DE LA LOCALIDAD DE POSIC, RIOJA - PERÚ 2021”

Presentado por las sustentantes:

EDUARD JHON VASQUEZ QUINTOS y LIZ RIOS ISUIZA

Asesora: **Ing. Ulises Octavio Irigoín Cabrera, M.Sc.**

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:

Por lo que la Sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE (14) CATORCE.**

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



Ing. Caleb Rios Vargas, M. Sc.
Presidente



Ing. Joel Padilla Maldonado, M. Sc.
Miembro



Ing. Andres Pinedo Delgado, M. Sc.
Miembro

CALIFICACIÓN: Aprobado (a) Excelencia : 19 – 20
Aprobado (a) Unanimidad : 16 - 18
Aprobado (a) Mayoría : 13 – 15

Contáctanos:

Iquitos – Perú
065 - 26 1088 / 065 - 26 2240
Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5

Filial Tarapoto – Perú
42 – 58 5638 / 42 – 58 5640
Leoncio Prado 1070 / Martines de Compañón 933

Universidad Científica del Perú
www.ucp.edu.pe

HOJA DE APROBACIÓN

Trabajo de Suficiencia Profesional sustentada mediante la plataforma zoom el día viernes 22 de julio a las 11:00 am horas del 2021.



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



M.Sc. Ing. JOEL PADILLA MALDONADO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. ANDRÉS PINEDO DELGADO
MIEMBRO DEL JURADO



M.Sc. Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA
ASESOR

ÍNDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
error! Marcador no definido.3	
HOJA DE APROBACIÓN.....	4
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
CAPÍTULO I:	
MARCO TEORICE.....	11
1.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	12
1.2. BASES TEÓRICAS.....	19
1.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	32
CAPITULO II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	34
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	34
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	34
2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	34
2.2.1. PROBLEMA GENERAL	34
2.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICOS	34
2.3. OBJETIVOS.....	35
2.3.1. OBJETIVO GENERAL	35
2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	35
2.4. HIPÓTESIS.....	35
2.5. VARIABLES.....	35
2.5.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES	35
2.5.2. DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES.....	35
CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	38
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	38
3.1.1. TIPO DE ESTUDIO	38
3.1.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.1.3. UNIDAD DE ESTUDIO.....	39
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	40
3.2.1. POBLACIÓN.....	40

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

3.2.2. MUESTRA.....	40
3.2.2. MUESTREO.....	40
3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATO.....	40
3.4. MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS.....	41
3.4.1. MÉTODOS.....	41
3.5. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	41
3.6. PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	43
3.6.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	43
3.6.2. ESTUDIO DE TRAFICO.....	44
3.6.3. ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	50
3.6.4. ESTUDIO DE SUELOS.....	51
3.6.5. LIMITES DE ATTERBERG.....	53
3.6.6. ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO (MÉTODO C).....	55
3.6.7. CBR DE SUELOS (LABORATORIO) MTC E 132.....	56
3.6.8. ESTUDIO DE CANTERAS.....	56
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	57
4.1. PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	57
4.1.1. DETERMINACIÓN DEL ESTUDIO DE SUELOS.....	57
4.1.2. DETERMINACIÓN DEL DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO (MÉTODO AASHTO).....	72
4.1.3. DETERMINACIÓN DEL ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	80
4.1.4. DETERMINACIÓN DE RESULTADO DE DISEÑO DE TRAFICO.....	83
4.2. DISCUSIÓN.....	90
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
5.1. CONCLUSIONES.....	91
5.2. RECOMENDACIONES.....	92
CAPITULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	93
CAPITULO VII: ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1: Muestra de la Población - jirón Santo Toribio C2 – C5	41
Gráfico 1: Instrumento para medir el tránsito vehicular.....	42
Gráfico 2: Instrumento del Índice Medio Diario anual.....	42
Gráfico 3: Instrumento para medir el periodo de diseño.....	42
Gráfico 4: Organigrama para un diseño de pavimento rígido.....	43
Gráfico 5: Curva granulométrico de la Calicata PC-1.....	61
Gráfico 6: Curva granulométrica calicata PC-2.....	63
Gráfico 7: Curva granulométrica calicata PC-3.....	64
Gráfico 8: Curvas granulométricas calicata PC-4.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar la Tránsito en el Carril de Diseño.....	48
Tabla 2: Configuración de Ejes.....	49
Tabla 3: Relación de Cargas por Eje para determinar Ejes Equivalentes (EE) para Pavimentos Rígidos.....	50
Tabla 4: Tamices de mallas cuadradas.....	51
Tabla 5: Tamices de mallas cuadradas como alternativa.....	52
Tabla 6: Diámetro nominal de las partículas grandes VS peso mediano.....	53
Tabla 7: Descripción de las profundidades de cada calicata.....	58
Tabla 8: Resultados de los estudios de suelos.....	59
Tabla 9: Resultados de Estudio de Suelos.....	71
Tabla 10: Análisis de tráfico por el método de AASHTO.....	76
Tabla 11: Tabla de BMs.....	83
Tabla 12: Total de Vehículos por estación, turno día.....	86
Tabla 13: Parámetros para el estudio – tasas de crecimiento para el tráfico....	86
Tabla 14: Tráfico actual – calles del pueblo de Pósic.....	87
Tabla 15: Proyección de tráfico normal.....	87
Tabla 16: Proyección de tráfico generado.....	88
Tabla 17: Proyección de tráfico total.....	88
Tabla 18: Resultado de estudio de tráfico.....	89
Tabla 19: Resultado de estudio hidrológico.....	89

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 Pósic 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 mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal del Jr. Jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic, provincia de Rioja.

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 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 del mismo y la técnica es la observación y el instrumento de recolección de datos es la guía de observación.

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 del proyecto.

Palabras Claves: Pavimento Rígido.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 Posic live in complete disorder due to the lack of an urban road infrastructure project.

To solve this problem, an alternative design of a rigid pavement is proposed to improve vehicular and pedestrian traffic of the Jr. Jirón Santo Toribio blocks 02, 03, 04 and 05 of the town of Posic, province of Rioja.

To meet the objectives, the topographic survey of the mentioned locality 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 methodology used for this project is AASHTO 93, which made it possible to carry out the revisions by load in the center of the slab, as well as in 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 is the observation guide.

Therefore, to determine the volumes of earthworks 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 done to determine the project budget.

Keywords: Rigid Pavement.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

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

1.1.1 A NIVEL INTERNACIONAL

✦ **“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” (NUÑEZ, 2015)** 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 esta áreas del pavimento, por parte de las autoridades locales,

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 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 Castillo Quispe Juan Carlos 30 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 napa freática es muy elevada y de esta manera disminuir los daño en futuro proyectos de pavimentación en concreto rígido.

- ✦ **“ANÁLISIS DE FISURAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS RÍGIDOS MEDIANTE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA” (MERCEDÉS, 2016)**, 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 del mismo.

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.

- ✦ **Galeano & León (2012), en su tesis “Propuesta de diseño para la construcción de pavimento rígido para la carretera 28 entre Calle 2 Barrio 1 de mayo Ocaña Norte de Santander”, para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña- Colombia, 53pp.**

Tuvo como objetivo general el proponer su diseño para la construcción de pavimento rígido para una zona seleccionada, empleando una metodología MANVUSIMP y PCI. Teniendo como resultados de sus espesores del pavimento de 13 cm de losa, y para mejorar las condiciones, se consideró conveniente colocar una capa de material granular de 10 cm. Llegando a la

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

conclusión que para el diseño de pavimento rígido se utilizó el método simplificado de PCA, diseñando también juntas para distribuir mejor los esfuerzos.

De esta tesis se destaca un aporte valioso, puesto que se tiene de manera detallada desde los estudios realizados en campo como su procedimiento de diseño, considerando juntas y procesos constructivos que garantizan la buena construcción futura de dicho pavimento, de esta manera nos sirvió como referencia para el desarrollo de mi presente informe de tesis.

- ✦ **Fontalba (2015), en su tesis “Diseño de un pavimento alternativo para la avenida circunvalación, sector Guacamayo 1° etapa”**, para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Austral de Chile- Chile, 74pp.

Tuvo como objetivo general el proyectar la construcción de pavimento flexible en Avenida Circunvalación, Sector Guacamayo, empleando una metodología aplicativa. Teniendo como resultados de 7cm de la capa de rodadura, 10 cm de capa intermedia con método AASHTO y Dispav- 5 y base 20 cm y 26cm respectivamente. Llegando a la conclusión que ambos métodos proporcionan resultados válidos y representan una alternativa viable para el pavimento, la elección entre flexible o rígido para este proyecto solo queda sujeto a los diferentes factores que se tengan distinto al diseño estructural que gira en costo, tiempo de ejecución y mantenimiento.

De la presente tesis se destaca su importancia, puesto que presenta dos propuestas de diseño usando método AASHTO y Dispav- 5, las más usadas en Chile, de esta manera se puede visualizar que los espesores obtenidos con ambos son válidos, teniendo el segundo método una variación de 6cm para la base del pavimento, determinando así una manera conservadora de la misma, es por ellos, se considera una guía importante para el desarrollo de mi presente tesis.

- ✦ **(Panorama de la Actividad Edificadora, 2018)** Nos hace mención a que la industria de la construcción ha desarrollado gran expectativa en la influencia

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

económica y los beneficios que ocasionan las diversas obras a favor de las poblaciones. Una de las grandes preocupaciones de la mayoría de los estados es dar a la población confort que se materializa en muchos casos en infraestructura vial que mejora la calidad de vida evitando enfermedades respiratorias; económicas, valorizando los predios; ambientales, en la prevención de desastres naturales.

- ✦ **(Diario el Mañana, 2018)** Una de las consecuencias de las copiosas lluvias en diferentes lugares son los hundimientos de las calles, donde se evidencia la pésima calidad en obras de drenaje y pavimentación notándose una mala compactación de la caja de pavimento la cual no soportó la humedad; generando malestar en la población por la interrupción de la transitabilidad en las zonas afectadas.
- ✦ **(Televisa, 2017)** 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.

1.1.2 A NIVEL NACIONAL

- ✦ **“MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL A NIVEL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE ARAPA – PROVINCIA DE AZÁNGARO – PUNO.”, (AURELIO, 2014)** Desarrollar una alternativa técnica - económica a nivel de estudio definitivo que permita mejorar la transitabilidad vehicular y peatonal en la avenida Simón Bolívar.

El Método de Diseño de la Asociación del Cemento Portland de los Estados Unidos “PCA”, considerados criterios de análisis, por fatiga y por erosión.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

A partir del Cuadro N°7.8, se procede a calcular el espesor de la losa de concreto rígido mediante los criterios de diseño de la PCA: Erosión y Fatiga, de acuerdo con los siguientes datos. Módulo de reacción del conjunto sub rasante/sub base, $K = 96.66 \text{ MPa/m}$, Espesores considerados de la losa: 180, 181, 182,..... 200 mm. Módulo de rotura del concreto, $S'c = 3.80 \text{ MPa}$, Factor de seguridad de carga, $Fsc = 1.1$. Juntas con dovelas: NO, Bermas de concreto: SI. De acuerdo con los resultados anteriores, el espesor más adecuado para la losa de concreto es de 187 mm., el cual cumple con los criterios de fatiga y erosión. Por lo tanto: $D = 187 \text{ mm} = 18.7 \text{ cm}$ Asumimos $D=20.00 \text{ cm}$ De acuerdo con la metodología de diseño de pavimentos rígidos AASTHO 93, se obtiene un espesor de 4.0" de pavimento flexible, base de 8" = 20cm subbase de 8" = 20 cm.

Con la aplicación de la metodología Portland Cement Association (PCA), se obtiene un espesor de 180 mm o su equivalente a 19.00 cm, pero adoptamos 200mm = 20 cm por proceso constructivo.

Aporte

El estudio de esta tesis aporta un análisis adicional ya que desarrolla la mayor cantidad de estudios básicos que son parte de un expediente técnico que servirá de base para describir, calcular el espesor de un pavimento rígido por diferentes métodos

✦ “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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

pavimentos, se hizo 15 diseños por cada variable de diseño en estudio, por lo que se hará un total de 45 diseños de pavimento. (pág. 29).

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. (pág. 29).

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.

- ✦ **Lupaca (2013)**, en su tesis **“Estudio definitivo de la pavimentación de la avenida Túpac Amaru de la Municipalidad Distrital de Llalli – Melgar Puno”**, para obtener el título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional del Antiplano - Puno, 182pp.

Tuvo como objetivo general el brindar adecuadas condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en la avenida Túpac Amaru, empleando una metodología aplicada. Teniendo como resultados de del diseño de pavimento por el método AASHTO 93, un espesor de sub- base de 20 cm y espesor de losa de concreto de 16 cm, mediante el método de PCA, se obtuvo sub- base y losa de concreto, un espeso de 20cm cada una. Llegando a la

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

conclusión que este expediente elaborado en la tesis determina diferentes parámetros considerados para el diseño, seleccionando el método de PCA para la construcción del pavimento rígido.

Se optó tener como referencia esta tesis, puesto que nos brinda importantes aportes acerca de la comparación de dos métodos más usados en la actualidad, y los estudios necesarios bien detallado en el expediente realizado, además de presentar ventajas económicas y ambientales

1.1.3 A NIVEL REGIONAL O LOCAL

- ✦ Con referencia a nuestro tema de investigación, tenemos conocimiento de la tesis del autor: **Bach. Daniela Fernández Fatama “Mejoramiento de la infraestructura vial en el jirón lima cuadras del 01 al 08, en el distrito de Tarapoto 2019”**, Se determinó que es muy importante de saber el lugar exacto donde se va a ser el trabajo de campo, para ser llevados y hacer un estudio en el laboratorio de mecánica de suelos.

Se realizó el estudio de mecánica de suelos que estuvo conformado ensayo de humedad, granulometría y límites de atterberg donde se obtuvo una humedad del suelo alto y un límite líquido bajo y un índice de plasticidad alto.

- ✦ **ARÉVALO**, 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 planos 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

1.2 BASES TEÓRICAS

1.2.1 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.
- **Sub base:** 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 ($\text{CBR} \geq 40\%$) o tratada con asfalto, cal o cemento.

1.2.2 LOS TIPOS DE PAVIMENTO INCLUIDOS EN EL MANUAL SON LOS SIGUIENTES

- Pavimentos Flexibles
- Pavimentos Semirrígidos.
- Pavimentos Rígidos.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 (PERÚ, 2013).

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 (PERÚ, 2013).

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 sub rasante.

El pavimento rígido es un elemento estructural fundamental, éste consta de una losa de concreto que estará apoyada directamente en la subrasante o también puede ser apoyada en una capa de material granular denominada subbase. A diferencia de este pavimento, con el pavimento rígido, es que ésta es la forma en que se van a distribuir los esfuerzos en una zona mucho más amplia, al hacer uso de concreto, éste será mucho más rígido que la mezcla de asfalto.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

De este mismo modo, el concreto usado presentará poca de resistencia a la tensión por lo que aún en zonas débiles de la subrasante su comportamiento es adecuado. Es por ese motivo que, en un pavimento rígido, la capacidad portante recae sobre las locas y o en las capas subyacentes, por ello ejercen poca influencia al momento de su diseño. (Montejo, 2006).

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, facilita su uso, pero no sustituye la decisión del Ingeniero Responsable, sobre la estructura de pavimento adoptado, la misma que debe estar plenamente justificada por el mencionado Ingeniero.

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. En el presente Manual, para los caminos del Perú, se propone la aplicación de pavimentos de concreto con juntas.

Los catálogos que a manera de ilustraciones se presentan en este manual, permiten la uniformidad de los dimensionamientos, facilitan el seguimiento y conocimiento sobre un grupo reducido de secciones estructurales, haciendo

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

más fácil en la etapa post obra la verificación de su comportamiento, seguimiento, gestión de los pavimentos y correcciones o ajustes del caso. (PERÚ, 2013).

Son aquellos en los que la losa de concreto de cemento Portland (C.C.P) es el principal mecanismo estructural, que alivia las tensiones de las capas subyacentes por intermedio de su elevada resistencia a flexión, cuando se generan tensiones e imperfecciones de tracción de bajo la losa causa su fisuración por fatiga, después de un cierto número de duplicaciones de carga. Los pavimentos rígidos se caracterizan por tener una larga vida útil y puede ser diseñada para todo tipo de tráfico, como avenida, aeropuerto y otros usos. Los pavimentos de hormigón se diseñan para un tiempo de vida de 20 años logrando llegar hasta 40 años en ocupación de las necesidades. (LOPEZ, 2011).

1.2.3 FACTORES A 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 tridem) 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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

en zonas de estacionamiento de vehículos pesados), la canalización del tránsito, etc. (FONSECA, 2014).

- **LA SUB RASANTE**

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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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).

- **LOS 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. Por otra parte, se deben considerar los materiales básicos de mayor costo: ligantes y conglomerantes, especialmente.

El análisis de los costos de construcción debe complementarse con una prevención del comportamiento del pavimento durante el período de diseño, la conservación necesaria y su costo actualizado y, finalmente, una estimación de futuros refuerzos estructurales, renovaciones superficiales o reconstrucciones. Deberá tenerse en cuenta, además, los costos del usuario relacionados con su seguridad y con las demoras que se originan en carreteras relativamente congestionadas por los trabajos de conservación y repavimentación. (FONSECA, 2014).

1.2.4 OBRAS DE DRENAJE Y SUB DRENAJE EN VÍAS

- **OBRAS DE DRENAJE**

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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”. (p.15).

CRESPO (2013) “Las estructuras de drenaje tienen como objetivo controlar el agua que obtiene a la vía y la afectan por escurrimiento superficial, libremente que las aguas hayan caído sobre o afuera de la vía”. (p.20).

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. (MORALES, Javier)

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 a un apropiado criterio de calidad, lo cual es una exigencia permanente en la actualidad. Las primeras prácticas de evacuación del agua contenida en una estructura vial en América Latina fueron descubiertas entre 1930 y 1940, casi todas coinciden en que una falla en el drenaje causaría daños en los diferentes tipos de pavimentos. Por ello el diseño debe ser adecuado, ya que, si las estructuras viales se saturan, los aparatos de transmisión de esfuerzos se deforman como consecuencia de sobrecargas. Además, el correcto diseño del sistema de drenaje permite

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

resguardar las carreteras, controlando la erosión, estabilizando los taludes y resguardando a la estructura del pavimento. (REYES, Fredy)

- **TIPOS DE OBRAS DE DRENAJE**

- **EL BOMBEO**

Se entiende por bombeo a la pendiente transversal que se da en las carreteras y en las aeropistas para permitir que el agua que cae directamente sobre ellas escurra hacia sus dos hombros. En una vía de dos carriles de circulación y en secciones en tangente el bombeo debe tener un 2% de pendiente desde el eje del camino hasta el hombro correspondiente, en las secciones en curva la pendiente transversal ocurre sin discontinuidad, desde el hombro más elevado al más bajo. En las carreteras con pavimento rígido el bombeo puede ser un poco menor, del orden de 1.5%.

En las aeropistas se dispone también el bombeo desde el eje hacia los hombros, con pendiente de 1.5%, generalmente.

- **LOS BORDILLOS**

Los bordillos son estructuras que se colocan en el borde exterior del acotamiento en las secciones en tangente, en el borde opuesto al corte en las secciones en balcón o en la parte interior de las secciones de terraplén en curva. Son pequeños bordos que forman una barrera para conducir el agua hacia los lavaderos o bajantes, evitando erosiones en los taludes y saturación de éstos por el agua que cae sobre la corona de la vía.

- **LOS LAVADEROS**

Los lavaderos son canales que se conectan con los bordillos y bajan transversalmente por los taludes, con el objeto de conducir el agua lluvia

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

que escurre por los acotamientos hasta lugares alejados de los terraplenes, en donde ya sea inofensiva.

- **LAS CUNETAS**

Las cunetas son canales que se adosan a los lados de la corona de la vía y paralelamente al eje longitudinal de la misma. El objetivo de esta estructura es la de recibir el agua superficial proveniente del talud y de la superficie de rodamiento.

- **LA VEGETACIÓN**

La más efectiva protección de los taludes de un corte o un terraplén contra la acción erosiva del agua superficial es la plantación de especies vegetales; éstas retardan el escurrimiento, disminuyendo la energía del agua contribuyendo de paso al equilibrio de la humedad de los suelos que conforman los taludes del corte a terraplén.

- **ZANJAS DE CORONACIÓN**

Son zanjas excavadas en el terreno natural, que se localizan en la parte superior de los taludes de los cortes, con la finalidad de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, para evitar la erosión el talud y el congestionamiento de las cunetas y la corona de la carretera por el agua y su material de arrastre.

- **LAS ALCANTARILLAS**

Este tipo de estructura es la responsable del drenaje transversal; es decir del paso del agua a través de la obra, en una dirección más o menos perpendicular.

- **OBRAS DE SUB DRENAJE**

El subdrenaje en las carreteras permite reducir los efectos desfavorables del agua interna sobre la estabilidad de las calzadas y de las explanaciones.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

El agua interna tiene normalmente dos orígenes, interior y exterior.

El agua puede manifestarse por ascensión capilar a partir del nivel freático (más precisamente por fenómenos de succión en fase líquida, o aún en fase vapor). Además, pueden aparecer, en los taludes o en la banca, fuentes de agua aislada o repartida que, no solamente dificultan la realización de las obras nuevas, sino que también comprometen la estabilidad de las carreteras posteriormente a su construcción. El agua de lluvias no se evacúa totalmente por los dispositivos de drenaje superficial, una parte se infiltra a través de los taludes, de las bermas u ocasionalmente del pavimento.

- **SUB DRENES LONGITUDINALES**

En la fase de modernización de una carretera existente, como en la fase de construcción inicial, los sub drenes longitudinales son los dispositivos básicos de drenaje interno en zonas de corte y sus principales funciones son:

- Abatimiento de un nivel freático.
- Eliminación de aguas de filtración.
- Derivación de fuentes de agua situadas debajo de la subrasante

- **CAPAS DRENANTES**

Las capas drenantes pueden preverse en zonas de cortes o de terraplenes en las zonas de corte una capa drenante se construye encima de la subrasante como primera capa del pavimento; permite recoger el agua de filtración o el agua de origen interior; se conecta imperativamente con sub drenes longitudinales localizados a ambos lados de la banca.

Cuando la subrasante atraviesa una formación con fuentes de agua, es conveniente asociar la capa drenante con una red de sub drenes oblicuos dispuestos en forma de espina de pescado. En zona de terraplén, puede preverse la interposición de una capa drenante entre el terreno natural y el cuerpo del terraplén, especialmente en el caso de construcción de un

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

terraplén sobre suelos compresibles; en algunos casos se completa este sistema de aceleración de la consolidación con pozos verticales, llenados con arena y unidos en su parte superior con la capa drenante.

- **VEREDAS**

Una vereda también denominada acera, es una parte de la vía urbana/pública, que está ubicada entre el límite de propiedad de una edificación y la pista. Su única función es de uso peatonal, para así tengan los usuarios seguridad y comodidad al transportarse. Pueden ser de diferentes materiales como concreto simple, adoquines o asfalto. (ICG, 2006).

Según Cetur B. (1998), las veredas son consideradas como bandas longitudinales laterales elevadas respecto a la calzada y reservadas para el tránsito de peatones. Según su capacidad y grado de adecuación a las necesidades del tránsito peatonal, estancia, entre otros factores determinará su ancho, altura de cordón, acondicionamiento y otras características necesarias para la construcción de esta.

Como todo espacio público, como una calle, necesita estar formado por un determinado lugar para la transitabilidad para los peatones y vehículos. En el caso de las veredas o también llamadas aceras, son aquellos espacios de acceso para las personas.

Existe un gran problema en las veredas porque son poco respetadas, pese a que su función es permitir un fácil acceso para los peatones, muchas de ellas, no mantiene una continuidad ni están libre de todo obstáculo para el desplazamiento y transitabilidad. Es importante estas aceras, puesto que no solo permitirá a la movilización directa de personas, sino también el paso a edificaciones de manera segura. Para ello, se tiene diferentes parámetros mínimos que se debe respetar, longitudes, anchos entre otros. (Díaz, 2015).

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- **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 la misma que permita la circulación de un flujo vehicular durante un determinado tiempo. (RAE).

1.2.5 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).

1.2.6 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.

$$\log_{10} W_{12} = Z_r S_o + 7.35 \log_{10}(D+25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4.5-1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D+25.4)^{3.16}}} + (4.22 - 0.32P_r) \times \log_{10} \left(\frac{M_r C_{dt} (0.09D^{0.75} - 1.132)}{1.51 \times \left(0.09D^{0.75} - \frac{7.38}{(E_c/k)^{0.25}} \right)} \right)$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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:

1.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

1.3.1 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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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.

1.3.2 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.

1.3.3 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.

1.3.4 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.

1.3.5 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.

1.3.6 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 II: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Actualmente, las calles donde se ha proyectado nuestro trabajo de investigación es presentar una propuesta de diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad del jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic, provincia de Rioja, 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.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

2.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son las características técnicas para el diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad en el jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic – provincia de Rioja?

La infraestructura vial en la localidad de Pósic, en la actualidad se encuentra en mal estado, pues sus calles muestran huecos, baches, zanjas, lodos y polvo, debido a las condiciones climáticas y el tránsito de combis, camiones y camionetas que a diario transitan en el lugar.

2.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuál es el resultado de la propuesta de diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad en el jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic – provincia de Rioja?

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

2.3 OBJETIVOS

2.3.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer una alternativa de diseño de un pavimento rígido para mejorar la transitabilidad en el jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic – provincia de Rioja.

2.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✦ Identificar las calles a intervenir mediante un estudio topográfico de la localidad de Pósic.
- ✦ Elaborar el estudio de mecánica de suelos de cada calicata según norma Técnica de Edificación CE.010 Pavimentos Urbanos.
- ✦ Diseñar los espesores del pavimento rígido empleando la metodología AASHTO-93.
- ✦ Recomendar los procesos constructivos que garanticen la construcción de dicho pavimento rígido.

2.4 HIPÓTESIS

La transitabilidad en el jirón Santo Toribio en las cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic – provincia de Rioja, será mejorada con el diseño de pavimento rígido.

2.5 VARIABLES

2.5.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

La variable es única, de acuerdo a la formulación de pregunta en el problema general del presente proyecto:

Propuesta de diseño de pavimento rígido.

2.5.2 DEFINICIÓN OPERATIVA DE VARIABLES

OBJETIVOS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
Proponer el diseño de pavimento rígido para mejorar la transitabilidad del jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic – provincia de Rioja.	Diseño de pavimento rígido	Losa de concreto hidráulico apoyada sobre sub base de material seleccionado. Debido a la alta rigidez del concreto hidráulico, así como de su elevado coeficiente de elasticidad, la distribución de los esfuerzos se produce en una zona muy amplia. (FONSECA, 2014)	Se utiliza en la ejecución de pistas, vereda, cunetas, alcantarillas y muros de contención, etc. que traerá mejoras tanto en la calidad de vida como el desarrollo de la localidad	Estudio Topográfico	* Planteamiento General. * Perfiles Longitudinales * Secciones Transversales
				Estudio de Suelos	* Proctor modificado y CBR * Ensayo de granulometría
				Estudio de Tráfico	* Límite de Atterberg * Índice de serviciabilidad (PSI) * Serviciabilidad Inicial (pi). * Serviciabilidad final (pt).

					<ul style="list-style-type: none"> * Tráfico y Crecimiento anual. * Factor de crecimiento del Tráfico. * Factor de Sentido. * Factor de Carril. * Factor de equivalencia de tráfico. * Transferencia de cargas
				<p>Estudio Hidrológico</p>	<ul style="list-style-type: none"> * Soporte lateral * Cuenca * Intensidad * Caudal

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 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 la misma.



3.1.1 TIPO DE ESTUDIO

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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

3.1.2 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.



3.1.3 UNIDAD DE ESTUDIO

Para proceder correctamente con este proyecto de investigación se realizará un diseño de pavimento rígido, el cual tomará lugar la localidad de Pósic – provincia de Rioja.

El presente proyecto está ubicado en el Departamento de San Martín, en la zona Norte de la Provincia de Rioja, en la localidad de Pósic, el cual se encuentra ubicado geográficamente en una zona semi plana y presenta altitudes variables que oscilan desde los 820.00 m.s.n.m. hasta los 840.00 m.s.n.m.; esta área se encuentra geo referenciado entre los paralelos 06°00'55" de longitud sur y los meridianos de 76°10'01" de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

Basándonos en la norma. CE. 010 DE PAVIMENTOS URBANOS Y LA DG-2014

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 POBLACIÓN

La población maestra es la localidad de Pósic – provincia de Rioja, donde se concentrará todos los estudios e información necesaria para el diseño de pavimento rígido con la finalidad de mejorar la transitabilidad vial adecuada para la población en su conjunto.

3.2.2 MUESTRA

De la población anteriormente señalada se ha tomado como muestra el estudio de suelos, estudio de tráfico y las mediciones del jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic – provincia de Rioja.



3.2.3 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.

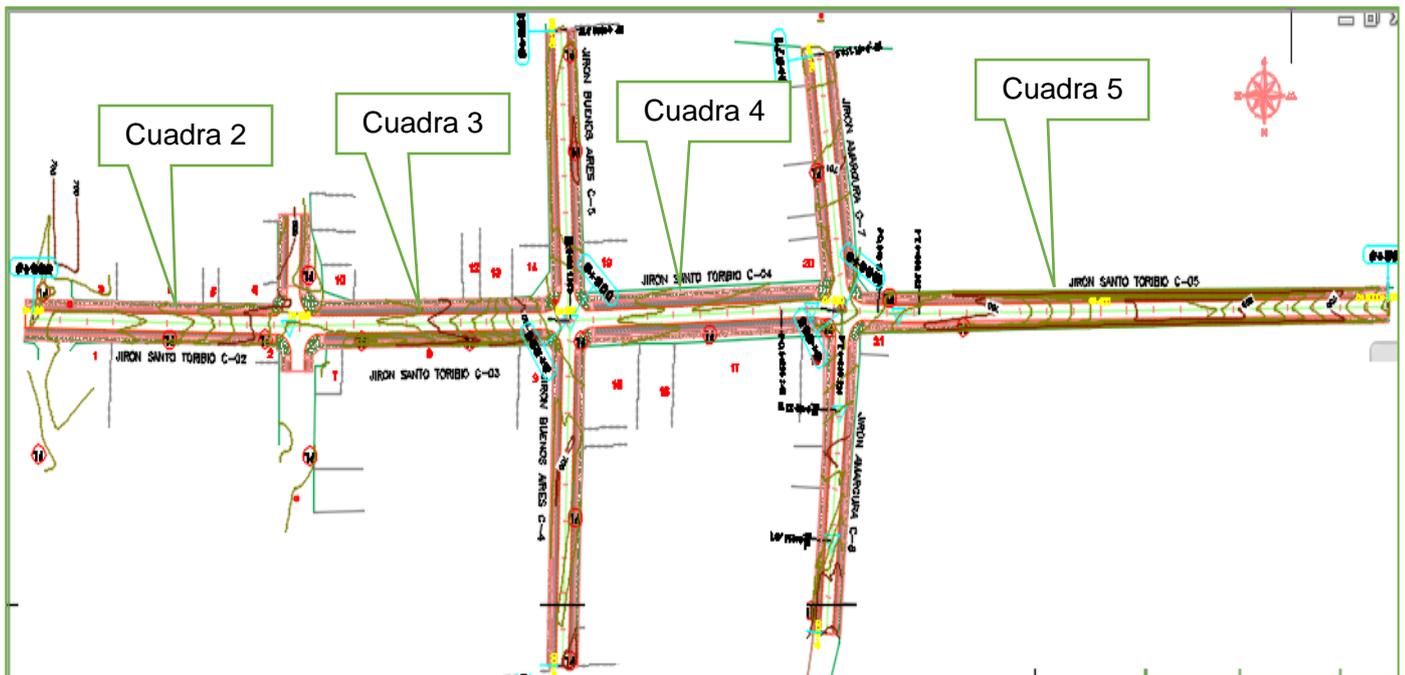
3.3 TÉCNICA E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

En este proyecto de investigación se utilizará, la observación como técnica de recolección de datos, ya que vamos a ver, registrar, extraer y analizar las características del lugar de estudio, para cumplir con los objetivos planteados.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Como instrumento de recolección de datos se utilizará la guía de observación, para llevar un registro de las características del diseño de pavimento rígido a desarrollar.

Figura 2: Muestra de la Población - jirón Santo Toribio C2 – C5



3.4 MÉTODOS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE ANÁLISIS DE DATOS

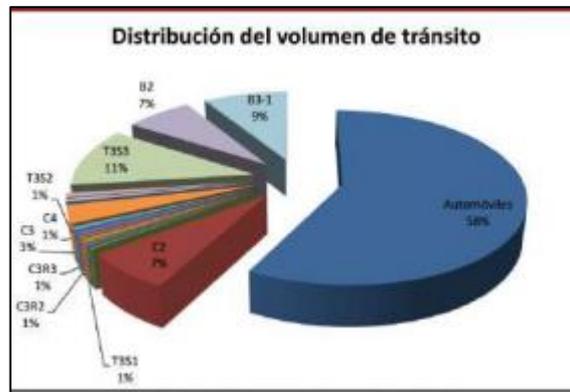
3.4.1 MÉTODOS

En este proyecto de investigación se utiliza la estadística descriptiva porque nos permite recolectar, presentar, y caracterizar un conjunto de datos con la finalidad de describir apropiadamente las diversas características de ese conjunto.

3.5 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Gráfico 9: Instrumento para medir el tránsito vehicular



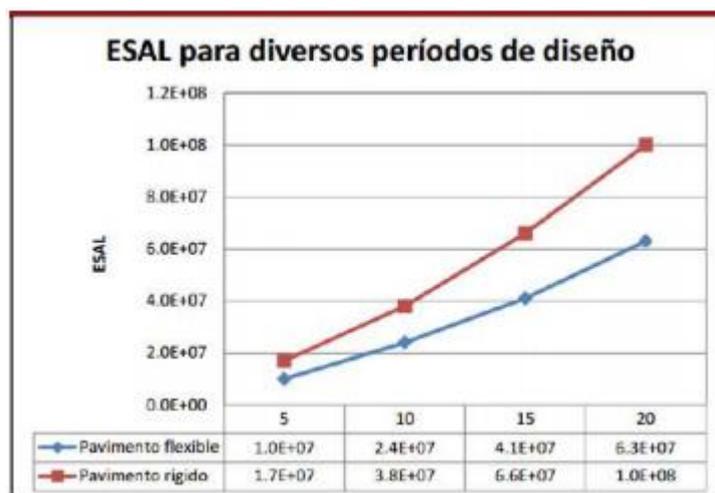
Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 10: Instrumento del Índice Medio Diario anual



Fuente: Elaboración Propia

Gráfico 11: Instrumento para medir el periodo de diseño

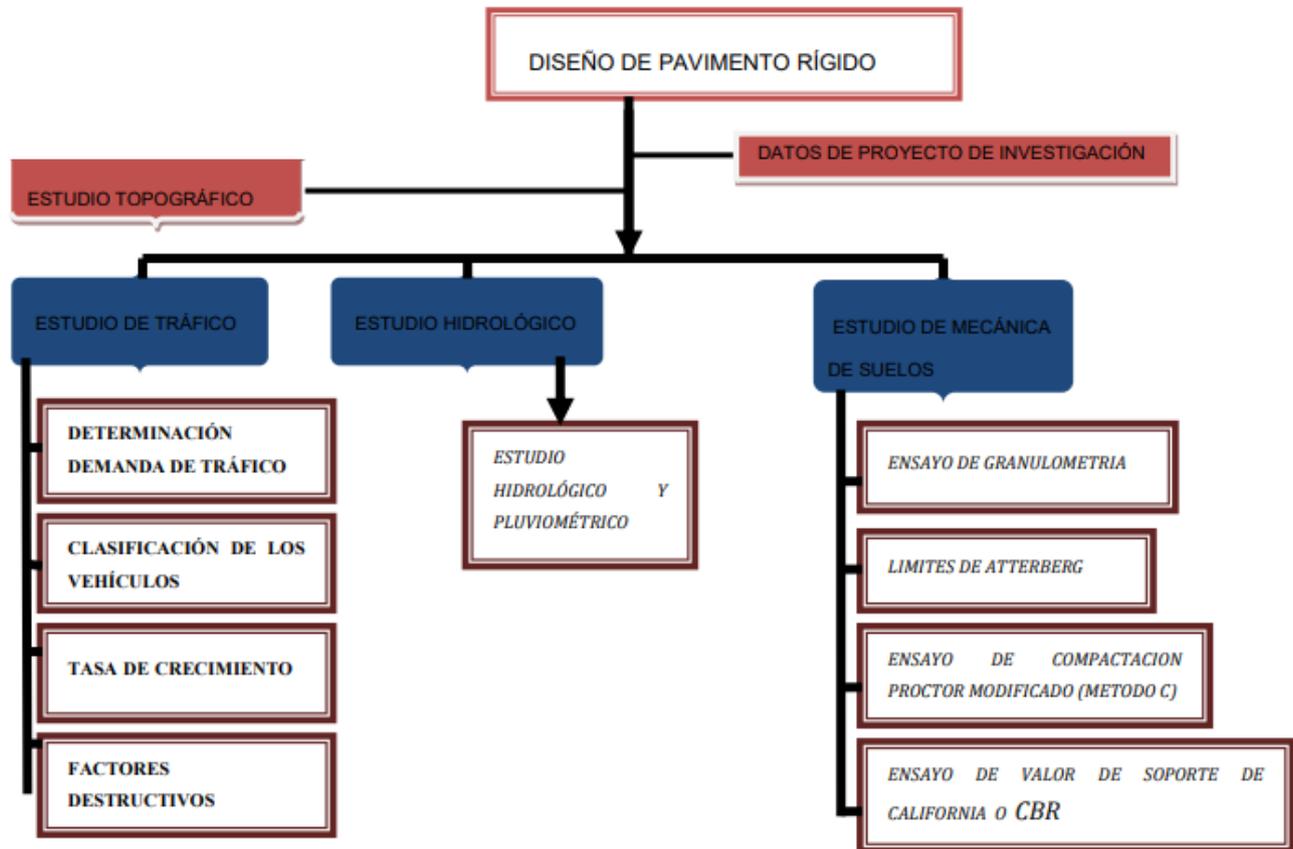


Fuente: Elaboración Propia

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

3.6 PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS DE DATOS

Gráfico 12: Organigrama para un diseño de pavimento rígido



3.6.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Contendrá la información de los trabajos topográficos realizados, en forma directa e indirecta de acuerdo a 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- ✦ 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 establezca la entidad contratante, tomando como referencia las cotas de los hitos de control vertical del IGN, o con la aprobación de la entidad contratante, se podrá establecer la indicada cota de referencia mediante otro método.
- ✦ Detalles planimétricos, altimétricos, planos topográficos, levantamientos complementarios y otros, de acuerdo a los requerimientos de la entidad contratante. (PERÚ, 2013)

3.6.2 ESTUDIO DE TRÁFICO

3.6.2.1 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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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.

3.6.2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS

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

Categoría L: Vehículos automotores con menos de cuatro ruedas.

- ✦ L1: Vehículos de dos ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
- ✦ L2: Vehículos de tres ruedas, de hasta 50 cm³ y velocidad máxima de 50 km/h.
- ✦ L3: Vehículos de dos ruedas, de más de 50 cm³ o velocidad mayor a 50 km/h.
- ✦ L4: Vehículos de tres ruedas asimétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ o una velocidad mayor de 50 km/h.
- ✦ L5: Vehículos de tres ruedas simétricas al eje longitudinal del vehículo, de más de 50 cm³ ó velocidad mayor a 50 km/h y cuyo peso bruto vehicular no exceda de una tonelada.

Categoría M: Vehículos automotores de cuatro ruedas o más diseñados y contruidos para el transporte de pasajeros.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- ✦ M1: Vehículos de ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor.
- ✦ M2: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de 5 toneladas o menos.
- ✦ M3: Vehículos de más de ocho asientos, sin contar el asiento del conductor y peso bruto vehicular de más de 5 toneladas. Los vehículos de las categorías M2 y M3, a su vez de acuerdo a la disposición de los pasajeros se clasifican en:
 - ✦ Clase I: Vehículos contruidos con áreas para pasajeros de pie permitiendo el desplazamiento frecuente de éstos.
 - ✦ Clase II: Vehículos contruidos principalmente para el transporte de pasajeros sentados y, también diseñados para permitir el transporte de pasajeros de pie en el pasadizo y/o en un área que no excede el espacio provisto para dos asientos dobles.
 - ✦ Clase III: Vehículos contruidos exclusivamente para el transporte de pasajeros sentados.

3.6.2.3 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.

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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

En la que:

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

T_o = Tránsito actual (año base o) 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 socio-económico. 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.

3.6.2.4 FACTORES DESTRUCTIVOS

3.6.2.4.1 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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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.

Tabla 20: Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar la Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración Propia, en base a datos de la Guía AASHTO 93

3.6.2.4.2 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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 21: Configuración de Ejes

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	N° de Neumáticos	Grafico
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	

Para el cálculo de los EE, se utilizarán las siguientes relaciones simplificadas, que resultaron de correlacionar los valores de las Tablas del apéndice D de la Guía AASHTO'93, para las diferentes configuraciones de ejes de vehículos pesados (buses y camiones) y tipo de pavimento:

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Tabla 22: 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	

3.6.3 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- ✦ 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. (PERU, 2014)

3.6.4 ESTUDIO DE SUELOS

3.6.4.1 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 75 mm (200).

Tabla 23: Tamices de mallas cuadradas

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅝"	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 24: Tamices de mallas cuadradas como alternativa

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
1 ½"	38,100
¾"	19,000
⅜"	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

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 (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayarán por separado.
- ✦ El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:
- ✦ Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Tabla 25: 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 ½")	3000
50,0 (2")	4000
75,0 (3")	5000

Fuente: Manual de ensayos y materiales MTC 2016

3.6.5 LÍMITES DE ATTERBERG

3.6.5.1 DETERMINACIÓN DEL LIMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

- ✦ Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2pulg.) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. Discusión: Se considera que la resistencia al corte no drenado del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi).
- ✦ El valor calculado deberá aproximarse al centésimo
- ✦ 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- ✦ 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

3.6.5.2 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (L.P.) DE LOS SUELOS E ÍNDICE DE PLASTICIDAD (I.P.) MTC E 111

- ✦ 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 utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que $2\mu\text{m}$ para determinar su número de actividad.

3.6.6 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), produciendo una Energía de Compactación de (2700 kN-m/m³ (56000 pie-lbf/pie³)).

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.

Nota 2. El equipo y procedimiento son los mismos que los propuestos por el Cuerpo de Ingenieros de Estados Unidos en 1945. La prueba de Esfuerzo Modificado es a veces referida como Prueba de Compactación de Proctor Modificado.

- ✦ 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 y puede ser menor que la obtenida usando el Método de Prueba ASTM D 4253 (NTP 339.137).
- ✦ Este método de ensayo no hace referencia a todos los riesgos relacionadas 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

3.6.7 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.

3.6.8 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. (PERÚ, 2013)

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1 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 PAVIMENTO RÍGIDO PARA EL MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL JIRÓN SANTO TORIBIO CUADRAS 02,03,04 Y 05 DE LA LOCALIDAD DE PÓSIC – PROVINCIA DE RIOJA – PERÚ 2021” 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 varía 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 varía de km / a 12 km/h

Geomorfología: la superficie presenta el área de estudio es el resultado de los procesos endógenos, tectónicos erosivos y geodinámicas que se han desarrollado y vienen desarrollándose en este territorio a lo largo de los años. El tectonismo de edad cretácica – terciaria es el responsable del modelado de la superficie de la región.

4.1.1.1 INVESTIGACIONES EFECTUADOS

4.1.1.1.1 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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 26: Descripción de las profundidades de cada calicata

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

Fuente: Elaboración Propia

4.1.1.1.2 MUESTREO INALTERADO Y DISTURBADO

se tomaron muestras de cada uno de los tipos de suelos encontrados en cantidad suficiente como para realizar ensayos de clasificación y de identificación de los suelos. Se extrajo, además, muestras representativas de CBR sobre las muestras de arcilla limosa, arena, grava, los mismos que nos permitirá realizar el cálculo de la capacidad portante evaluar los valores de empuje activo y pasivo para el diseño de muros de contención.

4.1.1.1.3 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.

4.1.1.1.4 NIVEL FREÁTICO

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

4.1.1.2 ENSAYOS DE LABORATORIO

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Los ensayos estándar y físico mecánicos se realizaron en el laboratorio de la empresa GEOCONSAC, según los estándares de la ASTM, tales como:

- ✦ 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 27: 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%
I.P	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)

LOCALIDAD	JIRÓN	CALICATA	SUELO TÍPICO	DESCRIPCIÓN
Pósic	Santo Toribio C2	P-1	GC	GRAVILLA ARCILLOSA DE CONSISTENCIA COMPACTA
	Santo Toribio C3	P-2	GC	
	Santo Toribio C4	P-3	GC	
	Santo Toribio C5	P-4	GC	

4.1.1.3 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

De acuerdo a 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

4.1.1.3.1 CALICATAS PC1-PC2-PC3-PC4

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 heterogénea entre rocas ígneas y sedimentarias como andesita granito, pizarra, arcillosa, limonita, etc.

PC-01

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

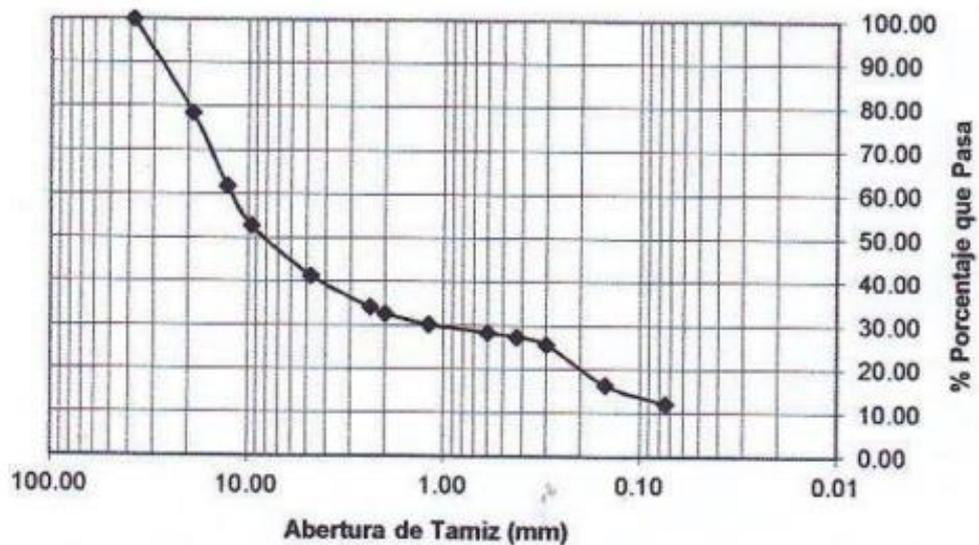
EXPLORACION A CIELO ABIERTO (calicata) cota(m) registrado por JCCQ				
UBICACIÓN: EL LAJON N.F. (m) no se encontró revisado por JCCQ				
Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 N°	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	L.L. 17.03%
3/8"	9.53	180.20	9.01	47.19	52.81	L.P. 7.47%
N°4	4.75	230.15	11.51	58.70	41.30	I.P. 9.56%
N°8	2.38	142.36	7.12	65.82	34.18	% GRAVA 58.70
N°10	2.00	29.36	1.47	67.29	32.71	% ARENA 29.15
N°16	1.190	49.65	2.48	69.77	30.23	% FINOS 12.15
N°30	0.60	35.26	1.76	71.53	28.47	
N°40	0.425	22.35	1.12	72.65	27.35	
N°50	0.30	33.15	1.66	74.31	25.69	
N°100	0.15	185.26	9.26	83.57	16.43	
N° 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			

Gráfico 13: Curva granulométrico de la Calicata PC-1



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

PC-02

PERFIL ESTATIGRAFICO

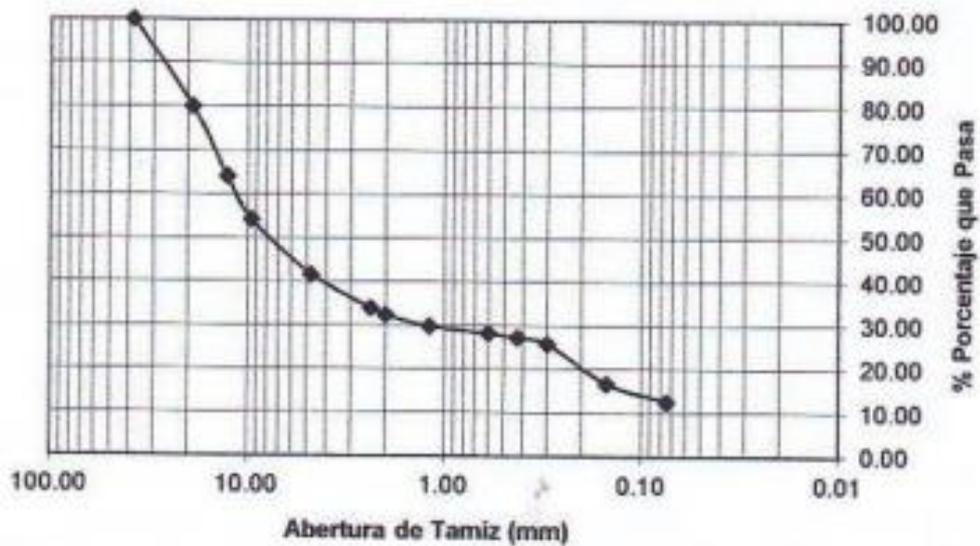
Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	

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	I.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			

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Gráfico 14: Curva granulométrica calicata PC-2



PC-03

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

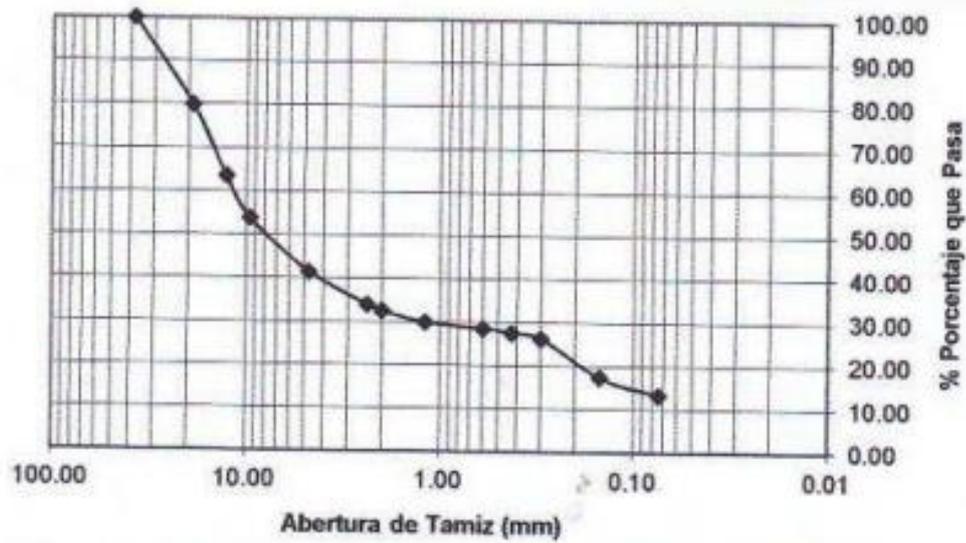
Prof. (m)	muestra	símbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	

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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

TAMIZ N°	ABERTURA (mm)	PESO RET. 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%
N°4	4.75	245.60	12.28	58.46	41.54	L.P. 8.46 %
N°8	2.38	150.40	7.52	65.98	34.02	I.P. 9.54%
N°10	2.00	30.20	1.51	67.49	32.51	% GRAVA 58.70
N°16	1.190	50.34	2.52	70.01	29.99	% ARENA 28.17
N°30	0.60	28.50	1.43	71.43	28.57	% FINOS 13.37
N°40	0.425	19.34	0.97	72.40	27.60	
N°50	0.30	25.78	1.29	73.69	26.31	
N°100	0.15	178.40	8.92	82.61	17.39	
N° 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			

Gráfico 15: Curva granulométrica calicata PC-3



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

PC-04

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

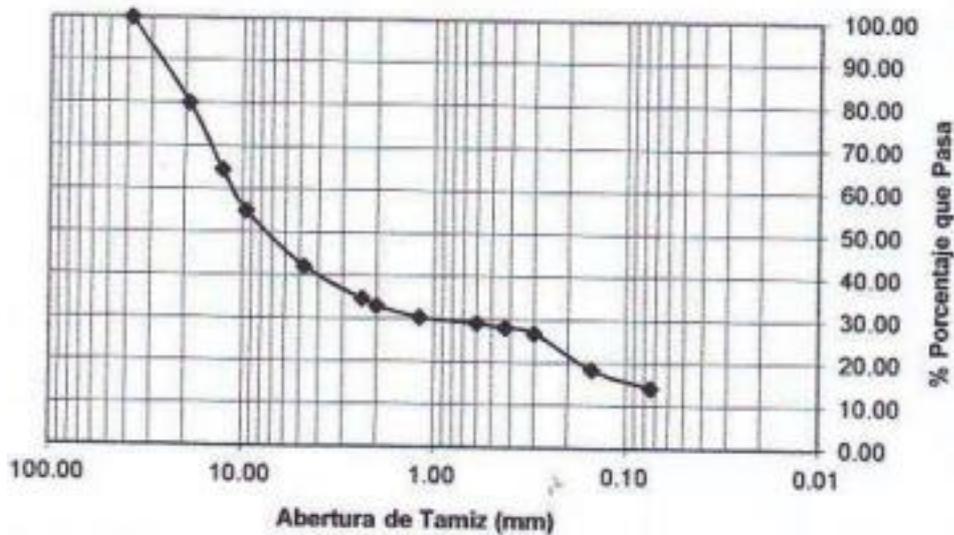
Prof. (m)	muestra	simbolo	Descripción del estrato	Clasificación SUCS / AASHTO
0.10			COBERTURA VEGETAL	
1.50	MAB		grava arcillosa color marrón, parcialmente húmeda de partículas sub angulosas a sub redondeadas	GC
2.00			NAF. a profundidades excavadas no se encontró el nivel freático	

CANTERA	MATERIAL IN SITU	Peso muestra inicial :	2000.00 gr
CALICATA	PC-04	Peso muestra lavado:	1, 715.63 gr
MUESTRA	MI	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	L.L. 18.15%
3/8"	9.53	190.40	9.52	44.97	55.03	L.P. 8.29 %
Nº4	4.75	258.90	12.95	57.92	42.08	I.P. 9.86%
Nº8	2.38	148.78	7.44	65.35	34.65	
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			

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Gráfico 16: Curvas granulométricas calicata PC-4



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

CANTERA: MATERIAL INSITU (GRAVA ARCILLOSA – GC)

MUESTRA: M-1

Profundidad 0.00 – 1.50m

MÉTODO COMPACTACIÓN	DE	MOLDES					
		1		2		3	
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	

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 EXPANCIÓN

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

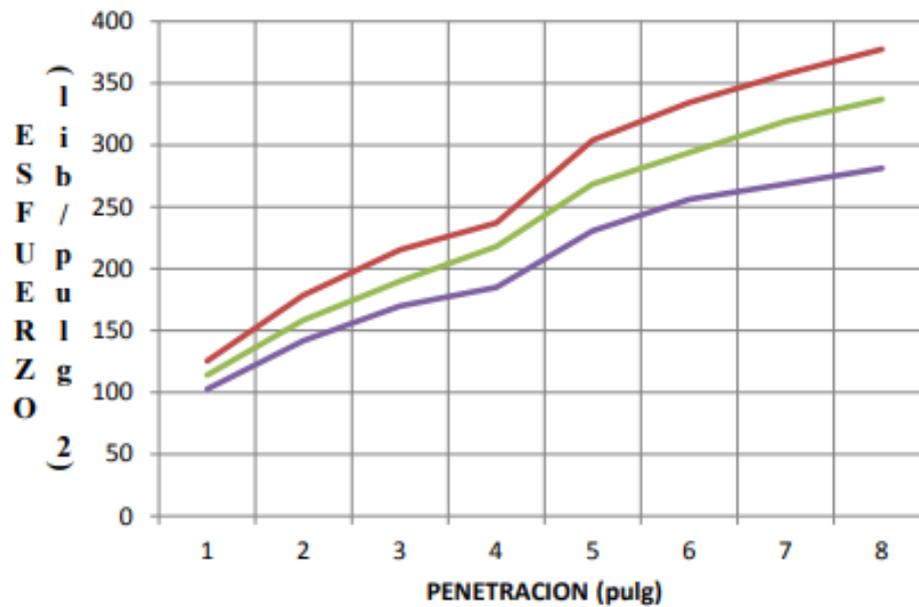
Penetr Pulg.	Presión Patrón Lb/pulg ²	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lect. día	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga	
			lbs	Lbs/pulg 2		lbs	Lbs/pul g ²		lbs	Lbs/pul g ²
0.025		99	376.20	125.40	90	242.00	114.00	81	307.80	102.60
0.050		141	535.80	178.60	125	475.00	158.33	112	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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 %



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

CANTERA: MATERIAL INSITU (GRAVA ARCILLOSA – GC)

MUESTRA: M-2

Profundidad 0.00 – 1.50m

MÉTODO DE COMPACTACIÓN	MOLDES					
	1		2		3	
Molde N°	5		5		5	
Numero de Capas	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 (cm ³)	2116.88		2117.40		2117.40	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	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/Cm ³)	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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

ENSAYO CARGA PENETRACION

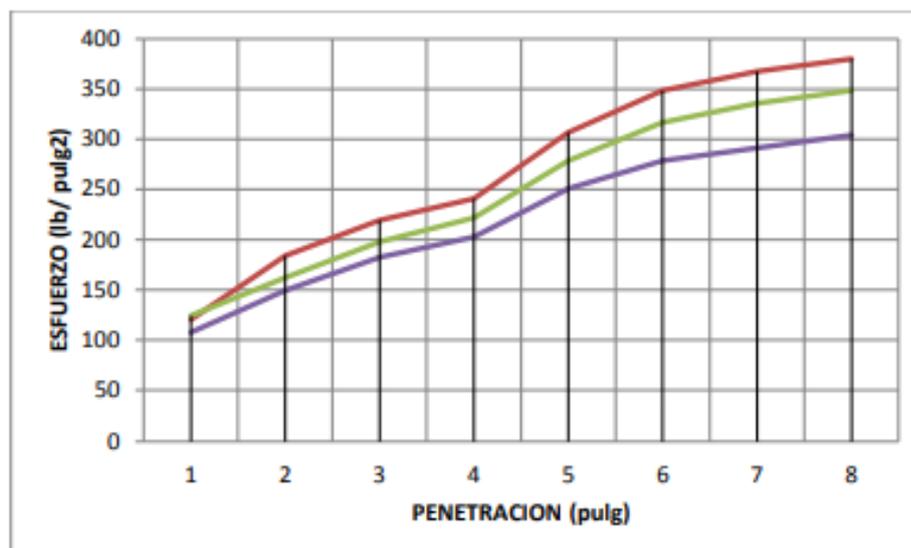
Penetr Pulg.	Presión Patrón Lb/pulg2	Molde N° 01			Molde N° 02			Molde N° 03		
		Lect. día	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga		Lect.	Ensayo carga	
			lbs	Lbs/pulg 2		lbs	Lbs/pul g2		lbs	Lbs/pul g2
0.025		95	361.00	120.33	98	372.40	124.13	85	323.00	107.67
0.050		145	551.00	183.67	128	486.40	162.13	118	448.40	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 %
--	------------	------------------------------------	----------



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Tabla 28: Resultados de Estudio de Suelos

Nº	Nº M	Clasificac ión AASHTO	Clasifi cación 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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

4.1.2 Determinación del Diseño de Pavimento Rígido (Método AASHTO)

DISEÑO DE PAVIMENTO RIGIDO
(Método AASHTO)

1. PARAMETRO DE DISEÑO

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 desviación Estándar de:

$$0.30 < S_o < 0.40$$

Condicion : Variacion del Transito Futuro

$$S_o = 0.34$$

C. DESVIACION NORMAL DE LA CONFIABILIDAD

Confiabilidad : 89.00%

$$Z_r = -1.233$$

D. INDICE DE SERVICIALIDAD

El Metodo AASHTO recomienda los siguientes indices:

$p_o = 4.50$ (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 VEH. LIVIANOS	Ap, Ac	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 :

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

$$TF = 0.02$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

TIPO DE VEHICULO	SIMBOL	VOL. TRAFICO DIARIO	TIPO DE EJE	CARGA POR EJE (KIPS)	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
MAQ. 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

$$F_c = 100.00$$

$$\text{ESALs DISEÑO} = 2.34E+06$$

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

$$E_c = 57000 (f'_c)^{0.5} \qquad E_c = 3.11E+06 \text{ psi}$$

$$f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2 \qquad E_c = 2173706.51 \text{ Kpa}$$

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

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

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

$$K = 11 \qquad S'_c = 601.11 \text{ psi}$$

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

3. RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA

$$S'_c = 1.02 f'_i + 210 \qquad f'_i = 383.44 \text{ psi}$$

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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:

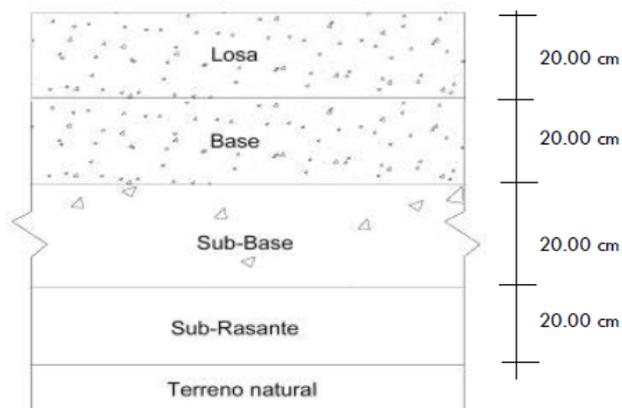
D = 6.7 pulg.
D = 17.02 cm

Por lo que para el diseño usaremos: **D = 18.00 cm**

Espesor de Sub - Base: **D_{SB} = 20.00 cm** (VER GRAFICO ANEXO)

Espesor de Base: **D_B = 20.00 cm**
 Según recomendación de Estudios de Suelos.

K.1. ESTRUCTURA DE PAVIMENTO



Sección de Pavimentos Rígidos

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

L. DISEÑO DE JUNTAS

TIPO DE TRAFICO: GRAN VOLUMEN DE TRANSITO URBANO

CONCLUSION: REQUIERE DISEÑO DE PASAJUNTAS O DOWELS

DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOS PASADORES DE CARGA
PCA (1975)

Espesor del pavimento (mm)	diámetro del pasador *		longitud (mm)	separación entre centros (mm)
	mm	pg		
160-200	15,9	5/8	1000	750
190-200	25,4	1	350	300
210-230	28,6	1 1/8	400	300
240-250	31,8	1 1/4	450	300
260-280	34,9	1 3/8	450	300
290-300	38,1	1 1/2	500	300

RECOMENDACIONES SOBRE VARILLAS DE ANCLAJE GRADO 60 EN LAS JUNTAS LONGITUDINALES DE PAVIMENTOS RÍGIDOS

Espesor losa (mm)	Long (mm)	varillas de 1/2"			Long (mm)	varillas de 5/8"		
		Separación entre centros (m)				Separación entre centros (m)		
		Caml 3.05 m	Caml 3.35 m	Caml 3.65 m		Caml 3.05 m	Caml 3.35 m	Caml 3.65 m
150	850	1,20	1,20	1,20	1000	1,20	1,20	1,20
175		1,20	1,20	1,20		1,20	1,20	1,20
200	850	1,20	1,20	1,20	1000	1,20	1,20	1,20
225	850	1,20	1,20	1,20	1000	1,20	1,20	1,20
250		1,20	1,15	1,10		1,20	1,20	1,20

No se deben colocar varillas de anclaje a menos de 38 cm de la junta transversal

1. ESPACIAMIENTO DE JUNTAS

TIPO DE AGREGADO : GRAVA TAMAÑO MAX. $\leq 3/4"$
 ESPACIAMIENTO MAXIMO : 4.50 m
 ESPESOR DE PAVIMENTO : 18.00 cm Usamos: 20.00 cm
 DIAMETRO DE PASAJUNTA : 1.60 cm (5/8 ")
 LONGITUD DE PASAJUNTA : 100.00 cm
 ESPACIAM. DE PASAJUNTA : 75.00 cm

Tabla 29: Análisis de tráfico por el método de AASHTO

Tipo	Volumen	t %	N de ejes	Peso por eje Kips			LEFS	ESALs	SESALS	Factor de Camion	FC	Tráfico de diseño	ESALs de diseño	
				Simple	Tandem	Tridem								
C	2	5	2	4			0.002	0.004	0.008	0.004	33.066	24,138	97	
C	2	6.67	2	14			0.338	0.676	5.436	2.718	39.548	28,870	78,469	
C	4	6.67	2	14	36		2.38	4.76	11.272	2.818	39.548	57,740	162,711	
C	2	3.26	2	14		50	0.338	0.676	6.716	3.358	27.592	20,142	67,637	
	7	6.67	2	14			3.02	6.04	19.026	2.718	39.548	101,045	274,640	
A	6	5.18	2	14	36		0.338	2.028	16.908	2.818	33.702	73,807	207,988	
A	2	3.58	3	14			2.48	14.88	6.312	3.156	26.87	19,615	61,905	
A	2	3.58	3	14	36		0.338	0.676	10.396	5.198	28.513	20,815	108,196	
B	4	3.58	3	14	36		2.38	4.96	22.952	5.738	28.513	41,629	238,867	
A	4	3.58	3	14		50	0.338	1.352	21.192	5.298	28.513	41,629	220,550	
B	3	3.58	3	14	36		2.48	9.92	17.514	5.838	28.513	31,222	182,274	
C	4	4.6	4	14			0.338	1.352	29.912	7.478	31.702	46,285	346,119	
C	2	4.6	4	14	36		2.38	4.96	15.156	7.578	31.702	23,142	175,370	
C	4	4.6	4	14			2.38	9.52	29.912	7.478	31.702	46,285	346,119	
C	8	4.6	4	14			0.338	2.704	60.624	7.578	31.702	92,570	701,495	
					36		2.38	19.04						
							2.38	19.04						
							2.48	19.84						
TOTAL				56 Vehículos mixtos/día			factor de carril = 1		factor de direccional = 2		ESALs de diseño		3,172,440.00	6.3449E+06

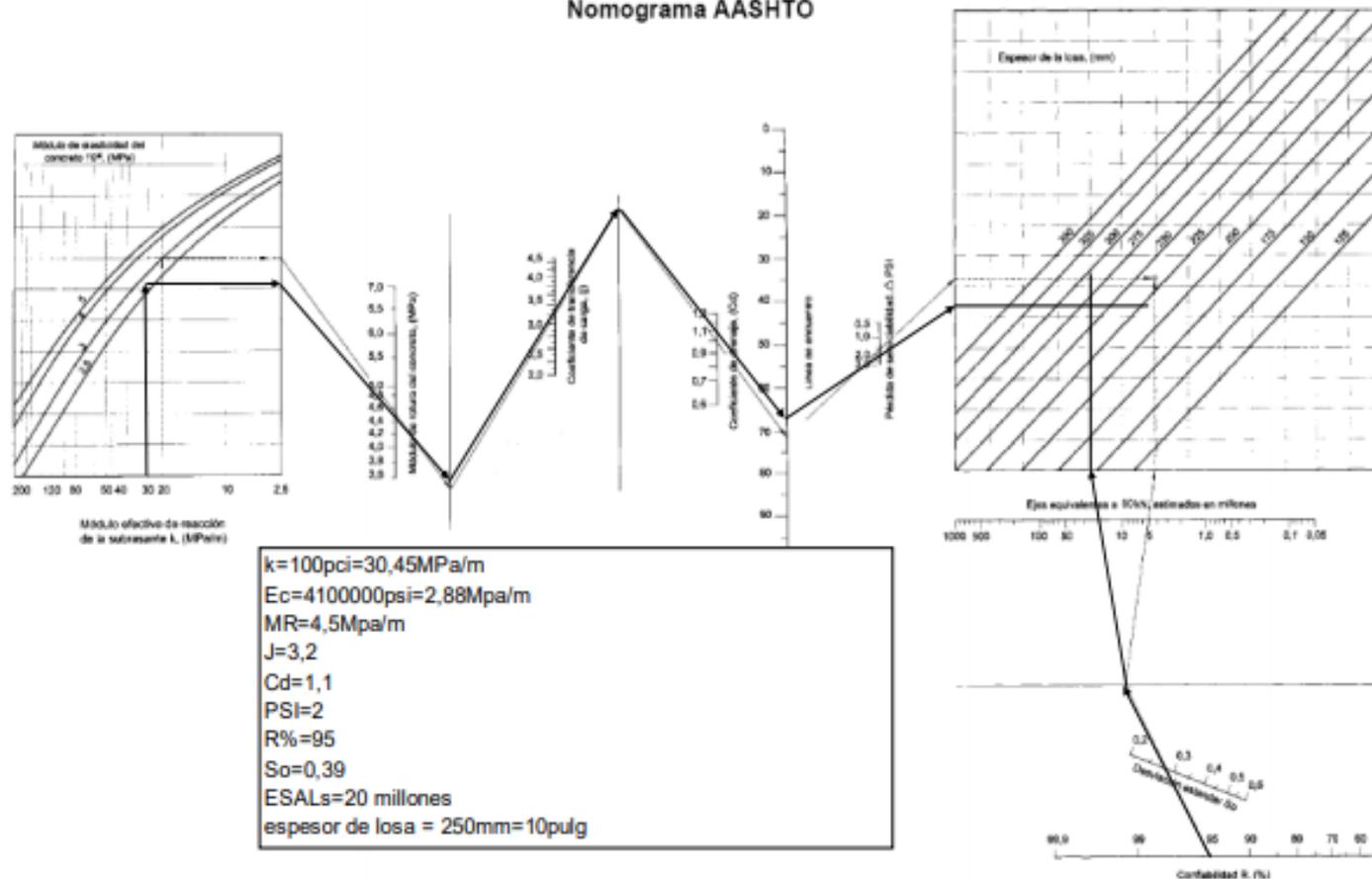
REVISION DE DISEÑO POR CARGA AL CENTRO DE LA LOSA										
Espesor de losa asumido (pulg) 8										
calculo diferencial positivo F=18.154										
		Ensayo vial	Proyecto de	calculos auxiliares para juntas con pasajuntas						
		AASHTO	diseño	TD neg 'F	=	5.247				
Radio de rigidez I (pulg)		42.668	33.438	Ghum 'F	=	20				
factor de friccion F		1.066	1.066	Inercia I (pulg 4)	=	0.049087				
Valor de (log. b)		-1.426	-1.24	OPENING	=	0.017527				
esf. Producido por la carga a		170.864	145.739	BETA	=	0.710371				
esf. Producido por la carga a		306.129	317.653	Bs tres s	=	3058.14				
Valor G		-0.176		ESAL s en millones =	=	6.344878				
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								
REVISION DE DISEÑO POR CARGA EN LA JUNTA										
Junta con	espaciamiento	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 REVISIÓN DE DISEÑO POR CARGA AL CENTRO Y EL LA JUNTA DE LA LOSA			
Datos requeridos para el diseño	Ensayo vial AASHTO	Del 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
Espaciamiento 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

Por lo tanto:

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

Figura 7-28
Nomograma AASHTO



“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

4.1.3 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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

32	771417.311	9144993.554	1644.976	B
33	771418.116	9144993.110	1645.346	CAJA-D
34	771430.734	9145003.336	1646.774	CAJA-D
35	771436.093	9145007.895	1646.874	CAJA-D
36	771416.515	9144993.542	1645.000	M2
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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

69	771369.477	9145048.799	1643.518	V
70	771364.868	9145052.792	1643.487	CASA
71	771365.508	9145053.290	1643.478	V
72	771365.576	9145053.324	1643.151	F
73	771365.730	9145053.415	1643.157	F
74	771365.727	9145053.460	1643.304	B
75	771365.161	9145053.154	1643.247	V
76	771359.328	9145059.043	1643.376	CASA
77	771359.757	9145059.457	1643.376	V
78	771359.946	9145059.004	1643.369	CAJA-D
79	771354.440	9145064.159	1643.401	CASA
80	771355.071	9145064.730	1643.399	V
81	771355.275	9145063.910	1643.396	CAJA-A
82	771354.941	9145064.287	1643.404	CAJA-A
83	771352.383	9145068.259	1643.389	P
84	771350.328	9145068.608	1643.498	CASA
85	771350.962	9145069.153	1643.498	V
86	771350.413	9145068.914	1643.601	CAJA-A
87	771346.123	9145073.061	1643.720	CASA
88	771346.777	9145073.636	1643.668	V
89	771356.644	9145072.924	1643.955	V
90	771355.838	9145072.236	1643.729	R
91	771356.380	9145071.592	1643.946	V
92	771358.040	9145070.175	1643.963	V
93	771360.451	9145071.204	1643.976	V
94	771359.943	9145072.008	1643.962	R
95	771358.585	9145072.411	1643.961	LC
96	771360.486	9145071.210	1643.863	R
97	771361.197	9145071.723	1643.876	R
98	771365.182	9145076.121	1643.968	V
99	771366.777	9145077.398	1643.953	V
100	771367.410	9145076.629	1643.924	S
101	771365.860	9145075.392	1643.898	S
102	771370.201	9145081.565	1643.912	LC
103	771370.921	9145080.649	1643.950	V
104	771371.510	9145079.863	1643.942	S
105	771370.600	9145080.098	1643.881	P

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Tabla 30: Tabla 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

4.1.4 Determinación de resultados de Diseño de Tráfico

Los preparativos para el Estudio se iniciaron el 05 de abril con la elaboración del Plan de Estudio del IMD, para ello realizamos coordinaciones previas con los representantes de las instituciones públicas como: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones (MTC), de acuerdo a las normas establecidas por este Ministerio, coordinamos con la Municipalidad Provincial de Rioja.

El recojo de información se realizó durante 07 días, desde el lunes 05 al Domingo 11 de abril 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.

Procesamiento de datos, control de calidad, sistematización y presentación de os resultados

Procesamiento de la encuesta

Las fases por las que pasó la encuesta fueron las siguientes:

- ✦ Diseño de los formatos de la encuesta.
- ✦ Corrección y diseño definitivo de la encuesta.
- ✦ Taller de capacitación para los encuestadores.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- ✦ Encuesta piloto y ensayos.
- ✦ Operación de campo.
- ✦ Acumulación de las encuestas.
- ✦ Revisión e identificación de errores.
- ✦ Corrección de los errores.
- ✦ Evaluación final de las encuestas e informe del coordinador de la encuesta.

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 31: Total de Vehículos por estación, turno día

TRÁFICO ACTUAL DEL TRAMO											
TIPO DE VEHICULO	Auto	Camioneta Rura	Camioneta Pick Up	Panel	Combi Rural	Micro	Ómnibus (dos ejes)	Ómnibus (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 32: 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 33: Tráfico actual – calles del pueblo de Pósic

TRÁFICO ACTUAL DEL TRAMO											
TIPO DE VEHICULO	Auto	Camioneta Rura	Camioneta Pick Up	Panel	Combi Rural	Micro	Ómnibus (dos ejes)	Ómnibus (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 34: Proyección de tráfico normal

PROYECCIÓN DE TRÁFICO NORMAL "SIN PIP"												
Año Relativo	Año Cronológico	Auto	Station Wagon	Camioneta Pick Up	Panel	Combi Rural	Micro	Ómnibus (dos ejes)	Ómnibus (tres ejes)	Camión (dos ejes)	Camión (tres ejes)	Tráfico total
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)=(3)+...+(12)
1	2,018	218	49	16	0	0	11	0	0	23	1	318
2	2,019	229	52	17	0	0	12	0	0	24	1	335
3	2,020	235	53	18	0	0	12	0	0	25	1	344
4	2,021	241	55	18	0	0	13	0	0	26	1	354
5	2,022	248	56	19	0	0	13	0	0	27	1	364
6	2,023	254	58	19	0	0	13	0	0	28	1	373
7	2,024	261	59	20	0	0	14	0	0	29	1	384
8	2,025	268	61	20	0	0	14	0	0	30	1	394
9	2,026	275	62	21	0	0	14	0	0	31	1	404
10	2,027	282	64	21	0	0	15	0	0	32	1	415

Tabla 35: Proyección de tráfico generado

PROYECCIÓN DEL TRÁFICO INCREMENTAL "CON PIP" (tráfico generado)												
Año Relativo	Año Cronológico	Auto	Station Wagon	Camioneta Pick Up	Panel	Combi Rural	Micro	Ómnibus (dos ejes)	Ómnibus (tres ejes)	Camión (dos ejes)	Camión (tres ejes)	Tráfico total
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)=(3)+...+(12)
1	2,018	33	7	2	0	0	2	0	0	3	0	47
2	2,019	34	8	3	0	0	2	0	0	4	0	51
3	2,020	35	8	3	0	0	2	0	0	4	0	52
4	2,021	36	8	3	0	0	2	0	0	4	0	53
5	2,022	37	8	3	0	0	2	0	0	4	0	54
6	2,023	38	9	3	0	0	2	0	0	4	0	56
7	2,024	39	9	3	0	0	2	0	0	4	0	57
8	2,025	40	9	3	0	0	2	0	0	5	0	59
9	2,026	41	9	3	0	0	2	0	0	5	0	60
10	2,027	42	10	3	0	0	2	0	0	5	0	62

Tabla 36: Proyección de tráfico total

PROYECCIÓN DEL TRÁFICO TOTAL (Tráfico normal + tráfico generado)												
Año Relativo	Año Cronológico	Auto	Station Wagon	Camioneta Pick Up	Panel	Combi Rural	Micro	Ómnibus (dos ejes)	Ómnibus (tres ejes)	Camión (dos ejes)	Camión (tres ejes)	Tráfico total
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)=(3)+...+(12)
1	2,018	251	56	18	0	0	13	0	0	26	1	365
2	2,019	263	60	20	0	0	14	0	0	28	1	386
3	2,020	270	61	21	0	0	14	0	0	29	1	396
4	2,021	277	63	21	0	0	15	0	0	30	1	407
5	2,022	285	64	22	0	0	15	0	0	31	1	418
6	2,023	292	67	22	0	0	15	0	0	32	1	429
7	2,024	300	68	23	0	0	16	0	0	33	1	441
8	2,025	308	70	23	0	0	16	0	0	35	1	453
9	2,026	316	71	24	0	0	16	0	0	36	1	464
10	2,027	324	74	24	0	0	17	0	0	37	1	477

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

Tabla 37: Resultado de 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	Coefficiente de Drenaje	Cd	1.10
10	Diferencia de Serviabilidad	(Δpsi)	2
11	Confabilidad	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 38: Resultado de 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	DESCRIPCIÓN	AREA (M2)	PERIMETRO (ML)	PP MAX (ML)/H año 2002	VOLUMEN (M3) AGUA	Q (L/S)	V (M/S)	SECCION CUNETAS (CM)	NUMERO DESFOGUES
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

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

4.2 DISCUSIÓN

Los estudios topográficos en la localidad de Pósic 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 tendría que 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 pavimento rígido para mejorar la transitabilidad en el jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic – provincia de Rioja – Perú 2021” sirve de base para realizar futuros proyectos de pavimentación en la localidad.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ✦ El diseño de pavimento rígido del presente proyecto cumple con los parámetros de comportamiento obtenidos de los estudios realizados de la localidad de Pósic, 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

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 del jirón Santo Toribio cuadras 02,03,04 y 05 de la localidad de Pósic – provincia Rioja 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 VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✦ (MIT), m. d. (2014). ANUARIO ESTADÍSTICO DE TRANSPORTE DE NICARAGUA. NICARAGUA: LA PRENSA.
- ✦ AURELIO, C. Z. (2014). MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL A NIVEL DE PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AVENIDA SIMÓN BOLÍVAR DE LA CIUDAD DE ARAPA – PROVINCIA DE AZÁNGARO - PUNO. PUNO: NORMA.
- ✦ Campos, Á. F. (2016). ESTUDIO PROSPECTIVO: REGIÓN LA LIBERTAD AL 2030. TRUJILLO. CHILE, M. D. (2013). Infraestructura Logística en Chile y sus Perspectivas. CHILE.
- ✦ Comunicaciones, M. d. (2015). CARACTERIZACIÓN DEL DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA. CAJAMARCA.
- ✦ COMUNICACIONES, M. D. (2016). MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES. LIMA. Conroy, I. J. (2015). VIALIDAD Y TRANSPORTE LATINOAMERICANO. LIMA: G7 CONSULTORES SAC.
- ✦ 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.
- ✦ FONSECA, A. O. (2014). INGENIERÍA DE PAVIMENTOS: Fundamentos, estudios básicos y diseño (Colombia, Universidad Católica de ed., Vols. 4-5). BOGOTÁ: Stella Valbuena de Fierro.
- ✦ GUEVARA, M. E. (2015). PAVIMENTOS RÍGIDOS REFORZADOS CON FIBRAS DE ACERO 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

- ✦ NUÑEZ, F. A. (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. CARTAGENA DE INDIAS.
- ✦ PERÚ, M. d. (2013). MANUAL DE CARRETERAS SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS. lima: MACRO.
- ✦ PERÚ, M. d. (2014). MANUAL DE CARRETERAS DISEÑO GEOMÉTRICO. LIMA.
- ✦ SENCICO, M. D. (2013). CE.010 PAVIMENTOS URBANOS. LIMA.
- ✦ 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.
- ✦ 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.

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”

CAPÍTULO VII: ANEXOS

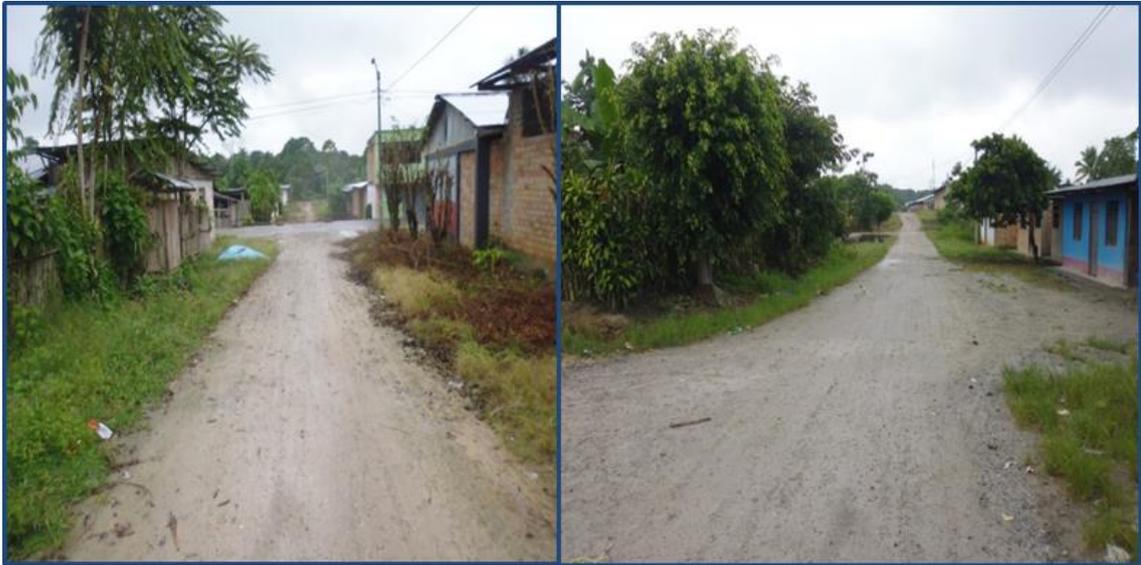


IMAGEN: Vías de accesos a ser mejoradas de la localidad de Pósic



IMAGEN: Jr. Buenos Aires

“Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia”



IMAGEN: Situación actual de las calles de la Localidad de Pósic