

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Análisis Técnico-Económico comparativo entre
estructuras de pavimento económico, en el Distrito
de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza -
Amazonas”**

**Tesis para obtener el Título Profesional de
Ingeniero Civil**

Autores:

**Bach. Miranda Diestra, Richer
Bach. Ramírez Ramírez, Fred Kevin**

Asesora:

**Ms. Ing. Álvarez Asto, Luz Esther
Código, ORCID: 0000-0001-9050-7611**

**Nuevo Chimbote - Perú
2023**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

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

**“ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE
ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO ECONOMICO, EN EL DISTRITO
DE MARISCAL BENAVIDES, PROVINCIA DE MENDOZA -
AMAZONAS”**

REVISADO Y APROBADO POR:

MS. Ing. Álvarez Asto Luz Esther
ORCID 0000-0001-9050-7611
Asesora

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE
ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO ECONOMICO, EN EL DISTRITO
DE MARISCAL BENAVIDES, PROVINCIA DE MENDOZA -
AMAZONAS”**

REVISADO Y APROBADO POR:

Dr. Ing. Abner Itamar León Bobadilla
Presidente
ORCID 0000-0002-4180-9362

Ms. Ing. Janet Verónica Saavedra Vera
Secretaria
ORCID 0000-0001-5316-5720

Ms. Ing. Alvarez Asto Luz Esther
Integrante
ORCID 0000-0001-9050-7611



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

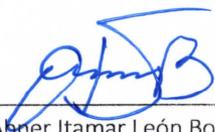
A los 02 días del mes de mayo del año dos mil veintitrés, siendo las 10: 00 horas de la mañana, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 511-2022-UNS-CFI, con fecha 14.10.2022, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Integrante), y Mg. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla (Accesitaria), y en base a la Resolución Decanal Nº 222-2023-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO ECONÓMICO, EN EL DISTRITO DE MARISCAL BENAVIDES, PROVINCIA DE MENDOZA - AMAZONAS", presentado por los Bachilleres: RAMIREZ RAMIREZ FRED KEVIN con cód. Nº 0200913011 y MIRANDA DIESTRA RICHER con cód. Nº 0200913029, quienes fueron asesorados por la docente, Ms. Luz Esther Álvarez Asto según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 458-2022-UNS-FI, de fecha 15.08.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

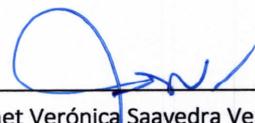
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MIRANDA DIESTRA RICHER	17	Bueno

Siendo las 11.00 de la mañana del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 mayo de 2023.



Dr. Abner Itamar León Bobadilla
Presidente



Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Secretaria



Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 02 días del mes de mayo del año dos mil veintitrés, siendo las 10: 00 horas de la mañana, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 511-2022-UNS-CFI, con fecha 14.10.2022, integrado por los siguientes docentes: Dr. Abner Itamar León Bobadilla (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Integrante), y Mg. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla (Accesitaria), y en base a la Resolución Decanal N° 222-2023-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO ECONÓMICO, EN EL DISTRITO DE MARISCAL BENAVIDES, PROVINCIA DE MENDOZA - AMAZONAS", presentado por los Bachilleres: RAMIREZ RAMIREZ FRED KEVIN con cód. N° 0200913011 y MIRANDA DIESTRA RICHER con cód. N° 0200913029, quienes fueron asesorados por la docente, Ms. Luz Esther Álvarez Asto según lo establece la T. Resolución Decanal N° 458-2022-UNS-FI, de fecha 15.08.2022.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

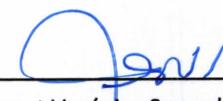
BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
RAMIREZ RAMIREZ FRED KEVIN	17	Bueno

Siendo las 11.00 de la mañana del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 02 mayo de 2023.



Dr. Abner Itamar León Bobadilla
Presidente



Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Secretaria



Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Integrante

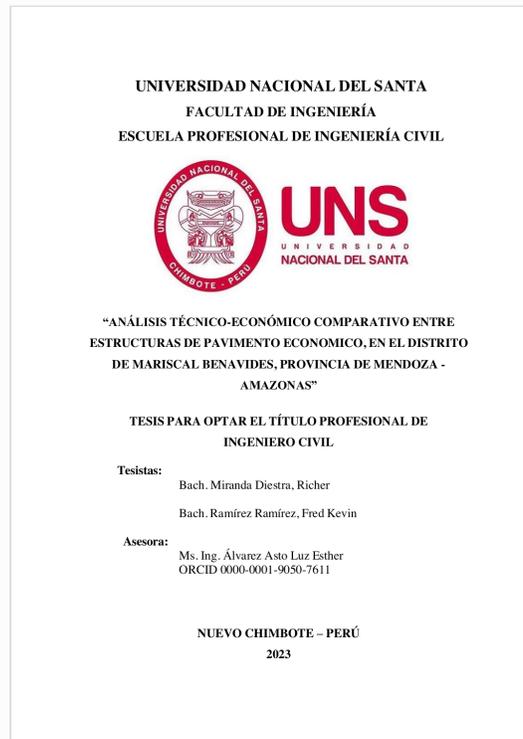


Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Miranda Diestra, Richer - Ramírez Ramírez, Fred Kevin
Título del ejercicio: TESIS
Título de la entrega: ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE ESTR...
Nombre del archivo: TESIS_AMAZONAS_2023_-_tyrnitin.pdf
Tamaño del archivo: 2.76M
Total páginas: 109
Total de palabras: 21,378
Total de caracteres: 107,657
Fecha de entrega: 19-ene.-2024 04:25p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2274021333



ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO ECONOMICO, EN EL DISTRITO DE MARISCAL BENAVIDES, PROVINCIA DE MENDOZA - AMAZONAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

13%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	mef.gob.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
7	vsip.info Fuente de Internet	1%
8	prodapp.seace.gob.pe Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

A mi Señor Jesús: por su infinito amor y grande misericordia, por todas las bendiciones por todo lo que acontece en mi vida, *porque la Gloria y la Honra es únicamente para él.*

A mis Padres Fernando y Adriana: Por todo el amor y dedicación por el ejemplo recibido en cada momento de la vida, por creer siempre en mí por enseñarme que en esta vida lo más importante es la familia que más allá de las circunstancias todo estará bien siempre que estemos juntos.

A mi hermana Dania: Por ser mi cómplice de vida, por el apoyo por sus consejos y por simplemente estar ahí en todo momento riendo y llorando cayéndonos y levantándonos aprendiendo el uno de la otra.

A mis Abuelos, primos, Tíos Augusto y Gilmer: Por hacerme parte de una familia fuerte y unida llena de valores el soporte ideal para desarrollar el carácter, afrontar las dificultades y saber que siempre cuento con su apoyo, en especial a mis *Abuelitos, patriarcas de la familia, Teófilo y Alejandro, ausentes en cuerpo, pero vivos en el recuerdo con mucho amor.*

A mi esposa Esmeralda: Por ser mi compañera de vida por el amor y apoyo incondicional, por más de 15 años de historia juntos en las buenas y malas, superando adversidades, pero tomados de la mano de Dios caminando y cumpliendo cada una de nuestras metas.

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado la vida, acompañándome a lo largo de mi carrera, por ser mi luz en mi camino, por darme la sabiduría y fortaleza para alcanzar mis objetivos.

A mis padres Freddy y Melva, por el enorme esfuerzo que hicieron por mí, en el transcurso de mis estudios, por aconsejarme y estar siempre a mi lado, por su apoyo incondicional, dándome la confianza necesaria para poder recorrer este camino de mi carrera profesional.

A mis tías y mi abuelita Ana, por su gran apoyo, sus buenos deseos, y por estar siempre a mi lado, por haberme dado los mejores ánimos, para culminar mis estudios y no flaquear en mi camino profesional.

A mis Hijos Neithan y Fabrizio, que son el motivo del día a día para seguir adelante y ser mejor cada día, los llevo en mi corazón.

A mi Esposa Rubi, mi brazo derecho que, con su apoyo y confianza, bajo la bendición de dios seguiremos triunfantes frente a todo obstáculo en nuestro presente y futuro, los amo.

Bach. Ramírez Ramírez Fred Kevin

AGRADECIMIENTO

Nuestro agradecimiento a Dios, por iluminarnos y bendecirnos, en todo este difícil camino, a nuestros maestros e ingenieros de nuestra respetable escuela académica profesional de ingeniería civil en la prestigiosa Universidad Nacional del Santa, por impartirnos sus conocimientos y que servirán para nuestro desarrollo profesional.

A nuestro primer asesor Ing. Cirilo Lino Olascuaga Cruzado, por darnos la primera guía en el desarrollo de nuestra investigación, y que sus enseñanzas vivirán en nosotros, a pesar de su pronta partida.

A nuestra asesora Ing. Luz Álvarez Asto, por sus precisas sugerencias, apoyo y preocupación para el desarrollo de la presente investigación.

INDICE GENERAL

	PAG.
PORTADA O CARÁTULA	i
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes del problema	2
1.2 Formulación del problema	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3 Objetivos	5
1.3.1 Objetivo General	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Justificación	5
1.5 Limitaciones del trabajo	6
1.6 Formulación de hipótesis	7
II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes de la investigación	9
2.1.1 Internacionales	9
2.1.2 Nacionales	12
2.2 Base teórica	16
2.2.1 Pavimento	16
2.2.2 Pavimentos según la distribución de cargas	17
2.2.3 Caminos por tipo de superficie de rodadura	19
2.2.4 Caminos con pavimentos económicos	19
2.2.5 Estabilización De Suelos	20
2.2.6 Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos	23
2.2.7 Suelos	26
a) Clasificación de suelos	26
b) Granulometría	29
c) Contenido de Humedad	30
d) Plasticidad	31

2.2.8	Subrasante	31
a)	Compactación	32
b)	Ensayo California Bearing Ratio (CBR)	33
c)	Estabilidad Volumétrica	34
d)	Resistencia	35
e)	Permeabilidad	35
f)	Compresibilidad	36
g)	Durabilidad	36
2.2.9	Determinación de la sección de capa de afirmado	37
2.2.10	Metodología de diseño AASHTO 93	37
2.2.11	Tráfico Vehicular	40
2.2.12	Evolución económica de los pavimentos	42
2.3	Definición de términos	43
2.4	Marco normativo	45
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	47
3.1	Tipo de investigación	48
3.2	Nivel de investigación	48
3.3	Diseño de investigación	49
3.4	Unidad de análisis	49
3.5	Ubicación	50
3.6	Población y muestra	50
3.6.1	Población	50
3.6.2	Muestra	52
3.7	Variables	55
3.7.1	Variables independientes	55
3.7.2	Variables dependientes	55
3.7.3	Matriz de consistencia	56
3.7.4	Operacionalización de variables	57
3.8	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	59
3.8.1	Diseñar la estructura del pavimento para la localidad de michina	59
3.8.2	Para comparar las estructuras obtenidas de los diferentes tipos de pavimentos económicos según las normas establecidas	60
3.8.3	Analizar la mejor alternativa técnico económica, con las características geotécnicas idóneas entre los diferentes tipos de	

estructuras diseñadas	61
3.8.4 Seleccionar la estructura de pavimento económico más adecuada para la localidad de Michina	57
3.9 Procedimientos	61
3.10 Procesamiento y análisis de datos	67
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	70
4.1 Análisis e interpretación de resultados	70
4.1.1. Diseño de la estructura de los diferentes tipos de pavimentos económicos	70
4.1.2. Comparación de las estructuras obtenidas de los diferentes tipos de pavimentos económicos según las normas establecidas.	85
4.1.3. Análisis de la mejor alternativa técnico económica, con las características geotécnicas idóneas entre los diferentes tipos de estructuras diseñadas.	89
4.1.4. Selección de la estructura de pavimento económico más adecuada para la localidad de Michina.	92
4.2 Discusión	101
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
5.1 Conclusiones	108
5.2 Recomendaciones	110
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES	111
VII. ANEXOS	115
ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO	
ANEXO 02: PRESUPUESTO	
ANEXO 03: ESTUDIO DE TRÁFICO	
ANEXO 04: DISEÑO DE PAVIMENTOS	
ANEXO 05: CALCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR	
ANEXO 06: ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	

ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Clasificación de aditivos estabilizadores	22
Tabla 2. Clasificación basada en una proposición original de Kopecky	26
Tabla 3. Tamices y aberturas para análisis granulométrico	29
Tabla 4. Clasificación de suelos según Tamaño de partículas	30
Tabla 5. Clasificación de suelos según plasticidad	31
Tabla 6. Categorías de Subrasante	33
Tabla 7. Diferencia de Serviciabilidad en base al tipo de camino y ejes acumulados	38
Tabla 8. Coeficientes estructurales de las capas del pavimento ai	39
Tabla 9. Puntos de investigación de acuerdo con el tipo de vía urbanas	53
Tabla 10. Número de calicatas para exploración de suelos – Carreteras	53
Tabla 11. Selección, Tamaño y Tipo de la Muestra	54
Tabla 12.: Matriz de consistencia.	56
Tabla 13. Operacionalización de variable independiente	57
Tabla 14. Operacionalización de variable dependiente	58
Tabla 15. Coeficientes estructurales de las capas tratada ai con cemento y cal.	66
Tabla 16. Parámetros para calcular el costo de operación vehicular	67
Tabla17. Clasificación de suelos y límites de consistencia	72
Tabla 18. Resultados del Ensayo CBR/ Proctor Modificado de la subrasante	75
Tabla 19. Parámetros de diseño del pavimento para el periodo de 20 años para la localidad de Michina	78
Tabla 20. Diseño del pavimento flexible subrasante natural y con adicción de cal para la localidad de Michina	79
Tabla 21. Diseño del pavimento flexible subrasante natural y con adicción de	80

cemento para la localidad de Michina

Tabla 22. Diseño del pavimento Rígido subrasante natural y con adicción de cal para la localidad de Michina	81
Tabla 23. Diseño del pavimento Rígido subrasante natural y con adicción de cemento para la localidad de Michina	82
Tabla 24. Diseño del pavimento- Afirmado para la localidad de Michina	83
Tabla 25. Parámetros de diseño de capas estabilizadas para el periodo de 10 años para la localidad de Michina	84
Tabla 26. Diseño del pavimento para periodo de diseño 10 años -Capa superficial asfáltica	84
Tabla 27. Inversión inicial de alternativas de pavimento para periodo de diseño 20 años para la localidad de Michina	92
Tabla 28. Inversión inicial de alternativas de pavimento para periodo de diseño 10 años para la localidad de Michina	96
Tabla 29 Inversión inicial de alternativas de pavimento para periodo de diseño 10 años para la localidad de Michina	98
Tabla 30 Partidas necesarias en el presupuesto para la pavimentación de la localidad de Michina	101

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Estructura de un pavimento flexible	18
Figura 2. Estructura de un pavimento rígido	19
Figura 3. Clasificación de caminos por tipo de superficie de rodadura	19
Figura 4. Tipos de estabilización para caminos por tipo de superficie de rodadura.	21
Figura 5. Proceso para la Identificación del tipo del suelo.	24
Figura 6. Proceso de selección del Tipo de Estabilización	25
Figura 7. Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO	27
Figura 8 Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS	28
Figura 9: Grafica para determinar el CBR	34
Figura 10. Ubicación geográfica de la ciudad de Michina,	51
Figura 11. Ubicación de las calicatas realizadas	55
Figura 12. Proceso de elección de pavimento económico para la zona de Michina	63
Figura 13. Proceso de diseño de pavimento según la guía AUSTROADS- NAASRA para la zona de Michina.	64
Figura 14. Proceso de diseño de pavimento económico método AASHTO para la zona de Michina	65
Figura 15. Granulometría de la Calicata C- 01.	70
Figura 16. Granulometría de la Calicata C- 02	71
Figura 17. Granulometría de la Calicata C- 03	72
Figura 18. Curva de compactación Proctor Calicata C- 01	73
Figura 19. Curva de compactación Proctor Calicata C- 02	74
Figura 20. Curva de compactación Proctor Calicata C- 03	74
Figura 21. CBR-Proctor modificado de la Subrasante	75
Figura 22. Estabilización del suelo con CAL	76

Figura 23. Estabilización del suelo con Cemento	77
Figura 24. Espesores de las capas del pavimento flexible con Estabilización del suelo con Cal	79
Figura 25. Espesores de las capas del pavimento flexible con Estabilización del suelo con Cemento	81
Figura 26: Espesores de las capas del pavimento rígido con Estabilización del suelo con Cal	82
Figura 27: Espesores de las capas del pavimento rígido con Estabilización del suelo con Cemento	83
Figura 28: Espesores De Pavimentos Económicos periodo 20 años	85
Figura 29: Espesores De Pavimentos Económicos periodo 10 años	86
Figura 30: Evaluación de la capacidad resistente de la subrasante	87
Figura 31: Tendencia del optimo contenido de humedad al adicionar % cemento y % de cal.	88
Figura 32: Tendencia de la Máxima Densidad Seca al adicionar % cemento y % de cal	89
Figura 33. Comparación de Diseño del pavimento subrasante natural con adición de cemento y cal para la localidad de Michina periodo 20 años.	90
Figura 34. Comparación de Diseño del pavimento subrasante natural con adición de cemento y cal para la localidad de Michina periodo 10 años	91
Figura 35. Comparación de inversión inicial alternativas de pavimentación a 20 años para la localidad de Michina	93
Figura 36. Comparación de inversión inicial por metro cuadrado de alternativas a 20 años para la localidad de Michina	94
Figura 37. Comparación de Análisis de los Costos de operación vehicular de alternativas a 20 años para la localidad de Michina	95
Figura 38. Comparación de inversión inicial alternativas de pavimentación a 10 años para la localidad de Michina	96
Figura 39. Comparación de Análisis de los Costos de operación vehicular de alternativas a 10 años para la localidad de Michina	97
Figura 40: Comparación de beneficios incrementales por cada alternativa de Pavimentación para la localidad de Michina	98

Figura 41. Análisis de la rentabilidad de la inversión por cada alternativa de Pavimentación para la localidad de Michina	99
Figura 42. Comparación de partidas necesarias para alternativas de pavimentación a 10 años para la localidad de Michina.	100

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 01. Método NAASRA determinación de espesor de capa trabajada Con afirmado	37
Ecuación 02. Método AASHTO 93	38
Ecuación 03. Cálculo número estructural propuesto	39
Ecuación 04. Determinación IMDA proyectado	40
Ecuación 05. Determinación de ESAL	41
Ecuación 06. Determinación de capas tratadas	66
Ecuación 07. Determinación del costo de operación vehicular	67
Ecuación 08. Determinación del VAN	67
Ecuación 09. Determinación del TIR	67

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de la parte económica y técnica entre pavimentos económicos para la localidad de Michina, distrito Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza – Amazonas. Para ello se evaluó el suelo natural de la zona y caracterizado, según la clasificación SUCS, como suelo limoso y AASHTO, como A-4, así mismo se consideró mejorar el suelo con cal en porcentajes de 2%, 5% y 8%; así como, con cemento en porcentajes de 5%, 8% y 12%. La metodología aplicada en esta investigación es Descriptiva – Explicativa. El desarrollo de la investigación es mediante un enfoque cuantitativo y cualitativo con un muestreo no probalístico. De los resultados se determinó que al 12% de cemento el pavimento tiene un muy buen comportamiento, en cuanto al paquete estructural, De igual manera pasó cuando se le agregó cal, al incrementarse los porcentajes, mejoraban las propiedades, se determinó que con 8% de cal, el CBR alcanza su mejor comportamiento. Los pavimentos económicos que se analizaron, fueron: Micropavimento, Mortero Asfáltico, Tratamiento Superficial Bicapa, y el Pavimento Asfáltico Delgado, de los cuales el que tuvo mejores resultados fue el mortero asfáltico, encontrándose un espesor de pavimento al mejorarlo con cal, con el resultado de espesor total de 35.5 cm, donde la Sub base granular es de 18 cm. base granular de 16.25 cm. y carpeta de rodadura es de 1.2 cm obteniendo un costo de inversión de S/. 6,078,550.16 nuevos soles con un TIR de 13.86%.

Palabras claves: Pavimentos Económicos, Análisis Técnico, Análisis Económico

ABSTRACT

The objective of this research is to carry out a comparative analysis of the economic part between economic pavements for the town of Michina, Mariscal Benavides district, Province of Mendoza - Amazonas. For this, the natural soil of the area was evaluated and characterized, according to the SUCS classification, as silty soil and AASHTO, as A-4, likewise the soil will be improved with lime in percentages of 2%, 5% and 8%; as well as, with cement in percentages of 5%, 8% and 12%. The methodology applied in this research is Descriptive - Explanatory. The development of the research is through a quantitative and qualitative approach with a non-probability sampling. From the results it will be prolonged that at 12% cement the pavement has a very good behavior, in terms of the structure. In the same way it happened when lime was added, as the percentages increased, the properties improved, they weakened than with 8% of cement. lime, the CBR reaches its best behavior. The economic pavements that were analyzed were: Micropavements, Asphalt Mortar, Bilayer Surface Treatment, and Thin Asphalt Pavement, of which the one that had the best results was the asphalt mortar, finding a pavement thickness when improving it with lime, with the result total thickness of 35.5 cm, where the granular sub-base is 18 cm. 16.25 cm granular base. and tread layer is 1.2 cm, obtaining an investment cost of S/. 6,078,550.16 nuevos soles with an IRR of 13.86%.

Keywords: Economic Pavements, Technical Analysis, Economic Analysis

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Consolidar (estabilizar) un suelo a lo largo del tiempo ha sido un factor relevante en el tiempo de ejecutar proyectos de carreteras, canales, edificaciones, etc. debido a que sobre éste descansan las estructuras y, (Auccalla Gamarra, 2019) éstos deben ser capaces de soportar las cargas a las que serán sometidas sin que sufran deformaciones considerables, es por ello que desde hace tiempo son utilizados diversas formas de estabilización que han sido eficaces al momento de mejorar el suelo de baja capacidad de soporte. Sin embargo, muchos de estos son costosos lo cual resulta poco probable usarlos o peor aún generan un gran impacto negativo en el medio ambiente. Se sabe que en la amazonia del Perú la conexión de muchas de sus localidades ha sido realizadas sin proyectos de carreteras adecuados los cuales son deficientes es decir no hay estudios adecuados, ni mucho menos diseños de la estructura del pavimento que responda a las necesidades de tránsito y las condiciones geotécnicas de las zonas.

Según los investigadores de Conservation Strategy Fund (CSF), indican que aquellas carreteras que no han sido evaluadas oportuna y convenientemente ocasionan daños económicos, sociales e impactando al medio ambiente, ya que en vez de ser una alternativa para el desarrollo económico al unir dos localidades puede terminar ocasionando mayores costos ambientales (mayor deforestación del lugar en 49%) lo cual se traduce en una pérdida de \$US 173 millones, de igual manera mayores gastos en mantenimiento. Una publicación de la revista *Proceedings of the Nacional Academy of Sciences* (PNAS) indica que después de analizar el impacto económico, ambiental y social de 75 proyectos de

carreteras previstos encontraron aproximadamente el 50% de los proyectos no son viables hablando en términos económicos y en cuanto a la parte ambiental la deforestación de varias hectáreas es indudablemente una pérdida considerable aproximadamente del 10% ya que se perderá una parte de la selva.

Se sabe además que la actividad económica en el país viene incrementándose entre un 5% del PBI, esto según la comisión de transportes y comunicaciones (MTC,2021), y es necesario reactivar esta economía luego de la pandemia COVID- 19 de todos los departamentos, provincias, distritos y localidades. La provincia de Rodríguez de Mendoza tiene la necesidad de mejorar su economía a través de las localidades que la integran, siendo una de estas es de Michina una localidad que pertenece al distrito de Mariscal Benavides, sin embargo, existe una problemática que perjudica el crecimiento de la economía que son las carreteras rurales en mal estado con muchas deficiencias las cuales no han sido tratadas adecuadamente y sumado a esto la poca inversión para el mantenimiento por parte de las instituciones del estado, por ello; es importante buscar e investigar alternativas que se amolden a las cualidades geotécnicas, topográficas y de transporte de la zona con la finalidad que sean viables económicamente, socialmente y que mantengan el medio ambiente en equilibrio sin impactos negativos.

La localidad de Michina pertenece al Distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Rodríguez de Mendoza – Amazonas, tiene su crecimiento económico apoyado en la producción agrícola, ganadera y lugares turísticos pero este desarrollo económico se ve paralizado debido a la falta de vías debidamente pavimentadas que respondan a las condiciones de tráfico, geotecnia y del clima haciendo que transitar por estas sea inseguro, costoso e incómodo, lo cual repercute

directamente en la economía de los pobladores, ya que incrementa el costo del mantenimiento de los vehículos, el tiempo de viaje, y el incremento de enfermedades bronco respiratorias.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Como se ha indicado en ítem anterior la vía no cumple con las condiciones de seguridad, comodidad y economía, esto debido al mal estado que esta vía se encuentra entre las cuales tenemos: la Circulación de vehículos de carga pesada mayores a los que la vía soporta sin deformarse, el crecimiento de vegetación, la falta de drenajes o pendientes para mitigar las escorrentías de aguas lluvias, la falta de recursos para el mantenimiento sumado a esto el desentendimiento por parte de las entidades públicas, originando daños continuos a las ya de por si precarias vías que existen en la localidad. Este sector, al estar posicionado entre pendientes, provoca que las aguas resultantes de las lluvias fluyan por las vías formando canales naturales, quienes, al no tener un lugar por donde evacuar, se empozan e inician con la formación de bache, huecos, expansión del material en las vías. Ante esta situación no formulamos las siguientes preguntas:

PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la mejor alternativa técnica - económica entre los diversos tipos de pavimentos económicos para la Localidad de Michina, Distrito Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza - Amazonas?

PROBLEMAS ESPECÍFICOS

—¿Cuál es el Diseño óptimo de la estructura del pavimento para la localidad de Michina?

- ¿Qué diferencias existen entre distintos tipos de pavimentos económicos según las normas establecidas
- ¿Cuál será la mejor alternativa de pavimentos económicos con las características geotécnicas idóneas para la localidad de Michina?
- ¿Cuál será la estructura de pavimento económico más adecuado para ser colocado en la localidad de Michina?

1.3. OBJETIVOS:

– OBJETIVO GENERAL

- Realizar un análisis comparativo de la parte económica y técnica entre pavimentos económicos para la localidad de Michina, distrito Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza – Amazonas.

– OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la estructura de los diferentes tipos de pavimentos económicos.
- Comparar las estructuras obtenidas de los diferentes tipos de pavimentos económicos según las normas establecidas.
- Analizar la mejor alternativa técnico económica, con las características geotécnicas idóneas entre los diferentes tipos de estructuras diseñadas.
- Seleccionar la estructura de pavimento económico más adecuada para la localidad de Michina.

1.4. JUSTIFICACIÓN

- Técnica, al determinar el tipo de estructura a implementarse en la zona de estudio en función al tipo de suelo de fundación, subrasante, las condiciones geotécnicas y de clima la vida útil se mantendrá para el tiempo que ha sido

considerado, la vía será capaz de resistir las cargas sin presentar deformaciones considerables, lo cual repercutirá en la disminución del costo de mantenimiento.

- **Social**, Considerar cuán importante es mejorar las vías en la zona ya que de esta manera se garantiza un estilo de vida donde la confortabilidad y la salud sean primero en la Localidad de Michina, y así aportar a disminuir del deterioro ambiental.
- **Económica**, al determinar la alternativa que se adapte a las condiciones de tránsito, geotécnicas y de clima, tiene un efecto importante en el análisis costo beneficio debido a que no solo el costo de ejecución será menor sino también el mantenimiento, y esto a largo plazo ayuda a desarrollar la economía de la localidad y del país.

1.5. LIMITACIONES DEL TRABAJO

- **Social**, En cuanto a las limitaciones que se han presentado para realizar esta investigación debemos indicar que la más grande fue durante la situación de crisis sanitaria que hasta hoy en día se vive en el país y a nivel mundial. Desde el año 2020 la pandemia generada por el COVID-19, la cual fue declarada a nivel mundial generando el aislamiento y restricción de movilidad tal situación desencadenó en la suspensión de actividades académicas de forma presencial imposibilitando la revisión de información, el uso de laboratorios para realizar nuestros ensayos entre otros. De igual forma esta situación nos limitó las visitas a campo (zona donde se realizó la investigación).
- **Económica**, Los costos en cuanto a los pasajes, ensayos de laboratorios, y

materiales que se emplearon durante el desarrollo de la investigación se incrementaron ya que muchos laboratorios no presentaban atención regular debido a las crisis sanitarias ya mencionadas.

1.6. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.

- La mejor alternativa técnica - económica entre los tipos de pavimentos económicos analizados será la que mejore las características Geotécnicas de la subrasante de la vía y que al mismo tiempo sea más económica

CAPÍTULO II:

MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Tener una carretera en condiciones de Serviciabilidad aceptables, implica considerar diversas fases etapas de trabajo (Das B. M., 2015). Las cuales pueden ser configuradas a partir de la elaboración de la vía (perfilado, compactación y asfaltado) hasta la consolidación del suelo de fundación o subrasante, por insuficiencias geotécnicas; los que suelen ser frecuentes en zonas con elevado contenido de arcilla. (Landa y Alarcón, 2019, p.1)

2.1.1.A NIVEL INTERNACIONAL

Como antecedente internacional tenemos a:

García J. (2019), cuya investigación se denomina; “Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín” se propone investigar el comportamiento mecánico en un tipo de arcilla (caolín) al combinarla con cemento donde se adiciona ente el 0% y el 12% de peso en masa. Es una investigación aplicada experimental los ensayos que se desarrollaron fueron de resistencia a la compresión inconfiada y tracción indirecta esto para determinar la incidencia del cemento con la mezcla del suelo así mismo ensayos de caracterización del suelo. Encontrando los siguientes resultados:

- Al combinar 12% cemento el índice de plasticidad tiene una variación de 15.1 % a 12.75%.
- Al combinar 12% cemento y realizar un curado de 28 días alcanza la máxima resistencia de 2.42 Mpa lo cual representa al 40% de su incremento en base al suelo natural.
- Según las gráficas del comportamiento del material estudiado mediante

envolventes la resistencia a la compresión más alta es cuando se adiciona un porcentaje de 12 % de cemento y la resistencia a tracción al adicionar 10 %.

Concluye que mientras mayor es el porcentaje de cemento que se adicione al suelo se tendrá mejor resultado sin embargo también indica que el costo es elevado a comparación de otros materiales.

Rojas-Bonilla, E. Y. (2022), cuya investigación se denomina “Análisis Comparativo De Estructuras De Pavimento Sobre Suelos Estabilizados Con Cal Y Cemento”, esta investigación realizó el diseño del paquete estructural de un pavimento asentado sobre un suelo arcilloso, por lo cual se sometió a un proceso de estabilización con cemento y cal, este proceso se realizó dentro de la Universidad Francisco de Paula Santander. Se extrajeron los valores de CBR de la subrasante estabilizada con cal y cemento conforme a las dosificaciones empleadas en la tesis. Se aplicó el método racional con el cual permitió dimensionar las capas de la estructura del pavimento tanto para la de subrasante natural, como la estabilizada con cal y cemento, luego se realizó un análisis comparativo de cada estructura. Obteniendo los siguientes resultados:

- Aplicando el método de análisis económico y beneficio se determinó que para tráfico tipo 1 la opción más recomendable es el diseño con 3% de suelo estabilizado con cal, la opción más rentable para tráfico tipo 2 corresponde al 3% de suelo estabilizado con cal, y finalmente, para tráfico tipo 3, el proyecto de suelo estabilizado con cal al 6% corresponde a las otras opciones más viables.

Se concluye que la estabilización con adición de cemento es efectiva, pero comparada con la estabilización con cal, no es la mejor opción, debido a que las capas que forman la estructura del pavimento eran más gruesas debido a su mayor espesor. esta es una opción inviable.

Gavilanes Bayas, E.G. (2015), Cuya investigación se denomina “Estabilización Y Mejoramiento De Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial En El Sector De Santos Pampa Barrio Colinas Del Sur”, aquí se evalúa y analiza las propiedades físicas y mecánicas de la alteración del suelo en el sector de Santos Pampa en el barrio Colinas del Sur para lo cual se adicionó cal y cemento en distintos porcentajes con el fin de estabilizar la plasticidad del material de sub-rasante en la vía. Con el objetivo de hacer un análisis comparativo del cambio en el comportamiento de la resistencia del suelo con el aumento del contenido de cal y cemento:

- Después de realizar los análisis se obtuvo mediante los ensayos al suelo que; el porcentaje plausible se encuentra entre el 4 y el 6% considerando que el 4% es el estabilizante idóneo para este sector ya que es más barato (sea cal o cemento).

Se concluye que la plasticidad del suelo natural disminuye al adicionar cemento y cal, por otro lado, el método de compactación para los suelos naturales y estabilizados con cemento, son similares, además se denota una elevación en la densidad seca máxima y una reducción en el contenido óptimo de humedad.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL

Un primer trabajo corresponde a Angulo M. y Zavaleta C. (2020), su investigación titulada “Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas como capa de rodadura en la prolongación navarro cauper, distrito San Juan – Maynas – Iquitos, 2019” el objeto planteado fue conocer cómo actúan de las propiedades físicas – mecánicas de los suelos de Prolongación Navarro Cauper al ser estabilizados con cal hidratada y cal viva. Se considero una investigación de tipo aplicada con diseño experimental y con un enfoque tipo cuantitativo, aplica a demás una metodología deductiva. Entre los resultados obtuvieron los siguiente:

- El IP de un suelo arcillosos con alta plasticidad (A-7-6 (18)) se reduce del 33.09% a 31.25% al adicionar el 6% de cal hidratada y del 33.09% a 24.05% al adicionar el 6% de cal viva.
- El IP para el suelo arcilloso con baja plasticidad (A-6 (8)) se reduce del 20.88% a 17.92% al adicionar el 6% de cal hidratada y del 20.88% a 14.27% al adicionar el 6% de cal viva.
- En el suelo arcilloso con alta plasticidad se evidencio al aumentar el % de cal viva tiene mejor comportamiento, del 2%, 4% y 6% este último logro mejores resultados donde el CBR se incrementa 2.15% y 75.50% la expansión disminuye de 9.15% a 0.18%. y en cuanto se adiciona cal hidratada del 2%, 4% y 6% disminuye el CBR de 6.40% a 2.70%, 2.25% y 2.44% respectivamente y la expansión se incrementa de 3.30% a 6.17%,4.07% y 3.50%.
- En el suelo arcilloso con baja plasticidad se evidencio que al aumentar el % cal viva este va disminuyendo el CBR, ya que al adicionar 2%, 4% y 6% el CBR de suelo natural de 6.40% se obtuvo valores de 61.50%, 34.40% y

24.30% respectivamente mientras que, la expansión de 6.17% cambia a valores de 0.98%, 10.01% y 13.51% respectivamente, y en cuanto se adiciona cal hidratada del 2%, 4% y 6% disminuye el CBR de 6.40% a 3.05%, 3.20% y 3.90% respectivamente y la expansión se incrementa de 3.30% a 3.73%, 3.36% y 4.41%.

Concluye que la cal hidratada no ocasiona cambios de gran valor en el CBR, no obstante, reduce sustancialmente la expansión, mientras que la cal viva acentúa el valor del CBR a medida que aumenta el % de cal viva.

Un segundo trabajo con el que se contó es el de Franco L. y Montoya D. (2020). Esta investigación se desarrolló en Lima cuyo título es; “Propuesta de modelo de selección de pavimento económico en base al ciclo de vida que sea rentable para carreteras de bajo volumen” el objeto de la investigación es evaluar la rentabilidad y demostrar que tan importante es este parámetro al momento de analizar proyectos de pavimentos económicos en carreteras con bajo flujo vehicular. Presenta un enfoque cuantitativo, se basa en un modelo determinístico y probabilístico aplicando procesos fijos bien marcados y secuenciales en base a los datos de entrada, utiliza los costos de; construcción, conservación y costos de operación vehicular. Los pavimentos económicos analizados fueron: Micropavimento, Slurry Seal, Tratamiento Superficial Bicapa, Otta Seal y el Pavimento Asfáltico Delgado. Concluyeron que para este tipo de vías el Micropavimento no es rentable debido a que arroja un VAN de 152,932.62 y el TIR de -11%, para el pavimento asfáltico delgado obtuvo el VAN de 51,073.54 de y el TIR de 28% es bastante rentable, en cuanto al T.S. BICAPA presentó el TIR de -10.0% y un VAN de - \$ 127,583

lo cual desestimaron ya que no era rentable, el Otta Seal tiene el TIR es 4.0% y VAN de 94,789.

Otro trabajo considerado tenemos a Moales A. y Rivera J. (2019), quienes elaboraron la tesis que es nombrada como; “Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica” el objeto fue aumentar la capacidad de soporte de la subrasante, a través de la estabilización química, utilizando un porcentaje óptimo de cal que garantice un aumento significativo en la capacidad de soporte de la subrasante para un pavimento flexible. Para ello se analizaron un total de 200kg de suelo con la intención de clasificar el suelo y determinar sus propiedades se hicieron los ensayos siguientes; Granulometría, Límites de Atterberg, máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad y CBR. Se encontró que el suelo según AASHTO era arcilloso plástico A-6(8) y según SUCS un suelo CL. Luego se adiciono cal en porcentajes de 9 %, 15% y 21% donde se obtuvo que el 15% de adicción lograba mejorar el suelo ya que el CBR se incrementaba de 3.3% a 5.9% en cuanto a la máxima densidad seca alcanzó un máximo valor de 1.89 g/cm³ y el óptimo contenido de humedad fue 14%. Con estos valores determinaron el espesor del pavimento siendo el siguiente; Subbase de 0.14 m, base de 0.18 m, y capa de rodadura de 0.12m, lo cual se tiene un costo de S/ 28,946.88 por kilómetro.

Como tercer antecedente tenemos a Auccalla M. y Valenzuela J. (2019), se denomina; “Estabilización de la Sub rasante de suelos arcillosos, aplicando la cal con cemento en el tramo de san José-Chichizu, Junín 2019”. El objeto de esta investigación es realizar la estabilización de la sub rasante aplicando cal con cemento en el tramo de San José-Chichizu es del tipo aplicada y nivel

explicativo, tiene un diseño cuasi- experimental, ha tomado un muestro no probabilístico por conveniencia. Para ello realizaron ensayos de acuerdo a las normas del MTC de los fueron Análisis Granulométrico (ASTM D422), límites de Atterberg, Proctor modificado (ASTM D 1557.) y CBR (ASTM D 1883) tanto al terreno natural como a los suelos con porcentajes de cemento 10%, 13% y 16% y Porcentajes de cal hidratada 3%, 5% y 7% como resultados se determinó que el suelo es según AASHTO A-7-6 (21) y según SUCS es arcillas con alta plasticidad (CH) además de ello determinó que el IP baja a un 61% cuando se aplica una combinación de 4.9% de la cal con el 4.8% del cemento y en cuanto al CBR se incrementa en un 25.1% al combinar cemento 4.8% mas 4.9% de cal finalmente concluye que con estas combinaciones la via en estudio tiene un mejor comportamiento.

Quintana, J. (2018), desarrolló la investigación “Mortero asfáltico o Slurry Seal como tratamiento superficial para pavimentos de afirmado”. Es una investigación tipo aplicada y nivel descriptivo además de ello el enfoque que tiene es cualitativo, y el diseño utilizado fue experimental la finalidad de esta investigación fue realizar el análisis a los patrones nacionales e internacionales para la colocación de un mortero asfáltico encima de una via no pavimentada y una pavimentada. Para lo cual realizó el diseño de la capa de afirmado utilizando el método NAASRA luego evaluar si sobre esta capa se puede colocar lechada asfáltica, mortero asfáltico, Slurry Seal, o sello como supresor de polvo. Concluyó que si es factible colocar lechada asfáltica en 12mm y que presenta ahuellamientos muchos más bajos que lo permitidos.

Terrones A. (2018), se titula “Estabilización de suelos arcillosos adicionando cenizas de bagazo de caña para el mejoramiento de subrasante en el sector

Barraza, Trujillo – 2018”. En esta investigación se trata de estabilizar el suelo con adición de ceniza de bagazo de caña de azúcar de la empresa Agroindustrial Laredo, con porcentajes de 5%, 10% y 15%. Fue un diseño de investigación experimental y un enfoque cuantitativo, evaluaron 36 muestras para determinar CBR, resistencia a compresión simple no confinada se caracterizó el suelo, porcentaje de humedad óptimo y la máxima densidad seca. De los resultados obtenidos se encontró que el suelo era una arcilla de baja plasticidad al adicionar de ceniza de bagazo de caña de azúcar determinó que el 15% tiene mejor comportamiento de estabilización ya que, alcanzó la resistencia promedio de 150.60 kPa y un CBR de 23.67% concluye que usar ceniza de bagazo de caña de azúcar es una alternativa económica y sustentable impactando positivamente en el medio ambiente.

2.2. BASE TEÓRICA

2.2.1. PAVIMENTO

Conformado por varias de capas colocadas uno encima de la otra aparentemente horizontales, la cuales son diseñadas y ejecutadas técnicamente con materiales apropiados y correctamente compactados. (Menéndez, 2009) Estas capas tienen diferentes espesores y están asentadas directamente sobre la subrasante, estas al mismo tiempo deben tener la capacidad de resistir los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito aportar sin presentar deformaciones considerables es decir mantener la condición de Serviciabilidad optima durante el tiempo de vida útil para la cual ha sido diseñada. (Alfonso, 2008).

Las capas dependerán del tipo de pavimento y de las condiciones de tránsito

y características del suelo

- Rodadura: Es la parte superior de un pavimento, tiene como misión aguantar de un modo directo el tránsito, por lo general son de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento portland (rígido), de adoquines, u otros. (Alfonso, 2008)
- Base: se sitúa bajo la capa de rodadura, se encarga de sostener, distribuir y transmitir las cargas generadas por el tránsito. Es necesario que se componga por material granular drenante (CBR > 80%) o tratada con asfalto, cal o cemento entre otros. (MEF, 2015).
- Subbase: Se encarga de soportar a la base y a la carpeta de rodadura. Es utilizada drenante y control de la capilaridad del agua., esta capa puede obviarse ya que depende del diseño conformada de material granular (CBR > 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento (MEF, 2015).

2.2.2. PAVIMENTOS SEGÚN LA DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

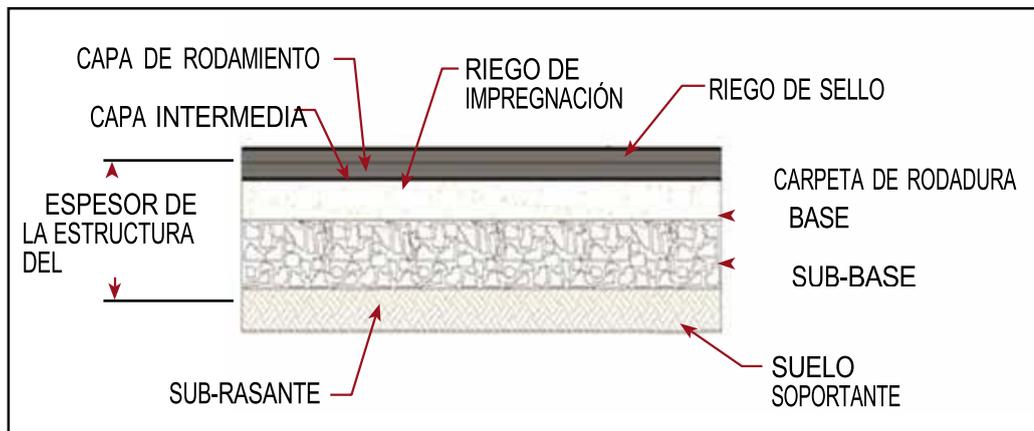
Basándonos en el ministerio de transporte y comunicaciones en su manual de carretas, sección de suelos y pavimentos del 2014, considera a los siguientes tipos de pavimentos:

a) El pavimento flexible.

Conformada por 02 capas granulares (subbase, base) normalmente y una capa con materiales bituminosos (aglomerantes, agregados) y adicionalmente por aditivos. (Das B. M., 2015). Principalmente se considera: “*mortero asfáltico, tratamiento superficial bicapa, micro pavimentos, macadam asfáltico, mezclas asfálticas en frío y mezclas asfálticas en caliente*”. (MTC:22)

Figura 1.

Estructura de un pavimento flexible



Nota: Recopilado de “Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras”. (MEF, 2015).

b) Pavimentos Semirrígidos

Para el Manual MTC titulado Suelos geología, geotecnia y pavimentos en la sección suelos y pavimentos indica que; “*es la combinación básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); o también es aquella compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. De igual forma se ha considerado a los pavimentos adoquinados*”. (2014:22).

c) Pavimentos rígidos

Según el Manual MTC (2014), indica que; “*se conforma por 01 capas subbase granular (o base granular, o estabilizada con cemento, cal, etc.) y una rígida (losa de concreto). Esta capa capta casi la totalidad de los esfuerzos como consecuencia de las repeticiones de las cargas de tránsito, proyectando en menor intensidad los esfuerzos a las capas inferiores y finalmente a la subrasante*”. (2014:22).

Figura 2.

Estructura de un pavimento Rígido



Nota: Recopilado de “Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras”. (MEF, 2015)

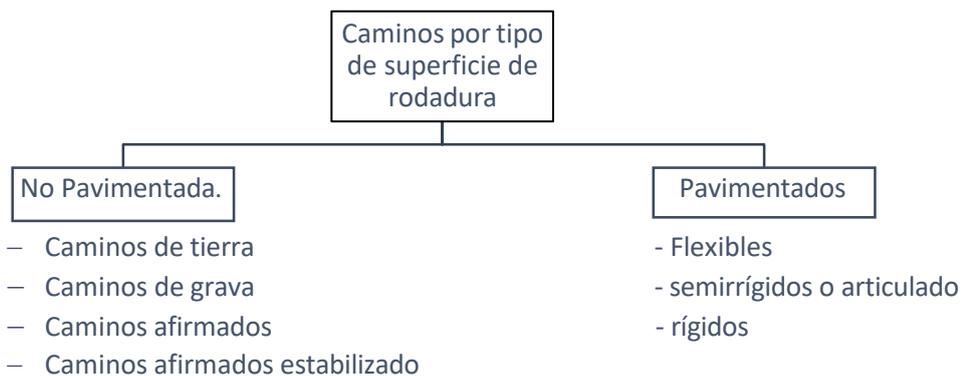
2.2.3. CAMINOS POR TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA

Según el código MC-05-14, Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, aprobado por el MTC.

Clasifica este tipo de caminos de la siguiente forma:

Figura 3

Clasificación de caminos por tipo de superficie de rodadura



Nota. Basado en el *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos*. (2014:74)

2.2.4. CAMINOS CON PAVIMENTOS ECONÓMICOS

Las normativas peruanas actuales no definen abiertamente el concepto de

“pavimento económico” sin embargo, el MEF y el Banco Interamericano de Desarrollo en su publicación *“Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras”* refiere este término a alternativas técnicas, económicas y ambientales los cuales consisten en aplicar estabilizadores de suelos, recubrimientos bituminosos y otros, con la finalidad que las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas tengan una mayor vida útil y presten un mejor nivel de servicio al mismo tiempo desacelerando su deterioro (2015:16). La Clasificación está dada de la siguiente forma:

- **Caminos afirmados estabilizados sin recubrimiento:** Están dados a nivel de superficie de rodadura conformados por afirmados estabilizados con materiales químicos o caminos a nivel de superficie de rodadura con suelos estabilizados. (MEF, *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación*, 2015, pág. 17)
- **Caminos afirmados estabilizados con recubrimiento:** *“A nivel de superficie de rodadura integrados por afirmados o suelos estabilizados con productos químicos, con una capa de protección bituminosa”*. (MEF, 2015: 17)
- **Caminos son soluciones básicas pavimentadas:** *“Caminos con pavimentos compuestos por capas granulares y base estabilizada, con una superficie de rodadura bituminosa en frío como: tratamiento superficial monocapa, lechada asfáltica o mortero asfáltico, micropavimento en frío, carpetas de mezclas asfálticas en frío, etc.”*. (MEF, 2015: 17).

2.2.5. ESTABILIZACION DE SUELOS

Cuando el suelo suficientemente resistente para soportar una deformación y

desgaste generado por tránsito de vehículos, la condiciones clima, agentes atmosféricos (Crespo Villalaz, 2005) durante su vida útil determinada, se dice que la tierra es estable. Cuando se estabiliza un suelo se pretende aumentar las propiedades físicas, químicas y mecánicas (estabilidad volumétrica, resistencia, permeabilidad al agua, resistencia a la compresión, entre otras). Los métodos de estabilización más comunes son: mecánico, físico, químico, hidráulico, termodinámico (Alfonso, 2008).

Para resolver problemas estructurales y funcionales que puedan presentar los suelos y nos permitan que este sea estable, se utilizan variados tratamientos para aumentar la estabilidad del suelo entre estos tenemos:

- i. Admitir el material tal como se encuentra, no obstante tener en cuenta esta condición de la calidad al momento de realizar el diseño.
- ii. Desechar el material inapropiado o no usarlo, remplazándolo por otro que si cumpla las condiciones que exigen las normativas.
- iii. Cambiar las características del material existente de tal manera que cumpla con las exigencias de las normativas técnicas vigentes.

Las propiedades del suelo se pueden modificar alterar por distintos métodos y procedimientos entre algunos tenemos:

Figura 4.

Tipos de estabilización para caminos por tipo de superficie de rodadura.



a) Estabilización por medios mecánicos, Es la compactación de forma estática

o dinámicas las más conocida, pero entre los que las mezclas de suelos de distintos tamaños se utilizan también muy frecuentemente. (Crespo Villalaz, 2005). Lo que se pretende con este tipo de estabilización es; disminuir el asentamiento del pavimento, disminuir los cambios volumétricos indeseables, disminuir la permeabilidad al agua, e incrementar la estabilidad de los taludes. (Das B., 2013).

- b) Estabilización física, intenta modificar las características de los suelos mediante algunas propiedades de otros materiales con el fin de aportar características estructurales nuevas. Entre estos tenemos; el uso de los materiales geo sintéticos (geotextiles, las geomallas, las geomembranas), el geo compuesto y la geo celdas (Das B. M., 2015).
- c) Estabilización por medios químicos, se realiza al adicionar determinados materiales estabilizantes como; cemento, cal, asfalto u otros. (Menendez, 2009). En la siguiente tabla tenemos algunos de estos tipos de estabilizadores:

Tabla 1.

Clasificación de aditivos estabilizadores

Tipo De Estabilizadores	Aditivos
Absorbentes de agua	Cloruro de calcio
	Cloruro de sodio
	Cloruro de magnesio
Derivados del petróleo	Emulsión asfáltica
	Líquidos asfálticos
	Emulsiones de asfalto modificado
	Grasa de animales
No derivados del petróleo	Lignosulfatos
	Melaza-azúcar de beterraga
	Emulsiones de aceite de tallos
	Aceites vegetales
Electroquímicos	Enzimas
	Productos iónicos
	Aceite sulfonatos

Polímeros sintéticos	Acetato polivinílico Vinil acrílico
Aditivos de arcilla	Bentonita Montmorillonita
Cementantes	Cemento Cal Cenizas

Nota. recopilado de “Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras”. (2015:18).

Al realizar la estabilización de un suelo se pretende modificar o mejorar de alguno o varios de los siguientes parámetros: Estabilidad volumétrica, Resistencia, Permeabilidad, Comprensibilidad y Durabilidad.

2.2.6. CRITERIOS GEOTÉCNICOS PARA ESTABLECER LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS.

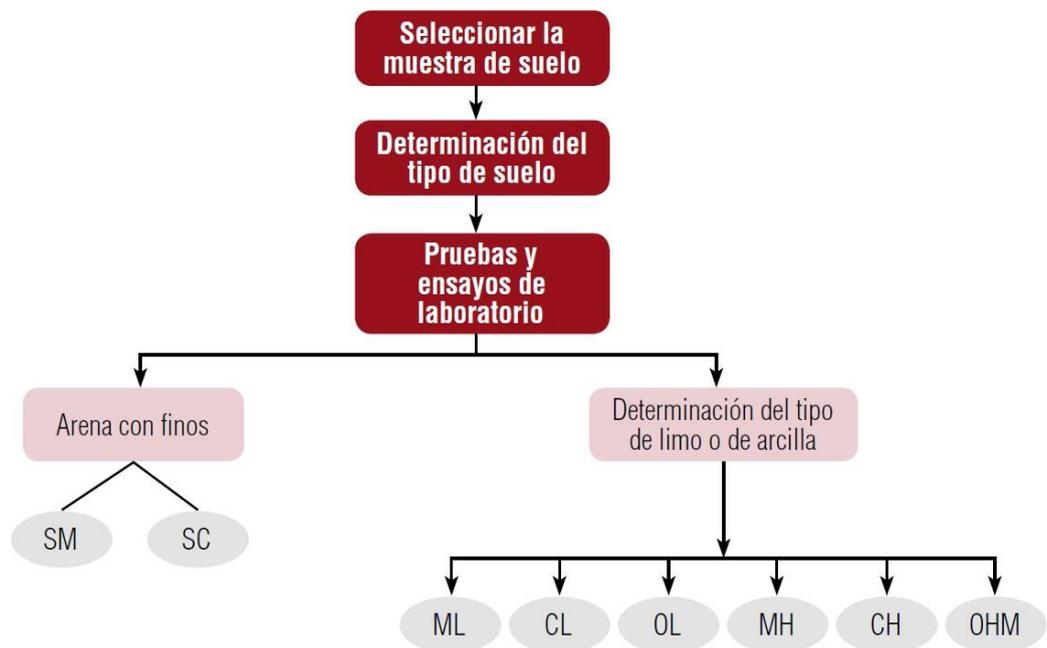
Según MC-05-14, Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos nos indica lo siguiente:

1. Son materiales idóneos para las capas de la subrasante los suelos con CBR $\geq 6\%$. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuada), o se presenten zonas húmedas locales o áreas blandas, será materia de un Estudio Especial para la estabilización, mejoramiento o reemplazo. (MTC,2014:92)
2. Si la subrasante es arcilla o limo y, al humedecerse, partículas de estos materiales puedan penetrar en las capas granulares del pavimento contaminándolas debe colocarse un material anticontaminante de 10 espesor mínimo o geotextil. (MTC,2014: 92)

3. La superficie de la subrasante debe quedar encima del nivel de la capa freática como mínimo a 0.60 m cuando se trate de una subrasante extraordinaria y muy buena; a 0.80 m cuando se trate de una subrasante buena y regular; a 1.00 m cuando se trate de una subrasante pobre y, a 1.20 m cuando se trate de una subrasante inadecuada. (MTC,2014:93)
4. En zonas sobre los 4,000 msnm, es importante evaluar el comportamiento de las heladas en los suelos. (MTC,2014:93)
5. Para fijar cual será la mejor estabilización del suelo primero debemos conocer las características de este. (MTC,2014:93). Se resume en la siguiente figura:

Figura 5.

Proceso para la Identificación del tipo del suelo



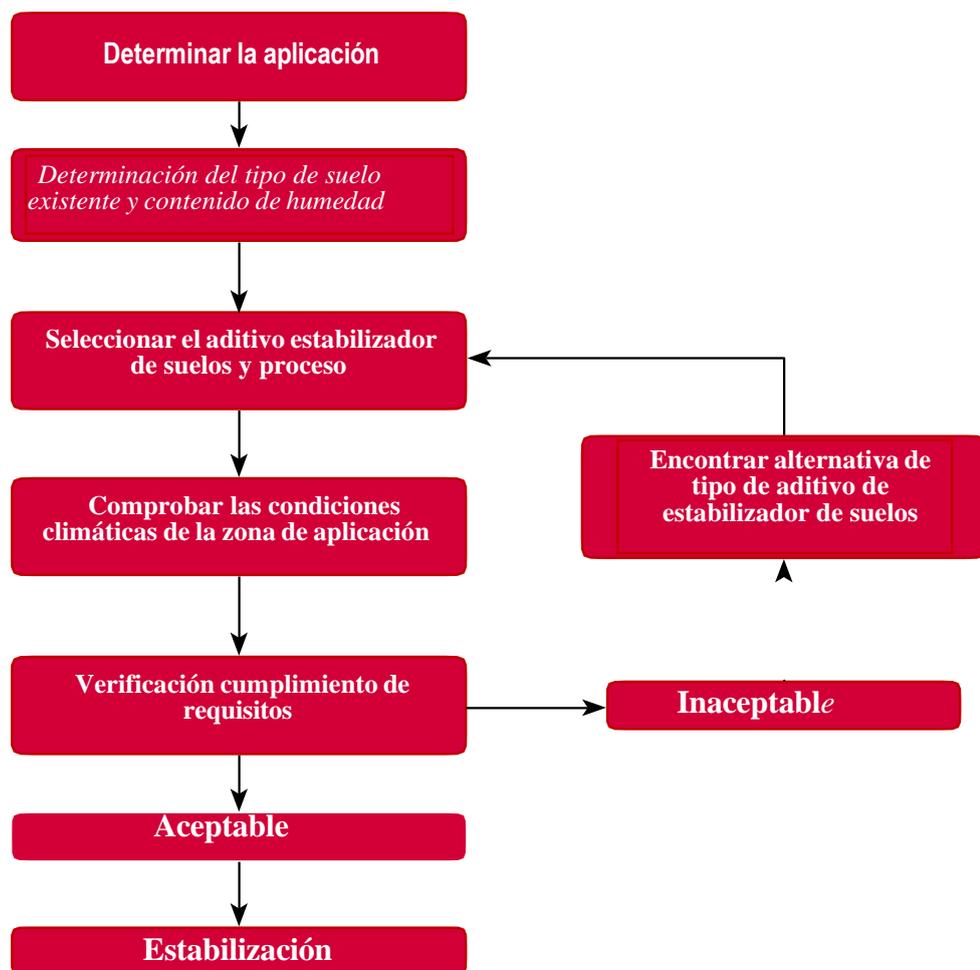
Nota: Recopilado de *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos. (2014:94).*

6. Los factores que se considerarán al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:

- Tipo de suelo a estabilizar.
- Uso propuesto del suelo estabilizado.
- tipo de aditivo estabilizador de suelos.
- experiencia en el tipo de estabilización que se aplicará.
- disponibilidad del tipo de aditivo estabilizador.
- disponibilidad del equipo adecuado y costos comparativos.
- Costos comparativos.

Figura 6.

Proceso de selección del Tipo de Estabilización



Nota: adaptado del *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos (2014:95)*

2.2.7. SUELOS

Para Juárez Badillo (2005), indica que el suelo es; “conjunto con organización definida y que varían vectorialmente. En la dirección vertical generalmente sus propiedades cambian mucho más rápidamente que en la horizontal. El suelo tiene perfil, y éste es un hecho del que se hace abundante aplicación. Para los fines de esta obra, la palabra Suelo representa todo tipo de material terroso, desde un relleno de desperdicio, hasta areniscas parcialmente cementadas o lutitas suaves”. (p:35).

Tabla 2

Clasificación basada en una proposición original de Kopecky

Material	Características	Tamaño (mm)
Piedra	-----	Mayor de 70 mm
Grava	Gruesa	30 a 70
	Media	5 a 30
	Fina	3 a 5
Arena	Gruesa	1 a 2
	Media	0.2 a 1
	Fina	0.1 a 0.2
Polvo	Grueso	0.05 a 0.1
	Fino	0.002 a 0.05
Limo	Grueso	0.006 a 0.02
	Fino	0.002 a 0.006
Arcilla	Grueso	0.0006 a 0.002
	Fino	0.0002 a 0.0006
Ultra-Arcilla	-----	0.00002 a 0.0002

Nota. Recopilado de *Mecánica de suelos. Tomo I, Juárez Badillo y Alfonso Rodríguez. (2005:197)*

2.2.7.1. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

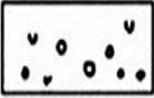
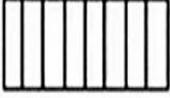
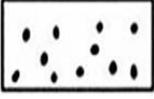
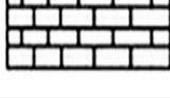
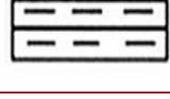
Según Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos afirman que;

“Los suelos encontrados serán descritos y clasificados de acuerdo a

metodología para construcción de vías, la clasificación se efectuará obligatoriamente por AASHTO y SUCS, se utilizarán los signos convencionales de las siguientes figuras:” (MTC, 2014:29).

Figura 7

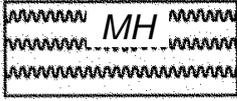
Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación AASHTO

Simbología	Clasificación	Simbología	Clasificación
	A - 1 - a		A - 5
	A - 1 - b		A - 6
	A - 3		A - 7 - 5
	A - 2 - 4		A - 7 - 6
	A - 2 - 5		Materia orgánica
	A - 2 - 6		Roca sana
	A - 2 - 7		Roca desintegrada
	A - 4		

Nota: recopilado del *Manual de ensayos de materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos según el sistema AASHTO.* (2014)

Figura 8.

Signos convencionales para perfil de calicatas – Clasificación SUCS

	Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de material fino, variación en tamaños granulares.		Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo.
	Grava mal granulada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino.		Arena arcillosa, mezcla de arena-arcilla.
	Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa.		Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad.
	Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino.		Limo orgánico de plasticidad baja o mediano, arcilla grava, arcilla arenosa, arena limosa, arcilla magra.
	Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios.		Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad.
	Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedios.		Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micácea o diatometacea, limo elástico.
	Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa.		
	Arcillas orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico.		
	Turba, suelo considerablemente orgánico.		

Nota. Recopilado del *Manual de ensayos de materiales – Norma MTC E101, Símbolos gráficos para suelos.* (2014:30).

El MTC considera tener en cuenta para ver las características de un suelo con fines de pavimentación los siguientes ensayos; Granulometría, Plasticidad, Equivalente de arena., Índice de grupo, Humedad natural, CBR y clasificación de los suelos.

a) GRANULOMETRÍA

Terrones A. determina como la distribución de la gradación de partículas del suelo, la cantidad en porcentajes del “*suelo que pasan por los diferentes tamices de serie empleada en el ensayo, hasta la malla N° 200*”. (2014:25).

Tabla 3

Tamices y aberturas para análisis granulométrico

TAMICES	ABERTURA (mm)
3”	75,000
2”	50,800
1 ½”	38,100
1”	25,400
¾”	19,000
3/8”	9,500
N°4	4,760
N°10	2,000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N°140	0,106
N°200	0,075

Nota. Recopilado del *Manual de ensayo de materiales, MTC. (2016, p.44)*

El MTC en su manual Ensayo de Materiales indica que la granulometría: “*representa la división de los tamaños que tiene el agregado al realizar el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). En base a ello se puede conocer con mayor o menor aproximación, las propiedades que pudieran ser importantes. La finalidad de este ensayo granulométrico es conocer la proporción de sus diferentes elementos constituyentes,*

clasificados en función de su tamaño. De acuerdo al tamaño de las partículas de suelo, se definen los siguientes términos:” (2016:30).

Tabla 4

Clasificación de suelos según Tamaño de partículas

Tipo de Material		Tamaño de las partículas
Grava		75 mm – 4.75 mm
Arena		Arena gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm Arena media: 2.00 mm – 0.425 mm Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Nota. Recopilado del *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos. (MTC, 2015:31).*

b) CONTENIDO DE HUMEDAD

Cañar E. dice que el contenido de humedad es “*la relación entre el peso del agua que está en el interior de la muestra en estado natural y el peso de la misma muestra luego de haberla secado en un horno a temperatura entre los 105 y 110 grados centígrados. El comportamiento y la resistencia de los suelos dependen de la cantidad de agua que posean en el interior ya que esta propiedad influye directamente al cambio de volumen y a la estabilidad mecánica, el contenido de humedad se lo representa en porcentaje que va de 0% cuando el suelo está seco a un valor máximo aproximadamente al 100%*”. (2017: p.14) para determinar este parámetro del suelo será según el ensayo MTC E 108.

c) PLASTICIDAD

Según el Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos afirma que: *“Es la propiedad que representa los suelos hasta cierto límite de humedad sin disgregarse es decir la estabilidad; por tanto, esta propiedad del suelo depende únicamente de sus partículas finas. Se determina mediante los ensayos de Atterberg. Se tiene entre estos estados de consistencia; líquido, sólido y plástico. Los límites son; El límite líquido EM 110, el límite plástico EM 111 y el límite de contracción EM 112”*. (2014:31).

Tabla 5

Clasificación de suelos según plasticidad

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Características
IP > 20	Alta	Suelos muy arcillosos
IP ≤ 20		
IP > 7	Media	Suelos arcillosos
IP < 7	Baja	Suelos poco arcillosos plasticidad
IP = 0	No Plástico (NP)	Suelos exentos de arcillas

Nota. Recopilado del *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos.* (2014:32)

2.2.8. SUBRASANTE

Manual MC-05-14 de suelos, geología, geotecnia y pavimentos, nos indica que; *“Esta capa es donde se asienta la estructura del pavimento directamente y forma parte del paquete de la carretera es decir, es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, el material del suelo que lo conforma debe ser seleccionado ya que las normas exigen que deben cumplir con ciertas características aceptables , así como; debe estar*

compactada por capas para darle estabilidad y consolidación, de tal modo que no sufra deformaciones por la carga impuestas por el tránsito. Cabe mencionar que esta capa es muy esencial al tiempo de realizar el diseño del pavimento dado que, la capacidad de soporte en condiciones de servicio, así como el tránsito y calidad del material de construcción de la superficie de rodadura, forman las variables elementales para el diseño de la estructura del pavimento. Durante la fase de construcción, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, debe compactarse al 95% de la máxima densidad seca obtenida del ensayo Proctor modificado” (p.23).

a) COMPACTACIÓN

Cañar Tiviano Edwin dice que “la compactación es un proceso que permite darle estabilidad volumétrica al suelo, siendo un tratamiento eficaz y económico para que soporten las cargas con deformaciones permanentes tolerables, cuyo fin es darle estabilidad a los materiales que forman el paquete estructural no sufran asentamientos desiguales por las cargas indicadas. Al compactar se disminuye los vacíos del suelo llenados por aire”. (Triviano, 2017, p.15).

Ojadas Farias O. et al. (2018), describe a la compactación como un *“proceso mecánico que potencia las propiedades de un suelo siendo estas: incremento de la capacidad de soporte asimismo disminuye el asentamiento, la permeabilidad y el esponjamiento entre otros. (ASTM D558, 2011)”*. (p.197). La compactación se ve influenciada por algunas condicionantes como: la humedad de tiene el suelo a compactar, la temperatura, el tamaño de las partículas del suelo, el tipo o método de compactación, la cantidad de capas del pavimento, etc. (Fonseca, 2002).

b) ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Ojedas Farías O. et al. (2018), afirma que:

“El CBR es una prueba de resistencia a la penetración que compara la capacidad de carga del material que se está estudiando con uno de piedra triturada bien graduada como referencia (100% de CBR), para lo cual se fija carga a un pistón con una deformación de 1.3 mm por minuto registrando las cargas desde 0.64 mm a 7.62 mm; (ASTM D1883, 2016)”.

(p.197). Este ensayo permite valorar la calidad del material que se va a usar en cada capa basándose en la resistencia que este material presente.

Las siglas CBR derivan del nombre en inglés que significa *“California Bearing Ratio”*, es bastante usado a nivel mundial por el bajo costo que genera al desarrollarlo para lo cual es necesario desarrollar 03 ensayos que son, Proctor, expansión y penetración. De los valores que se consideran para el análisis son aquellos que nos arrojan al penetrar el suelo con 0.1” siempre y cuando el valor sea menor que al realizar la penetración con 0.2” donde aquellos valores más cercanos a 0% indican que son suelos pobres o malos y los más cercanos a 100% nos indican que los suelos presentan mejor calidad.

Tabla 6.

Categorías de Sub-rasante

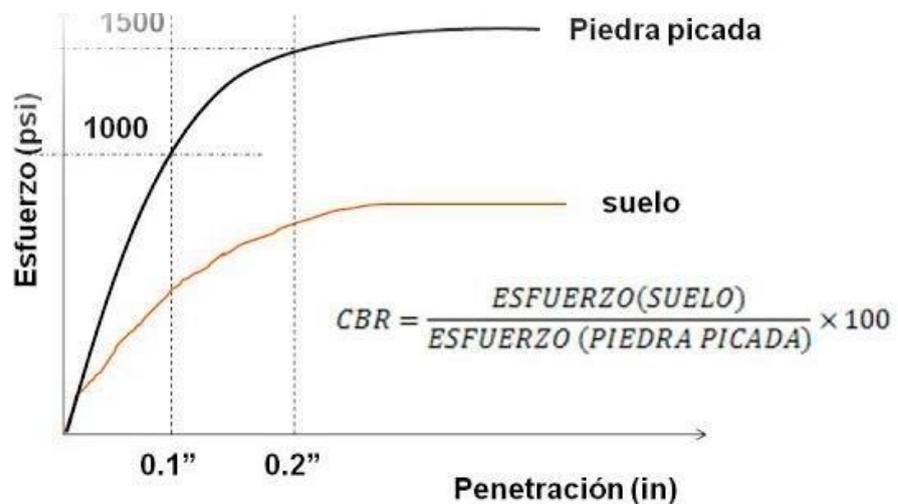
CATEGORIAS DE SUB-RASANTE		
TIPO	CATEGORIA	CBR
S0	Sub-rasante muy pobre	CBR < 3%
S1	Sub-rasante pobre	CBR = 3-5%
S2	Sub-rasante regular	CBR = 6-10%
S3	Sub-rasante buena	CBR = 11-19%
S4	Sub-rasante muy buena	CBR= 20% - 30%
S5	Sub-rasante excelente	CBR > 31%

Nota. Recopilado del **Manual de Carreteras, Suelos y Pavimentos. Biblioteca Nacional del Perú.** Pg. 27. Lima 2014.

Cañar Tiviano Edwin (2017), dice que; “Los valores de este ensayo son obtenidos mediante una gráfica que está en función de la profundidad de penetración y el esfuerzo aplicado para los cuales mínimamente debe trabajarse tres valores este ensayo en su mayoría es utilizado para realizar diseños, de igual forma para evaluar superficies o subrasantes donde serán colocadas algunas estructuras de estas sobre todo obras de pavimentación entre estas podemos incluir a pistas vehiculares, pistas y calles de rodadura de aeropuertos, veredas, estacionamientos vehiculares, etc.”. (Cañar,2017, p.16).

Figura 9.

Grafica para determinar el CBR



Nota. Recopilado de CBR. <https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr>

c) ESTABILIDAD VOLUMÉTRICA

Según Cañar Tiviano, Edwin Santiago (2017), esta característica es netamente de suelos que tienden a expandirse y contraerse ocasionado por la variación de la humedad situación que depende del cambio climático de

la zona, esta situación de cambios de humedad hace que se altere el suelo cuya consecuencia son deformaciones que repercuten en el pavimento como fisuras o grietas, siendo importante tratar de localizar este tipo de suelos para dar el tratamiento adecuado. En la actualidad existen muchas soluciones ante este tipo de problemas como; el uso de membranas impermeables, combinar otros materiales con suelos expansivos(arcillas) que tenga un comportamiento más rígido (estable) entre otras soluciones podemos mencionar las químicas o térmicas lo que se busca con estas soluciones es que los suelos expansivos se encuentren lo suficiente capaces de resistir la presiones a pesar de estar en condiciones de humedad. (2017, p.10).

d) RESISTENCIA

Hablar de resistencia del suelo se podría decir que es la fuerza interna de resistir que tiene el suelo ante las presiones impuestas es decir la resistencia a la falla. (Das B. M., 2015). Depende de las características geotécnicas que tiene un suelo, las más comunes son la resistencia a la cohesión y a la flexion pueden ser determinado a través de ensayos ya sea de campo o en laboratorio. (Alfonso, 2008)

e) PERMEABILIDAD

Según el MTC, Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos, del 2014; menciona que la permeabilidad del suelo es la particularidad que presentan algunos suelos al permitir que el agua o aire atraviesen sus partículas, esta característica es aprovechada en muchos proyectos sin embargo también es una situación muy desfavorable cuando se trata de suelos que van a recibir estructuras es decir estructuras

que serán asentadas sobre este suelo y aportaran cargas considerables los problemas que se con el flujo del agua a través del suelo (Alfonso, 2008) estas condiciones generarían deslizamientos, tubificaciones y arrastres. (Alfonso, 2008.p.79).

f) COMPRESIBILIDAD

Esta propiedad influye de manera considerable en el comportamiento del suelo, siendo la permeabilidad una propiedad que sería modificada debido a que las fuerzas que existen entre las partículas del suelo varían en magnitud como en el sentido y esta situación tendría repercusión directa en la resistencia del suelo. (Alfonso, 2008). Hay algunos factores que condicionan este comportamiento entre estos tenemos: la relación de la carga aplicada en base a lo que el suelo soporta, el tiempo de aplicación de la carga, la naturaleza química del líquido intersticial, etc.

Esta característica al igual que las propiedades ya mencionadas puede mejorarse mediante ciertos procedimientos entre estos la compactación. (Alfonso, 2008, p.80)

g) DURABILIDAD

En la RAE el termino durabilidad se hace referencia aquella cualidad de ser durable o duradero, si nos referimos a suelos estos tendrían que tener esa capacidad de resistir y tener un buen comportamiento al ser sometidos a condiciones de cambio de temperaturas muy altas y muy bajas (congelamiento), a la erosión o en algunas situaciones a la abrasión que se genera por los vehículos que transitan por la superficie de rodadura. Esta característica es bastante difícil de medir en los pavimentos y es uno de los

causantes en su mayoría de veces sobredimensionar las capas que conforman el pavimento.

2.2.9. DETERMINACIÓN DE LAS SECCIONES DE CAPA DE AFIRMADO

En cuanto al espesor de la capa trabajada con afirmado se acogió la ecuación del método NAASRA (Nacional Association of Australia State Road Authorities, hoy AUSTROADS), adoptada y aceptada por MTC, este método acoge los valores de CBR de la subrasante ($6\% < \text{CBR} > 30\%$) y la carga de tráfico (hasta 300,000 EE) que actúa sobre el afirmado, cuya unidad de medida se basa en cantidad de repeticiones de los EE. (MEF,2015).

$$e = [219 - 211 \times (\log_{10} \text{CBR}) + 58 \times (\log_{10} \text{CBR})^2] \times \log_{10}(\text{Nrep}/120) \quad (1)$$

Donde:

e = Espesor de la capa de afirmado en mm.

CBR = CBR de la subrasante.

Nrep = Número de repeticiones de EE para el carril de diseño.

Propiedades mecánicas física del afirmado

Afirmado	Desgaste Los Ángeles	LL	IP	CBR (100%)
	50%	35%	4%	40%

2.2.10. METODOLOGÍA DE DISEÑO AASHTO 93

Esta metodología utilizada mundialmente para diseñar pavimentos preferentemente flexibles y rígidos sin embargo también es usada para diseñar capas de pavimentos con otros materiales (cales, cementos, emisiones, etc.).

En cuanto al diseño la metodología AASHTO 93 toma en cuenta los datos de:

cargas de tráfico que se aplican a la vía, las propiedades de la subrasante donde se asentará el pavimento y materiales a utilizar. Utiliza la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_g S_o + 9.36 \log_{10}(SN + 1) - 0.2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_g) - 8.07 \quad (2)$$

Donde:

Mr: Módulo de Resiliencia. -Se determina aplicando la siguiente ecuación:

$$Mr(\text{psi}) = 2555 \times \text{CBR}^{0.64}$$

So: Desviación estándar combinada. -Se adopta en pavimentos flexibles, valores entre 0.40 y 0.50, el método toma el promedio de los valores indicados siendo este de 0.45.

Zr: Coeficiente estadístico de desviación estándar normal. - El método recomienda para caminos con un volumen de tránsito bajo valores de confiabilidad entre de 65% - 80% y para los demás valores entre 80% - 95%.

ΔPSI: Variación de Serviciabilidad. – Considera a la diferencia entre la Serviciabilidad inicial (4.2 en pavimentos flexibles) y terminal (2.0 en vías secundarias), el MTC recomienda el uso de los valores mostrados en la tabla:

Tabla 7.

Diferencia de Serviciabilidad en base al tipo de camino y ejes acumulados

TIPO DE CAMINOS	TRÁFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		ΔPSI
Caminos de bajo volumen de tránsito	T _{P1}	150,001	300,000	1.80
	T _{P2}	300,001	500,000	1.80

T_{P3}	500,001	750,000	1.80
T_{P4}	750,001	1,000,000	1.80

Nota. Recuperado del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC. (2014, p.76)

W18: número acumulado de ejes simples equivalentes. - Valores obtenidos a partir del estudio de tráfico.

SNR: Número Estructural Propuesto. - Para determinar se resuelve la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 \quad (3)$$

a_1, a_2, a_3 = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

d_1, d_2, d_3 = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente.

m_2, m_3 = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente.

Tabla 8.

Coefficientes estructurales de las capas del pavimento a_i

Componente del pavimento	Coefi	Valor Coeficiente Estructural a_i (cm)	Observación
Base granular CBR 80%, compactada al 100% de las MDS	a2	0.052/cm	Capa de base recomendada para tráfico $\leq 10\,000,000$ EE.
Base granular CBR 100%, compactada al 100% de las MDS	a2	0.054/cm	Capa de base recomendada para tráfico $> 10\,000,000$ EE.
Base granular tratada con cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35kg/cm ²)	a2	0.070/cm	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico.

Base granular tratada con cal (resistencia a la compresión 7 días = 12kg/cm ²)	a2	0.080/cm	Capa de base recomendada para todos los tipos de tráfico.
Subbase granular CBR 40%, compactada al 100% de las MDS	a3	0.047/cm	Capa de subbase recomendada con CBR mínimo 40%, para todos los tipos de tráfico.

Nota. Recuperado del *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos del MTC. (2014, p.78).*

2.2.11. TRÁFICO VEHICULAR

Este es un parámetro muy importante en el diseño de un pavimento, se elabora utilizando el análisis del tráfico vehicular, lo que permite calcular a los vehículos por tipos y determinar el Índice medio diario anual (IMDA). Para ello, halla los Ejes Equivalentes al año proyectado, a continuación, se muestra lo siguiente datos a encontrar:

- Proyección de Tráfico Vehicular: La proyección del tráfico de vehículos, se resume en los siguiente:

$$IMDA_{proyectado} = IMDA_{actual}(1+t)^n \quad (4)$$

Donde:

- IMDA_{proyectado} : Tráfico proyectado
- IMDA_{actual} : Tráfico Actual
- t : Tasa de crecimiento
- n : Tiempo en años (proyección).

Para ello, analizamos la frecuencia de las encuestas de origen con base en tasas de crecimiento derivadas de indicadores estadísticos correspondientes al crecimiento de la población, el producto interno bruto (PIB) per cápita y el

producto interno bruto (PIB). Dependiendo del tipo, las previsiones de tráfico incluyen tres tipos de tráfico:

- Tráfico Normal: Considera a los vehículos, cuyo crecimiento no afecte la ejecución del proyecto
- Tráfico Generado: es el tráfico por mejores propiedades geométricas y de la superficie de rodadura. También se tiene en cuenta los efectos económicos de la ejecución del proyecto
- Tráfico Desviado: Es el tráfico que ha sido desviado hacia una vía planificada debida a la mejora de las condiciones del tráfico y la reducción de los tiempos de viaje

Para tráfico total proyectado, se considera la suma de los 03 tipos de tráfico.

Ejes Equivalentes: viene ser el resultado del deterioro ocasionado por un eje simple de dos ruedas, convencionales cargados con 8.2tn de peso. (MTC, 2013).

Se calcula con la siguiente ecuación:

$$EE = IMDA_{proyectado} \times Fd \times Fc \times Fvp \times Fp \quad (5)$$

Donde:

EE	: Ejes equivalentes
$IMDA_{proyecto}$: Tráfico proyectado
Fd	: Factor direccional
Fc	: Factor Carril
Fvp	: Factor de vehículos pesados
Fp	: Factor de presión por neumáticos.

2.2.12. EVOLUCIÓN ECONÓMICA DE LOS PAVIMENTOS

a) VALOR ACTUAL NETO (VAN)

Este indicador determina la rentabilidad de una inversión, es decir si es rentable o no, por lo que se usa en la etapa inicial de un proyecto, para tener una estimación de si una inversión es viable o no, mide y evalúa sus inversiones a mediano o largo plazo. (MEF, 2015)

El valor del VAN gira alrededor de 0, o sea, es su valor neutral. Entonces sí:

- VAN = 0, la inversión no produce ni gastos ni beneficios, por ende, se debe hacer algo para que el proyecto produzca algún valor.
- VAN > 0 significa que la inversión generará ganancias, por lo que el proyecto es básicamente viable.
- VAN < 0 el proyecto incurrirá en pérdidas, por lo que no se recomienda emprenderlo.

El VAN toma en consideración a los parámetros siguientes:

- La Inversión realizada al inicio
- La Inversión realizada durante el proceso
- Los Flujos netos de efectivo
- La Tasa de oportunidad
- El Periodo de tiempo

b) TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Este indicador determina el porcentaje de beneficio o déficit que puede tener una inversión (MEF, 2015). Este dato indica cuál sería la ganancia anual de una inversión si el interés se capitaliza continuamente a una tasa de interés determinada. Mientras mayor sea la TIR, mejor se verá la inversión. (Finanzas, 2015). Para el determinar la TIR, es necesario restar el valor

inicial (costos) al valor final de la operación (ventas o retorno de la inversión), dividirlo por el valor inicial y multiplicar el resultado por 100.

Cuanto más alto sea la TIR, más rentable se estima que será el proyecto de inversión. En principios, los resultados se pueden entender de forma sencilla, Cuanto mayor sea la TIR, mayor será la rentabilidad estimada en el proyecto de inversión. Si miraras de cerca, tendrás que:

Si la TIR, es mayor o igual a la tasa de interés o al costo de oportunidad, el proyecto se considera rentable y se aprueba. Si ocurre lo contrario (si es bajo), entonces se considera que la rentabilidad del proyecto, está por debajo del valor mínimo, por lo tanto, no es rentable. (MEF, 2015).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

– Caminos afirmados

Constituida por un espesor de revestimiento con materiales seleccionados de una cantera, la cual son dosificados de forma natural o por medios mecánicos (zarandeo), con una proporción adecuada de tres tipos de materiales: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo de 25 mm (Crespo Villalaz, 2005).

– Superficie de rodadura

Parte superficial del pavimento designado a la circulación de vehículos puede tener uno o más carriles, la berma no se incluye. (Fonseca, 2002, p.5).

– Slurry Seal

Se le conoce de igual manera como “Lechada asfáltica” o “Mortero Asfáltico”, es una combinación de agregados con granulometría cerrada, emulsión asfáltica, aditivos y agua. Por lo general varían entre 3mm a 12mm

debido a sus espesores bajos no aporta de manera estructural en el pavimento. (Jiménez, 2016, p.13).

– Tratamiento Superficial Bicapa:

Reconocido igual por las siglas TSB, constituido por dos capas ligantes, y combinando con dos capas de granulares. tienen espesores variantes entre los 20 mm a 26 mm. Son exclusivas para mejorar los niveles de servicios de un pavimento de bajo tránsito. (MTC, 2016).

– Micropavimento:

Llamado también “Microaglomerado”, es una combinación de agregados con buena gradación, emulsión asfáltica, fillers, aditivos y agua en algunos casos adición de “polímeros” (3% a 5% mínimo). El aporte estructural en el pavimento es nulo debido a que tiene espesores muy delgados entre 10 mm a 25 mm (MTC, 2016).

– Pavimento Asfáltico Delgado:

Está constituido por capas granulares estabilizadas y la capa de rodadura es mezcla asfáltica en frío el espesor varío entre 25 mm a 50 mm (MTC, 2016).

– Nivel de servicio

Indicadores que evalúan y miden como se encuentra el servicio de una vía, y por lo general son usados como márgenes admisibles hasta donde puede desarrollarse su condición superficial, funcional, estructural, y de seguridad. Dependen de las características particulares de la vía están sujetos a factores técnicos y económicos con el objeto de satisfacer al usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles.

– Costo de un pavimento

valor del consumo de los recursos que son necesarios para poder construir un pavimento y mantenerlo prestando un nivel de servicio adecuado durante su vida útil.

- Vida útil del pavimento

Parámetro elegido en la etapa de diseño, viene a ser la duración que un pavimento debe tener desempeñándose eficientemente para la función para la cual ha sido creada. Puede ser afectada cuando se incrementa el tráfico y las características geotécnicas del lugar.

- Intervención en la vía

Trabajos periódicos para alargar su vida útil de una vía y tener un nivel de servicio adecuado.

2.4. MARCO NORMATIVO

- Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante Resolución Directoral N° 10-2014- MTC/14, de fecha 09 abril 2014 con código MC-05-14.
- Manual de Ensayo de Materiales aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante Resolución Directoral N° 18-2016- MTC/14 (03.06.2016) con código MC-06-16
- Manual de carreteras - Diseño Geométrica (DG-2018) aprobado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, mediante Resolución Directoral N° 03-2018-MTC/14, de fecha 30 enero 2018 con código MC-02-18.
- Normas ACI, American Concrete Instituto.

- Normas AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials
- Normas ASTM: American Society for Testing and Materials ó Sociedad Americana para Ensayos y Materiales
- Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG- 2013). Aprobado por R.D. N° 22-2013-MTC/14

**CAPÍTULO III:
MATERIALES Y
MÉTODOS**

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Sampieri da a entender que el tipo de investigación Aplicada se orienta a conseguir un nuevo conocimiento destinado, a permitir dar soluciones de problemas prácticos (Sampieri, 2020). Teniendo en cuenta lo antedicho se ha elegido entre varios tipos de pavimentos llamados económicos el que cumpla con las condiciones técnicas según las normas del MTC y que además mejore las condiciones de Serviciabilidad todo al costo más económico para aplicarlo en la vía de acceso a la localidad de Michina perteneciente a la Provincia de Rodríguez de Mendoza – Amazonas.

En cuanto al enfoque se consideró el tipo cuantitativo, en virtud de los instrumentos que se utilizaron (fueron estandarizados basados en las normas del MTC) y presentan las características de validez y confiabilidad. De igual manera en alineación con el tipo de enfoque elegido, se hizo uso de datos numéricos y además presenta a la hipótesis descriptiva predictiva puesto que se explica cómo se llegó a encontrar la solución y para el análisis de datos se utilizó la estadística y la deducción lógica.

3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN

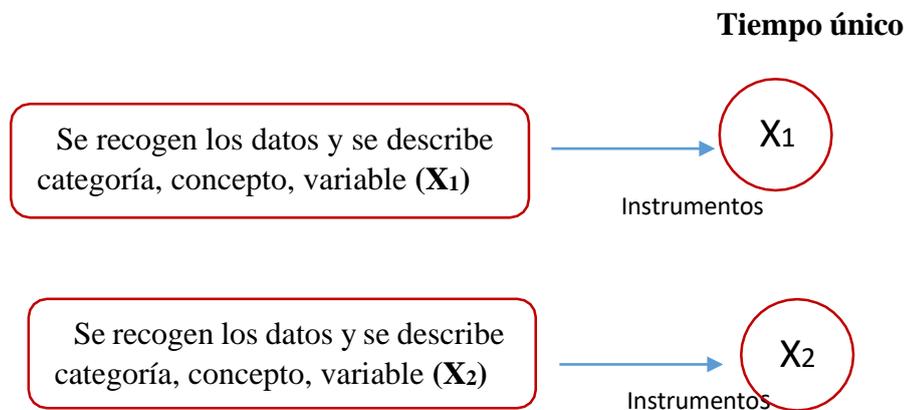
El nivel que se presento fue Explicativa – Descriptiva, Como se indicó la información utilizada en esta investigación fue cuantificable a razón de usarse la estadística (inferencial) usando los datos para el respectivo análisis se ha basado en describir cuál de las alternativas de pavimentos económicos es la mejor opción para la carretera de acceso a la localidad de Michina. De igual manera se han considerado procesos organizados y secuenciales con el fin de corroborar las

predicciones realizadas (hipótesis).

3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Es un diseño No experimental, puesto que el plan para conseguir los datos (Sampieri, 2020, p. 189) y lograr responder a las preguntas de la investigación se tuvo como base la formulación del problema, la hipótesis y los recursos a disposición, es importante señalar que no hubo manipulación de variables para poder divisar la influencia sobre la otra variable. (Sampieri, 2020). Presenta un corte transversal descriptivo, debido a que las recopilaciones de datos fueron realizadas en solo tiempo y en lugar específico y por otro lado se realizó descripciones comparativas entre las alternativas de pavimentos económico estudiados.

Esquema Diseño No Experimental -Descriptivos



X1: Análisis técnico - económico comparativo

X2: Diseño de la estructura de Pavimento Económico.

3.4. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis para esta investigación fueron los diversos tipos de

pavimentos económicos para la subrasante de la vía de la localidad de Michina, distrito Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza – Amazonas, nos permitió obtener los datos para poder analizarlos (Sampieri, 2020). Todo esto fue fundado en el planteamiento del problema, la hipótesis planteada, el diseño de la investigación utilizada y el alcance, de igual manera se revisó la consistencia con los objetivos planteados para el desarrollo de esta investigación.

3.5. UBICACIÓN

- LOCALIDAD : Michina
- DISTRITO : Mariscal Benavides
- PROVINCIA : Rodríguez de Mendoza
- DEPARTAMENTO : Amazonas

3.6. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.6.1. POBLACIÓN

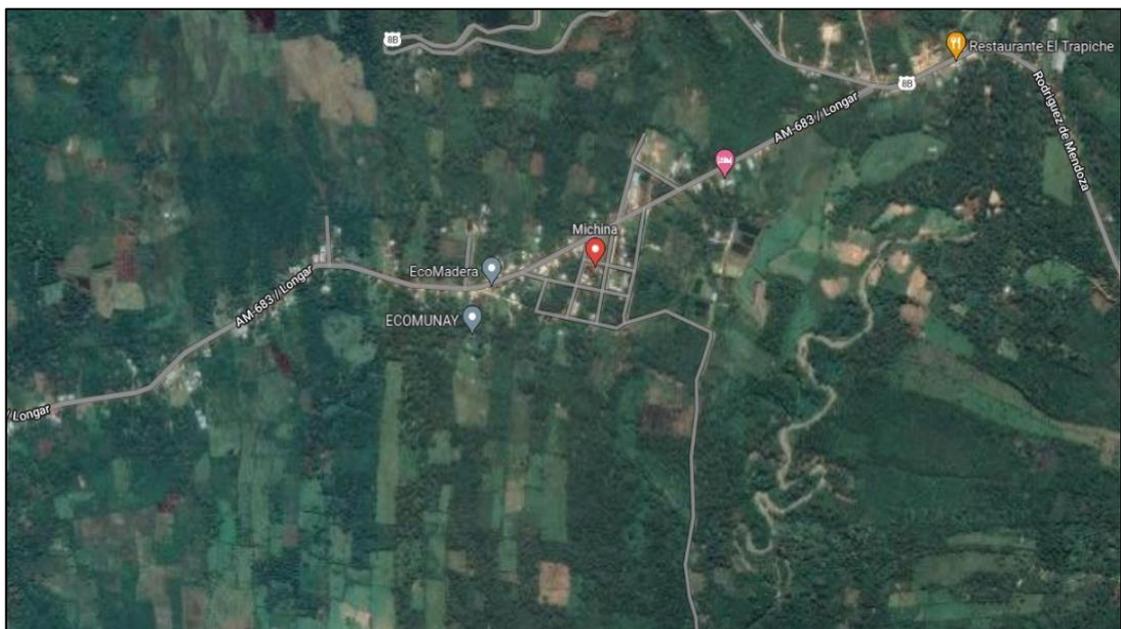
La población considerada en la investigación es una población finita y se ha considerado a los diversos tipos de pavimentos económicos para la subrasante de la vía de la localidad de Michina, distrito Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza - Amazonas cuyas coordenadas en las que se encuentran son latitud Sur 6.377048, y 77.521294O la zona se encuentra ubicado a una altitud de 1570 m.s.n.m. El clima en esta zona es templado, pero, por estar en la ceja de selva se torna cálido y húmedo. Entre los meses de noviembre a marzo, se presentan lluvias intensas comuna precipitación total de 1644.2mm así mismo las mínimas pueden llegar a los 12 °C y las máximas a los 30 °C.

Límites de la población solo fueron considerados todas las alternativas de los llamados pavimentos económicos que fueron compatibles a las características geotécnicas de la subrasante de la vía de la localidad de Michina.

La localidad de Michina ubicada a lo largo de la carretera Mendoza-Mariscal Benavides-Longar-Cochama, a partir de la cual se han trazado vías transversales, configurando un entorno urbano definido, con centro en el entorno de la plazuela de la localidad.

Figura 10

Ubicación geográfica de la ciudad de Michina,



Nota. Adaptado de *Google Maps* (<https://www.google.com/maps>).

La topografía del terreno es con pendientes no muy pronunciadas en la zona central, incrementándose levemente éstas a lo largo de la vía que lleva a las capitales de los distritos. Las casas en la mayoría son construidas con adobe, madera y techos de calamina, aunque últimamente se está construyendo bastante con material noble. La vía existente está a nivel de terreno natural es

por eso que evidencia daños latentes desde varios años atrás, qué no existen reportes algunos sobre intervenciones para rehabilitarlas o realizar el mantenimiento adecuado a los problemas presentes, el deterioro se ha dado producto de acontecimientos comunes y cotidianos como el paso de vehículos de carga pesada, y causas naturales, crecimiento de vegetación, y escorrentías de aguas lluvias, no tratadas debidamente. La falta de recursos para el mantenimiento de las vías denominadas Caminos de Bajo Volumen de Transito (BVT), a nivel nacional, departamental, provincial y distrital, ha ocasionado el abandono por parte de las entidades públicas, originando daños continuos a las ya de por si precarias vías que existen en la localidad. La localidad, al estar ubicada en zona de pendientes, origina que las aguas producto de las lluvias discurran por las vías originando canales naturales, los cuales, al no tener un lugar por donde seguir su curso, se empozan y originan la formación de baches y desniveles en las vías.

3.6.2. MUESTRA

Se ha considerado la Muestra no probabilística ya que para elegirla no se utilizó las probabilidades sino más bien fueron consideradas las características y entorno de la investigación (Sampieri, 2020). Estas consideraciones fueron: el planteamiento del problema, el diseño y el aporte.

En cuanto a la forma como obtener la muestra, el muestreo se realizó intencionalmente, puesto que la selección de sus unidades fue realizada en forma arbitraria, se designó a cada unidad según características que tuvieron más relevancia (Sabino, 1996). De lo indicado por Sabino y con la finalidad de caracterizar el suelo de la subrasante, para la muestra de la presente

investigación se ha tenido en cuenta los criterios de la NTE CE.010 y MTC- E 101 los puntos de investigación fueron ubicadas entre los cruces de vías, con la finalidad de establecer la estratigrafía. La cantidad fue considerada en base a la siguiente tabla siguientes:

Tabla 9

Cantidad de Puntos de exploración en base al tipo de vía urbanas

Tipo de vía	Número mínimo de puntos de investigación	Área (m²)
Expresas	1 cada	1000
Arteriales	1 cada	1200
Colectoras	1 cada	1500
Locales	1 cada	1800

Nota: El número de puntos de investigación fue de acuerdo con el tipo de vía según se indica en la Tabla, con un mínimo de tres (03). N.T.E. CE. 010. Pavimentos Urbanos. (2009).

Tabla 10

Número de calicatas para exploración de suelos - Carreteras

Tipo de carretera	Profundidad (m)	# mínimo de calicatas
Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto.	• 2 calicatas x km.
Carreteras de bajo volumen de tránsito: carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m. respecto al nivel de Subrasante del proyecto.	• 1 calicata x km.

Nota. Recopilado del *Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos.*

Para la cantidad de calicatas ha sido establecido según la tabla 10, se aplica para pavimentos nuevos, recuperación y mejoramiento. Considerando lo indicado por la norma para estudios de factibilidad, se efectuó el número de calicatas indicadas en la tabla con espacios cada 2.0 km. en vez de cada km.

Los puntos de investigación fueron a cielo abierto (CALICATAS) se realizaron en total de 03 calicatas según las tablas 9 y 10 estos puntos de exploración se realizaron a largo y ancho de vía con una sección de 1x1 m y una profundidad de 1.5 m como se muestra en la figura 7, y los detalles en la tabla 11:

Tabla 11

Selección, Tamaño y Tipo de la Muestra

Calicata	Ubicación	Prof.	Ensayo	Uso de Muestra		
				Patrón	Cal 2%, 5%, 8%	Cemento 5%, 8%, 12%
C-01	6.380285S 77.532213O	1.50m	- Granulometría	Si	si	si
			- Proctor	Si	Si	Si
			Modificado	Si	Si	Si
			- CBR	Si	Si	Si
C-02	6.377738S 77.522565O	1.50m	- Granulometría	Si	si	si
			- Proctor	Si	Si	Si
			Modificado	Si	Si	Si
			- CBR	Si	Si	Si
C-03	6.374688 S 77.516622W	1.50m	- Granulometría	Si	si	si
			- Proctor	Si	Si	Si
			Modificado	Si	Si	Si
			- CBR	Si	Si	Si

Nota. Basado en criterios exigidos por la normativas y reglamentos emitidos por el MTC que se encuentran vigentes.

Figura 11

Ubicación de las calicatas realizadas en la zona de estudio



Nota. Adaptado de imágenes satelitales de Google Maps (<https://www.google.com/maps>)

3.7. VARIABLES

3.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

Fueron considerados como variables independientes:

- Características Geotécnicas de la subrasante de la vía.
- Análisis técnico – económico

3.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Considerada como variable dependiente para esta investigación:

- Diseño de la estructura de pavimento en la vía de acceso a la localidad de Michina.

3.7.3. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 12

Selección, Tamaño y Tipo de la Muestra

Título	Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables
<p>Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas</p>	<p>Problema general ¿Cuál es la mejor alternativa técnica - económica entre los diversos tipos de pavimentos económicos para la localidad de Michina, distrito Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza - Amazonas?</p> <p>Problemas específicos ¿Cuál es el Diseño óptimo de la estructura de los diferentes pavimentos económicos para la localidad de Michina? ¿Qué diferencias existen entre distintos tipos de pavimentos económicos según las normas establecidas ¿Cuál será la mejor alternativa de pavimentos económicos con las características geotécnicas idóneas para la localidad de Michina? ¿Cuál será la estructura de pavimento económico más adecuado para ser colocado en la localidad de Michina?</p>	<p>Objetivo general</p> <ul style="list-style-type: none"> - Realizar un análisis comparativo de la parte económica y técnica entre los pavimentos económicos para la localidad de Michina, distrito Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza – Amazonas. <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseñar la estructura de los diferentes tipos de pavimentos económicos. - Comparar las estructuras obtenidas de los distintos tipos de pavimentos económicos según las normas establecidas. - Analizar la mejor alternativa técnico económica, con las características geotécnicas idóneas entre los diferentes tipos de estructuras diseñadas. - Seleccionar la estructura de pavimento económico más adecuada para la localidad de Michina. 	<p>La mejor alternativa técnica - económica entre los tipos de pavimentos económicos analizados será la que mejore las características Geotécnicas de la subrasante de la vía y que al mismo tiempo sea más económica.</p>	<p>Variable independiente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis técnico – económico comparativo de pavimentos económicos - Características Geotécnicas de la subrasante de la vía. <p>Variable dependiente</p> <p>Diseño de las estructuras con pavimento económico de la vía de la localidad de Michina.</p>

3.7.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 13

Operacionalización de variable independiente

VARIABLE (Independiente)	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO DE MEDICION	ESCALA DE MEDICIÓN
<p>Análisis técnico – económico comparativo de pavimentos económicos</p> <p>Características Geotécnicas de la subrasante de la vía.</p>	<p>Nos permite evaluar la viabilidad y la rentabilidad del proyecto, con base en el a las características geotécnicas de la zona, de estudio lo cual lleva a la planificación acorde con metas técnicas, financieras y de fiabilidad de servicio de la vía. (MEF, 2015)</p> <p>Son las son las características o propiedades físicas, mecánicas, hidráulicas e ingenieriles que presenta la subrasante de la vía. (Das B. M., 2015)</p>	<p>Se realiza el análisis de las características técnicas y el costo de cada uno de los pavimentos económicos con la finalidad de ver la rentabilidad y el buen servicio de la vía durante el periodo de vida útil para el que sea diseñado.</p> <p>Se evalua las propiedades de la subrasante que intervienen en el pavimento como; granulometría, Contenido de humead, límites de Atterberg, permeabilidad, Proctor, CBR.</p>	<p>- Técnica</p> <p>- Económica</p>	<p>- Presupuesto</p> <p>- VAN</p> <p>- TIR</p> <p>- Granulometría</p> <p>- Contenido de Humedad</p> <p>- Límites De Atterberg</p> <p>- Proctor</p> <p>- Densidad</p> <p>- CBR</p> <p>- Permeabilidad</p> <p>- Clasificación de Suelos</p> <p>-</p>	<p>Normas y manuales del:</p> <p>- MTC E 107</p> <p>- MTC E 108</p> <p>- MTC E 110</p> <p>- MTC E 111</p> <p>- MTC E 116</p> <p>- MTC E 132</p> <p>- MTC E 516</p> <p>- AASHTO 93</p> <p>- SUCS</p>	<p>- Intervalo</p> <p>Con esta escala se ordenó y se diferencia los valores de cada uno de los datos obtenidos los cuales permitió el análisis estadístico descriptivo</p> <p>- Razón</p> <p>La escala nos ha permitido realizar las diversas operaciones matemáticas durante el análisis de los datos.</p>

Tabla 14

Operacionalización de variable dependiente

VARIABLE (Dependiente)	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTO DE MEDICION	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño de las estructuras con pavimento económico de la vía de la localidad de Michina	Se trata de encontrar el espesor del paquete estructural del pavimento aplicando una metodología específica (MTC, AASHTO, WYOMING INAA, NAASRA, etc.), por ello es primordial determinar los parámetros que intervienen en el diseño de cada método, estas capas del pavimento en conjunto deben ser capaces de resistir las cargas de los vehículos que transiten sobre ellas durante el tiempo de vida útil con costos bajos. (Menéndez, 2009).	Para diseñar la estructura del pavimento se determinará los parámetros de diseño que requiere el método AASHTO, NAASRA y MTC, este diseño estará en función del tipo de alternativa que mejor comportamiento estructural tenga y que resulte más barato.	Parámetros de diseño: <ul style="list-style-type: none"> • MTC • AASHTO • NAASRA 	<ul style="list-style-type: none"> - Período de diseño - ESAL's - Modulo resiliente - Desviación estándar normal (Z_r) - Desviación estándar combinada (S_o) - Variación de Serviciabilidad (ΔPSI) - Confiabilidad - Numero Estructural Propuesto (SNR): - coeficientes de drenaje <ul style="list-style-type: none"> - Base - Subbase 	Normas: <ul style="list-style-type: none"> • Manual de MTC capítulo 12 • AASHTO M85 • AASHTO M216 Fichas estandarizadas: <ul style="list-style-type: none"> • Índice Medio Diario Anual MTC. • Método AASHTO • Método NAASRA 	<ul style="list-style-type: none"> - Nominal - Ordinal - Razón

3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Durante la investigación se ha trabajado utilizando como técnica para recolectar los datos la observación, pruebas estandarizadas e inventarios y de igual forma utilizamos datos secundarios. En cuanto a los instrumentos se usaron protocolos que fueron validados de acuerdo a la norma ASTM, MTC. AASHTO lo cual permitió recoger los resultados de manera directa y confiable de los siguientes ensayos:

3.8.1.DISEÑAR LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PARA LA LOCALIDAD DE MICHINA

En cuanto al diseño del pavimento se ha tenido en consideración los parámetros que intervienen en cada uno de los diseños seleccionados para la zona en estudio siendo estos los siguientes:

3.8.1.1. PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y FÍSICAS DE LA SUBRASANTE (SUELO NATURAL)

- Análisis Granulométrico/MTC E 107 -ASTM D 422
- Contenido de Humedad Natural / MTC E 108
- Limite Liquido MTC E110 /ASTM D 4318
- Limite Plástico e índice de plasticidad / MTC E111 - E112
- Gravedad Especifica / MTC E 113
- Proctor Modificado MTC E116 / ASTMD 1557
- CBR - MTC E 132 / ASTM D 1883

3.8.1.2. PARA DETERMINAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS MATERIALES DE LOS PAVIMENTOS ECONÓMICOS (CAL, CEMENTO Y AFIRMADO)

- Análisis Granulométrico / MTC E 107 -ASTM D 422
- Humedad Natural / MTC E 108
- Limite Líquido MTC E110 /ASTM D 4318
- Limite Plástico e índice de plasticidad / MTC E111 - E112
- Gravedad Específica / MTC E 113
- Proctor Modificado MTC E116 / ASTM D 1557
- CBR MTC E 132 / ASTM D 1883

3.8.1.3. PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE TRANSITO

- Índice Medio Diario Anual (IMDA) /MTC
- Método AASHTO
- CBR

3.8.1.4. PARA REALIZAR LOS DISEÑOS DE LOS PAVIMENTOS

- Método AASHTO
- Método MTC
- Método NAASRA

3.8.2. PARA COMPARAR LAS ESTRUCTURAS OBTENIDAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTOS ECONÓMICOS SEGÚN

LAS NORMAS ESTABLECIDAS.

Se trabajó con las normativas siguientes:

– AASHTO

– MTC

– MEF

De igual forma se utilizó Softwares como el S10(se logró calcular detallado de los costos y presupuestos de los pavimentos económicos), Excel (nos ha permitido organizar, manipular y gestionar los datos recolectados, Ms. Project

3.8.3. ANALIZAR LA MEJOR ALTERNATIVA TÉCNICO ECONÓMICA, CON LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS IDÓNEAS ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURAS DISEÑADAS.

En cuanto a la selección del pavimento se utilizó; Software S10, Excel Método AASHTO y Método MTC

En la presente investigación, se construyó y utilizó el instrumento mencionado anteriormente, estos fueron evaluados, aprobado y validados por el juicio de los expertos siendo los especialistas:

– Ms. Julio Rivasplata Díaz especialista en geotecnia de suelos

– Ms. Luz Alvarez Asto especialista en Pavimentos

– Ms Felipe Villavicencio Gonzalez especialista en Pavimentos

3.8.4. SELECCIONAR LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ECONÓMICO MÁS ADECUADA PARA LA LOCALIDAD DE MICHINA.

Se utilizó el Software S10 y Excel.

3.9. PROCEDIMIENTOS

3.9.1. RECOLECCIÓN DE DATOS

En cuanto al acoplo de datos se consideró las actividades siguientes:

1. Se realizó la revisión Bibliografía especializada sobre el tema que se investigó, teniendo en cuenta las variables y sus dimensiones.
2. Se preparó y seleccionó los instrumentos y métodos para recolectar los datos.
 - Se elaboraron los formatos de laboratorios de mecánica de suelos y de materiales de la Universidad Nacional del Santa, estos fueron validados por el método de Juicio de expertos.
 - Se elaboraron los formatos para el diseño de pavimentos según los métodos aplicados.
 - Se elaboraron los formatos para determinar costos de los pavimentos aplicados.
3. Se Identificó los lugares donde tomar las muestras. Para lo cual se tuvo en cuenta las indicaciones de las normas especificado en el capítulo II y el ítem 3.6.2
4. Se determinó y caracterizó el suelo existente en el lugar de estudio a través de los ensayos de laboratorio necesarios de acuerdo a normatividad vigente. La muestra recolectada del suelo se llevó al laboratorio de Mecánica de Suelos de la UNS, donde se fue preparada

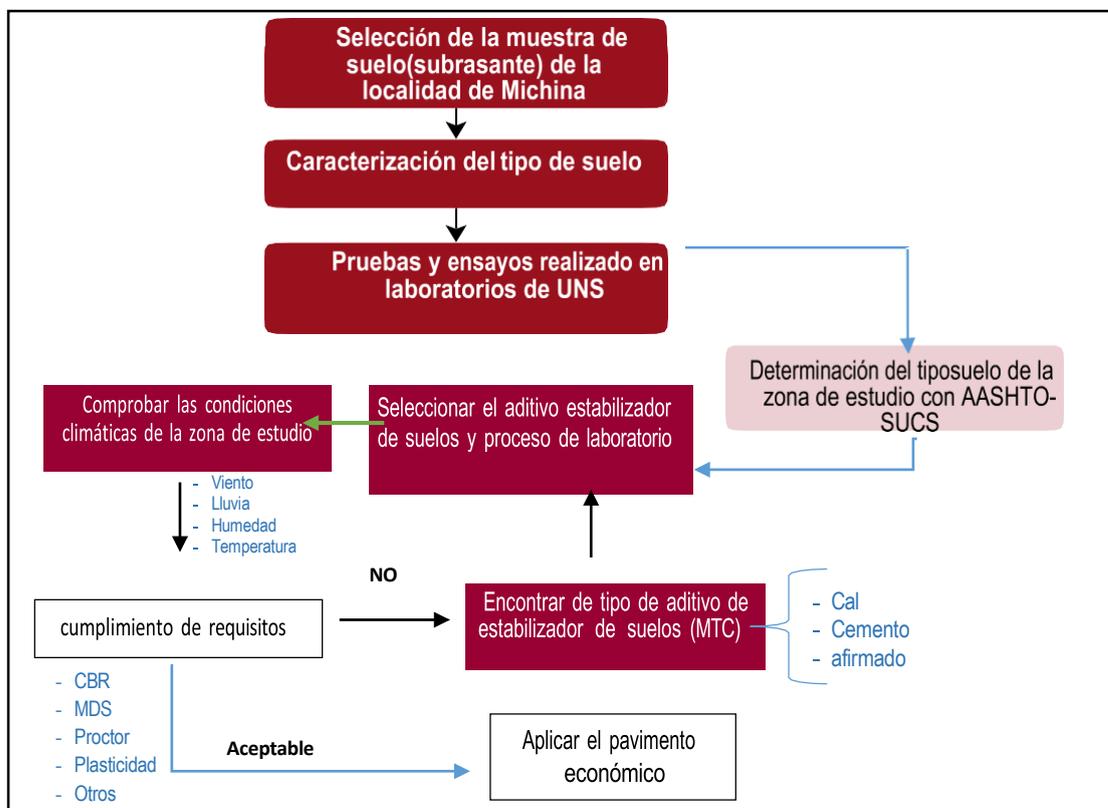
para los ensayos respectivos concordantes con los objetivos, entre los cuales se determinó las propiedades físicas y mecánicas de estas considerando los ensayos y metodología según el ítem 3.8.1.1.

5. Se Aplicó los instrumentos y métodos elaborados para la recolección de datos de tráfico de la zona en estudio.
6. Se identificó el tipo de pavimento económico para aplicar en la zona de estudio y se realizaron los ensayos indicados en el ítem 3.8.1.2 para verificar que cumpla las características técnicas y que sea económica.
7. Recopiló y organizó los datos obtenidos para así poder determinar la viabilidad de la investigación.

Se resumen en el siguiente esquema:

Figura 12.

Proceso de elección de pavimento económico para la zona de Michina



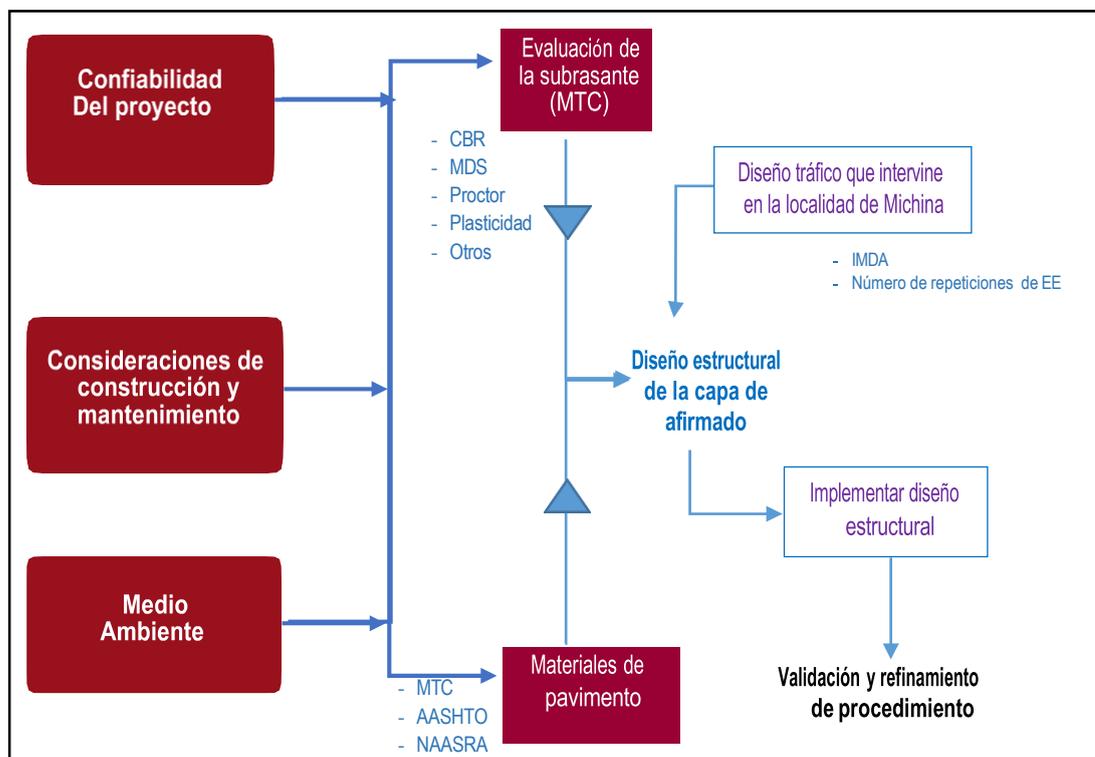
3.9.1.1.DETERMINACIÓN DE LAS SECCIONES DE CAPA DE AFIRMADO

Esta metodología nos permitió recolectar los espesores para la capa de afirmado cuyos instrumentos se fundamentaron en el gráfico de espesores de capa granular y el Catálogo de capas de afirmado. (NAASRA, 2017).

Una vez que se logró obtener los datos del suelo y tráfico se procedió a obtener los espesores de esta capa utilizando los instrumentos mencionados y corroborados con las tablas utilizadas por el Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimento del MTC. Se resumen en el siguiente esquema:

Figura 13

Proceso de diseño de pavimento según la guía AUSTROADS- NAASRA para la zona de Michina.



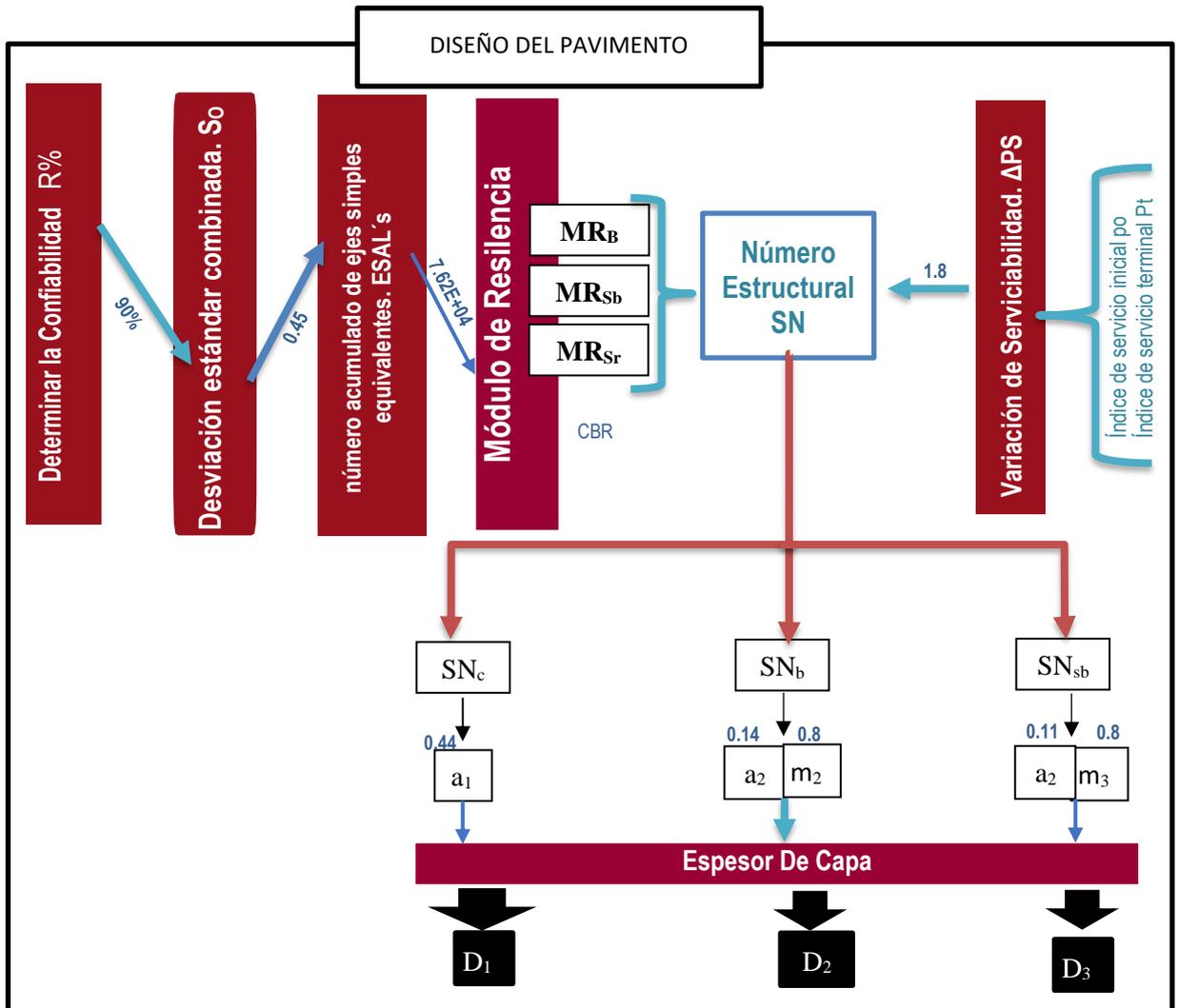
3.9.1.2.METODOLOGÍA DE DISEÑO AASHTO 93

La ecuación de cálculo en la versión de la guía AASHTO – 93. El propósito del modelo es el cálculo del Número Estructural requerido (SNr) en base al cual se identifica y determina un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, que debe ser construido.

Se resumen en el siguiente esquema:

Figura 14.

Proceso de diseño de pavimento económico método AASHTO para la zona de Michina.



3.9.1.3.ESPESOR DE CAPAS TRATADAS O ESTABILIZADAS

El espesor de las capas del suelo que fueron tratadas con cal y cemento se aplicó la fórmula según el MTC que a continuación se presenta:

$$E = \frac{a_m \times e_m}{a_i} \quad (6)$$

Donde:

a_m = Coeficiente estructural de la capa a reemplazar

e_m = Espesor de la capa a reemplazar

a^i = Coeficiente estructural de la capa tratada o estabilizada a colocar.

E = Espesor de la capa tratada o estabilizada a colocar.

En la tabla 15 se muestra los valores del Coeficiente estructural de la capa tratada a utilizar para los cálculos tanto para el suelo con cemento y cal.

Tabla 15

Coefficientes estructurales de las capas tratada a_i con cemento y cal.

Componente del pavimento	Coeficiente	Coeficiente Estructural a_i (cm)
Base granular CBR 80%, compactada al 100% de las MDS	a_m	0.052/cm
Base granular tratada con cemento	a_i	0.070/cm
Base granular tratada con cal	a_i	0.080/cm
Subbase granular CBR 40%, compactada al 100% de las MDS	a_3	0.047/cm

Fuente: Recuperado del Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, sección Suelos y Pavimentos. (MTC,2016).

3.9.1.4.CÁLCULO DEL COSTO DE OPERACIÓN VEHICULAR

Se aplicó la siguiente ecuación:

$$\text{Cov} = F \times C \times K \times D \times 365 \quad (7)$$

Se utilizaron los datos mostrados en la tabla siguiente:

Tabla 16

Parámetros para calcular el costo de operación vehicular

Cov: Costo de operación vehicular		
F: Factor	Según anexo 05	
C: Cantidad de vehículos	Según anexo 03	
K: Longitud de la vía	6.52	km
D: Tipo de Cambio del dólar a soles	3.8786	\$
Topografía	Ondulada	O
Región	Selva	
Estado	Buena(B) Regular(R)	
Superficie	ASF-AFI	

3.9.1.5. CALCULO DEL VAN Y TIR

Para determinar el valor del van se aplicó lo siguientes

$$VAN = -A + \frac{F1}{(1+i)^1} + \frac{F2}{(1+i)^2} + \frac{F3}{(1+i)^3} + \frac{F4}{(1+i)^4} + \dots \quad (8)$$

Para determinar el valor del TIR se aplicó lo siguientes

$$\text{Tasa de rentabilidad} = \left[\frac{\text{Valor final} - \text{valor inicial}}{\text{Valor inicial}} \right] \times 100 \quad (9)$$

Datos

Tasa de Descuento:	10%
Costo de Operación y Mantenimiento	Según anexo 05
Inversión	Según anexo 05

3.10. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Luego de haber codificado y organizado los datos para el procesamiento y

análisis mediante Excel, programas estadísticos, software de diseños entre otros, fueron presentados de forma ordenada en cuadros de doble entrada, cuadros comparativos y gráficos. A demás de ello se evaluó la confiabilidad de estos. Con la siguiente secuencia se resumen los procesos que se efectuaron:

- Se seleccionó el programa Excel para el análisis estadístico de los datos obtenidos para lo cual se trabajó con diagramas de pastel, histogramas, barras de frecuencia.
- Se hizo el análisis de manera descriptiva a los datos que se obtuvieron por cada variable.
- Se verificó la confiabilidad, validez y objetividad de los instrumentos de medición utilizados.
- Se realizó el análisis y la interpretación de la hipótesis planteada, realizando análisis adicionales para profundizar en los resultados.
- Finalmente se organizó y preparo los resultados para presentarlos como se muestran en el capítulo IV.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

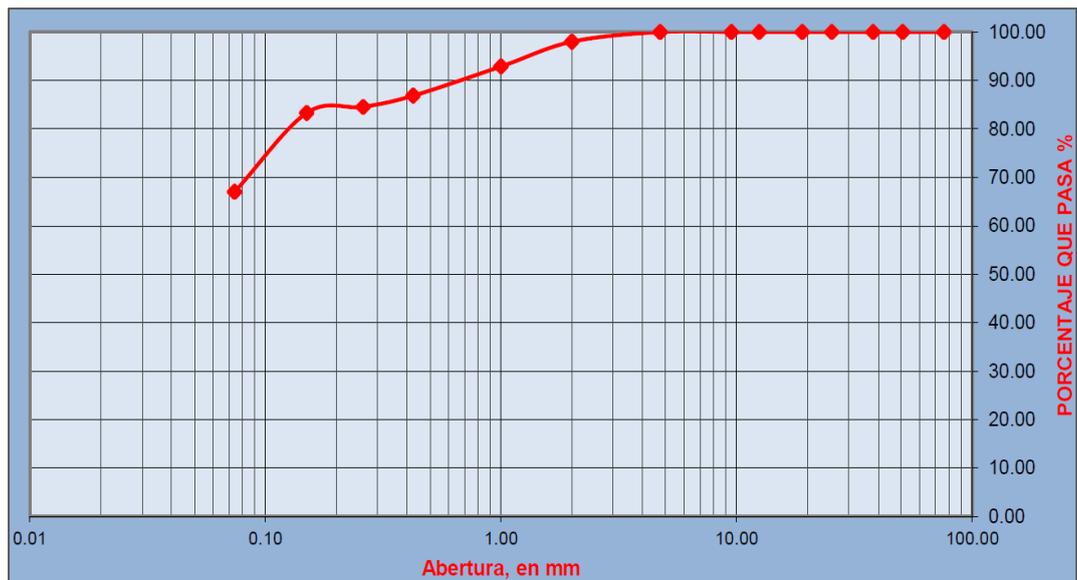
4.1.1. DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTOS ECONÓMICOS

4.1.1.1. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DE LA LOCALIDAD DE MICHINA

De los ensayos obtenidos tenemos:

Figura 15.

Granulometría de la Calicata C- 01.



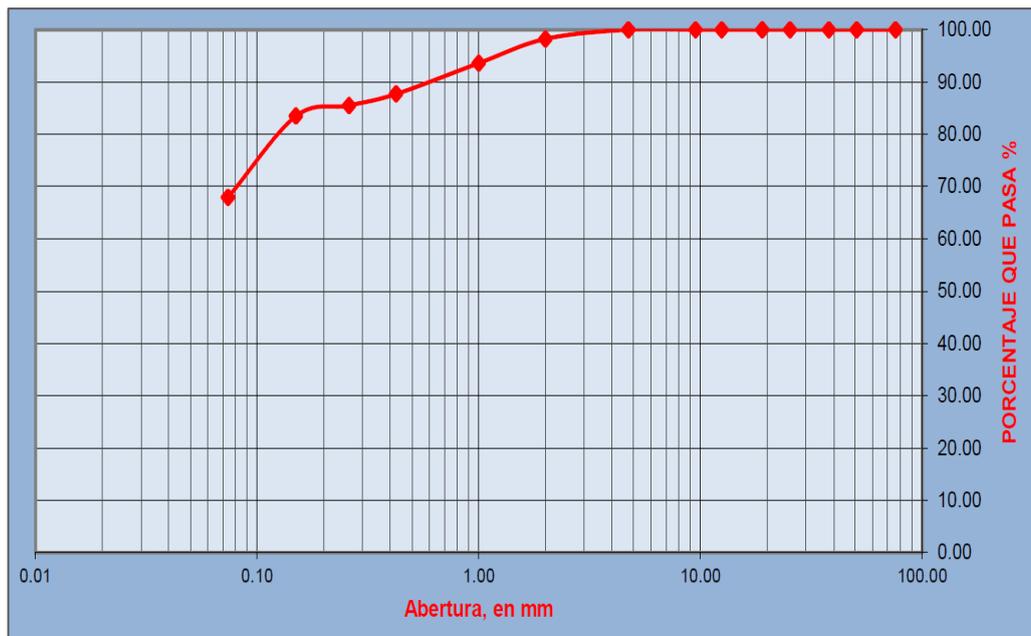
De la gráfica semilogarítmica la curva granulométrica del suelo de la localidad de Michina obtenida de la calicata 01, se observa que el 66.97% del suelo pasa la malla N° 200 lo cual es clasificado por la SUCS (+50% pasa #200) como un suelo fino de igual forma que la AASHTO (+30% pasa #200), esta característica nos indica que los poros son bastante pequeños dificultando el paso del agua a través de estos convirtiéndolo en un suelo con un alto índice de impermeabilidad.

El drenaje se ve afectado por la condición mencionada ya que el suelo estará

expuesto a mayor tiempo en la presencia de agua por las constantes lluvias de la zona haciendo que este tenga un comportamiento inestable ante las cargas impuestas por el tránsito. Como vemos el primer retenido es el 2.01% y se produce en la malla # 10 mientras que en la malla #40 tiene un retenido del 6.02% lo cual indica la existencia de plasticidad en el suelo ya que el 86.86% de este suelo pasa esta malla. La forma de la curva nos da idea de la distribución de los tamaños del cual se evidencia que no llega a pasar el 60% (D60), 30% (D30) y 10% (D10) datos importantes para determinas CU y CC asimismo no hay presencia de gravas 0%.

Figura 16

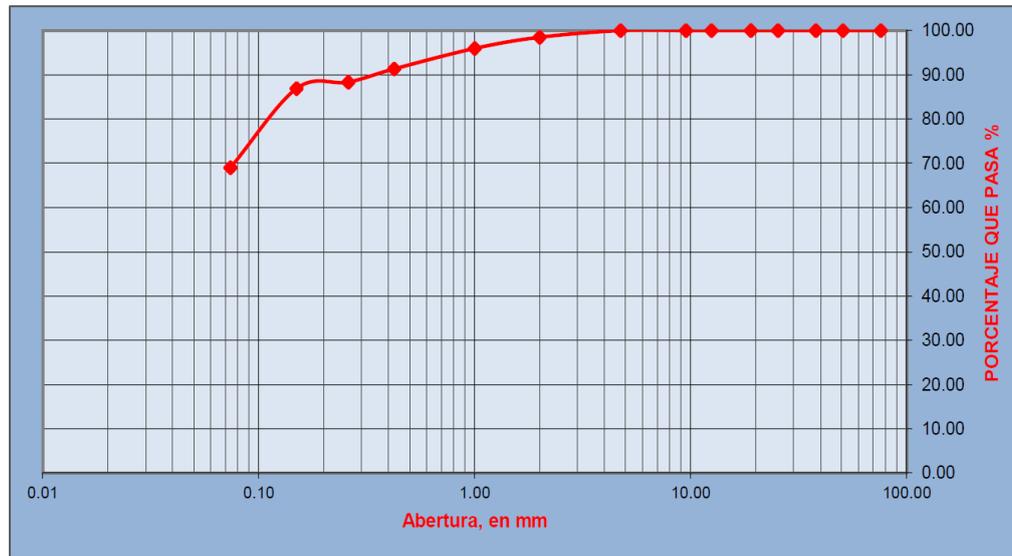
Granulometría de la Calicata C- 02



La Figura 16, curva granulométrica del suelo C- 02, presenta características similares a la calicata C-01 evidenciando el 0% de grava además que los retenidos empiezan en la malla #10 con el 1.78% y el porcentaje que pasa la malla#200 es el 67.90% lo que claramente clasifica al suelo como fino.

Figura 17

Granulometría de la Calicata C- 03



En la figura 17, se puede constatar que también es un suelo fino ya que el porcentaje que pasa la malla 200 es mayor al 50% y según el AASHTO indica que si pasa más del 35 % es un suelo fino, el peso reteniendo es 17.9% denotándose además que no hay presencia de gravas (0%) pero el certifica que existe el 1.52% de arenas porcentaje bastante bajo en comparación con los porcentajes de las materias más finas (limos y arcillas).

Tabla17

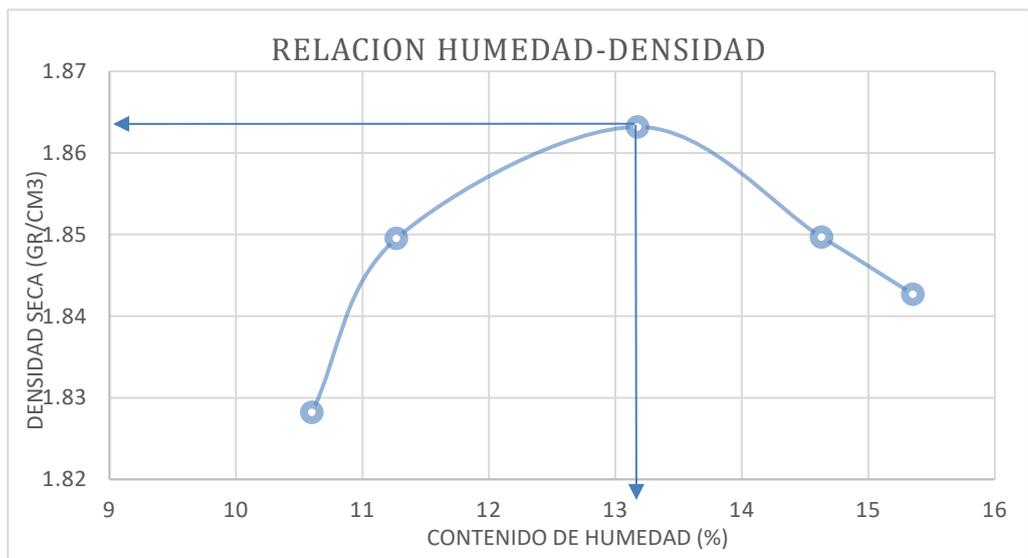
Clasificación de suelos y límites de consistencia

Calicata	Tipo de suelo		W%	LL	LP	IP
	AASHTO	SUCS				
C-01	A-4	ML	10.53	32.00	27.49	4.51
C-02	A-4	ML	10.22	32.40	29.77	2.63
C-03	A-4	ML	10.22	32.00	29.77	2.23

En cuanto a los resultados de la tabla 17, la clasificación del suelo en todos los puntos evaluados corresponde a un Limo de Baja Plasticidad el mayor índice plástico de 4.51%, mientras los demás no superan el 3%, este tipo de suelos son inadecuados para ser usados en pavimentos, ya que tienden a comportarse de manera licuable con la presencia de aguas. Como se ha visto Michina es una zona de lluvias constantes es necesario darle una característica de estabilidad al suelo que le permita soportar las cargas vehiculares a las cuales será sometida. De los resultados podemos ver que el Limite liquido es menor de 40 por lo tanto la norma recomienda estabilizar con materiales de cemento y cal.

Figura 18

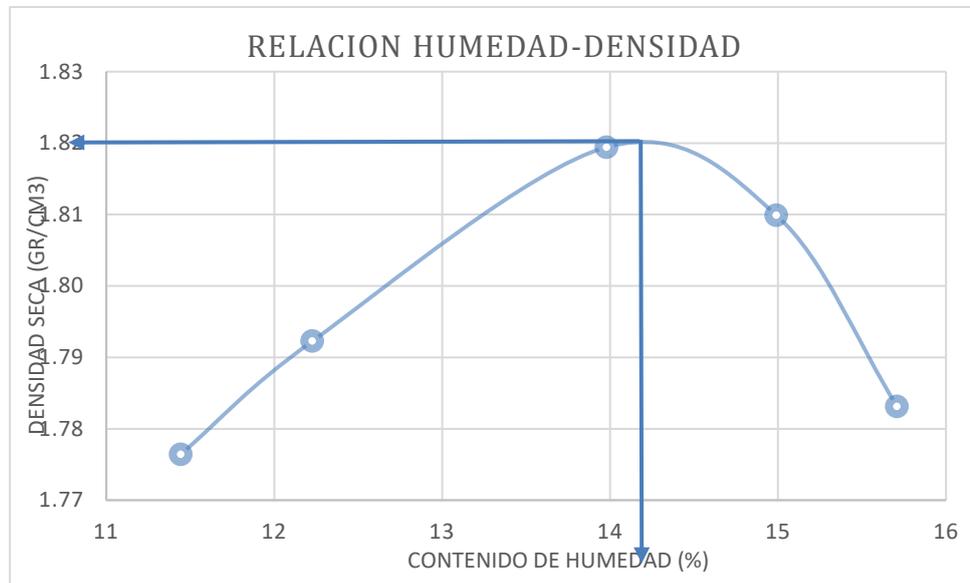
Curva de Compactación Proctor Calicata C- 01



En la figura 18, 19 y 20, se observa la relación que existe entre el peso unitario seco (densidad) del material y contenido de humedad a demás por la forma de la curva de saturación, se evidencia que es un suelo fino y como se vio en la granulometría el porcentaje que pasa la malla #200 es mayor que el 50 %.

Figura 19.

Curva de Compactación Proctor Calicata C- 02



Y debido a las pendientes que presenta la curva de saturación en los tres gráficos, pendientes formadas por la rama seca con la rama húmeda vemos que son sensibles a cambios por presencia de humedad característicos de suelos finos (arcillas o limos)

Figura 20

Curva de Compactación Proctor Calicata C- 03

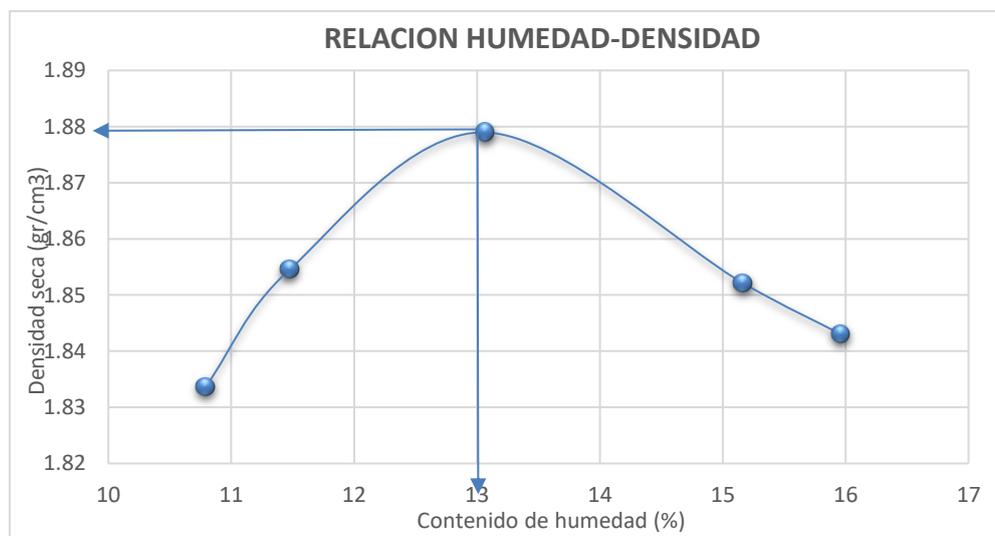
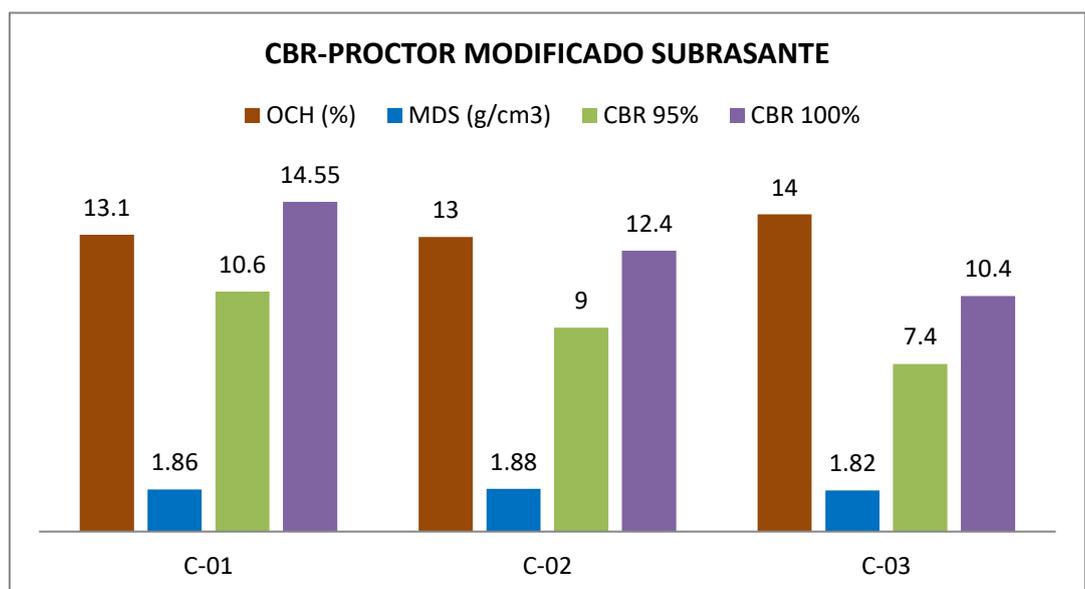


Tabla 18*Resultados del Ensayo CBR/ Proctor Modificado de la subrasante*

Calicata	MDS (g/cm ³)	OCH (%)	CBR 0.1" (Kg/Cm ²)	
			95%	100%
C-01	1.86	13.10	10.60	14.55
C-02	1.88	13.00	9.00	12.40
C-03	1.82	14.00	7.40	10.40

Los resultados del ensayo de CBR, tanto al 95% como al 100% determinaron que la calicata C-3, presenta los valores más bajos de 7.40% este valor según el MTC clasifica al suelo como Subrasante regular, es decir que es un suelo que puede utilizarse para asentar sobre este el pavimento, sin embargo, si hay presencia de lluvias este sería un gran problema al momento de transitar por baja permeabilidad que presenta y el alto grado de capilaridad característico de este tipo de suelo.

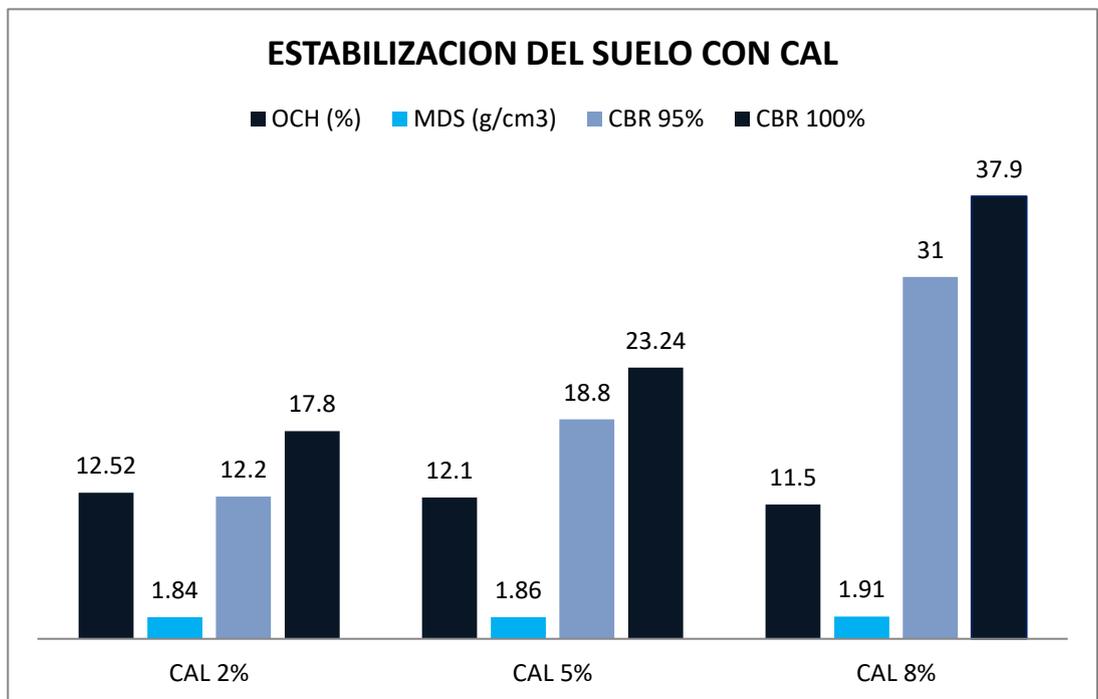
Figura 21.*CBR-Proctor Modificado de la Subrasante*

En la figura se puede ver que el CBR del suelo evaluado en los 3 puntos es mayor a 3% pero este no pasa del 10% lo que significa que la calidad en cuanto a la resistencia es regular. Por otro lado, la cantidad de agua que necesita el suelo para poder compactarlo está en promedio de 13.4%, esto para lograr una máxima densidad seca promedio de 1.85% entendiéndose que existe una gran relación entre el peso y volumen del suelo este debido al tamaño de las partículas del suelo. Para el caso es suelo fino ya que estos por el tamaño ocupan menor espacio, pero existe mayor cantidad de suelo lo que se traduce en mayor peso todo esto repercute en el grado compactación ya que este deberá ser mayor.

4.1.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS SUELOS ESTABILIZADAS CON CEMENTO Y CAL

Figura 22

Estabilización del suelo con CAL

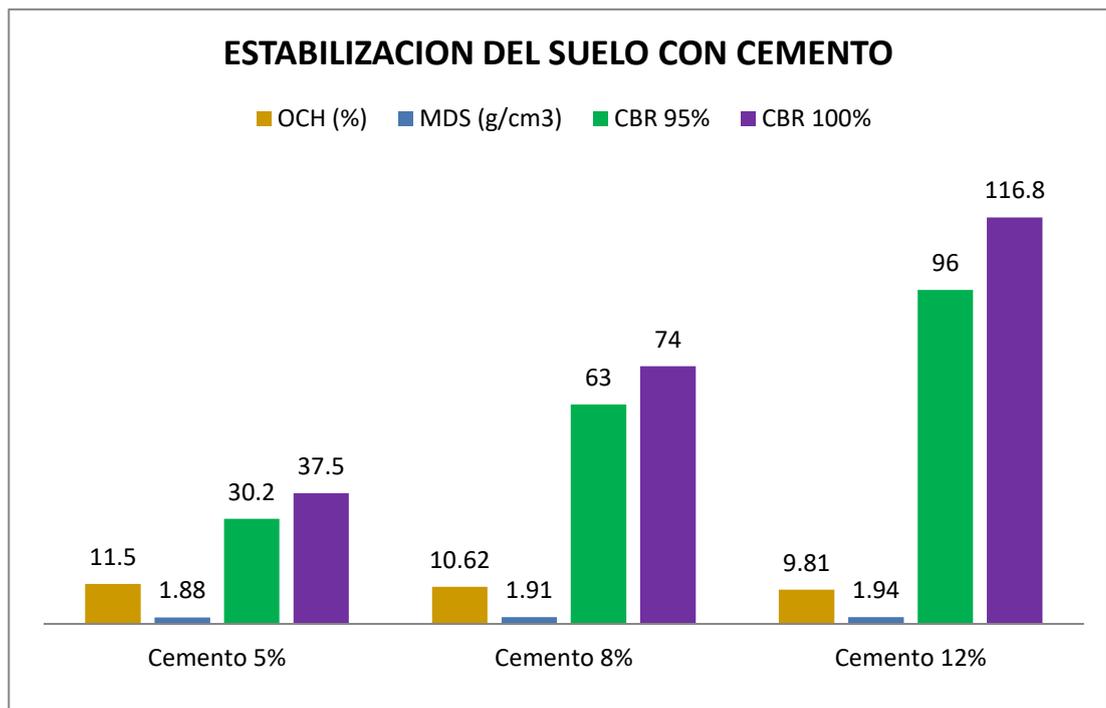


De la figura se observa al suelo con mejor comportamiento al aumentar el

porcentaje de adición de cal es al 8% esta combinación presenta mejores resultados. Esto debido a que el CBR sube en comparación al 2% en un valor de 154.09% y de igual manera aumenta la densidad un 3.80% pero la cantidad de agua disminuye en 8.15% lo cual es bastante aceptable ya que al utilizar mayor cantidad de agua sería un mayor costo. Además, cabe resaltar que la categoría de subrasante pasa de regular a buena al adicionar el 2% y 5% de cal solamente al adicionar el 8% se convierte en una categoría de muy buena lo cual repercutió en el diseño.

Figura 23

Estabilización del suelo con Cemento



Mientras que el suelo combinado con el cemento se observa (figura 23), que el CBR con mayor incremento es cuando se adiciona 12 % de este material, esto representa en comparación al 5% de adicción un aumento de 217.88 % al igual que la MDS, 3.19%. En todos los casos de adiciones el CBR pasa de tener una

condición de regular a una categoría de subrasante a excelente (ver tabla 6).

4.1.1.3. Diseño Del Pavimento

Tabla 19

Parámetros de diseño del pavimento para el periodo de 20 años para la localidad de Michina

Requisitos Del Diseño	Valor
Periodo de diseño	20 años
Desviación Standard Normal	$Z_R = -1.282$
Desviación estándar	$S_o = 0.45$
confiabilidad	90%
Serviciabilidad inicial	$p_i = 4.0$
Serviciabilidad final	$p_f = 2.2$
Diferencia entre los índices de servicio inicial y el final deseado	$\Delta PSI = 1.8$
Módulo de resiliencia efectivo de la subrasante	9.03833 psi
Tráfico equivalente o ESAL's	76215.3
Coefficiente de drenaje (m_2, m_3)	0.8
a_1	0.35
a_2	0.14
a_3	0.12
Coefficiente de transmisión de carga(J)	3.2
Módulo de elasticidad del concreto	90000 kg/cm ²
Resistencia a la compresión del concreto	280kg/cm ²

Es importante considerar que la zona es una vía rural y con frecuencia de lluvias situación que expone constantemente a la humedad a la subrasante por ello, los coeficientes de drenaje sopesan como un factor primordial al momento del diseño tiempo de drenaje 36 Horas y % De Exposición 25% y se ha considerado que la tasa de crecimiento vehicular es de 1.5%, y otro punto importante es aislar la capa base de la humedad que pueda filtrar del subsuelo y así evitar el asentamiento y las fallas tempranas en el pavimento.

Tabla 20

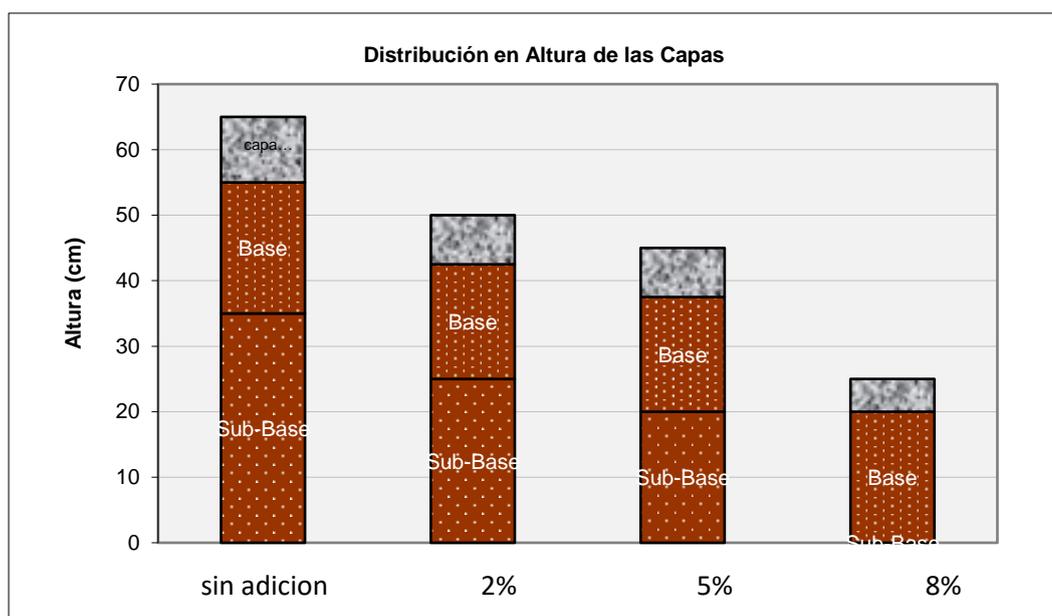
Diseño del pavimento flexible subrasante natural y con adición de cal para la localidad de Michina

Descripción	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
	Espesor (cm)			
	Sin adición	Cal al 2%	Cal al 5%	Cal al 8%
Carpeta Asfáltica	10.00	7.500	7.50	5.00
Base Granular	20.00	17.50	17.50	20.00
Subbase Granular	35.00	25.00	20.00	0.00
Total	65.00	50.00	45.00	25.00

En base a la tabla, al considerar el diseño de pavimento flexible más económico para la localidad es cuando a la subrasante se adiciona el 8% de cal ya que se puede ver que el espesor del paquete estructural reduce su espesor en 61.53% comparándolo con la subrasante sin ninguna adición.

Figura 24

Espesores de las capas del pavimento flexible con Estabilización del suelo con Cal



Se requiere de 3 capas al no adicionar cal a la subrasante, es decir el pavimento tendrá capa subbase, base y capa flexible por lo contrario con la mayor adición de cal solo se tiene que colocar capas base y subbase como se aprecia en la figura 24.

Tabla 21

Diseño del pavimento flexible subrasante natural y con adicción de cemento para la localidad de Michina.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
Descripción	Espesor (cm)			
	Sin adición	Cemento al 5%	Cemento al 8%	Cemento al 12%
Carpeta de rodadura	10.00	7.50	5.00	7.50
Base Granular	20.00	17.50	15.50	15.00
Subbase Granular	35.00	25.00	15.00	0.00
Total	65.00	50.00	35.50	22.50

Tomando los resultados de la tabla en cuanto a la estructura del pavimento flexible reduce el 65.34 % el espesor de esta y solo sería necesario colocar capa base y capa de rodadura, se produce cuando se adiciona 12% de cemento a la subrasante.

Figura 25

Espesores de las capas del pavimento flexible con Estabilización del suelo con Cemento.

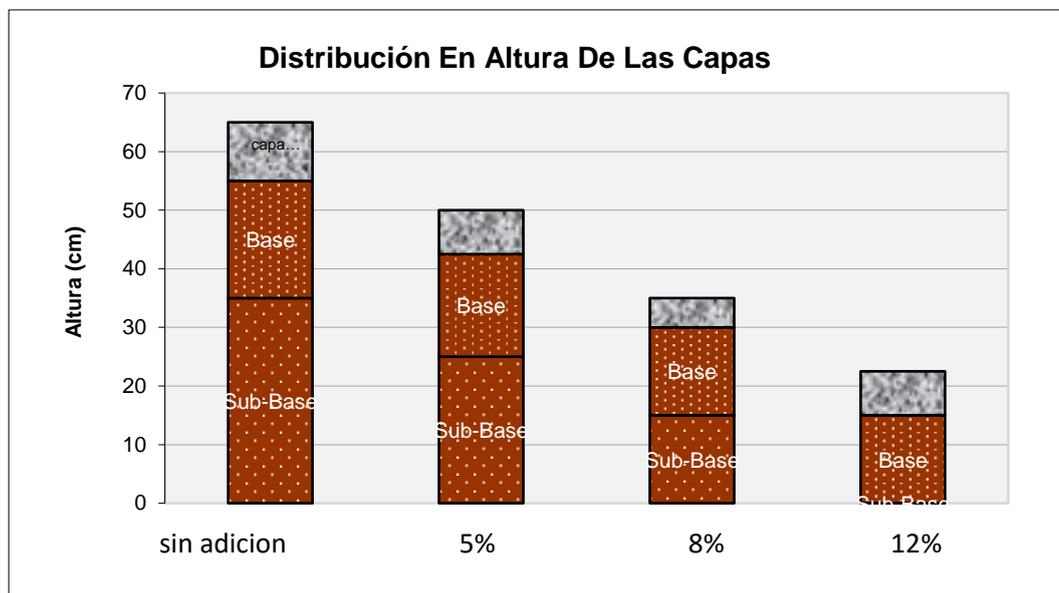


Tabla 22

Diseño del pavimento Rígido subrasante natural y con adición de cal para la localidad de Michina.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
Descripción	Espesor (cm)			
	Sin adición	Cal al 2%	Cal al 5%	Cal al 8%
Carpeta de rodadura	20.00	15.50	15.00	15.00
Subbase Granular	37.50	30.00	25.00	12.50
Total	53.50	45.50	40.00	27.50

Al considerar colocar pavimento Rígido en la zona de Michina luego de mejorar la subrasante con cal existe una disminución de la estructura de un 71.10% de espesor, esta reducción se produce específicamente al adicionar el 8% del material indicado como se puede visualizar en la tabla 21. Por otro lado, la figura

22 nos permite ver la cantidad de capas necesarias según la variación de material adicionado a la subrasante utilizando solo capa de rodadura en comparación a las otras adicciones.

Figura 26

Espesores de las capas del pavimento rígido con Estabilización del suelo con Cal.

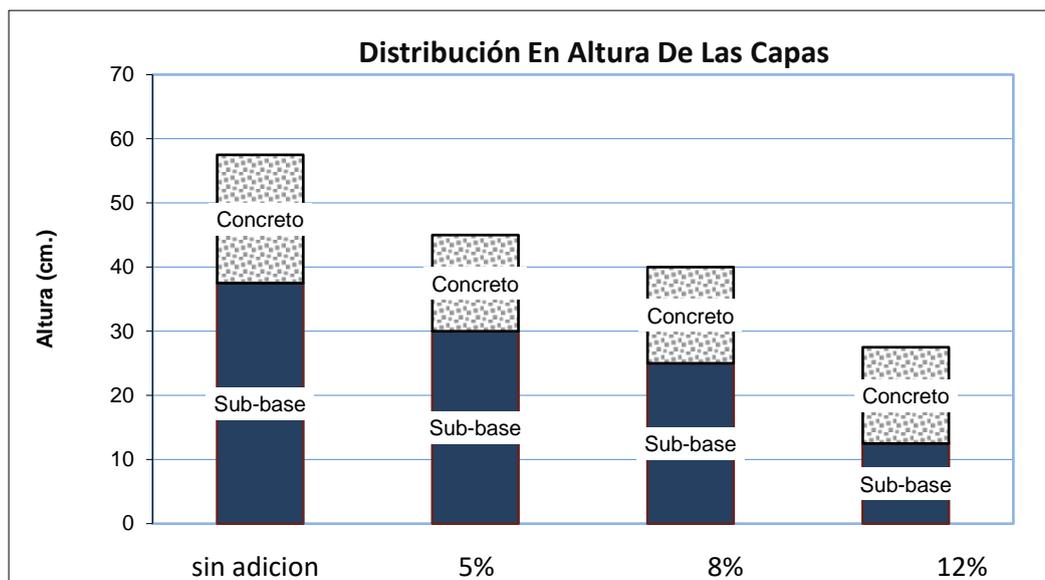


Tabla 23

Diseño del pavimento Rígido subrasante natural y con adicción de cemento para la localidad de Michina.

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
Descripción	Espesor (cm)			
	Sin adición	Cemento al 5%	Cemento al 8%	Cemento al 12%
Carpeta de rodadura	20.00	15.00	15.00	20.00
Subbase Granular	37.50	20.00	15.00	0.00
Total	53.50	35.00	30.00	20.00

En cuanto a la tabla 23, los resultados de la estructura más económica de pavimento rígido a utilizar en Michina son al adicionar el 12% de cemento ya

que esta reduce el 71.70 % el espesor de este. Siendo visible en la figura 27.

Figura 27

Espesores de las capas del pavimento rígido con Estabilización del suelo con Cemento.

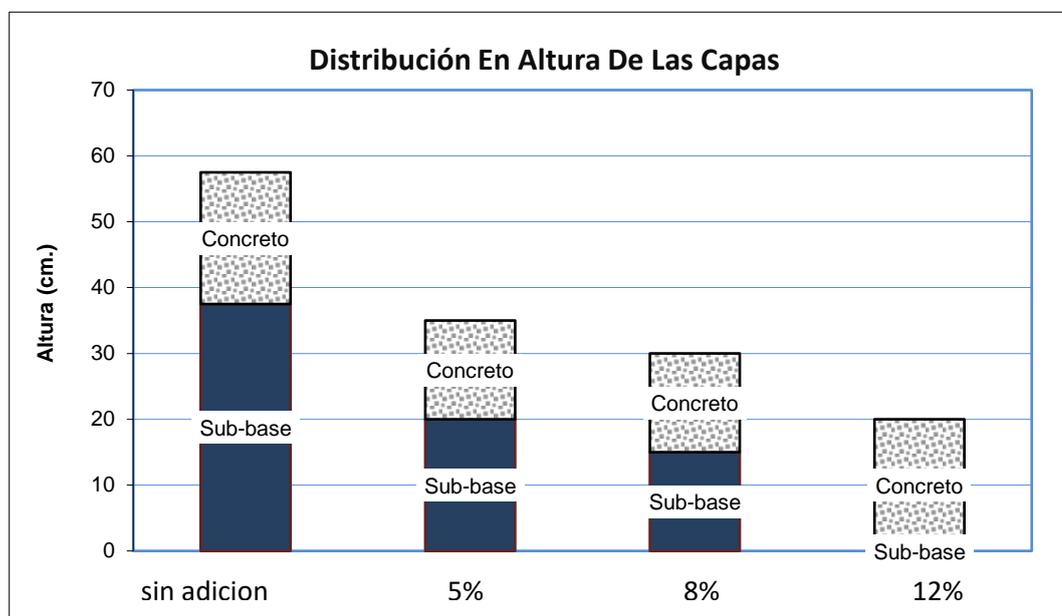


Tabla 24

Diseño del pavimento- Afirmado para la localidad de Michina

Elementos	Valor
Periodo de diseño	10 años
CBR	7.4 %
Nep	76215.3
Espesor de la capa de afirmado	225mm
Subbase	300mm

Para la colocación de afirmado como pavimento económico en zona de Michina se considera el valor de CBR del terreno natural que en este caso es de 7.4% y según el MTC solo se puede aplicar a suelos que tengan un CBR mínimo de 6% para lo cual según la cantidad de vehículos se puede colocar una capa de 22.5 cm de espesor, sin embargo, se debe tener en cuenta que este material está

compuesto por una combinación de distintitos agregados dentro de los cuales están los suelos finos arcillas y limos los cuales suelen a expandirse con la presencia de agua y como es de conocimiento esta zona presenta precipitaciones constantes.

Tabla 25

Parámetros de diseño de capas estabilizadas para el periodo de 10 años para la localidad de Michina.

Requisitos del diseño	Valor
Periodo de diseño	10 años
Coefficiente estructural de capa granular	$a_m = 0.052$
Coefficiente estructural para suelo con cemento	$a_i = 0.070$
Espesor de la capa de base granular a reemplazar	$e = 0.25$ cm
Coefficiente estructural para con cal	$a_i = 0.080$

Considerando los valores de la tabla 25, se aprecia la diferencia entre los espesores de la base granular, al estabilizar con cal este tiene 12.5 % menos de espesor que con cemento lo cual repercute en los costos.

Tabla 26

Diseño del pavimento para periodo de diseño 10 años -Capa superficial asfáltica

Diseños	Material Estabilizador (cm)	Subbase granular (cm)	Base granular (cm)	Capa de rodadura (cm)	total (cm)
Mortero Asfáltico	Cemento	18.00	18.57	1.20	37.77
	Cal	18.00	16.25	1.20	35.45
Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)	Cemento	18.00	18.57	2.60	39.17
	Cal	18.00	16.25	2.60	36.85
Micropavimento	Cemento	18.00	18.57	2.50	39.07
	Cal	18.00	16.25	2.50	36.75
Mezcla asfáltica en frío	Cemento	15.00	13.37	5.00	33.37
	Cal	15.00	11.5	5.00	31.50

En cuanto a la tabla 26, el diseño de Mezcla asfáltica en frío tiene los espesores de capa más bajos como se puede ver la subbase disminuye en 16.67% en comparación de los demás diseños ya sea la subrasante mejorada con cal o cemento. De igual manera la capa base al ser tratada con cemento disminuye en 16.67% y cuando es tratada con cal 29.23% en base a las otras. Sin embargo, es todo lo contrario en cuanto la capa de rodadura existe una diferencia promedio de 38% teniendo el valor más bajo el Mortero Asfáltico como se puede apreciar en la figura 28.

4.1.2. COMPARACION DE LAS ESTRUCTURAS OBTENIDAS DE LOS DIFERENTES TIPOS DE PAVIMENTOS ECONÓMICOS SEGÚN LAS NORMAS ESTABLECIDAS.

Figura 28

Espesores De Pavimentos Económicos periodo 20 años

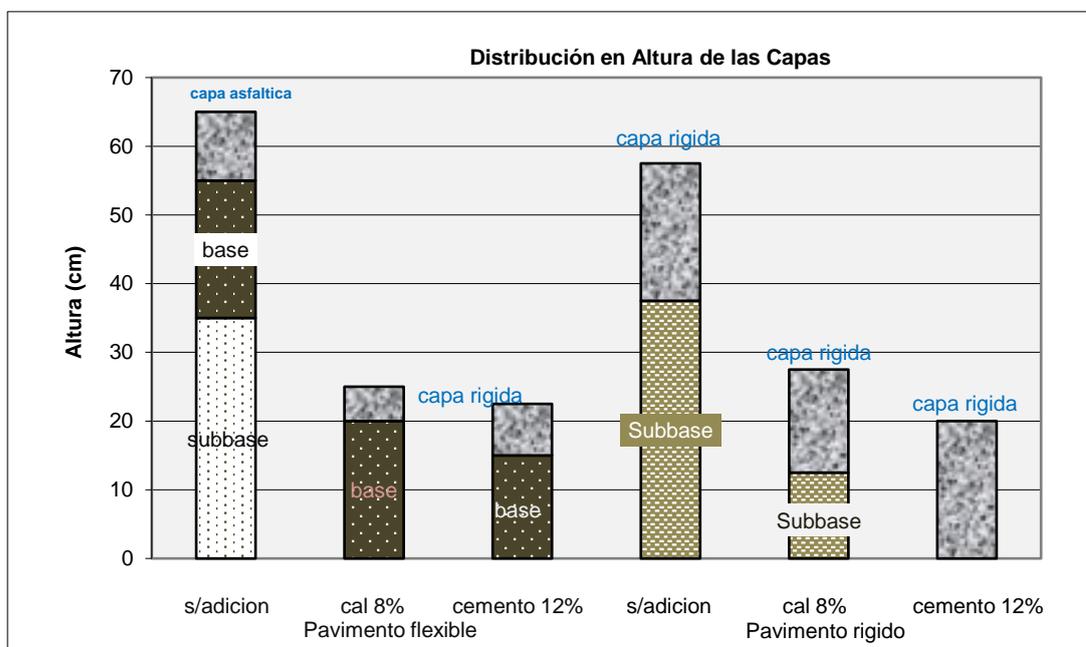
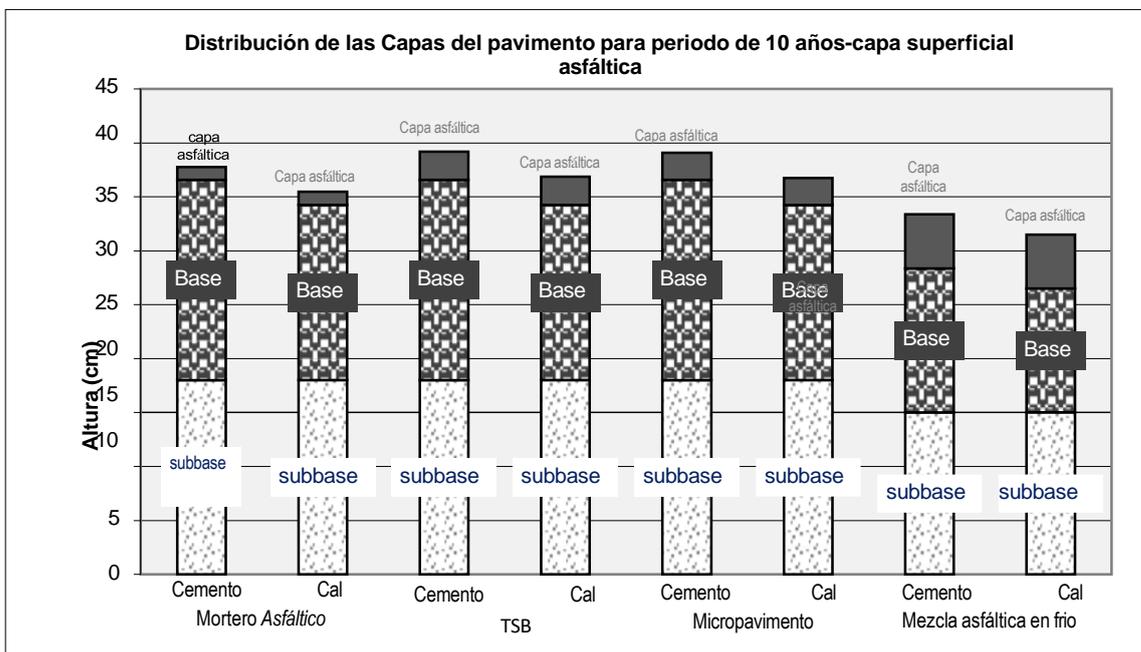


Figura 29

Espesores De Pavimentos Económicos periodo 10 años



De las figuras 28 y 29, se puede visualizar entre los pavimentos diseñados para 20 años y 10 años quien sería el más económico. Pero no solo basta con ver el costo inicialmente ya que no es un factor determinante al momento de elegir sino más bien es muy importante que sean compatibles y concordantes con las normativas Por ello es necesario analizar y comparar cada uno de estos pavimentos y contrastarlos según las normas vigentes cuales de estas cumplen con los lineamientos que establecen estas.

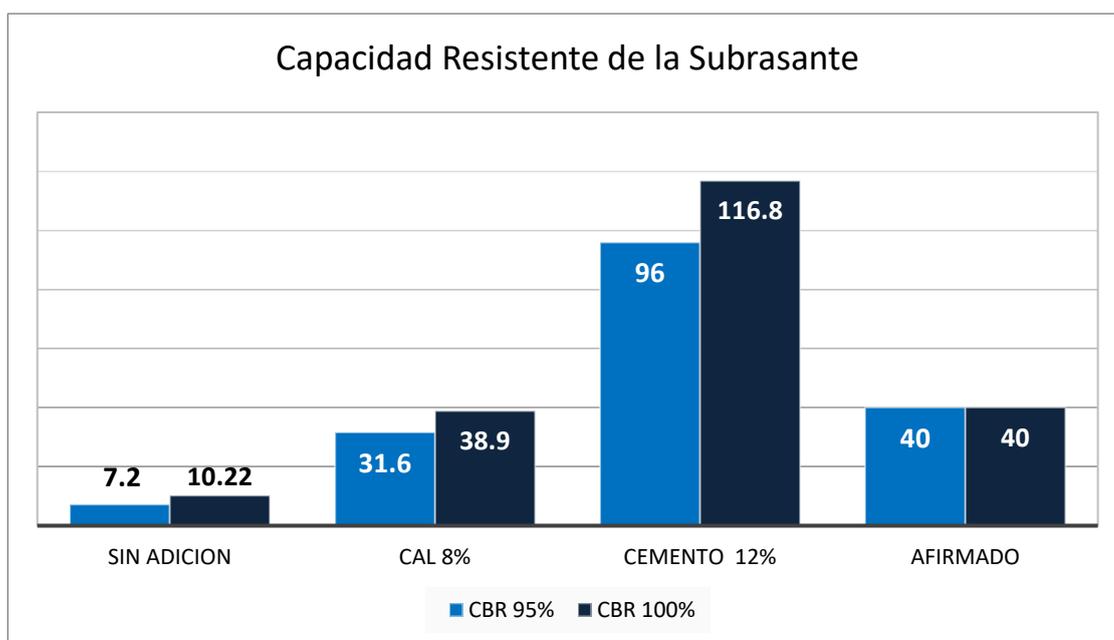
4.1.2.1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS SEGÚN LAS NORMAS DEL MTC

De los datos de la figura 30, podemos indicar que el CBR es el indicador que está más comprometido en cuanto al diseño de pavimento se trata, es decir que mientras más bajo sea el valor de este mayores serán los espesores de las capas

de un pavimento ya se flexible, rígido, articulado o simplemente en capa estabilizada, por ello considerando las características técnicas mínimas exigidas por el MTC se puede observar que al adicionar el 12% cemento se obtiene el mejor resultado incrementando este valor en 13.3 veces más, con lo cual convierte a esta subrasante en uno de categoría de regular a excelente. Mientras al adicionar cal al 8% alcanza la categoría de bueno de la misma manera si se colocaría material afirmado tendría esta categoría.

Figura 30

Evaluación de la capacidad resistente de la subrasante

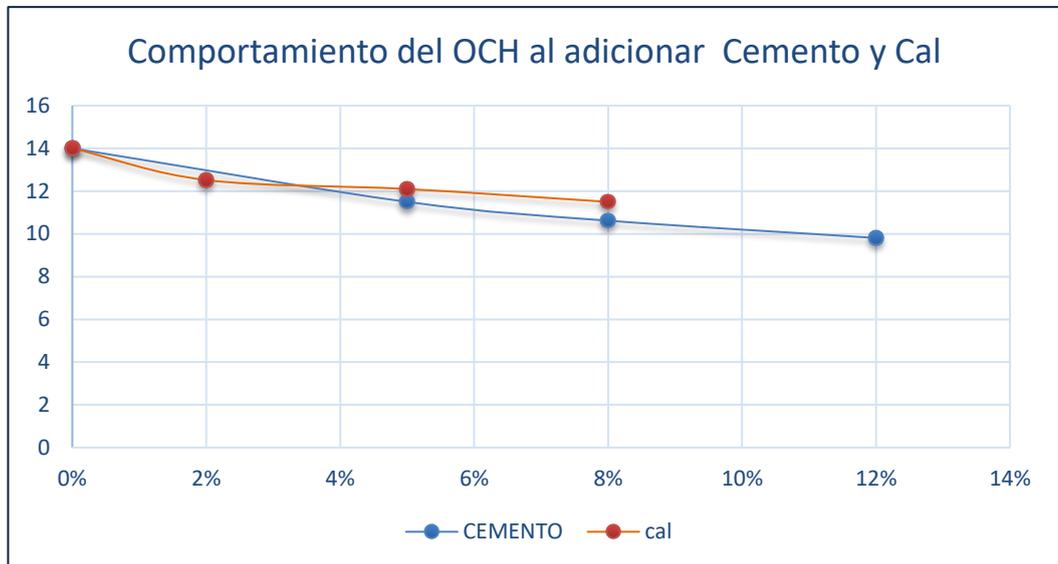


En cuanto a esta característica es indudable que el cemento lleva una ventaja muy considerable sin embargo se debe tener en cuenta los costos de estos. Según el MTC, exige un valor mínimo de CBR en el material que va a ser colocado como base del 80% para vías de tercera clase y de 40% en aquel material que será usado como capa subbase por lo tanto al colocar cemento alcanza estos

valores e incluso sobrepasa.

Figura 31

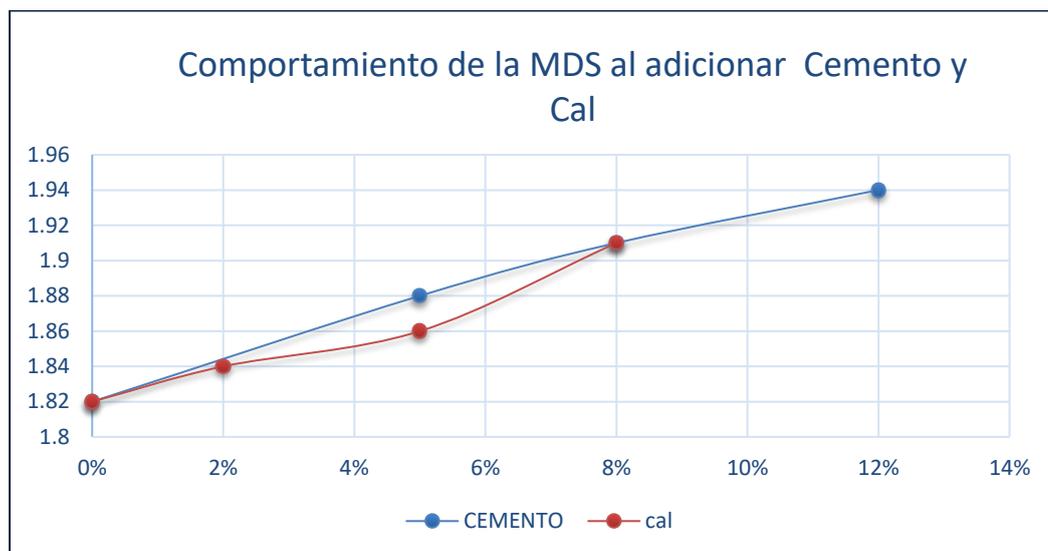
Tendencia del optimo contenido de humedad al adicionar % cemento y % de cal.



Podemos observar de la figura 31, el comportamiento de la humedad que requiere el suelo para compactarse al ir incrementándose los porcentajes de adición tanto de cal como cemento, al adicionar porcentajes menores al 4% la cal tiende a tener valores mucho más bajos que el cemento teniendo como variación el 4.95%, sin embargo, luego es todo lo contrario el cemento es quien tiene los valores más bajos existiendo una diferencia del 14.70 % entre estos. Esto es debido a los minerales que contienen cada material en el caso de la cal tiene como principal al CaCO_3 que posee la cualidad de ser insoluble en agua y además actúa como cementante. Por otro lado, el cemento además de otros tiene Oxido de calcio (CaO) y SiO_2 en mayores porcentajes que con presencia del agua tiende a endurecerse.

Figura 32

Tendencia de la Máxima Densidad Seca al adicionar % cemento y % de cal.



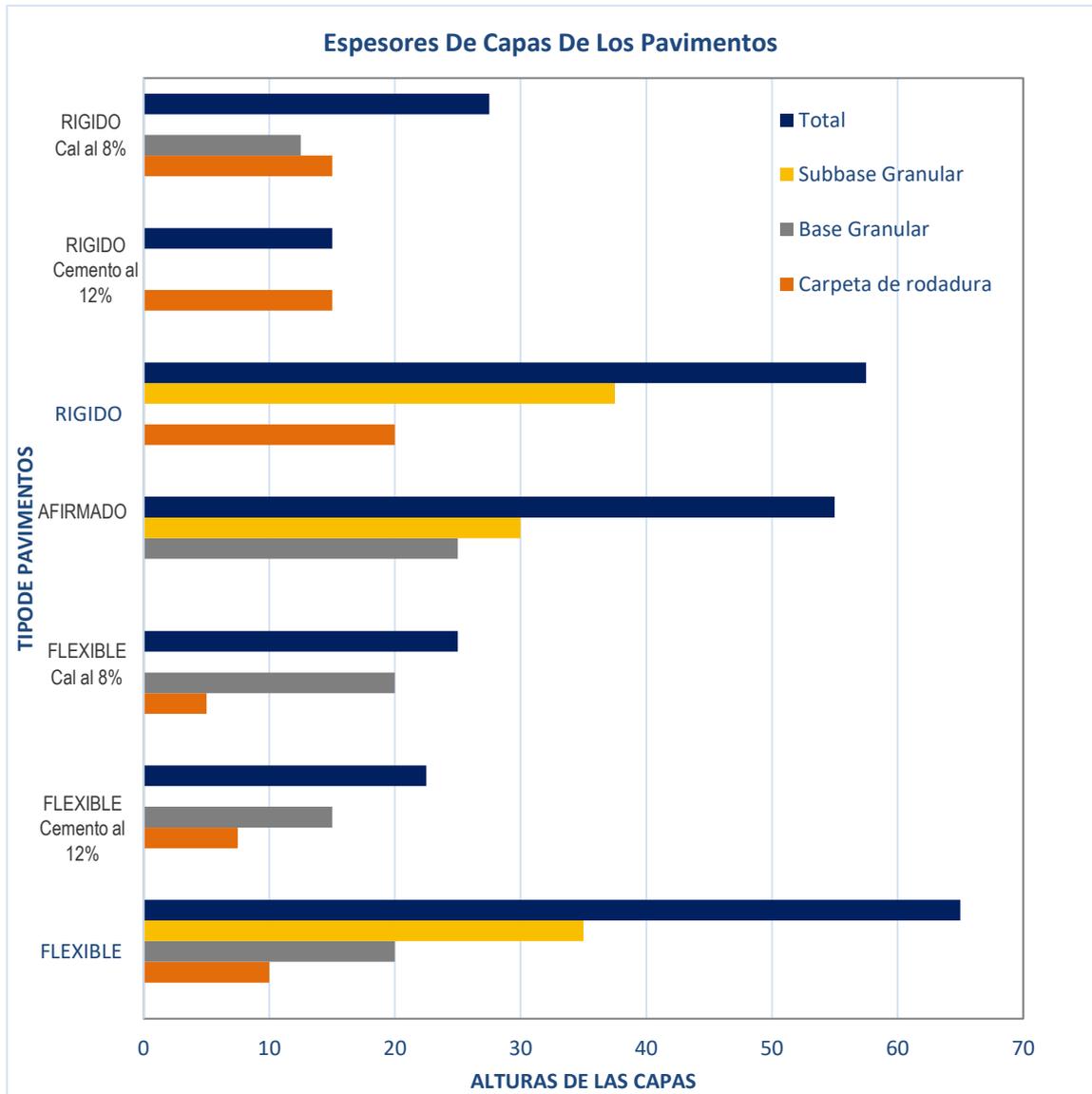
En cuanto a la muestra esta tiende a mejorar mucho más cuando se adiciona cemento a comparación con la cal como se observa en la figura 32, este es un parámetro importante al momento de determinar la compactación, ya que nos permite conocer peso por volumen del suelo y saber que tantos vacíos hay en este, mientras más alta sea la densidad el suelo será más compacto y esto repercute en el CBR esto debido a que el tamaño de las partículas del cemento son más finas y estas logran ocupar mayores espacios vacíos. Se puede observar de la figura que el punto donde aproximan sus valores es al adicionar el 8% tanto de cal como de cemento alcanzando un valor de 1.91 lo cual no sucede lo mismo con el contenido de humedad al momento de compactarlos suelos.

4.1.3. ANALISIS DE LA MEJOR ALTERNATIVA TÉCNICO ECONÓMICA, CON LAS CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS IDÓNEAS ENTRE LOS DIFERENTES TIPOS DE ESTRUCTURAS DISEÑADAS.

4.1.3.1. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ECONÓMICO DE LOS PAVIMENTOS SEGÚN LAS CAPAS

Figura 33

Comparación de Diseño del pavimento subrasante natural con adición de cemento y cal para la localidad de Michina periodo 20 años

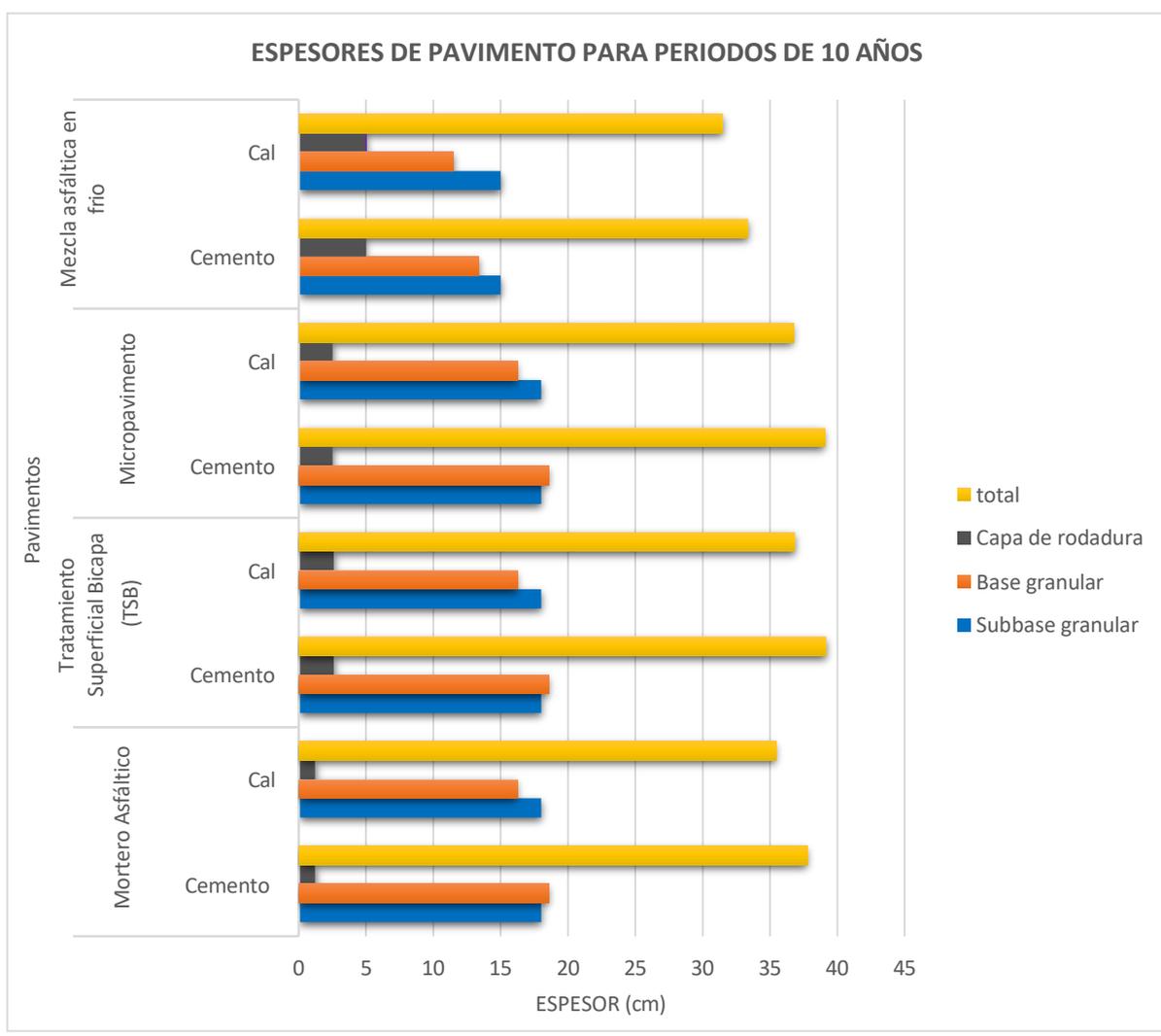


De los espesores del pavimento según la figura 33, considerando las características geotécnicas de la zona al adicionar el 8% de cal y 12% de cemento éstas logran alcanzar el mejor comportamiento, es por ello que la estabilización del suelo con cemento presenta los espesores más bajos en cuanto al pavimento flexible no hay necesidad de colocar capa subbase, en cuanto al

pavimento Rígido tanto la adición de cemento y cal hace que el pavimento no requiera capa granular sin embargo el espesor más bajo se obtuvo al estabilizar la subrasante con el 12% de cemento esto tendría repercusión en los costos y en el desempeño estructural en base a las cargas a las cuales serán sometidas.

Figura 34.

Comparación de Diseño del pavimento subrasante natural con adición de cemento y cal para la localidad de Michina periodo 10 años.



En cuanto a los pavimento para periodos de 10 años, al utilizar cal o cemento se ha logrado obtener espesores iguales en cuanto a la capa subbase se refiere tanto

para lo que es mortero asfáltico, TBS y micropavimento, de igual forma se observa que la capa base cuando es tratada con cemento difiere en 12.5% a comparación de la cal. Pero cuando se trata de mezcla asfáltica en frío hay variación de 16.7% en cuanto la capa subbase. Como se aprecia en la figura el espesor total más bajo se presenta al trabajar con mezcla asfáltica en frío tanto al ser mejorada con cal y cemento la diferencia entre estas es de 2.6% sin embargo, es quien tiene el espesor más elevado cuando se trata de la capa de rodadura. Este dato influye en cuanto a los costos de inversión inicial

4.1.4. SELECCION LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ECONÓMICO MÁS ADECUADA PARA LA LOCALIDAD DE MICHINA.

De los pavimentos analizados para períodos de 20 años como se puede ver en la tabla 27, la inversión inicial más costosa es cuando el pavimento es rígido, es decir que la construcción de este tipo de pavimento es la más cara en comparación con el afirmado que es el que tiene la inversión inicial más baja (más económica) se incrementa en un 55.43% más y por otro lado si se considera pavimento flexible se tendría el 32.17% más costosa.

Tabla 27

Inversión inicial de alternativas de pavimento para periodo de diseño 20 años para La Localidad De Michina

ALTERNATIVAS A 20 AÑOS- DE INVERSIÓN INICIAL		
Pavimento	Costo Total	Costo M2
Flexible	9,492,114.49	194.17
Rígido	13,994,948.24	286.280
Afirmado	6,236,924.93	127.582

Aparentemente de los resultados obtenidos con estos tipos de pavimentos el afirmado sería la mejor alternativa ya que es la más económica inicialmente, sin embargo, es importante analizar otros aspectos técnicos y económicos a lo largo del tiempo de vida útil del pavimento.

Figura 35.

Comparación de inversión inicial alternativas de pavimentación a 20 años para la localidad de michina

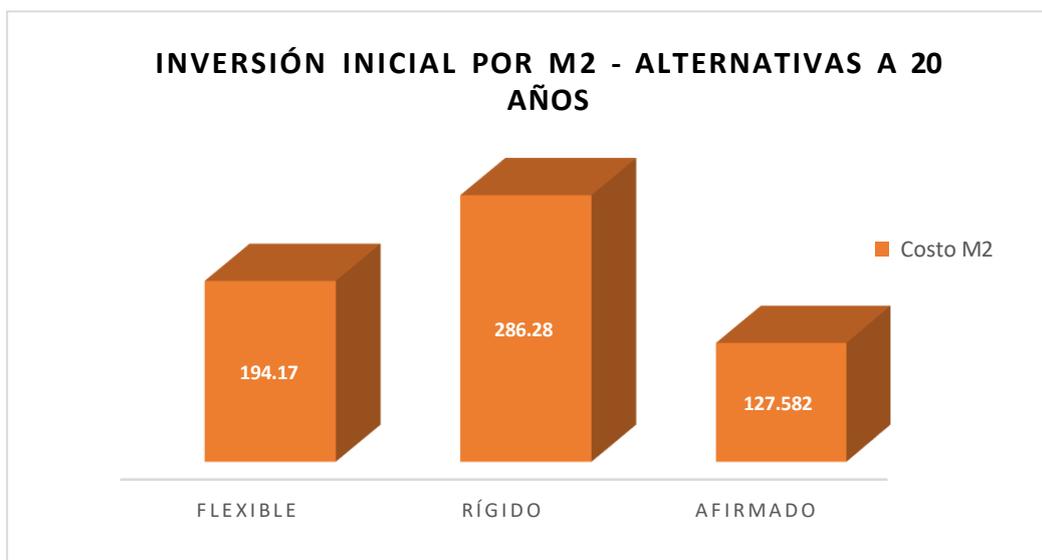


De los pavimentos para 20 años el afirmado tiene la inversión más económica en comparación del pavimento rígido (más costoso) es 55.43% menos de inversión y en cuanto al pavimento flexible es 32.17 % menos, eso significa que por m2 de pavimentos se pagaría s/ 158.698 de mas si fuera concreto y s/ 92.11 de más si fuera pavimento flexible podríamos elegir este tipo de pavimento si solo se tomaría en cuenta el costo de inversión inicial pero esto no es suficiente para decidir si este sería

la opción más rentable ya que es importante tener en cuenta que la vía debe estar en una serviciabilidad de regular como mínimo al cumplir su vida útil para lo cual hay que realizar mantenimientos y rehabilitaciones periódicamente y oportunamente.

Figura 36.

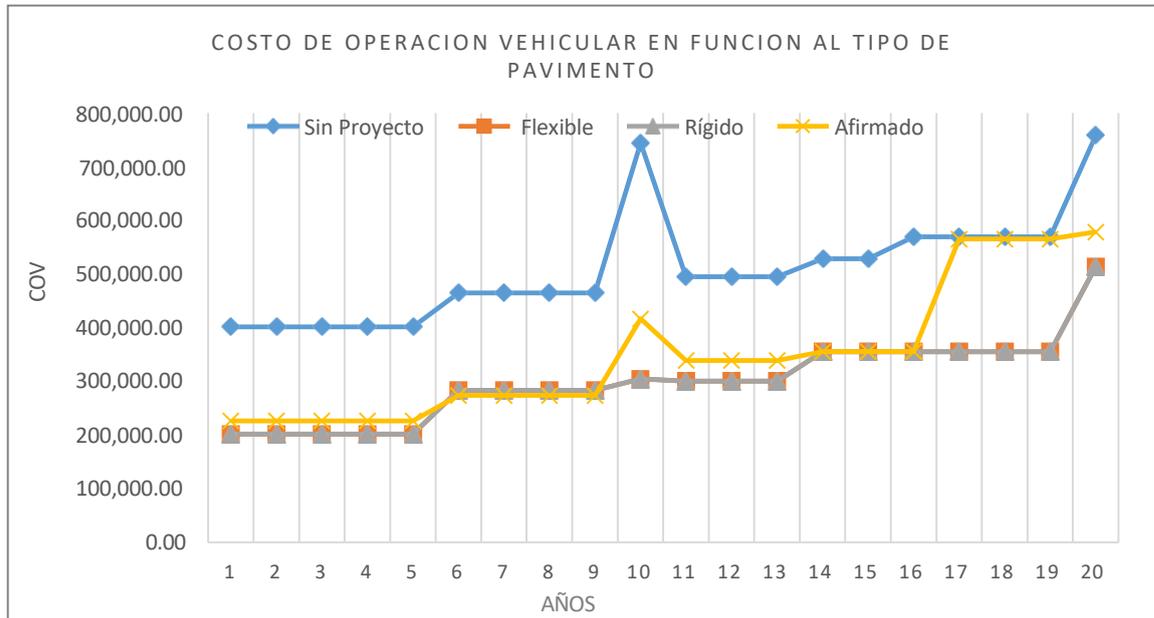
Comparación de inversión inicial por metro cuadrado de alternativas a 20 años para la localidad de Michina.



Es importante también analizar los costos de operación de los vehículos, como se aprecia en la figura 37, los pavimentos flexibles y rígidos tienen el mismo costo de operación vehicular, pero el pavimento tratado con afirmado presenta costos más elevados en comparación con los pavimentos mencionados. Pero al compararlo con la vía sin proyecto este presenta costos más bajos, pero a partir del año 17 el costo de operación alcanza los mismos valores.

Figura 37.

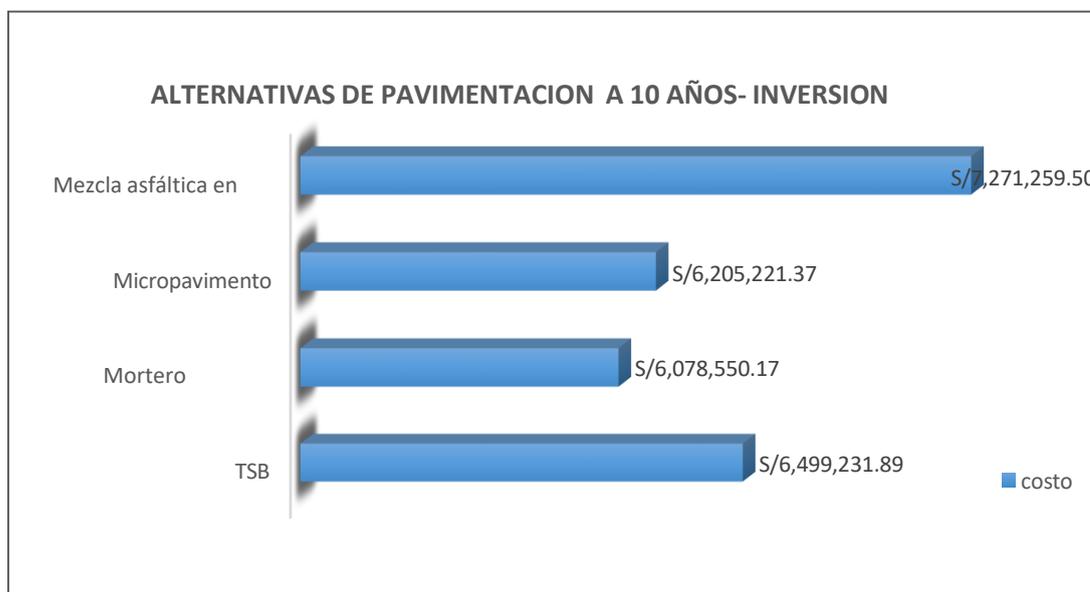
Comparación de Análisis de los Costos de operación vehicular de alternativas a 20 años para la localidad de Michina.



La figura 38, muestra el incremento del costo inicial de cada una de las alternativas de pavimentación para un periodo de vida útil de 10 años tomando al mortero asfáltico como la inversión inicial más baja (más económica), luego se encuentra el Micropavimento con el 10.62% de inversión mayor seguido por tratamiento superficial bicapa (TSB), para lo cual tendría un incremento en la inversión del 14.66% y finalmente el más costoso con un incremento en la inversión inicial del 16.40% sería el Mortero Asfáltico.

Figura 38.

Comparación de inversión inicial alternativas de pavimentación a 10 años para la localidad de Michina.



De la tabla, se puede observar el costo por metro cuadrado de este tipo de pavimentos para periodo de 10 años analizados, donde el mortero asfáltico y micropavimento tienen valores bastante cercanos mientras que el TSB y la Mezcla asfáltica en frío se diferencian en s/ 15.79 soles.

Tabla 28

Inversión inicial de alternativas de pavimento para periodo de diseño 10 años para La Localidad De Michina

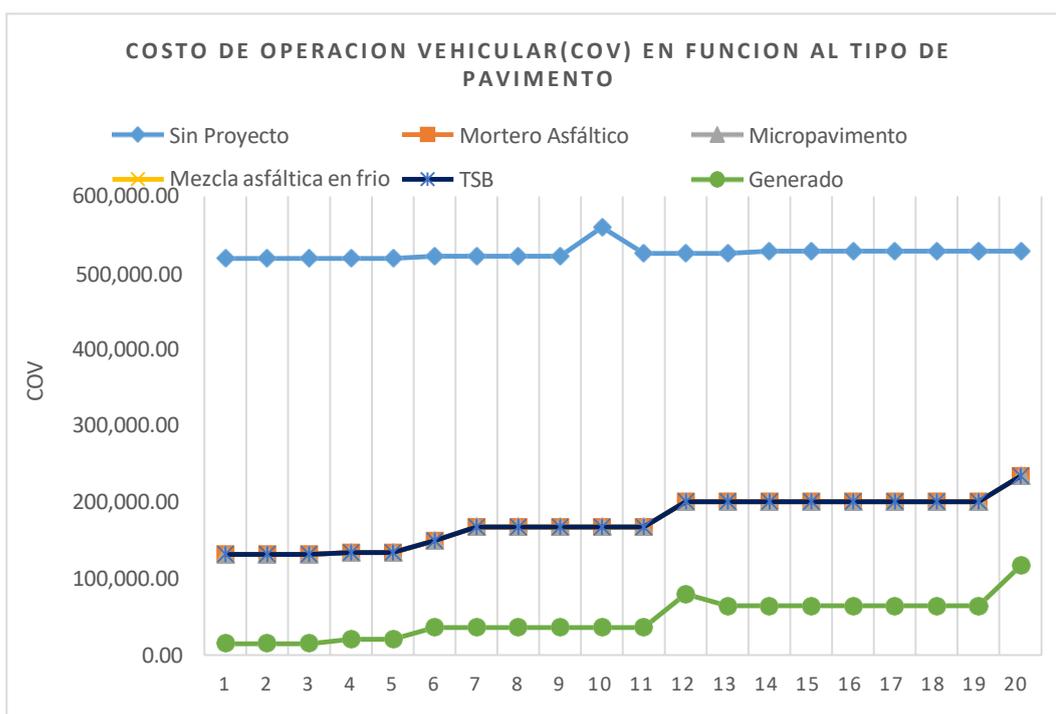
Pavimento	Costo Total	Costo m2
TSB	S/ 6,499,231.89	132.95
Mortero Asfáltico	S/ 6,078,550.17	124.34
Micropavimento	S/ 6,205,221.37	126.93
Mezcla asfáltica en frío	S/ 7,271,259.50	148.74

Los costos de operación vehicular observados en la figura 38, no tienen variación

entre ellos cuando se trata de la vía con los pavimentos analizados, manteniéndose con los mismos valores durante el período de vida evaluado. Vemos que hasta los primeros 3 años el valor del costo de operación vehicular mantiene un incremento de 1.75% esto debido a que la condición superficial del pavimento se encuentra en un nivel de Serviciabilidad de muy bueno a bueno (PSI de 5 a 3), pero al transcurrir los años siguientes este valor aumenta al 7.13% lo que significa que la cantidad de carga vehicular va en incremento y esto hace que exista mayor deformación en la vía lo cual baja el nivel de servicio de bueno a regular (PSI de 3 a 2).

Figura 39.

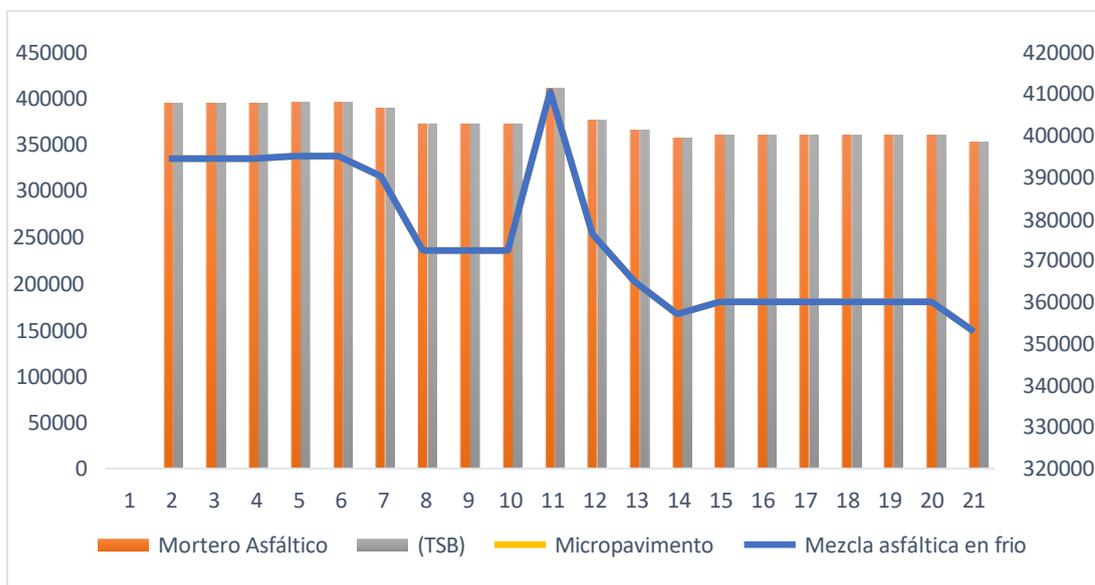
Comparación de Análisis de los Costos de operación vehicular de alternativas a 10 años para la localidad de Michina



Pero si comparamos el COV de la vía sin pavimento con los costos de la vía pavimentada es muy notable que estos son muy altos, se incrementan los primeros años en un 25.43% para finalmente llegar alcanzar un incremento de 38% lo cual hace un valor promedio de 31.85%.

Figura 40.

Comparación de beneficios incrementales por cada alternativa de Pavimentación para la localidad de Michina



El análisis económico en cuanto a los beneficios incrementales se refiere, al comparar mortero asfáltico, micropavimento, TSB y la Mezcla asfáltica en frío son los mismos.

Tabla 29

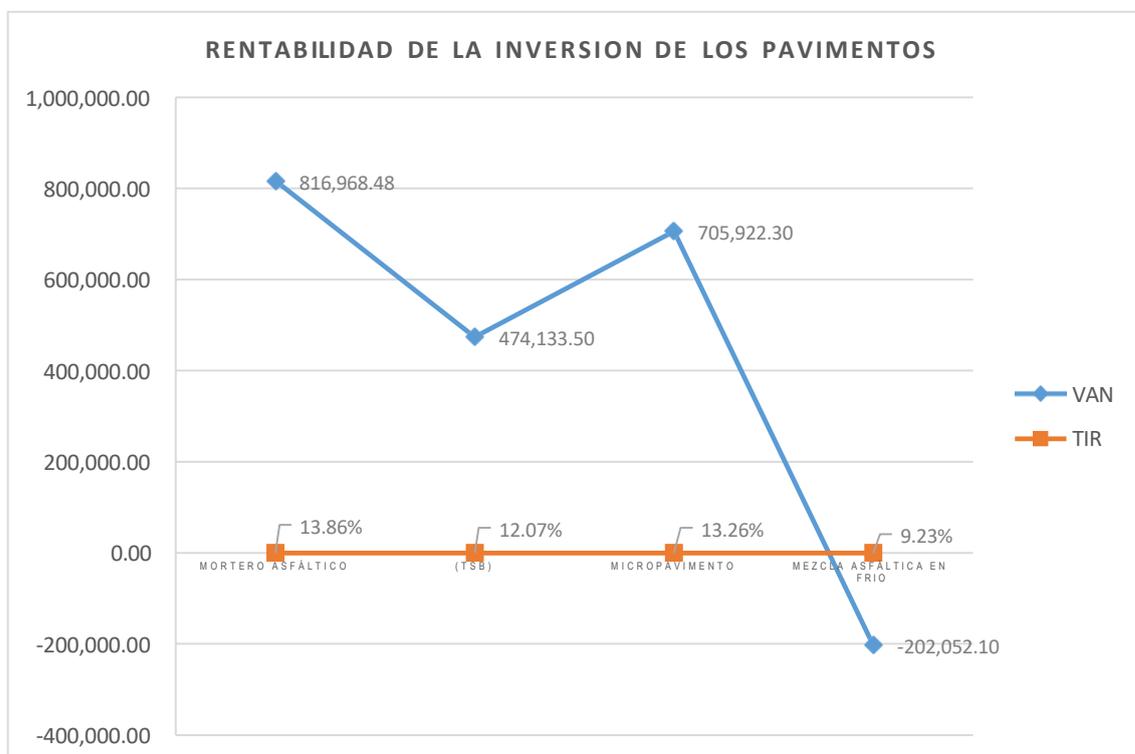
Inversión inicial de alternativas de pavimento para periodo de diseño 10 años para La Localidad De Michina

Alternativas de pavimentación	Mortero Asfáltico S/	Tratamiento Superficial Bicapa (TSB) S/	Micropavimento S/	Mezcla asfáltica en frío S/
Inversión	4,802,054.63	5,136,124.70	4,902,124.88	5,744,294.99
Mantenimiento rutinario	18,107.05	19365.65	19789.32	29402.32
Mantenimiento periódico	36359.97	40689.1	39106.23	58804.64
VAN	930,605.27	587,770.3	819,559.1	-88,415.3
TIR	14.51%	12.62%	13.87%	9.65%

El valor del VAN, nos ha permitido conocer cuál de los 4 proyectos (mortero asfáltico, micropavimento, TSB y la Mezcla asfáltica en frío) tiene más beneficios de la figura 40, podemos ver claramente que el mortero asfáltico quien logra destacar lo cual significa una ganancia, caso contrario es la mezcla asfáltica en frío quien presenta un valor negativo lo cual es un indicativo de pérdida. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR), dato que analizó la rentabilidad de los proyectos estudiados para considerarlo como apto donde es muy notable el mortero asfáltico con un valor de 13.86%.

Figura 41.

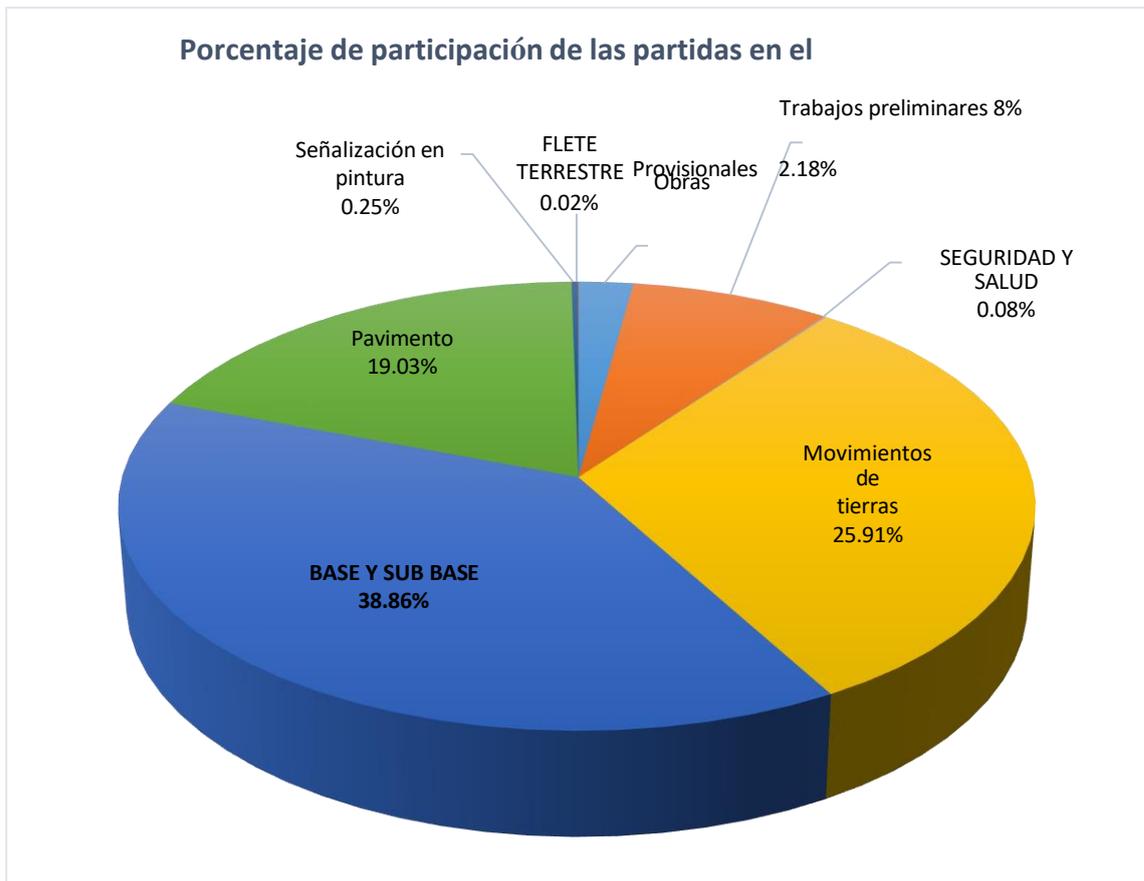
Análisis de la rentabilidad de la inversión por cada alternativa de Pavimentación para la localidad de Michina.



Además de todo lo indicado es importante indicar las Partidas en el presupuesto, que serían necesarias para la realización de proyecto de pavimentación en la zona

Figura 42.

Comparación de partidas necesarias para alternativas de pavimentación a 10 años para la localidad de Michina



Las partidas que son necesarias para realizar la pavimentación de la localidad de Michina como alternativa eventual demuestran en la tabla 30, donde la partida con mayor participación es la base y subbase con el 38.86% de participación como se Muestran en la tabla siguiente:

Tabla 30

Partidas necesarias en el presupuesto para la pavimentación de la localidad de Michina

Actividades	Pavimento económico
Obras Provisionales	90,658.85
Trabajos Preliminares	331,443.35
Seguridad y Salud	3,450.00
Movimientos De Tierras	1314904.7
Base y Sub Base	1616544.06
Pavimento	791618.39
Señalización En Pintura	10369.10
Flete Terrestre	1000.00
Costos Directos	4,159,988.45
Gastos Generales (12%)	499,198.61
Utilidad (10%)	415,998.85
Sub Total General	5,075,185.91
IGV (18%)	913,533.46
Presupuesto De Obra	5,988,719.37
Supervisión De Obra	89,830.79
Total, De Inversión - (S/)	6,078,550.16

El pavimento que ha logrado cumplir con todos los requerimientos técnicos exigidos por las normativas como alternativa de pavimentación eventual ha sido **Mortero Asfáltico**.

4.2 DISCUSIÓN

Luego de haber realizado el análisis comparativo de la parte económica y técnica entre pavimentos económicos para la localidad de Michina, distrito Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza – Amazonas y de los resultados obtenidos, **ACEPTAMOS** nuestra hipótesis, ya que la mejor alternativa técnica - económica

entre los tipos de pavimentos económicos analizados será la que mejore las características Geotécnicas de la subrasante de la vía y que al mismo tiempo será más económica, ya que por medio de este estudio se ha logrado determinar el pavimento más adecuado debido a que presenta mayores ventajas tanto técnicas como económicas.

De los ensayos de caracterización a las muestras del suelo estudiadas se encontró que el suelo es un limo de baja plasticidad según AASHTO (A-4) y SUCS (ML), esto debido a que el porcentaje que pasa la malla #200 es mayor del 50% los valores de las tres calicatas estudiadas estuvieron entre rangos de 66.97% y 69% característica importante de los suelos finos sin embargo la clave para definir totalmente se encontró en el límite líquido (de 32%, a 32.4%) y el índice de plasticidad.(de 2.23%, 2.63% y 4.51% (Jorge O. R., 2015). Además de ello el suelo natural tiene un CBR de 7.20% sin bien, es cierto que es un CBR aceptable ya que el MTC lo clasifica de regular no debemos olvidar que la zona se encuentra en ceja de selva en épocas de aumento de calor aparecen lluvias constantes que provocan el comportamiento de un suelo licuable es decir que el suelo pierde la resistencia al corte y por lo tanto se comporta como si fuera un líquido (Alva, 2011), debido a que la permeabilidad de estos suelo es muy baja no hay un drenaje rápido.

Debido a este comportamiento que los suelos limosos presentan, es necesario mejorar las propiedades de estos, para el caso se consideró cemento y cal con dosificaciones basados en las normas e indicaciones de MTC. Al utilizar cemento en proporciones de 5%,8% y12% podemos ver que los valores del CBR aumentan conforme se incrementa los porcentajes estos resultados son respaldos por García

Toro J. (2019) quien indica que mientras mayor es el porcentaje de cemento que se adicione al suelo se tendrá mejor resultado. Las densidades también mejoran, sin embargo, se sabe que el concreto alcanza su máxima resistencia a los 28 días y para lograr ello necesita estar con abundante agua lo cual genera un costo adicional de igual forma compartimos esta conclusión con García Toro J. (2019).

De los resultados con la adición de cal al suelo natural se puede ver que al igual que el cemento, también aumenta el CBR conforme aumenta los porcentajes de cemento siendo esto corroborado por Moale A. y Rivera J. (2021) quien menciona que la cal genera un incremento importante del CBR a medida que aumenta el % de adición.

Luego de haber realizado los diseños de los pavimentos flexible, rígido y con afirmado estos fueron evaluados dando como resultado que entre los tres quien tiene el costo de inversión inicial más bajo era el afirmado, sin embargo, el comportamiento estructural no era el más adecuado ya que en la zona existe lluvias y los materiales que conforman el afirmado tienden a expandirse con la presencia de agua resultado incapaz de soportar las cargas impuestas por los vehículos esta afirmación es compartida con Pineda, J. A. (2018). Por lo tanto, puede ser un costo de inversión más barato al principio, pero el costo de operación vehicular aumentaría en 26.88% en comparación al flexible y rígido. Al analizar los pavimentos flexibles y rígidos, estos tienen un buen comportamiento estructural ante las cargas vehiculares impuestas pero la inversión inicial más alta lo tiene el pavimento rígido en este caso existe un 32.17% de incremento en el costo dato que es respaldado por MEF (2015), pero es importante resaltar que estos pavimentos se

han diseñado para 20 años de vida útil lo cual resulta más ventajoso para el pavimento rígido ya que el concreto tiene un período de vida mayor que es asfalto (Jiménez. 2016), y a eso sumemos el comportamiento de estos ante la presencia de agua siendo mucho más amigable el concreto entonces basándonos en estas condiciones se entiende que el concreto a lo largo del tiempo de diseño requiere menor inversión en mantenimiento y conservación lo que no sucede con el asfalto por lo tanto el pavimento rígido vendría a ser el pavimento más idóneo para la zona de MICHINA si se diseñara para un periodo de vida de 20 años conclusión que es respaldada por Franco L. y Montoya D. (2020), quien indica en su investigación que los pavimentos rígidos inicialmente cuestan más pero a largo plazo son más rentables.

Como se ha mencionado en el párrafo anterior el pavimento rígido sería la mejor opción, pero si se analiza la cantidad de vehículos que circulan por esta zona este pavimento la inversión es muy alta para la cantidad de vehículos que transitarían por la vía este no sería muy rentable ya que el MEF (2018), indica que es importante ver la rentabilidad de los proyectos antes de realizar una inversión. Es por ello, que se han considerado pavimento que respondan a las consideraciones de tráfico y respondan a las condiciones geotécnicas de la zona y que además sean más económicas siendo estos el mortero asfáltico, micropavimento, TSB y la Mezcla asfáltica en frío. Entre estos 4 pavimentos en cuanto el comportamiento estructural podemos afirmar que la mezcla asfáltica en frío es que ha logrado obtener un paquete estructural más bajo en comparación con los otros al tratar el suelo con cal el espesor que necesita es de 31cm y tratar con cemento necesita 33.4 cm esto es suficiente para poder soportar las cargas de tránsito al que serían sometidas,

aparentemente este sería más económico en comparación con los demás como se puede observar en la tabla 26. Sin embargo, es importante tener en cuenta la rentabilidad no solo basta con ver quien se comporta mejor estructuralmente sino es importante analizar otros aspectos como el costo de operación vehicular, el costo de mantenimiento y conservación entre otros (MEF,2015).

Franco L. y Montoya D. (2020), es su investigación determinaron que el costo de operación vehicular es igual en este tipo de pavimentos económicos (Micropavimento, Slurry Seal, Tratamiento Superficial Bicapa, Otta Seal y el Pavimento Asfáltico Delgado) y se mantiene a lo largo del periodo de diseño lo cual respaldamos, ya que en esta investigación se ha podido comprobar este resultado como se muestra en la figura 38, a pesar que las condiciones de clima son diferentes como se ha visto anteriormente la región donde desarrollaron su investigación es en la costa con una topografía llana mientras que la nuestra se desarrolló en la región selva y tener una topografía ondulada. Por otro lado, nosotros encontramos que entre estos pavimentos estudiados quien nos arroja resultados de VAN negativos es la mezcla asfáltica en frio lo cual no es rentable para realizar la inversión valor que resulta que no han sido concordantes con Franco L. y Montoya D, quienes encontraron que el TSB tiene un VAN con valor negativo, en nuestro caso al analizar el TIR de todos los pavimentos económicos estudiados estos son aceptado, pero quien tendría mejor respuesta es el micro pavimento con el 13.87% lo que no es avalado por los investigadores mencionados quienes encontraron que el Pavimento Asfáltico Delgado o mezcla asfáltica en frio sería la mejor opción ya encontraron el TIR de 28% es bastante rentable para las condiciones de su región como se sabe ambas regiones tienes condiciones

climáticas distintas y quizás sea eso una condición para estos resultados no concuerden a pesar que en ambas zonas se trabajó sobre suelos limos (A-4) y con cargas vehiculares muy similares que no pasan de IMDA de 80 vehículos.

Finalmente podemos indicar luego de haber realizado la evaluación de pavimentos económicos el Mortero asfáltico o Slurry Seal es quien tendría en mejor comportamiento estructural ante la carga vehicular impuesta de la zona de MICHINA, de igual manera este tuvo el mejor resultado de inversión inicial y rentabilidad en comparación los otros datos que han concordado con el investigador Quintana, J. (2018), quien concluyó que este tipo de pavimento es rentable económicamente y que además la deformación es menor que las exigidas por el MTC.

CAPÍTULO V:
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Luego de realizar la comparación entre los pavimentos estudiados en cuanto a Costos y Tecnología se encontró lo siguiente:

- Se ha logrado diseñar la estructura de los diferentes tipos de pavimentos económicos de los cuales al diseñarlo para 20 años de vida útil el pavimento flexible tiene un paquete estructural de 22.50 cm al estabilizar con el 12% de cemento y al estabilizar con cal al 8% tiene un paquete estructural de 25 cm, en cuanto al utilizar afirmado el espesor total es de 52.5 cm. En cuanto el pavimento rígido al estabilizar con cemento al 12% presentó un espesor total de 20cm y con el 8% de cal el espesor total del pavimento fue de 27.50cm. Por otro lado, considerando los pavimentos con un diseño de vida útil de 10 años al estabilizar con cal al 8% el Micropavimento presentó un espesor total de 36.75 cm, el Slurry Seal de 35.45cm el Tratamiento Superficial Bicapa de 36.85 cm., y finalmente la mezcla asfáltica en frío arrojó un paquete estructural de 31.50 cm.
- Después de comparar las estructuras obtenidas de los distintos tipos de pavimentos económicos según las normas establecidas se pudo comprobar que al adicionar distintos porcentajes de cemento a la subrasante este va incrementando el CBR alcanzando el máximo valor al 12% de cemento. De igual manera paso con la cal al incrementarse los porcentajes mejoraba sus propiedades se determinó que con de 8% de cal CBR alcanza su mejor comportamiento todo esto repercutió en los espesores de los pavimentos. Según el AASHTO el pavimento rígido presentó el mejor desempeño técnico, pero para el MTC el micropavimento es la que responde

con un buen comportamiento estructural para esta zona sin embargo el MEF consideró al Mortero asfáltico como el pavimento que cumple con los requisitos para ser usado en esta zona de estudio.

- Después de analizar la mejor alternativa técnico económica, con las características geotécnicas idóneas entre los diferentes tipos de estructuras diseñadas se determinó las características físicas y mecánicas de las combinaciones estudiadas encontrándose que la cal logra aumentar el CBR del terreno natural de 7.20% a 31.6, según el MTC la calidad de la subrasante Clasificaría como Subrasante excelente y en cuanto la utilización de cemento los resultados fueron mayores el CBR se incrementó en un 100% y según la clasificación del MTC este sería Subrasante excelente.
- Luego de haber realizado una evaluación técnica y económica a los pavimentos flexible, rígido, afirmado y pavimentos económicos (Micropavimento, Slurry Seal, Tratamiento Superficial Bicapa, y el Pavimento Asfáltico Delgado) se ha logrado seleccionar el pavimento que responde mejor a estas dos condiciones encontrándose como la mejor alternativa para una eventual pavimentación en la localidad de Michina al Mortero asfáltico ya que resulto ser el más rentable teniendo un costo de inversión de 6,078,550.16, con un TIR de 13.86%. Cuyas partidas en el presupuesto necesarias para la realización de proyecto de pavimentación en la zona de Michina según las condiciones de tráfico, geotécnicas y condiciones de rentabilidad con mayor incidencia de participación es la partida de base y sub base con 38.86% mientras que la partida de pavimentos solo tiene el 19.01%.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los investigadores en el tema, utilizar porcentajes mayores de cemento y cal, para evaluar sus propiedades y el comportamiento que tiene. teniendo presente los valores máximos que las normas nos indican.
- Se recomienda investigar el comportamiento de los pavimentos económicos con cambios climáticos para determinar los espesores idóneos y la rentabilidad de estos.
- Se recomienda a los investigadores, aplicar las dosificaciones empleadas en la presente tesis en otro tipo de suelo diferente al que se estudió, ya que se puede encontrar porcentajes mayores que podrían dar mejores resultados que los que se obtuvieron en este proyecto de investigación.
- Dada la condición de suelo ML y con las lluvias en la zona, es recomendable tomar las muestras en épocas oportunas por ello se insta a los especialistas e investigadores tener en cuenta los cambios climáticos actualizados.
- Se recomienda a los futuros investigadores verificar la confiabilidad del instrumento de los laboratorios que vayan a utilizar, ya que si se presenta alguna desviación en los instrumentos puede ocasionar desajustes al momento de recolectar los datos y para estar más confiados solicitar el documento respectivo que acredite la calibración de los equipos.
- Se recomienda que al realizar investigación sobre pavimentaciones verificar las normativas vigentes.

**CAPÍTULO VI:
REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS Y
VIRTUALES**

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y VIRTUALES

A., J. B. (2005). *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. México DF: Limusa.

Alfonso, M. F. (2008). *Ingeniería de Pavimentos*. Bogotá: Stella Valbuena.

Alva, H. J. (2011). *Evaluación del potencial de licuación de suelos en Chimbote, Perú*. Chimbote: Víctor López Guzmán.

Auccalla Gamarra, M. X. (2019). *Estabilización de la Sub rasante de suelos arcillosos, aplicando la cal con cemento en el tramo de san José-Chichizu, Junín 2019*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.

Comunicaciones, M. D. (2016). *Mantenimiento o Conservación Vial*. LIMA: MTC.

Crespo Villalaz, C. (2005). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. México: Limusa.

Das, B. (2013). *Fundamentals of Geotechnical Engineering. Fundamentals of Geotechnical Engineering: Christopher M. Shortt, Global Engineering, 2013*.

Das, B. M. (2015). *Fundamentos de la Ingeniería Geotécnica*. México: Ediciones OVA.

Derianne, F. E. (2020). *Propuesta De Modelo De Selección De Pavimento Económico En Base Al Ciclo De Vida Que Sea Rentable Para Carreteras De Bajo Volumen*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

Fonseca, A. M. (2002). *Ingeniería De Pavimentos Para Carreteras _XI*. Colombia: Agora Editores.

G, G. T. (2019). *Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia.

- Haoa H., Anga T. y Shen J. (2001). Building vibration to traffic-induced ground motion. *Building and Environment*, 321-336.
- Jiménez Acuña Mónica, U. C. (2016). Guía De Diseño De Mezcla De. En J. Acuña, *Guía De Diseño De Mezcla De Laboratorio Para Los Sellos De Lechada Asfáltica* (Pág. 13). San José Costa Rica: Universidad De Costa Rica.
- Jorge, O. R. (2015). Caracterización del subsuelo y análisis de riesgos geotécnicos. *Instituto de Ingeniería*.
- Jorge, O.-R. (2016). Caracterización del subsuelo y análisis de riesgos geotécnicos asociados a las arcillas expansivas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. *Instituto de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Juárez Badillo, E. &. (2005). *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la Mecánica de Suelos*. México D.F.: Limusa.
- Llique, R. H. (2014). “Influencia de la humedad de compactación en el comportamiento volumétrico de los suelos arcillosos”. *Ciencia y Tecnología*, Año, 9-21.
- MEF. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación*. Lince: servicios gráficos JMD S.R.L.
- MEF. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación*. Lince: Servicios Gráficos JMD s.r.l.
- Menéndez, J. R. (2009). *Ingeniería de pavimentos, Materiales, Diseño y Conservación*. San Isidro: ICG.
- Moale Quispe, A. B. (2019). *Estabilización química de suelos arcillosos con cal para su uso como subrasante en vías terrestres de la localidad de Villa Rica*. Lima:

Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas.

MTC. (2014). *Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección Suelos y Pavimentos*. Lima: mtc.

MTC. (2016). *Ensayo de Materiales*. LIMA.

MTC. (2018). *Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG -2018*. Lima: Diario el Peruano.

NAASRA. (2017). *Guía de diseño de espesores de capas en pavimentos*. Australia.

Pineda, J. A. (2018). *Patologías por arcillas expansivas, naturaleza y comportamiento*. ASEFA.

Quintana López, J. K. (2018). *Mortero Asfáltico O Slurry Seal Como Tratamiento Superficial Para Pavimentos De Afirmado*. Lima – Perú: Universidad Ricardo Palma.

Romero, E. G. (2013). *LAS ARCILLAS: PROPIEDADES Y USOS*. Madrid: Universidad de Salamanca.

Sampieri, R. H. (2020). *Metodología de la Investigación*. México D.F: McGRAW-HILL.

Sandoval, C. H. (2012). Caracterización de un suelo arcilloso tratado con. *Facultad de Ingeniería*, 21-40.

CAPÍTULO VII:

ANEXOS

ANEXO 1
PANEL FOTOGRAFICO



Foto 01: *Realizando las excavaciones de las calicatas para obtener las muestras a estudiar*



Foto 02: *Iniciando con el cuarteo de la muestra del suelo natural para realizar los ensayos respectivos en los laboratorios de UNS.*

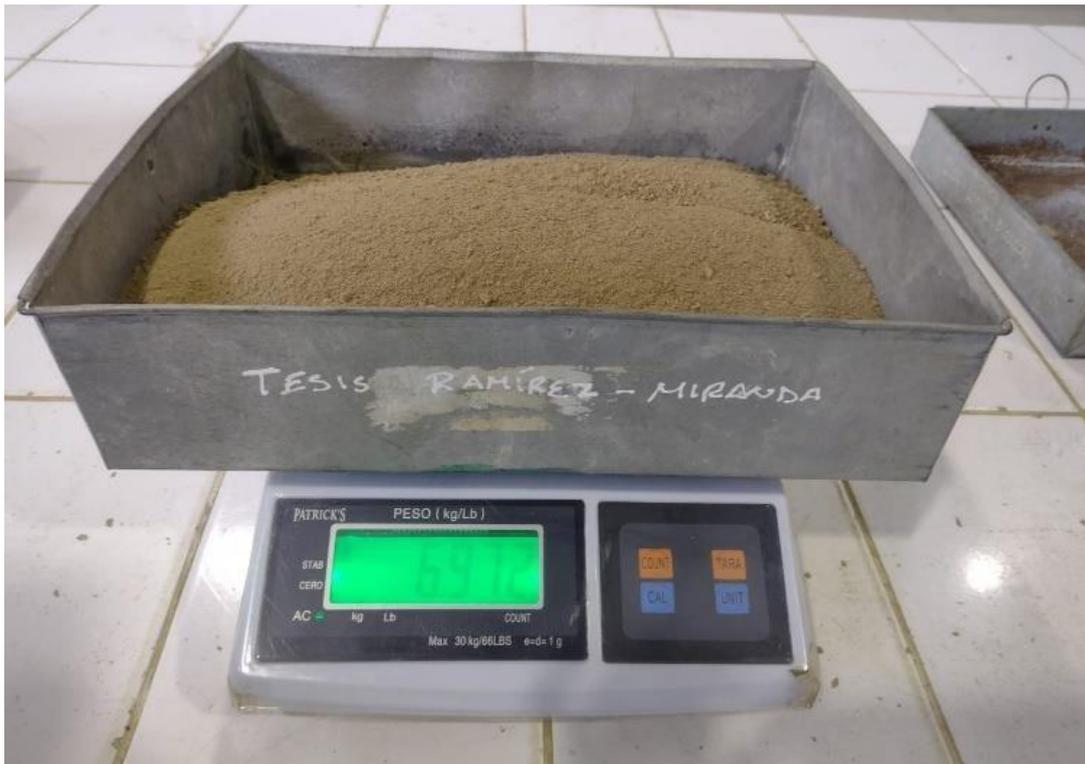


Foto 03: *Peso de la muestra seca del suelo natural*



Foto 04: *Tesistas realizando el ensayo de límite líquido mediante la copa Casagrande*

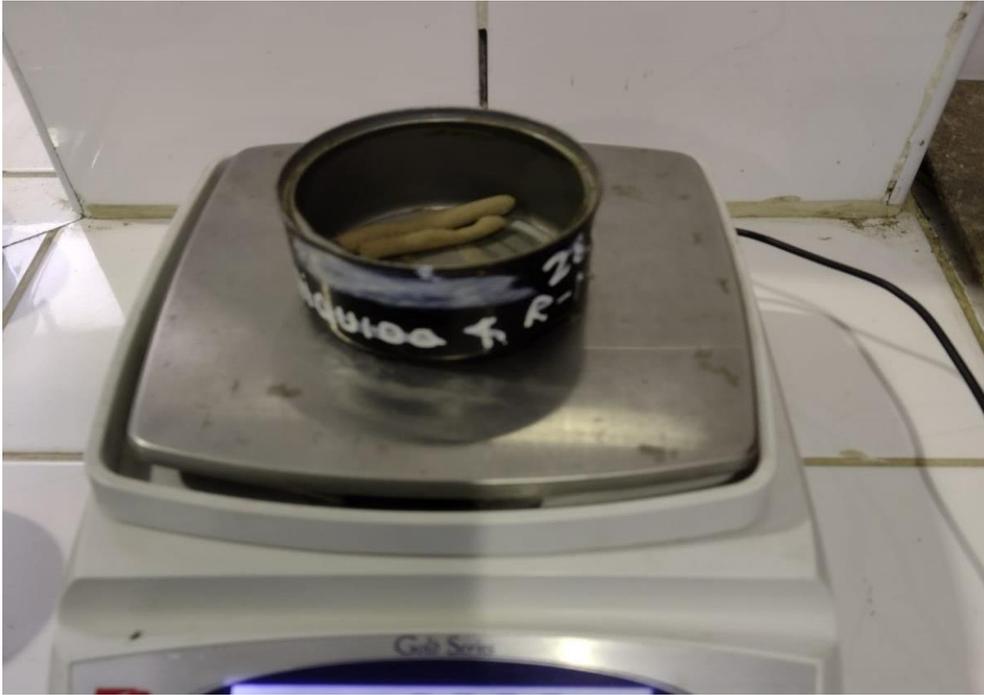


Foto 05: *Peso de la muestra seca para obtener contenido de humedad*



Foto 06: *Preparación de la Mezcla De Suelo Natural Con Cal*



Foto 07: *Preparación de la mezcla de suelo natural con Cemento*



Foto 08: *Agregando agua a las muestras con cal y cemento*



Foto 09: *Realizando el ensayo de Proctor Modificado*



Foto 10: *Pesando la muestra compactada y enrasada para determinar la densidad del material*



Foto 11: *Muestra Con El Óptimo Contenido De Humedad*



Foto 12: *Realizando el ensayo de CBR*



Foto 13: *Colocando la sobrecarga a la muestra compactada de CBR para sumergir en agua*



Foto 14: *Colocando el exposímetro al ensayo de CBR para medir la expansión del material al sumergirlo por 96 horas*



Foto 15: *Las muestras de CBR saturadas luego de estar sumergidas por 96 horas y esperando se oreen para realizar el ensayo de penetración.*



Foto 16: *Ensayo De penetración a las muestras de CBR*



Foto 17: *Muestras de CBR luego de los ensayos de penetración*



Foto 18: *Tesistas monitoreando el ensayo de Penetración*

ANEXO 2
PRESUPUESTOS

Presupuesto

Presupuesto **Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas**
 Subpresupue **001 PAVIMENTO FLEXIBLE**
 Cliente **TESISTAS** Costo al **28/09/2022**
 Lugar **DISTRITO DEMICHINA-RODRIGUEZ DEMENDOZA-AMAZONAS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	OBRAS PROVISIONALES				
1.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 X 3.00	glb	1.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
1.02	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	km	6.52	S/ 1,351.05	S/ 8,808.85
1.03	ALQUILER DE ALMACÉN Y OFICINA	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
1.04	SERVICIOS HIGIÉNICOS	Und	3.00	S/ 350.00	S/ 1,050.00
1.05	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	S/ 65,000.00	S/ 65,000.00
1.06	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAM	glb	1.00	S/ 12,500.00	S/ 12,500.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	48885.45	S/ 2.58	S/ 126,124.46
2.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45626.42	S/ 4.50	S/ 205,318.89
3.00	SEGURIDAD Y SALUD				
3.01	MATERIALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	1.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
3.03	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	S/ 750.00	S/ 750.00
4.00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
4.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS A NIVEL SUBRASANTE	m3	4888.55	S/ 9.88	S/ 48,298.87
4.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO SEMI COMPACTADO	m3	9125.28	S/ 55.30	S/ 504,628.21
4.01	ESCARIFICADO	m2	48885.45	S/ 9.20	S/ 449,746.14
4.01	PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	48885.45	S/ 8.09	S/ 395,483.29
4.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 M	m3	1350.32	S/ 23.62	S/ 31,894.56
4.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES	m3	53689.23	S/ 7.65	S/ 410,722.61
5.00	BASE Y SUB BASE				
5.01	SUB BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.15M	m2	0.00	S/ 17.99	S/ 0.00
5.02	BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.20M	m2	45626.42	S/ 19.99	S/ 912,072.14
6.00	PAVIMENTO FLEXIBLE				
6.01	IMPRIMACION ASFALTICA CON RC-250	m2	45626.42	S/ 8.09	S/ 369,117.74
6.02	CARPETA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE 3"	m2	45626.42	S/ 63.91	S/ 2,915,984.50
7.00	SEÑALIZACIÓN EN PINTURA				
7.01	PINTURA EN PAVIMENTOS	m2	1229.25	S/ 16.08	S/ 19,766.34
7.02	SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO	UND	35.00	S/ 296.26	S/ 10,369.10
8.00	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
	COSTO DIRECTO				S/ 6,496,135.69
	GASTOS GENERALES (12.00%)				S/ 779,536.28
	UTILIDAD (10.00%)				S/ 649,613.57
	SUB TOTAL				S/ 7,925,285.54
	IGV (18.00%)				S/ 1,426,551.40
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 9,351,836.94
	SUPERVISIÓN (1.5%)				S/ 140,277.55
	COSTO DE INVERSIÓN				S/ 9,492,114.49

Presupuesto

Presupuesto **Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas**
 Subpresupue **002 PAVIMENTO RIGIDO**
 Cliente **TESISTAS** Costo al **28/09/2022**
 Lugar **DISTRITO DEMICHINA-RODRIGUEZ DEMENDOZA-AMAZONAS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	OBRAS PROVISIONALES				
1.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 X 3.00	glb	1.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
1.02	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	km	6.52	S/ 1,351.05	S/ 8,808.85
1.03	ALQUILER DE ALMACÉN Y OFICINA	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
1.04	SERVICIOS HIGIÉNICOS	Und	3.00	S/ 350.00	S/ 1,050.00
1.05	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	S/ 65,000.00	S/ 65,000.00
1.06	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAM	glb	1.00	S/ 12,500.00	S/ 12,500.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	48885.45	S/ 2.58	S/ 126,124.46
2.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45626.42	S/ 4.50	S/ 205,318.89
3.00	SEGURIDAD Y SALUD				
3.01	MATERIALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	1.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
3.03	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	S/ 750.00	S/ 750.00
4.00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
4.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS A NIVEL SUBRASANTE	m3	4888.55	S/ 9.88	S/ 48,298.87
4.02	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO SEMI COMPACTADO	m3	9125.28	S/ 55.30	S/ 504,628.21
4.03	ESCARIFICADO	m2	48885.45	S/ 9.20	S/ 449,746.14
4.04	PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	48885.45	S/ 8.09	S/ 395,483.29
4.05	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 M	m3	1350.32	S/ 23.62	S/ 31,894.56
4.06	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES	m3	53689.23	S/ 7.65	S/ 410,722.61
5.00	BASE Y SUB BASE				
5.01	SUB BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.15M	m2	0.00	S/ 17.99	S/ 0.00
5.02	BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.20M	m2	0.00	S/ 19.99	S/ 0.00
6.00	PAVIMENTO RIGIDO				
6.01	CONCRETO HIDRÁULICO F'C=280KG/CM2	m3	9777.09	S/ 595.33	S/ 5,820,594.99
6.02	DOWELLS	kg	41797.06	S/ 8.79	S/ 367,396.16
6.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO	m2	14013.83	S/ 64.59	S/ 905,153.28
6.04	SELLADO DE JUNTAS	m	12221.36	S/ 5.67	S/ 69,295.11
6.05	CURADO DE CONCRETO	m2	45626.42	S/ 2.55	S/ 116,347.37
7.00	SEÑALIZACIÓN EN PINTURA				
7.01	PINTURA EN PAVIMENTOS	m2	1229.25	S/ 16.08	S/ 19,766.34
7.02	SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO	Und	35.00	S/ 296.26	S/ 10,369.10
8.00	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	S/ 2,500.00	2500
	COSTO DIRECTO				S/ 9,57748.22
	GASTOS GENERALES (12.00%)				S/ 1,149329.79
	UTILIDAD (10.00%)				S/ 957,774.82
	SUB TOTAL				S/ 11,684,852.83
	IGV (18.00%)				S/ 2,103,273.51
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 13,788,126.34
	SUPERVISIÓN (1.5%)				S/ 206,821.90
	COSTO DE INVERSIÓN				S/ 13,994,948.23

Presupuesto

Presupuesto **Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas**
 Subpresupue **003 AFIRMADO**
 Cliente **TESISTAS** Costo al **28/09/2022**
 Lugar **DISTRITO DEMICHINA-RODRIGUEZ DEMENDOZA-AMAZONAS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	OBRAS PROVISIONALES				
1.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 X 3.00	glb	1.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
1.02	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	km	6.52	S/ 1,351.05	S/ 8,808.85
1.03	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
1.04	SERVICIOS HIGENICOS	Und	3.00	S/ 350.00	S/ 1,050.00
1.05	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	S/ 65,000.00	S/ 65,000.00
1.06	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAM	glb	1.00	S/ 12,500.00	S/ 12,500.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	48885.45	S/ 2.58	S/ 126,124.46
2.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45626.42	S/ 4.50	S/ 205,318.89
3.00	SEGURIDAD Y SALUD				
3.01	MATERIALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCION	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
3.03	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	S/ 750.00	S/ 750.00
4.00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
4.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS A NIVEL SUBRASANTE	m3	4888.55	S/ 9.88	S/ 48,298.87
4.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO SEMI COMPACTADO	m3	9125.28	S/ 55.30	S/ 504,628.21
4.01	ESCARIFICADO	m2	48885.45	S/ 9.20	S/ 449,746.14
4.01	PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	48885.45	S/ 8.09	S/ 395,483.29
4.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 M	m3	1350.32	S/ 23.62	S/ 31,894.56
4.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES	m3	53689.23	S/ 7.65	S/ 410,722.61
5.00	BASE Y SUB BASE				
5.01	SUB BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.30M	m2	45626.42	S/ 17.99	S/ 820,819.30
5.02	BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.225M	m2	45626.42	S/ 25.64	S/ 1,169,861.41
7.00	SEÑALIZACIÓN EN PINTURA				
7.02	SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO	Und	35.00	S/ 296.26	S/ 10,369.10
8.00	FLETE TERRESTRE				
		glb	1.00	S/ 1,000	S/ 1,000.00
	COSTO DIRECTO				S/ 4,268,375.68
	GASTOS GENERALES (12.00%)				S/ 512,205.08
	UTILIDAD (10.00%)				S/ 426,837.57
	SUB TOTAL				S/ 5,207,418.33
	IGV (18.00%)				S/ 937,335.30
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 6,144,753.63
	SUPERVISIÓN (1.5%)				S/ 92,171.30
	COSTO DE INVERSIÓN				S/ 6,236,924.93

Presupuesto

Presupuesto **Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas**
 Subpresupue **004 PAVIMENTO- TRATAMIENTO ASFALTICO TSB**
 Cliente **TESISTAS** Costo al **28/09/2022**
 Lugar **DISTRITO DEMICHINA-RODRIGUEZ DEMENDOZA-AMAZONAS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	OBRAS PROVISIONALES				
1.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 X 3.00	glb	1.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
1.02	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	km	6.52	S/ 1,351.05	S/ 8,808.85
1.03	ALQUILER DE ALMACÉN Y OFICINA	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
1.04	SERVICIOS HIGIÉNICOS	Und	3.00	S/ 350.00	S/ 1,050.00
1.05	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	S/ 65,000.00	S/ 65,000.00
1.06	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAM	glb	1.00	S/ 12,500.00	S/ 12,500.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	48885.45	S/ 2.58	S/ 126,124.46
2.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45626.42	S/ 4.50	S/ 205,318.89
3.00	SEGURIDAD Y SALUD				
3.01	MATERIALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	1.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
3.03	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	S/ 750.00	S/ 750.00
4.00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
4.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS A NIVEL SUBRASANTE	m3	4888.55	S/ 9.88	S/ 48,298.87
4.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO SEMI COMPACTADO	m3	0.00	S/ 55.30	S/ 0.00
4.01	ESCARIFICADO	m2	48885.45	S/ 9.20	S/ 449,746.14
4.01	PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	48885.45	S/ 8.09	S/ 395,483.29
4.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 M	m3	850.33	S/ 23.62	S/ 20,084.79
4.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES	m3	52456.42	S/ 7.65	S/ 401,291.61
5.00	BASE Y SUB BASE				
5.01	SUB BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.18M	m2	45626.42	S/ 13.90	S/ 634,207.24
5.02	BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.163 M	m2	45626.42	S/ 21.53	S/ 982,336.82
6.00	TRATAMIENTO SUPERFICIAL CON CEMENTO ASFALTICO DE PENETRACION 60 - 70	m2	45626.42	S/ 23.66	S/ 1,079,521.10
7.00	SEÑALIZACIÓN EN PINTURA				
7.02	SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO	UND	35.00	S/ 296.26	S/ 10,369.10
8.00	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	S/ 2,500.00	S/ 2,500.00
	COSTO DIRECTO				S/ 4,449,391.17
	GASTOS GENERALES (12.00%)				S/ 533,926.94
	UTILIDAD (10.00%)				S/ 444,939.12
	SUB TOTAL				S/ 5,428,257.22
	IGV (18.00%)				S/ 977,086.30
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 6,405,343.52
	SUPERVISIÓN (1.5%)				S/ 96,080.15
	COSTO DE INVERSIÓN				S/ 6,501,423.68

Presupuesto

Presupuesto **Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas**
 Subpresupue **005 Mortero Asfáltico**
 Cliente **TESISTAS** Costo al **28/09/2022**
 Lugar **DISTRITO DEMICHINA-RODRIGUEZ DEMENDOZA-AMAZONAS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	Obras Provisionales				
1.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 X 3.00	glb	1.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
1.02	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	km	6.52	S/ 1,351.05	S/ 8,808.85
1.03	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
1.04	SERVICIOS HIGENICOS	Und	3.00	S/ 350.00	S/ 1,050.00
1.05	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	S/ 65,000.00	S/ 65,000.00
1.06	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAM	glb	1.00	S/ 12,500.00	S/ 12,500.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	48885.45	S/ 2.58	S/ 126,124.46
2.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45626.42	S/ 4.50	S/ 205,318.89
3.00	SEGURIDAD Y SALUD				
3.01	MATERIALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCION	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
3.03	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	S/ 750.00	S/ 750.00
4.00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
4.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS A NIVEL SUBRASANTE	m3	4888.55	S/ 9.88	S/ 48,298.87
4.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO SEMI COMPACTADO	m3	0.00	S/ 55.30	S/ 0.00
4.01	ESCARIFICADO	m2	48885.45	S/ 9.20	S/ 449,746.14
4.01	PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	48885.45	S/ 8.09	S/ 395,483.29
4.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 M	m3	850.33	S/ 23.62	S/ 20,084.79
4.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES	m3	52456.42	S/ 7.65	S/ 401,291.61
5.00	BASE Y SUB BASE				
5.01	SUB BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.18M	m2	45626.42	S/ 13.90	S/ 634,207.24
5.02	BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.163 M	m2	45626.42	S/ 21.53	S/ 982,336.82
6.00	MORTERO ASFALTICO	m2	45626.42	S/ 17.35	S/ 791,618.39
7.00	SEÑALIZACIÓN EN PINTURA				
7.02	SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO	Und	35.00	S/ 296.26	S/ 10,369.10
8.00	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
	COSTO DIRECTO				S/ 4,159,988.46
	GASTOS GENERALES (12.00%)				S/ 499,198.61
	UTILIDAD (10.00%)				S/ 415,998.85
	SUB TOTAL				S/ 5,075,185.92
	IGV (18.00%)				S/ 913,533.47
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 5,988,719.38
	SUPERVISIÓN (1.5%)				S/ 89,830.79
	COSTO DE INVERSIÓN				S/ 6,078,550.17

Presupuesto

Presupuesto **Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas**
 Subpresupue **007 Micropavimento**
 Cliente **TESISTAS** Costo al **28/09/2022**
 Lugar **DISTRITO DEMICHINA-RODRIGUEZ DEMENDOZA-AMAZONAS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	OBRAS PROVISIONALES				
1.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 X 3.00	glb	1.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
1.02	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	km	6.52	S/ 1,351.05	S/ 8,808.85
1.03	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
1.04	SERVICIOS HIGENICOS	und	3.00	S/ 350.00	S/ 1,050.00
1.05	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	S/ 65,000.00	S/ 65,000.00
1.06	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAM	glb	1.00	S/ 12,500.00	S/ 12,500.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	48885.45	S/ 2.58	S/ 126,124.46
2.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45626.42	S/ 4.50	S/ 205,318.89
3.00	SEGURIDAD Y SALUD				
3.01	MATERIALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCION	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
3.03	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	S/ 750.00	S/ 750.00
4.00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
4.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS A NIVEL SUBRASANTE	m3	4888.55	S/ 9.88	S/ 48,298.87
4.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO SEMI COMPACTADO	m3	0.00	S/ 55.30	S/ 0.00
4.01	ESCARIFICADO	m2	48885.45	S/ 9.20	S/ 449,746.14
4.01	PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	48885.45	S/ 8.09	S/ 395,483.29
4.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 M	m3	850.33	S/ 23.62	S/ 20,084.79
4.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES	m3	52456.42	S/ 7.65	S/ 401,291.61
5.00	BASE Y SUB BASE				
5.01	SUB BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.18M	m2	45626.42	S/ 13.90	S/ 634,207.24
5.02	BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.163 M	m2	45626.42	S/ 21.53	S/ 982,336.82
6.00	MICROPAVIMENTO	m2	45626.42	S/ 19.25	S/ 878,308.59
7.00	SEÑALIZACIÓN EN PINTURA				
7.02	SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO	UND	35.00	S/ 296.26	S/ 10,369.10
8.00	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
	COSTO DIRECTO				S/ 4,246,678.65
	GASTOS GENERALES (12.00%)				S/ 509,601.44
	UTILIDAD (10.00%)				S/ 424,667.87
	SUB TOTAL				S/ 5,180,947.96
	IGV (18.00%)				S/ 932,570.63
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 6,113,518.59
	SUPERVISIÓN (1.5%)				S/ 91,702.78
	COSTO DE INVERSIÓN				S/ 6,205,221.37

Presupuesto

Presupuesto **Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas**
 Subpresupue **008 Mezcla asfáltica en frío**
 Cliente **TESISTAS** Costo al **28/09/2022**
 Lugar **DISTRITO DEMICHINA-RODRIGUEZ DEMENDOZA-AMAZONAS**

Ítem	Descripción	Und	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
1.00	OBRAS PROVISIONALES				
1.01	CARTEL DE OBRA DE 6.00 X 3.00	glb	1.00	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
1.02	TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN	km	6.52	S/ 1,351.05	S/ 8,808.85
1.03	ALQUILER DE ALMACEN Y OFICINA	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
1.04	SERVICIOS HIGENICOS	und	3.00	S/ 350.00	S/ 1,050.00
1.05	MANTENIMIENTO DE TRÁNSITO TEMPORAL Y SEGURIDAD VIAL	glb	1.00	S/ 65,000.00	S/ 65,000.00
1.06	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAM	glb	1.00	S/ 12,500.00	S/ 12,500.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
2.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	48885.45	S/ 2.58	S/ 126,124.46
2.02	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	45626.42	S/ 4.50	S/ 205,318.89
3.00	SEGURIDAD Y SALUD				
3.01	MATERIALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCION	glb	1.00	S/ 1,500.00	S/ 1,500.00
3.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	S/ 1,200.00	S/ 1,200.00
3.03	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	S/ 750.00	S/ 750.00
4.00	MOVIMIENTOS DE TIERRAS				
4.01	CORTES Y RELLENOS COMPENSADOS A NIVEL SUBRASANTE	m3	4888.55	S/ 9.88	S/ 48,298.87
4.01	EXCAVACIÓN MANUAL EN TERRENO SEMI COMPACTADO	m3	0.00	S/ 55.30	S/ 0.00
4.01	ESCARIFICADO	m2	48885.45	S/ 9.20	S/ 449,746.14
4.01	PREPARACIÓN DE SUB-RASANTE C/MOTONIVELADORA	m2	48885.45	S/ 8.09	S/ 395,483.29
4.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 30 M	m3	850.33	S/ 23.62	S/ 20,084.79
4.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE PROVENIENTE DE CORTE Y EXCAVACIONES	m3	52456.42	S/ 7.65	S/ 401,291.61
5.00	BASE Y SUB BASE				
5.01	SUB BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.18M	m2	45626.42	S/ 13.90	S/ 634,207.24
5.02	BASE GRANULAR DE AFIRMADO H=0.163 M	m2	45626.42	S/ 21.53	S/ 982,336.82
6.00	MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO	m2	45626.42	S/ 35.24	S/ 1,607,875.04
7.00	SEÑALIZACIÓN EN PINTURA				
7.02	SEÑALIZACION VERTICAL DE TRANSITO	UND	35.00	S/ 296.26	S/ 10,369.10
8.00	FLETE TERRESTRE	glb	1.00	S/ 1,000.00	S/ 1,000.00
	COSTO DIRECTO				S/ 4,976,245.11
	GASTOS GENERALES (12.00%)				S/ 597,149.41
	UTILIDAD (10.00%)				S/ 497,624.51
	SUB TOTAL				S/ 6,071,019.03
	IGV (18.00%)				S/ 1,092,783.43
	PRESUPUESTO TOTAL				S/ 7,163,802.46
	SUPERVISIÓN (1.5%)				S/ 107,457.04
	COSTO DE INVERSIÓN				S/ 7,271,259.50

ANEXO 3
ESTUDIO DE TRÁFICO

ESTUDIO DE TRÁFICO

GENERALIDADES

PROYECTO:

“ANÁLISIS TÉCNICO - ECONÓMICO COMPARATIVO ENTRE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO ECONÓMICO, EN EL DISTRITO DE MARISCAL BENAVIDES, PROVINCIA DE MENDOZA - AMAZONAS”

Nombre del Proyecto:

Departamento:

Amazonas

Provincia:

Rodríguez de Mendoza

Distrito:

Mariscal Benavides

Zona Geográfica:

Selva

Horizonte del Proyecto:

10 años

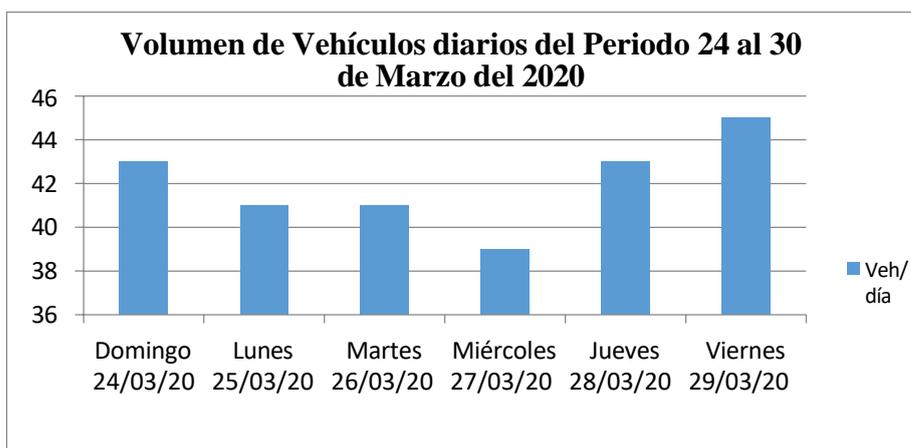
1.DETERMINACIÓN DEL TRÁNSITO ACTUAL

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

Resultados de los conteos de tráfico:

Mes:

Tipo de Vehículo	Domingo 24/03/20	Lunes 25/03/20	Martes 26/03/20	Miércoles 27/03/20	Jueves 28/03/20	Viernes 29/03/20
Automovil	15	15	15	12	15	16
Camioneta	14	15	15	14	14	15
C.R.	9	7	7	8	8	8
Micro	0	0	0	0	0	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	3	3	3	3	4	4
Camión 3E	2	1	1	2	2	2
TOTAL	43	41	41	39	43	45



Nota: Conteo de 7 días de 24 horas para proyectos de inversión a nivel de perfil.

ii) Determinar los factores de corrección promedio de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros: 1.080265

F.C.E. Vehículos pesados: 1.013598

Nota: Utilizar los datos del Ministerio de Transportes

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

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

Donde: **IMDS** = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

IMDa = Índice Medio Anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día						IMDS	F C	IMDa
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado			
Automovil	15	15	15	12	15	16	15	1.08027	16
Camioneta	14	15	15	14	14	15	15	1.08027	16
C.R.	9	7	7	8	8	8	8	1.08027	8
Micro	0	0	0	0	0	0	0	1.08027	0
Bus Grande	0	0	0	0	0	0	0	1.08027	0
Camión 2E	3	3	3	3	4	4	3	1.0136	3
Camión 3E	2	1	1	2	2	2	2	1.0136	2
TOTAL	43	41	41	39	43	45	42		45

2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de Vehículo	IM D	Distribución (%)	fca	DIAS		ESAL	
Automovil	16	26.67	0.0001	365	1	0.5	1.095
Camioneta	16	26.67	0.0002	365	1	0.5	2.19
C.R.	8	13.33		365	1	0.5	0
Micro	0	0.00		365	1	0.5	0
Bus Grande	0	0.00		365	1	0.5	0
Camión 2E	3	5.00	3.56	365	1	0.5	38982
Camión 3E	2	3.33	3.4	365	1	0.5	37230
IMD	60	75.00					76215.3

2.2 Demanda Proyectada

Para la proyección de la demanda utilizar la siguiente fórmula:

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

Donde: T_n = Tránsito proyectado al año en vehículo por día
 T_0 = Tránsito actual (año base) en vehículo por día
 n = Año futuro de proyección
 r = Tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Región en %

$r_{vp} = 1.50$ Tasa de Crecimiento Anual de la Población
 $r_{vc} = 3.50$ Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	45	45	45	45	47	47	49	52	52	52	52
Automovil	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Camioneta	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00	18.00	18.00
C.R.	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Camión 3E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00

2.3 Demanda Proyectada "Con Proyecto"

Tráfico Generado por Tipo de Proyecto

Tipo de Intervención	% de Tráfico Normal
Mejoramiento	15

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones - MTC

Proyección de Tráfico - Con Proyecto

Tipo de Vehículo	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal	45.00	45.00	45.00	45.00	47.00	47.00	49.00	52.00	52.00	52.00	52.00
Automovil	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00	18.00	18.00
Camioneta	16.00	16.00	16.00	16.00	17.00	17.00	17.00	18.00	18.00	18.00	18.00
C.R.	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Camión 3E	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tráfico Generado	0.00	5.00	5.00	5.00	7.00	7.00	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Automovil	0.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Camioneta	0.00	2.00	2.00	2.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
C.R.	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Micro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Bus Grande	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Camión 2E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Camión 3E	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
IMD TOTAL	45.00	50.00	50.00	50.00	54.00	54.00	57.00	60.00	60.00	60.00	60.00

ANEXO 4
DISEÑO DE PAVIMENTOS

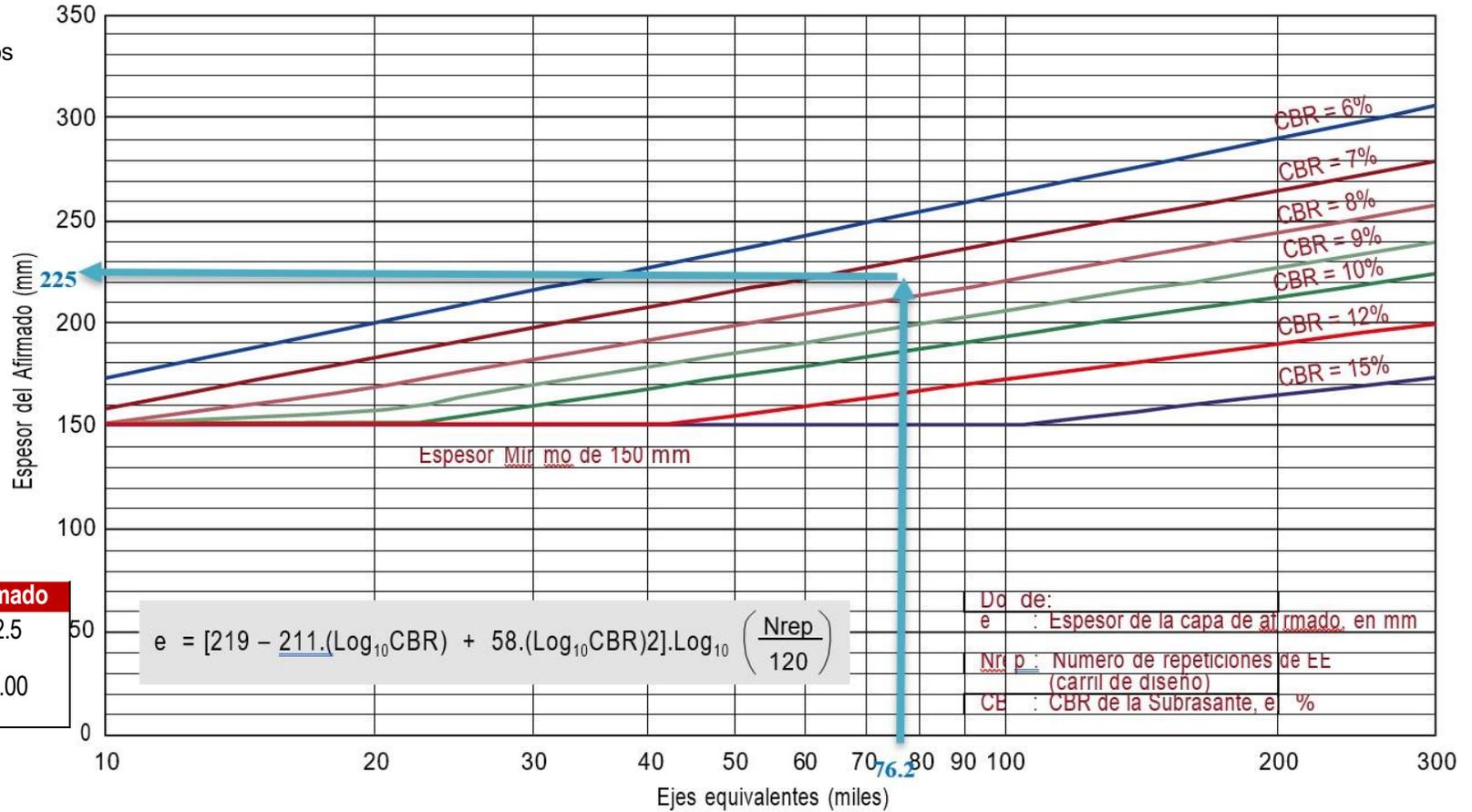
1.- Diseño de la capa de afirmado -Grafica de *Espesor de capa de revestimiento granular base al Método NAASRA*

Datos

Ejes equivalentes= 76215.3

CBR = 7.40

Periodo = 10años



Capa	Afirmado
Base granular (cm)	22.5
Subbase granular (cm)	20.00

$$e = [219 - 211 \cdot (\log_{10} CBR) + 58 \cdot (\log_{10} CBR)^2] \cdot \log_{10} \left(\frac{N_{rep}}{120} \right)$$

Donde:
 e : Espesor de la capa de afirmado, en mm
 N_{rep} : Numero de repeticiones de EE (carril de diseño)
 CBR : CBR de la Subrasante, en %

Fuente: Elaboración propia en base al Método NAASRA (National Association of Australian State Road Authorities, hoy AUSTRROADS)

2.- Diseño del Pavimento Flexible

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO 1993		
PROYECTO :	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO -DISTRITO MICHINA	DISEÑO: SIN ADICION
UBICACION:	RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS	FECHA : 2022
DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA):		
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES		DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)		400.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)		30.00
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)		15.00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE		
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)		7.62E+04
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)		90%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)		-1.645
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)		0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)		9.00
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)		4.0
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)		2.2
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)		20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO		
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA		
Concreto Asfáltico Convencional (a1)		0.44
Base granular (a2)		0.14
Subbase (a3)		0.11
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA		
Base granular (m2)		0.80
Subbase (m3)		0.80
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA):		
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		5.00
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		2.00
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		1.00
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		2.00
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA		
	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	11.5	10.0
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	17.5	20.0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	36.9	35.0
ESPESOR TOTAL (cm)	65.9	65.0
RESPONSABLE: TESISTAS		

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO 1993

PROYECTO: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO DISTRITO MICHINA

DISEÑO: 2% DE CAL

UBICACION: RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS

FECHA : 2022

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA):

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)
- B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)

DATOS

400.00

30.00

15.00

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

- A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
- B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
STANDARD NORMAL DEVIATE (Z_r)
OVERALL STANDARD DEVIATION (S_o)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (M_r , ksi)
- D. SERVICIABILIDAD INICIAL (p_i)
- E. SERVICIABILIDAD FINAL (p_f)
- F. PERIODO DE DISEÑO (Años)

7.62E+04

90%

-1.645

0.45

13.00

4.0

2.2

10

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

- Concreto Asfáltico Convencional (a_1)
- Base granular (a_2)
- Subbase (a_3)

0.44

0.14

0.11

B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

- Base granular (m_2)
- Subbase (m_3)

0.80

0.80

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA):

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{REQ})

4.00

NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN_{CA})

1.50

NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN_{BG})

1.50

NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN_{SB})

1.00

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8.7	7.5
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	21.8	17.5
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	18.5	25.0
ESPESOR TOTAL (cm)	48.9	50.0

RESPONSABLE: TESISTAS

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO 1993

PROYECTO: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO -DISTRITO MICHINA

DISEÑO: 5% DE CAL

UBICACION: RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS

FECHA: 2022

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA):

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)
- B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)

DATOS

400.00
30.00
15.00

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

- A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
- B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)
- D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)
- E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)
- F. PERIODO DE DISEÑO (Años)

7.62E+04
90%
-1.645
0.45
16.00
4.0
2.2
10

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

- A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA
Concreto Asfáltico Convencional (a1)
Base granular (a2)
Subbase (a3)
- B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA
Base granular (m2)
Subbase (m3)

0.44
0.14
0.11
0.80
0.80

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA):

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	3.70
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFÁLTICA (SN _{CA})	1.50
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	1.20
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	1.00

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEÓRICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8.7	7.5
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	17.4	17.5
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	18.5	20.0
ESPESOR TOTAL (cm)	44.5	45.0

RESPONSABLE: TESISTAS

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO 1993

PROYECTO: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO -DISTRITO MICHINA
UBICACION: RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS

DISEÑO:8% DE CAL
FECHA 2022

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA):

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)
- B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

- A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
- B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
 STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
 OVERALL STANDARD DEVIATION (So)
- C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)
- D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)
- E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)
- F. PERIODO DE DISEÑO (Años)

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

- A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA
 Concreto Asfáltico Convencional (a1)
 Base granular (a2)
 Subbase (a3)
- B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA
 Base granular (m2)
 Subbase (m3)

DATOS	
400.00	
30.00	
15.00	
7.62E+04	
90%	
-1.645	
0.45	
23.00	
4.0	
2.2	
20	
0.44	
0.14	
0.11	
0.80	
0.80	

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA):

- NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{REQ})
- NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFÁLTICA (SN_{CA})
- NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN_{BG})
- NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN_{SB})

2.50
1.50
1.00
0.00

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEÓRICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8.7	5.0
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	14.5	20.0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0.0	0.0
ESPESOR TOTAL (cm)	23.2	25.0

RESPONSABLE: TESISTAS

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO 1993

PROYECTO: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO -DISTRITO MICHINA

DISEÑO:5% DE CEMENTO

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA)**1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES**

	DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)	400.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)	30.00
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)	15.00

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	7.62E+04
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	90%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.645
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	22.00
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.2
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)	0.44
Base granular (a ₂)	0.14
Subbase (a ₃)	0.11
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m ₂)	0.80
Subbase (m ₃)	0.80

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA):

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	4.00
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.52
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	1.11
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	1.37

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8.8	7.5
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	16.1	17.5
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	25.3	25.0
ESPESOR TOTAL (cm)	50.2	50.0

RESPONSABLE:
TESISTAS

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO 1993

PROYECTO : ESTRUCTURA DE PAVIMENTO -DISTRITO MICHINA

8% DE
CEMENTO

UBICACION : RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS

2022

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)

DATOS

400.00
30.00
15.00

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

- A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)

7.62E+04

90%

-1.645

0.45

36.00

4.0

2.2

20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA

- Concreto Asfáltico Convencional (a₁)
Base granular (a₂)
Subbase (a₃)

0.44

0.14

0.11

B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA

- Base granular (m₂)
Subbase (m₃)

0.80

0.80

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA):

NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{REQ})

2.80

NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN_{CA})

0.98

NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN_{BG})

1.01

NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN_{SB})

0.81

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

	TEORICO	PROPUESTO
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	5.7	5.0
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	14.7	15.0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	15.0	15.0
ESPESOR TOTAL (cm)	35.3	35.0

RESPONSABLE: TESISTAS

DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE- METODO AASHTO 1993

PROYECTO: ESTRUCTURA DE PAVIMENTO -DISTRITO MICHINA

12% DE CEMENTO

UBICACION: RODRIGUEZ DE MENDOZA-AMAZONAS

2022

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA):

1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)

DATOS

400.00

30.00

15.00

2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE

- A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)
STANDARD NORMAL DEVIATE (Z_r)
OVERALL STANDARD DEVIATION (S_o)
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (M_r , ksi)
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (ρ_i)
E. SERVICIABILIDAD FINAL (ρ_f)
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)

7.62E+04

90%

-1.645

0.45

47.00

4.0

2.2

20

3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO

- A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA
Concreto Asfáltico Convencional (a_1)
Base granular (a_2)
Subbase (a_3)
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA
Base granular (m_2)
Subbase (m_3)

0.44

0.14

0.11

0.80

0.80

DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA):

- NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{REQ})
NÚMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFÁLTICA (SN_{CA})
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN_{BG})
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN_{SB})

2.70

1.78

0.92

0.00

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA

TEORICO PROPUESTO

ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10.3	7.5
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	13.4	15.0
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	0.0	0.0
ESPESOR TOTAL (cm)	23.6	22.5

RESPONSABLE: TESISTAS

3.- Diseño del pavimento Rígido

Diseño de Pavimento de Concreto

Memoria de Cálculo

Diseño AASHTO

Proyecto:	Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas
Diseño:	Adicción de cal al 5%
Fecha:	2022- SETIEMBRE

a) Datos

a.1) Tránsito

Años de Servicio:	20	
E.Equivalentes:	76215	

a.2) Serviciabilidad

Nivel Inicial :	4.50	
Nivel Final :	2.00	

a.3) Suelos

CBR Subrasante:	18.80	%
CBR Sub-base:	40.00	%
Espesor Sub-base:	25.00	cm.
Coef. Drenaje:	0.80	

a.4) Nivel de Confianza:

95.00	%
-------	---

a.5) Concreto

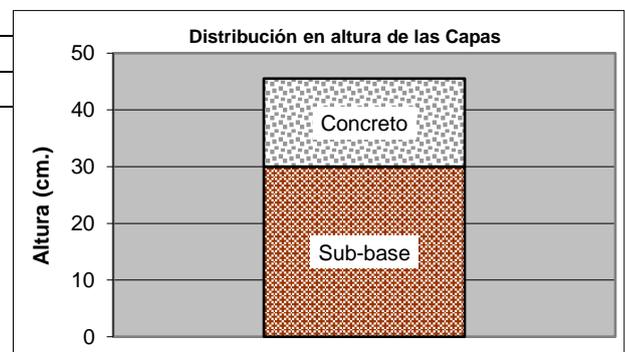
Módulo Elástico :	25000.00	Mpa
Resistencia FlexoTracción:	4.00	Mpa

b) Resultados

Espesor Sub-base :	25.00	cm.
Espesor Concreto :	15.00	cm.

c) Verificación

E. Equiv. Finales:	79078
	Ok



Diseño de Pavimento de Concreto
Memoria de
Cálculo
Diseño AASHTO

Proyecto :	Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas
Diseño :	Adicción de cal al 8%
Fecha :	2022- SETIEMBRE

a) Datos

a.1) Tránsito

Años de Servicio:	20	
E.Equivalentes:	76215	

a.2)

Serviciabilidad

Nivel Inicial :	4.50	
Nivel Final :	2.00	

a.3) Suelos

CBR Subrasante:	31.00	%
CBR Sub-base:	40.00	%
Espesor Sub-base:	0.00	cm.
Coef. Drenaje:	0.80	

a.4) Nivel de Confianza:

95.00	%
-------	---

a.5) Concreto

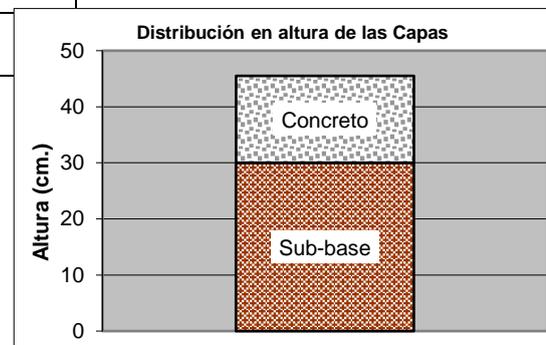
Módulo Elástico :	25000.00	Mpa
Resistencia FlexoTracción:	4.00	Mpa

b) Resultados

Espesor Sub-base :	0.00	cm.
Espesor Concreto :	15.00	cm.

c) Verificación

E.Equiv. Finales :	83711
	ok



Diseño de Pavimento de Concreto

Memoria de Cálculo

Diseño AASHTO

Proyecto :	Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas
Diseño :	5% de Adición de cemento
Fecha :	2022- SETIEMBRE

a) Datos

a.1) Tránsito

Años de Servicio:	20	
E.Equivalentes:	76215	

a.2) Serviciabilidad

Nivel Inicial :	4.50	
Nivel Final :	2.00	

a.3) Suelos

CBR Subrasante:	30.20	%
CBR Sub-base:	40.00	%
Espesor Sub-base:	20.00	cm.
Coef. Drenaje:	0.80	

a.4) Nivel de Confianza:

95.00	%
-------	---

a.5) Concreto

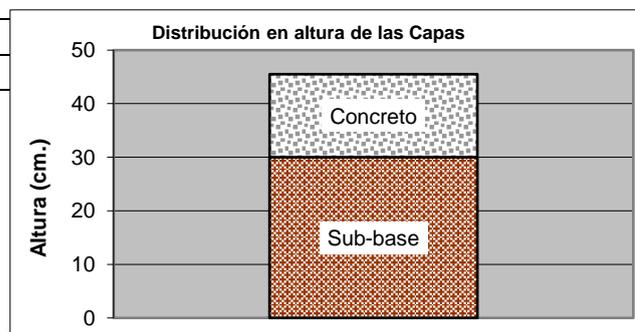
Módulo Elástico:	25000.00	Mpa
Resistencia Flexo Tracción:	4.00	Mpa

b) Resultados

Espesor Sub-base :	20.00	cm.
Espesor Concreto :	15.00	cm.

c) Verificación

E.Equiv. Finales:	92784
	Ok



Diseño de Pavimento de Concreto

Memoria de Cálculo

Diseño AASHTO

Proyecto :	Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas
Diseño :	8% de Adicción de cemento
Fecha :	2022- SETIEMBRE

a) Datos

a.1) Tránsito

Años de Servicio:	20
E.Equivalentes:	76215

a.2) Serviciabilidad

Nivel Inicial :	4.50
Nivel Final :	2.00

a.3) Suelos

CBR Subrasante:	63.00	%
CBR Sub-base:	40.00	%
Espesor Sub-base:	15.00	cm.
Coef. Drenaje:	0.80	

a.4) Nivel de Confianza:

95.00	%
-------	---

a.5) Concreto

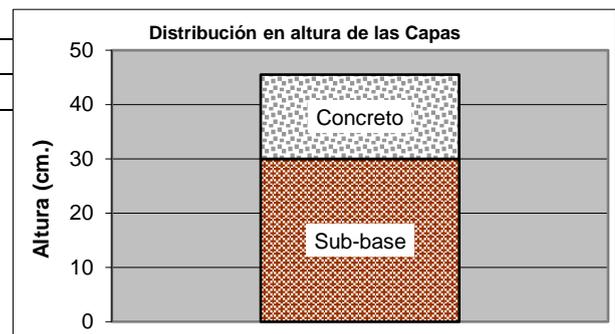
Módulo Elástico:	25000.00	Mpa
Resistencia FlexoTracción:	4.00	Mpa

b) Resultados

Espesor Sub-base :	15.00	cm.
Espesor Concreto :	15.00	cm.

c) Verificación

E.Equiv. Finales :	145168
	Ok



Diseño de Pavimento de Concreto
Memoria de Cálculo
Diseño AASHTO

Proyecto :	Análisis técnico-económico comparativo entre estructuras de pavimento económico, en el distrito de Mariscal Benavides, provincia de Mendoza - Amazonas
Diseño :	12% de Adicción de cemento
Fecha :	2022- SETIEMBRE

a) Datos

a.1) Tránsito

Años de Servicio:	20	
E.Equivalentes:	76215	

a.2) Serviciabilidad

Nivel Inicial :	4.50	
Nivel Final :	2.00	

a.3) Suelos

CBR Subrasante:	74.00	%
CBR Sub-base:	40.00	%
Espesor Sub-base:	0.00	cm.
Coef. Drenaje:	0.80	

a.4) Nivel de Confianza:

95.00	%
-------	---

a.5) Concreto

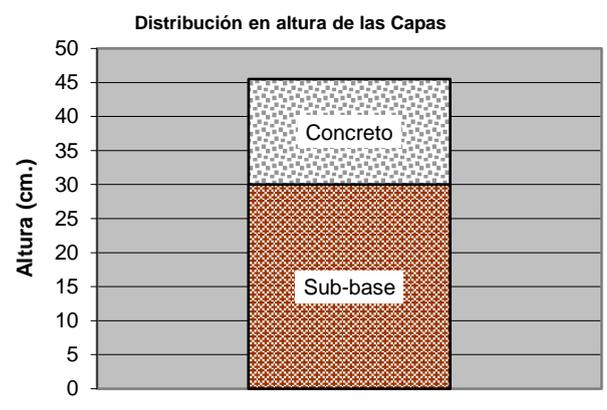
Módulo Elástico :	25000.00	Mpa
Resistencia FlexoTracción:	4.00	Mpa

b) Resultados

Espesor Sub-base :	0.00	cm.
Espesor Concreto :	12.50	cm.

c) Verificación

E.Equiv. Finales :	89378
	Ok



Memoria de Cálculo- Diseño de Pavimento de mortero *asfáltico*

Datos

TP0 = 76215.3

CBR = 7.40

Periodo = 10 años

CBR (Cemento al 12%) = 96.00

CBR (Cal al 8%) = 31.00

$a_m = 0.052/\text{cm}$

$e_m = 25 \text{ cm}$

$a_i = 0.07/\text{cm}$ (cemento)

$a_i = 0.08/\text{cm}$ (cal)

$$E = \frac{a_m \times e_m}{a_i}$$

EE		Tp0		Tp1		Tp2	
		75,001-150,000		150,001-300,000		300,001-500,000	
CBR %	Mg $2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	1.2 cm		1.2 cm		1.2 cm	
	CBR < 6%	25 cm		30 cm		30 cm	
CBR < 6%	≤ 8,040 psi (55.4 MPa)	18 cm		20 cm		25 cm	
		(*)		(*)		(*)	
CBR ≥ 6%	> 8,040 psi (55.4 MPa)	1.2 cm		1.2 cm		1.2 cm	
	CBR < 10%	25 cm		30 cm		30 cm	
CBR < 10%	≤ 11,150 psi (76.9 MPa)	18 cm		20 cm		25 cm	
CBR ≥ 10%	> 11,150 psi (76.9 MPa)	1.2 cm		1.2 cm		1.2 cm	
	CBR < 20%	25 cm		25 cm		25 cm	
CBR < 20%	≤ 17,380 psi (119.8 MPa)	15 cm		20 cm		23 cm	
CBR ≥ 20%	> 17,380 psi (119.8 MPa)	1.2 cm		1.2 cm		1.2 cm	
	CBR < 30%	18 cm		20 cm		25 cm	
CBR < 30%	≤ 22,530 psi (155.3 MPa)	15 cm		17 cm		15 cm	
CBR ≥ 30%	> 22,530 psi (155.3 MPa)	1.2 cm		1.2 cm		1.2 cm	
	CBR ≥ 30%	27 cm		32 cm		35 cm	



Mortero asfáltico Base granular Subbase granular

Espesor De La Capa De Base Granular Tratada

E (cemento) = 18.57 cm

E (cal) = 16.25 cm

Espesor Total Del Pavimento

	Cemento	Cal
Mortero asfáltico	1.2	1.2
Base granular	18.57	16.25
Subbase granular	18	18

Memoria de Cálculo Diseño de Pavimento de Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)

Datos

TP0 = 76215.3

CBR (natural) = 7.40

Periodo = 10 años

CBR (Cemento al 12%) = 96.00

CBR (Cal al 8%) = 31.00

$a_m = 0.052/\text{cm}$

$e_m = 25 \text{ cm}$

$a_i = 0.07/\text{cm}$ (cemento)

$a_i = 0.08/\text{cm}$ (cal)

$$E = \frac{a_m \times e_m}{a_i}$$

EE		TP0	TP1	TP2
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000
CB R %	$Mg = 2555 \times CBR^{0.04}$	T.S.B. 25 cm	T.S.B. 30 cm	T.S.B. 30 cm
CBR < 6%	$\leq 8,040 \text{ psi}$ (55.4 MPa)	18 cm (*)	20 cm (*)	25 cm (*)
$\geq 6\%$ CBR < 10%	$> 8,040 \text{ psi}$ (55.4 MPa) $\leq 11,150 \text{ psi}$ (76.9 MPa)	T.S.B. 25 cm 18 cm	T.S.B. 30 cm 20 cm	T.S.B. 30 cm 25 cm
$\geq 10\%$ CBR < 20%	$> 11,150 \text{ psi}$ (76.9 MPa) $\leq 17,380 \text{ psi}$ (119.8 MPa)	T.S.B. 25 cm 15 cm	T.S.B. 25 cm 20 cm	T.S.B. 25 cm 23 cm
$\geq 20\%$ CBR < 30%	$> 17,380 \text{ psi}$ (119.8 MPa) $\leq 22,530 \text{ psi}$ (155.3 MPa)	T.S.B. 18 cm 15 cm	T.S.B. 20 cm 17 cm	T.S.B. 25 cm 15 cm
CBR $\geq 30\%$	$> 22,530 \text{ psi}$ (155.3 MPa)	T.S.B. 27 cm	T.S.B. 32 cm	T.S.B. 35 cm

T.S.B.

Base granular

Subbase granular

Espesor De La Capa De Base Granular Tratada

E (cemento) = 18.57 cm

E (cal) = 16.25 cm

Espesor Total Del Pavimento

	Cemento	Cal
Mortero asfáltico (cm)	2.00	2.00
Base granular (cm)	18.57	16.25
Subbase granular (cm)	18.00	18.00

Memoria de Cálculo Diseño de Pavimento -de micropavimento

Datos

TP0 = 76215.3

CBR (natural) = 7.40

Periodo = 10 años

CBR (Cemento al 12%) = 96.00

CBR (Cal al 8%) = 31.00

$a_m = 0.052/\text{cm}$

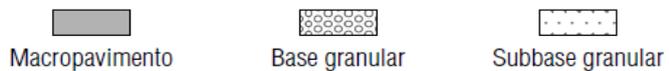
$e_m = 25 \text{ cm}$

$a_i = 0.07/\text{cm}$ (cemento)

$a_i = 0.08/\text{cm}$ (cal)

$$E = \frac{a_m \times e_m}{a_i}$$

CBR %	EE	Mg $2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	Tp0		Tp1		Tp2		Tp3		Tp4	
			75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000					
< 6%	≤ 8,040 psi (55.4 MPa)	(*)	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
			25 cm	25 cm	30 cm	30 cm	35 cm	35 cm	35 cm			
< 10%	≤ 11,150 psi (76.9 MPa)	(*)	15 cm	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm	35 cm	35 cm	35 cm
			2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
≥ 6%	> 8,040 psi (55.4 MPa)	(*)	18 cm	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm	35 cm	35 cm	35 cm
			2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
≥ 10%	> 11,150 psi (76.9 MPa)	(*)	20 cm	23 cm	25 cm	30 cm	30 cm	35 cm	35 cm	35 cm	35 cm	35 cm
			15 cm	15 cm	17 cm	16 cm	20 cm	20 cm	20 cm			
≥ 20%	> 17,380 psi (119.8 MPa)	(*)	26 cm	30 cm	20 cm	23 cm	25 cm	30 cm	30 cm	35 cm	35 cm	35 cm
			2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm
≥ 30%	> 22,530 psi (155.3 MPa)	(*)	22 cm	26 cm	16 cm	15 cm	20 cm	20 cm	25 cm	25 cm	30 cm	30 cm
			2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm	2.5 cm



Espesor De La Capa De Base Granular Tratada

E (cemento) = 18.57 cm

E (cal) = 16.25 cm

Espesor Total Del Pavimento

	Cemento	Cal
Mortero asfáltico (cm)	2.5	2.5
Base granular (cm)	18.57	16.25
Subbase granular (cm)	18.00	18.00

Memoria de Cálculo Diseño de Pavimento -de micropavimento

Datos

TP0 = 76215.3

CBR (natural) = 7.40

Periodo = 10 años

CBR (Cemento al 12%) = 96.00

CBR (Cal al 8%) = 31.00

$a_m = 0.052/\text{cm}$

$e_m = 18 \text{ cm}$

$a_i = 0.07/\text{cm}$ (cemento)

$a_i = 0.08/\text{cm}$ (cal)

$$E = \frac{a_m \times e_m}{a_i}$$

EE		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000
CB R %	Mg $2555 \times CBR^{0.64}$	5 cm 18 cm	5 cm 25 cm	6 cm 25 cm	7 cm 25 cm	8 cm 25 cm
CBR	$\leq 8,040 \text{ psi}$ (55.4 MPa)	15 cm (*)	15 cm (*)	17 cm (*)	20 cm (*)	21 cm (*)
$\geq 6\%$ CBR	$> 8,040 \text{ psi}$ (55.4 MPa)	5 cm 18 cm 15 cm	5 cm 25 cm 15 cm	6 cm 25 cm 17 cm	7 cm 25 cm 20 cm	8 cm 25 cm 21 cm
$< 10\%$ CBR	$\leq 11,150 \text{ psi}$ (76.9 MPa)	5 cm 26 cm	6 cm 17 cm 15 cm	7 cm 20 cm 15 cm	8 cm 20 cm 16 cm	8 cm 20 cm 20 cm
$\geq 10\%$ CBR	$> 11,150 \text{ psi}$ (76.9 MPa)	5 cm 20 cm	6 cm 25 cm	7 cm 25 cm	8 cm 26 cm	8 cm 30 cm
$< 20\%$ CBR	$\leq 17,380 \text{ psi}$ (119.8 MPa)	5 cm 17 cm	6 cm 20 cm	7 cm 22 cm	8 cm 25 cm	8 cm 25 cm
$\geq 20\%$ CBR	$> 17,380 \text{ psi}$ (119.8 MPa)	5 cm 17 cm	6 cm 20 cm	7 cm 22 cm	8 cm 25 cm	8 cm 25 cm
$< 30\%$ CBR	$\leq 22,530 \text{ psi}$ (155.3 MPa)	5 cm 17 cm	6 cm 20 cm	7 cm 22 cm	8 cm 25 cm	8 cm 25 cm
$\geq 30\%$ CBR	$> 22,530 \text{ psi}$ (155.3 MPa)	5 cm 17 cm	6 cm 20 cm	7 cm 22 cm	8 cm 25 cm	8 cm 25 cm


 Carpeta asfáltica
en frío


 Base granular


 Subbase granular

Espesor De La Capa De Base Granular Tratada

E (cemento) = 13.37cm

E (cal) = 11.5cm

Espesor Total Del Pavimento

	Cemento	Cal
Mortero asfáltico (cm)	2.5	2.5
Base granular (cm)	13.37	11.5
Subbase granular (cm)	15.00	15.00

Memoria de Cálculo Diseño de Pavimento -de mezcla asfáltica en frío

Datos

TP0 = 76215.3

CBR (natural) = 7.40

Periodo = 10 años

CBR (Cemento al 12%) = 96.00

CBR (Cal al 8%) = 31.00

$a_m = 0.052/\text{cm}$

$e_m = 18 \text{ cm}$

$a_i = 0.07/\text{cm}$ (cemento)

$a_i = 0.08/\text{cm}$ (cal)

$$E = \frac{a_m \times e_m}{a_i}$$

EE		TP0	TP1	TP2	TP3	TP4
		75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,001-750,000	750,001-1'000,000
CBR %	Mg $2555 \times \text{CBR}^{0.64}$	5 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm
	18 cm	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
CBR	$\leq 8,040 \text{ psi}$ (55.4 MPa)	15 cm (*)	15 cm (*)	17 cm (*)	20 cm (*)	21 cm (*)
	$\geq 6\%$ CBR $< 10\%$	5 cm	5 cm	6 cm	7 cm	8 cm
CBR	$> 8,040 \text{ psi}$ (55.4 MPa)	18 cm	25 cm	25 cm	25 cm	25 cm
	$\leq 11,150 \text{ psi}$ (76.9 MPa)	15 cm	15 cm	17 cm	20 cm	21 cm
CBR	$\geq 10\%$ CBR $< 20\%$	5 cm	5 cm	7 cm	8 cm	8 cm
	$> 11,150 \text{ psi}$ (76.9 MPa)	26 cm	17 cm	20 cm	20 cm	20 cm
CBR	$\leq 17,380 \text{ psi}$ (119.8 MPa)	15 cm	15 cm	15 cm	16 cm	20 cm
	$\geq 20\%$ CBR $< 30\%$	5 cm	5 cm	7 cm	8 cm	8 cm
CBR	$> 17,380 \text{ psi}$ (119.8 MPa)	20 cm	25 cm	25 cm	26 cm	30 cm
	$\leq 22,530 \text{ psi}$ (155.3 MPa)	17 cm	20 cm	22 cm	25 cm	25 cm
CBR	$\geq 30\%$	5 cm	5 cm	7 cm	8 cm	8 cm
	$> 22,530 \text{ psi}$ (155.3 MPa)	17 cm	20 cm	22 cm	25 cm	25 cm

Carpeta asfáltica en frío Base granular Subbase granular

Espesor De La Capa De Base Granular Tratada

E (cemento) = 13.37cm

E (cal) = 11.5cm.00

Espesor Total Del Pavimento

	Cemento	Cal
Mortero asfáltico (cm)	5.00	5.00
Base granular (cm)	13.37	11.5
Subbase granular (cm)	15.00	15.00

Memoria de Cálculo Diseño de Pavimento -de semirrígido con base tratada con asfalto

Datos

TP0 = 76215.3
 CBR (natural) = 7.40
 Periodo = 10 años
 CBR (Cemento al 12%) = 96.00
 CBR (Cal al 8%) = 31.00
 $a_m = 0.052/\text{cm}$
 $e_m = 11 \text{ cm}$
 $a_i = 0.07/\text{cm}$ (cemento)
 $a_i = 0.08/\text{cm}$ (cal)

$$E = \frac{a_m \times e_m}{a_i}$$

Espesor de la capa de base granular tratada

E (cemento) = 13.37cm

E (cal) = 11.5cm

Espesor Total Del Pavimento

Capas	Cemento	Cal
Mortero asfáltico 2	4.00	4.00
Mortero asfáltico 1	5.00	5.00
Subbase granular	11.00	10.00

Nrep. de EE (2)			TP0	TP1	TP2	TP3	TP4	TP5	TP6	TP7
Nrep. EE. Hasta 10 años (1era. Etapa)			60,000	60,001-120,000	120,001-200,000	200,001-300,000	300,001-400,000	400,001-600,000	600,001-1'200,000	1'200,001-2'000,000
Nrep. EE. Total 20 años (2da. Etapa)			75,001-150,000	150,001-300,000	300,001-500,000	500,000-750,000	750,001-1'000,000	1'000,001-1'500,000	1'500,001-3'000,000	3'000,001-5'000,000
1ra. Etapa	CBR %	$M_r = 2555 \times CBR^{0.654}$	3 cm 11 cm	5 cm 15 cm	6 cm 15 cm	6 cm 16 cm	6 cm 18 cm	7 cm 15 cm	8 cm 15 cm	9 cm 16 cm
	CBR < 6%	$M_r < 8,040 \text{ psi}$ $< 55.4 \text{ MP}\alpha$	<>	<>	<>	<>	<>	<>	<>	<>
2da. Etapa	Refuerzo al año 10		4cm	Micropavimento e=3.0cm	4cm	6cm	5cm	Micropavimento e=2.5cm	5cm	6cm
1ra. Etapa	> 6% CBR < 10%	$< 8,040 \text{ psi}$ $< 55.4 \text{ MP}\alpha$ $< 11,050 \text{ psi}$ $< 76.9 \text{ MP}\alpha$	5cm 11cm	5cm 15cm	6cm 15cm	6cm 16cm	6cm 18cm	7cm 15cm 15cm	8cm 15cm	9cm 16cm 15cm
	Refuerzo al año 10		4cm	Micropavimento e=3.0cm	4cm	6cm	5cm	Micropavimento e=2.5cm	5cm	6cm
1ra. Etapa	> 10% CBR < 20%	$< 11,150 \text{ psi}$ $< 76.9 \text{ MP}\alpha$ $< 17,380 \text{ psi}$ $< 119.8 \text{ MP}\alpha$	5cm 10cm	5cm 11cm	6cm 11cm	6cm 13cm	6cm 15cm	7cm 15cm	8cm 17cm	9cm 18cm
	Refuerzo al año 10		Micropavimento e=2.5cm	5cm	5cm	5cm	4cm	5cm	5cm	6cm
1ra. Etapa	> 20% CBR < 30%	$< 17,380 \text{ psi}$ $< 119.8 \text{ MP}\alpha$ $< 22,530 \text{ psi}$ $< 155.3 \text{ MP}\alpha$	5cm 10cm	5cm 10cm	6cm 10cm	6cm 10cm	6cm 10cm	7cm 15cm	8cm 15cm	9cm 15cm
	Refuerzo al año 10		Mortero asfáltico e=1.2cm	Mortero asfáltico e=2.5cm	Mortero asfáltico e=2.5cm	Mortero asfáltico e=3.0cm	6cm	Mortero asfáltico e=1.2cm	Mortero asfáltico e=2.5cm	Mortero asfáltico e=2.5cm
1ra. Etapa	CBR < 30%	$< 22,530 \text{ psi}$ $< 155.3 \text{ MP}\alpha$	5cm 10cm	5cm 10cm	6cm 10cm	6cm 10cm	6cm 10cm	7cm 15cm	8cm 15cm	9cm 15cm
	Refuerzo al año 10		Mortero asfáltico e=1.2cm	Mortero asfáltico e=1.2cm	Mortero asfáltico e=1.2cm	Micropavimento e=2.5cm	Micropavimento e=2.5cm	Mortero asfáltico e=1.2cm	Mortero asfáltico e=1.2cm	Mortero asfáltico e=1.2cm

Fuente: Manual de Carreteras - MTC.

Carpeta y/o Refuerzo Asfáltico en caliente
 Bases tratadas con asfalto
 Subbase granular

ANEXO 5:
CÁLCULO DEL COSTO DE
OPERACIÓN VEHICULAR

Costos de Operación vehicular

$$\text{Cov} = F \times C \times K \times D \times 365$$

Cov: Costo de operación vehicular

F: Factor según anexo 3

C: Cantidad de vehículos

K: Longitud de la vía 6.52 km

D: Tipo de Cambio del dólar a soles 3.8786 \$

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto					
		Pavimento Flexible		Pavimento Rígido		Afirmado	
		Normal	Generado	Normal	Generado	Normal	Generado
1	402,034.61	201,764.96	81,706.55	201,764.96	81,706.55	226,483.68	81,706.55
2	402,034.61	201,764.96	81,706.55	201,764.96	81,706.55	226,483.68	81,706.55
3	402,034.61	201,764.96	81,706.55	201,764.96	81,706.55	226,483.68	81,706.55
4	402,034.61	201,764.96	81,706.55	201,764.96	81,706.55	226,483.68	81,706.55
5	402,034.61	201,764.96	81,706.55	201,764.96	81,706.55	226,483.68	81,706.55
6	465,179.04	283,554.58	81,706.55	283,554.58	81,706.55	273,816.62	81,706.55
7	465,179.04	283,554.58	81,706.55	283,554.58	81,706.55	273,816.62	81,706.55
8	465,179.04	283,554.58	81,706.55	283,554.58	81,706.55	273,816.62	81,706.55
9	465,179.04	283,554.58	81,706.55	283,554.58	81,706.55	273,816.62	81,706.55
10	744,286.46	304,571.95	81,706.55	304,571.95	81,706.55	416,526.17	81,706.55
11	494,950.50	300,796.76	81,706.55	300,796.76	81,706.55	338,982.48	81,706.55
12	494,950.50	300,796.76	81,706.55	300,796.76	81,706.55	338,982.48	81,706.55
13	494,950.50	300,796.76	81,706.55	300,796.76	81,706.55	338,982.48	81,706.55
14	528,607.13	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55
15	528,607.13	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55
16	569,878.25	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55
17	569,878.25	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55	565,152.34	81,706.55
18	569,878.25	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55	565,152.34	81,706.55
19	569,878.25	355,458.56	81,706.55	355,458.56	81,706.55	565,152.34	81,706.55
20	749,721.26	507,933.75	81,706.55	507,933.75	81,706.55	571,908.91	81,706.55

Costos de Operación vehicular

$$\text{Cov} = F \times C \times K \times D \times 365$$

Cov: Costo de operación vehicular

F: Factor según anexo 3

C: Cantidad de vehículos

K: Longitud de la vía

6.52 km

D: Tipo de Cambio del dólar a soles

3.8786 \$

Año	Sin Proyecto	Con Proyecto							
		Mortero Asfáltico		Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)		Micropavimento		Mezcla asfáltica en frío	
		Normal	Generado	Normal	Generado	Normal	Generado	Normal	Generado
1	518,726.25	131,906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39
2	518,726.25	131,906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39
3	518,726.25	131,906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39	131906.12	15,015.39
4	518,726.25	134,233.51	20,796.32	134233.51	20,796.32	134233.51	20,796.32	134233.51	20,796.32
5	518,726.25	134,233.51	20,796.32	134233.51	20,796.32	134233.51	20,796.32	134233.51	20,796.32
6	521,653.35	149,688.44	36,314.04	149688.44	36,314.04	149688.44	36,314.04	149688.44	36,314.04
7	521,653.35	167,533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04
8	521,653.35	167,533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04
9	521,653.35	167,533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04
10	559,709.78	167,533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04
11	525,556.16	167,533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04	167533.56	36,314.04
12	525,556.16	200,833.60	80,037.50	200833.60	80,037.50	200833.60	80,037.50	200833.60	80,037.50
13	525,556.16	200,833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77
14	528,483.26	200,833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77
15	528,483.26	200,833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77
16	528,483.26	200,833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77
17	528,483.26	200,833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77
18	528,483.26	200,833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77
19	528,483.26	200,833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77	200833.60	64,519.77
20	528,483.26	234,133.64	116,853.88	234133.64	116,853.88	234133.64	116,853.88	234133.64	116,853.88

Tabla de Costo de operación vehicular modular a precios económicos 2022-2023

Región	Topografía	Superficie	Estado	Auto	Camioneta	Bus med	Bus gran	Cam 2e	Cam 3e	Articulado
SELVA	A	AFI	B	0.285	0.407	0.671	0.887	1.169	1.550	1.915
	A	AFI	M	0.456	0.513	0.957	1.119	1.915	2.304	2.553
	A	AFI	R	0.317	0.423	0.721	0.928	1.343	1.724	2.055
	A	ASF	B	0.252	0.383	0.584	0.837	0.937	1.326	1.716
	A	ASF	M	0.326	0.431	0.733	0.945	1.392	1.782	2.105
	A	ASF	R	0.277	0.399	0.634	0.870	1.111	1.492	1.865
	A	SAF	M	0.488	0.537	1.019	1.169	2.031	2.420	2.652
	A	SAF	R	0.391	0.464	0.858	1.019	1.624	2.014	2.304
	A	TRO	M	0.545	0.594	1.119	1.260	2.263	2.660	2.859
	A	TRO	R	0.464	0.513	0.970	1.119	1.915	2.304	2.553
	L	AFI	B	0.277	0.293	0.609	0.663	0.887	1.135	1.392
	L	AFI	M	0.448	0.399	0.908	0.862	1.591	1.832	2.014
	L	AFI	R	0.309	0.309	0.671	0.696	1.044	1.293	1.525
	L	ASF	B	0.252	0.277	0.547	0.622	0.680	0.928	1.202
	L	ASF	M	0.317	0.317	0.684	0.622	1.102	1.343	1.566
	L	ASF	R	0.269	0.293	0.597	0.655	0.837	1.086	1.334
	L	SAF	M	0.480	0.415	0.957	0.903	1.699	1.939	2.113
	L	SAF	R	0.374	0.350	0.783	0.771	1.318	1.558	1.765
	L	TRO	M	0.537	0.472	1.069	0.995	1.923	2.163	2.312
	L	TRO	R	0.448	0.399	0.908	0.862	1.591	1.832	2.014
	O	AFI	B	0.285	0.399	0.659	0.870	1.152	1.525	1.873
	O	AFI	M	0.456	0.505	0.945	1.102	1.890	2.271	2.503
	O	AFI	R	0.309	0.423	0.709	0.912	1.318	1.699	2.022
	O	ASF	B	0.252	0.374	0.572	0.821	0.920	1.301	1.682
	O	ASF	M	0.317	0.423	0.721	0.928	1.376	1.749	2.064
	O	ASF	R	0.269	0.391	0.634	0.854	1.094	1.467	1.823
	O	SAF	M	0.480	0.529	0.995	1.144	2.006	2.387	2.602
	O	SAF	R	0.383	0.456	0.821	0.995	1.608	1.981	2.254
	O	TRO	M	0.545	0.578	1.106	1.243	2.238	2.619	2.801
	O	TRO	R	0.456	0.505	0.945	1.102	1.890	2.271	2.503

Fuente: Resultados del modelo HDM IV- Versión .2.3

Beneficios Incrementales Por Cada Alternativa De Pavimentación

$$Bi = C_{ovs} - C_{ovct} + (0.5 \times C_{ovctp})$$

C_{ovs}: Costo de operación vehicular sin proyecto

C_{ovct}: Costo de operación vehicular con proyecto con tráfico normal.

C_{ovctp}: Costo de operación vehicular con proyecto con tráfico proyectado

Año	Flexible	Rígido	AFIRMADO
0			
1	241122.925	241122.925	233300.25
2	241122.925	241122.925	233300.25
3	241122.925	241122.925	233300.25
4	241122.925	241122.925	233300.25
5	241122.925	241122.925	233300.25
6	222477.735	222477.735	338756.34
7	222477.735	222477.735	338756.34
8	222477.735	222477.735	338756.34
9	222477.735	222477.735	338756.34
10	480567.785	480567.785	431128.485
11	235007.015	235007.015	388581.45
12	235007.015	235007.015	388581.45
13	235007.015	235007.015	388581.45
14	214001.845	214001.845	451481.29
15	214001.845	214001.845	451481.29
16	255272.965	255272.965	451481.29
17	255272.965	255272.965	556328.18
18	255272.965	255272.965	556328.18
19	255272.965	255272.965	556328.18
20	282640.785	282640.785	712181.655

BENEFICIOS INCREMENTALES POR CADA ALTERNATIVA DE PAVIMENTACIÓN

$$Bi = Covs - Covct + (0.5 \times Covctp)$$

Covs: Costo de operación vehicular sin proyecto

Covct: Costo de operación vehicular con proyecto con tráfico normal.

Covctp: Costo de operación vehicular con proyecto con tráfico proyectado

Año	Mortero Asfáltico	Tratamiento Superficial Bicapa (TSB)	Micropavimento	Mezcla asfáltica en frío
0				
1	394,327.82	394327.82	394327.82	394327.82
2	394,327.82	394327.82	394327.82	394327.82
3	394,327.82	394327.82	394327.82	394327.82
4	394,890.90	394890.90	394890.90	394890.90
5	394,890.90	394890.90	394890.90	394890.90
6	390,121.93	390121.93	390121.93	390121.93
7	372,276.82	372276.82	372276.82	372276.82
8	372,276.82	372276.82	372276.82	372276.82
9	372,276.82	372276.82	372276.82	372276.82
10	410,333.25	410333.25	410333.25	410333.25
11	376,179.62	376179.62	376179.62	376179.62
12	364,741.31	364741.31	364741.31	364741.31
13	356,982.44	356982.44	356982.44	356982.44
14	359,909.55	359909.55	359909.55	359909.55
15	359,909.55	359909.55	359909.55	359909.55
16	359,909.55	359909.55	359909.55	359909.55
17	359,909.55	359909.55	359909.55	359909.55
18	359,909.55	359909.55	359909.55	359909.55
19	359,909.55	359909.55	359909.55	359909.55
20	352,776.55	352776.55	352776.55	352776.55

Beneficio Por Plusvalía De La Superficie

$$PI=S \times C$$

Donde:

PI: Plusvalía

S: Superficie en m²

C: Costo por m²

Sin Proyecto

Zona de Influencia	Área (m ²)	Precio	Total
MICHINA	287815.95	S/ 45	S/ 12,951,717.75

Con Proyecto

Zona de Influencia	Área (m ²)	Precio	Total
MICHINA	287815.95	S/ 75	S/ 21,586,196.25
Beneficio			S/ 8,634,478.50

Factores de Conversión

Obras	Factor
Inversión	0.79
Mantenimiento y Operación	0.75

Fuente: Guía Metodológica Simplificada

Tipo de Cambio	3.88
----------------	------

Fuente: Banco Central de Reserva del Perú <http://www.bcrp.gob.pe/>

COSTOS DE INVERSION Y MANTENIMIENTO SEGÚN ALTERNATIVA
En Miles de Soles a Precios Mercado

Año	Sin Proyecto Costos de Mantenimiento	MORTERO ASFÁLTICO		TRATAMIENTO ASFALTICO TSB		MICROPAVIMENTO		MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO	
		Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*	Inversión	Mantenimiento*
0		6,078,550.16	0	6,501,423.67	0	6,205,221.36		7,271,259.48	
1	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
2	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
3	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
4	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
5	77,340.22		36,359.97		48,689.10		39,106.23		58,804.64
6	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
7	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
8	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
9	41,867.72		18,107.05		24,365.65		24,365.65		29,402.32
10	77,340.22		36,359.97		48,689.10		39,106.23		58,804.64
11	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
12	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
13	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
14	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
15	77,340.22		36,359.97		48,689.10		39,106.23		58,804.64
16	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
17	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
18	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
19	41,867.72		18,107.05		24,365.65		19,789.32		29,402.32
20	77,340.22		36,359.97		48,689.10		39,106.23		58,804.64

COSTOS DE INVERSION Y MANTENIMIENTO SEGÚN ALTERNATIVA
En Miles de Soles a Precios Sociales

AÑO	SIN PROYECTO COSTOS DE MANTENIMIENTO	MORTERO ASFÁLTICO		TRATAMIENTO ASFALTICO TSB		MICROPAVIMENTO		MEZCLA ASFÁLTICA EN FRIO	
		Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento
0		4,802,054.63	0	5,136,124.70	0	4,902,124.88		5,744,294.99	
1	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
2	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
3	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
4	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
5	58,005.17		27,269.98		36,516.83		29,329.67		44,103.48
6	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
7	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
8	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
9	31,400.79		13,580.29		18,274.24		18,274.24		22,051.74
10	58,005.17		27,269.98		36,516.83		29,329.67		44,103.48
11	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
12	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
13	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
14	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
15	58,005.17		27,269.98		36,516.83		29,329.67		44,103.48
16	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
17	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
18	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
19	31,400.79		13,580.29		18,274.24		14,841.99		22,051.74
20	58,005.17		27,269.98		36,516.83		29,329.67		44,103.48

COSTOS INCREMENTALES
En Miles de Soles a Precios Sociales

Año	Mortero Asfáltico		TRATAMIENTO ASFALTICO TSB		Micropavimento		Mezcla asfáltica en frio	
	Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento	Inversión	Mantenimiento
0	4,802,055		5,136,125		4,902,125		5,744,295	
1		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
2		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
3		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
4		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
5		-30,735		-21,488		-28,675		-13,902
6		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
7		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
8		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
9		-17,821		-13,127		-13,127		-9,349
10		-30,735		-21,488		-28,675		-13,902
11		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
12		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
13		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
14		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
15		-30,735		-21,488		-28,675		-13,902
16		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
17		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
18		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
19		-17,821		-13,127		-16,559		-9,349
20	-240,103	-30,735	-256,806	-21,488	-245,106	-28,675	-287,215	-13,902

EVALUACION ECONOMICA

La metodología de evaluación para PIP de mejoramiento es la de
COSTO/BENEFICIO

Mortero Asfáltico					(TSB)				
Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto	Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	4,802,054.63			-4,802,054.63	0	5,136,124.70			-5,136,124.70
1		-17,820.50	2,769,336.85	2,787,157.4	1		-16,876.55	2,769,336.85	2,786,213.4
2		-17,820.50	394,327.82	412,148.33	2		-16,876.55	394,327.82	411,204.38
3		-17,820.50	394,327.82	412,148.33	3		-16,876.55	394,327.82	411,204.38
4		-17,820.50	394,890.90	412,711.40	4		-16,876.55	394,890.90	411,767.45
5		-30,735.19	394,890.90	425,626.09	5		-27,488.34	394,890.90	422,379.24
6		-17,820.50	390,121.93	407,942.43	6		-16,876.55	390,121.93	406,998.48
7		-17,820.50	372,276.82	390,097.32	7		-16,876.55	372,276.82	389,153.37
8		-17,820.50	372,276.82	390,097.32	8		-16,876.55	372,276.82	389,153.37
9		-17,820.50	372,276.82	390,097.32	9		-16,876.55	372,276.82	389,153.37
10		-30,735.19	410,333.25	441,068.44	10		-27,488.34	410,333.25	437,821.59
11		-17,820.50	376,179.62	394,000.13	11		-16,876.55	376,179.62	393,056.18
12		-17,820.50	364,741.31	382,561.81	12		-16,876.55	364,741.31	381,617.86
13		-17,820.50	356,982.44	374,802.95	13		-16,876.55	356,982.44	373,859.00
14		-17,820.50	359,909.55	377,730.05	14		-16,876.55	359,909.55	376,786.10
15		-30,735.19	359,909.55	390,644.74	15		-27,488.34	359,909.55	387,397.89
16		-17,820.50	359,909.55	377,730.05	16		-16,876.55	359,909.55	376,786.10
17		-17,820.50	359,909.55	377,730.05	17		-16,876.55	359,909.55	376,786.10
18		-17,820.50	359,909.55	377,730.05	18		-16,876.55	359,909.55	376,786.10
19		-17,820.50	359,909.55	377,730.05	19		-16,876.55	359,909.55	376,786.10
20	-240,102.73	-30,735.19	352,776.55	623,614.47	20	-256,806.23	-27,488.34	352,776.55	637,071.13
Tasa de Descuento:	10.00%		VAN	816,968.48				VAN	474,133.5
			TIR	13.86%				TIR	12.07%

Micropavimento					Mezcla asfáltica en frío				
Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto	Año	Inversión	Costo de Operación y Mantenimiento	Beneficios	Flujo Neto
0	4,902,124.88			-4,902,124.88	0	5,744,294.99			-5,744,294.99
1		-16,558.80	2,769,336.8	2,785,895.6	1		-9,349.05	2,769,336.85	2,778,685.90
2		-16,558.80	394,327.82	410,886.62	2		-9,349.05	394,327.82	403,676.87
3		-16,558.80	394,327.82	410,886.62	3		-9,349.05	394,327.82	403,676.87
4		-16,558.80	394,890.90	411,449.70	4		-9,349.05	394,890.90	404,239.95
5		-28,675.49	394,890.90	423,566.39	5		-13,901.69	394,890.90	408,792.59
6		-16,558.80	390,121.93	406,680.73	6		-9,349.05	390,121.93	399,470.98
7		-16,558.80	372,276.82	388,835.62	7		-9,349.05	372,276.82	381,625.87
8		-16,558.80	372,276.82	388,835.62	8		-9,349.05	372,276.82	381,625.87
9		-16,876.55	372,276.82	389,153.37	9		-9,349.05	372,276.82	381,625.87
10		-28,675.49	410,333.25	439,008.74	10		-13,901.69	410,333.25	424,234.93
11		-16,558.80	376,179.62	392,738.42	11		-9,349.05	376,179.62	385,528.67
12		-16,558.80	364,741.31	381,300.11	12		-9,349.05	364,741.31	374,090.36
13		-16,558.80	356,982.44	373,541.25	13		-9,349.05	356,982.44	366,331.50
14		-16,558.80	359,909.55	376,468.35	14		-9,349.05	359,909.55	369,258.60
15		-28,675.49	359,909.55	388,585.04	15		-13,901.69	359,909.55	373,811.23
16		-16,558.80	359,909.55	376,468.35	16		-9,349.05	359,909.55	369,258.60
17		-16,558.80	359,909.55	376,468.35	17		-9,349.05	359,909.55	369,258.60
18		-16,558.80	359,909.55	376,468.35	18		-9,349.05	359,909.55	369,258.60
19		-16,558.80	359,909.55	376,468.35	19		-9,349.05	359,909.55	369,258.60
20	-245,106.24	-28,675.49	352,776.55	626,558.29	20	-287,214.75	-13,901.69	352,776.55	653,892.99
			VAN	705,922.3				VAN	-202,052.1
			TIR	13.26%				TIR	9.23%

ANEXO 6
ESTUDIO DE MECÁNICA
DE SUELO



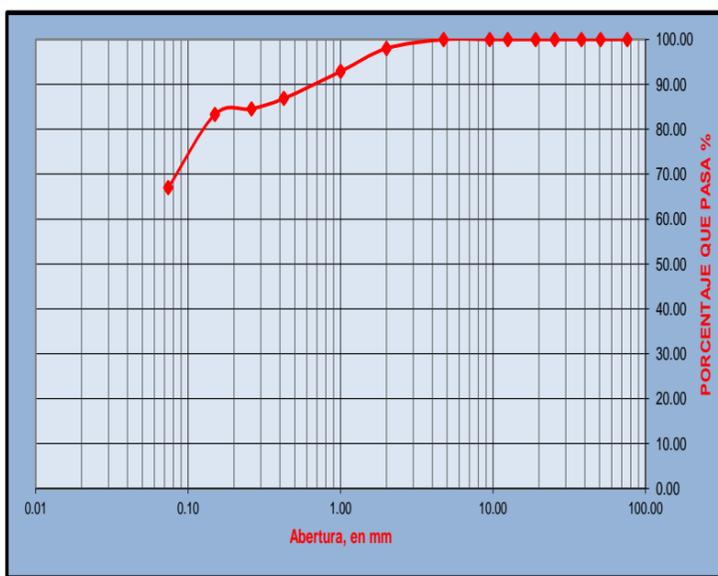
UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza- Amazonas"		
SOLICITA:	Miranda Diestra Richer Ramirez Ramirez Fred		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	: Septiembre 2022
DATOS DE LA MUESTRA			
SONDEO	: Calicata N°01	PROGRESIVA:	0+000 Km
MUESTRA	: M - 01	TAMAÑO MAXIMO :	0.078"
PROF.(m)	: 0.00 - 1.50	PESO SECO:	1002.20 gr

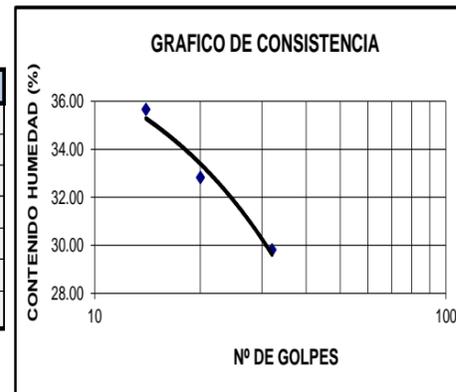
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% PASA
3"	76.000	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	100.00
Nº 10	2.000	20.15	97.99
Nº 20	1.000	51.24	92.88
Nº 40	0.425	60.31	86.86
Nº 60	0.260	23.14	84.55
Nº 100	0.150	12.36	83.32
Nº 200	0.074	163.80	66.97
< Nº 200	--	671.20	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara N°01	Tara N°02	Tara N03
1. No de Golpes	32	20	14
2. Peso de Tara (gr)	27.18	28.48	27.55
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	37.98	43.05	54.10
4. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	35.50	39.45	47.12
5. Peso de Agua (gr)	2.48	3.60	6.98
6. Peso de Suelo seco (gr)	8.32	10.97	19.57
7. Contenido de Humedad (%)	29.81	32.82	35.67



B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara N°01	Tara N°02	Tara N03
1. No de Golpes			
2. Peso de Tara (gr)	28.23	28.42	29.21
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	33.21	41.20	39.87
4. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	32.10	38.41	37.68
5. Peso de Agua (gr)	1.11	2.79	2.19
6. Peso de Suelo seco (gr)	3.87	9.99	8.47
7. Contenido de Humedad (%)	28.68	27.93	25.86

Limite Liquido %	32
Limite Plastico %	27.49
Indice de Plasticidad %	4.51
Clasific. SUCS	ML
Clasific. AASHTO	A - 4

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara N°01
1. Peso de Tara (gr)	27.24
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	111.32
3. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	103.31
4. Peso de Agua (gr)	8.01
5. Peso de Suelo seco (gr)	76.07
6. Contenido de Humedad (%)	10.53



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91 Metodo " A "

PROYECTO "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"

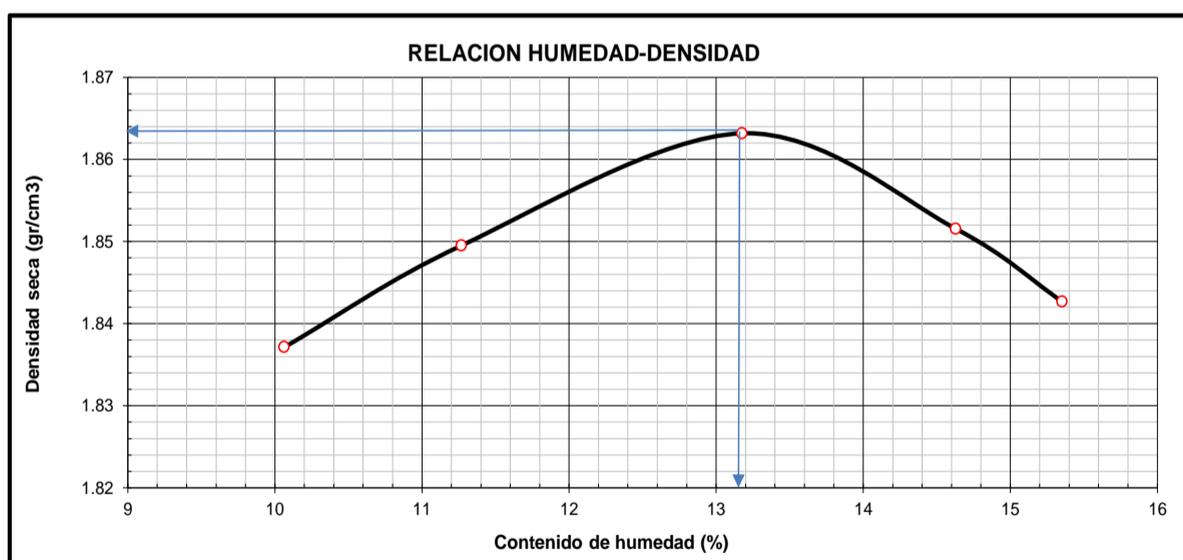
SOLICITA Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred

UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas

FECHA : Septiembre 2022

SONDEO : Calicata N°01

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	6022.00	6065.00	6114.00	6126.00	6129.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1913.00	1947.00	1995.00	2008.00	2011.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.02	2.06	2.11	2.12	2.13
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	175.11	248.47	231.64	224.31	248.47
Peso del suelo seco + tara	(gr)	161.65	226.21	207.89	199.35	219.12
Tara	(gr)	27.90	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	13.46	22.26	23.75	24.96	29.35
Peso del suelo seco	(gr)	133.75	197.53	180.25	170.61	191.17
Contenido de agua	(%)	10.06	11.27	13.18	14.63	15.35
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.837	1.850	1.863	1.852	1.843
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.86
<i>Humedad óptima (%)</i>						13.10





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"		
SOLICITA	Miranda Diestra Richer Ramírez Ramírez Fred		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	Septiembre 2022
SONDEO	Calicata N°01		

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.860
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.100

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		55	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13390.00	12995.00	12580.00
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6276.00	5840.00
4	Volumen de molde [cm ³]	3153.00	3153.00	3153.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	1.99	1.85

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

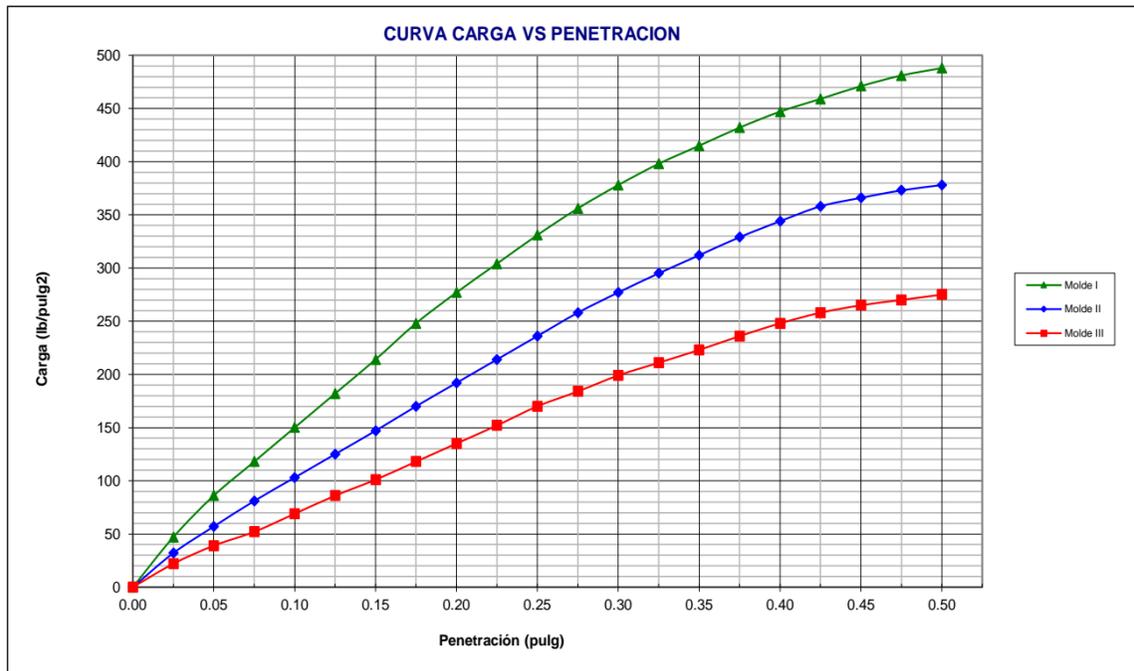
Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	111.000	191.210	189.410
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	101.540	172.520	170.610
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	18.69	18.80
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	72.68	142.98
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.02	13.15
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.87	1.76

c) Prueba de penetración

Area del anillo = 3 pulg²

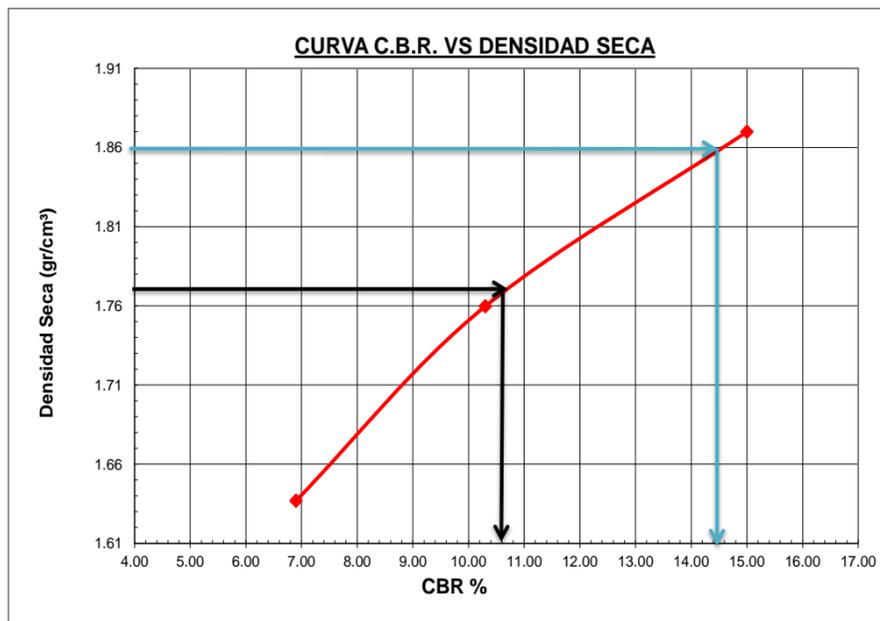
Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		15.0	47	9.0	32	5.0	22
0.050		31.0	86	19.0	57	12.0	39
0.075		44.0	118	29.0	81	17.0	52
0.100	1000	57.0	150	38.0	103	24.0	69
0.125		70.0	182	47.0	125	31.0	86
0.150		83.0	214	56.0	147	37.0	101
0.175		97.0	248	65.0	170	44.0	118
0.200	1500	109.0	277	74.0	192	51.0	135
0.225		120.0	304	83.0	214	58.0	152
0.250		131.0	331	92.0	236	65.0	170
0.275		141.0	356	101.0	258	71.0	184
0.300		150.0	378	109.0	277	77.0	199
0.325		158.0	398	116.0	295	82.0	211
0.350		165.0	415	123.0	312	87.0	223
0.375		172.0	432	130.0	329	92.0	236
0.400		178.0	447	136.0	344	97.0	248
0.425		183.0	459	142.0	358	101.0	258
0.450		188.0	471	145.0	366	104.0	265
0.475		192.0	481	148.0	373	106.0	270
0.500		195.0	488	150.0	378	108.0	275



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	150.0	1000	15.00
II	0.1	103.0	1000	10.30
III	0.1	69.0	1000	6.90

12.70
17.78
248.29
3153.24064



C.B.R. 01ª PENETRACIÓN AL 100% MDS :	14.55%
C.B.R. 01ª PENETRACIÓN AL 95% MDS :	10.60%



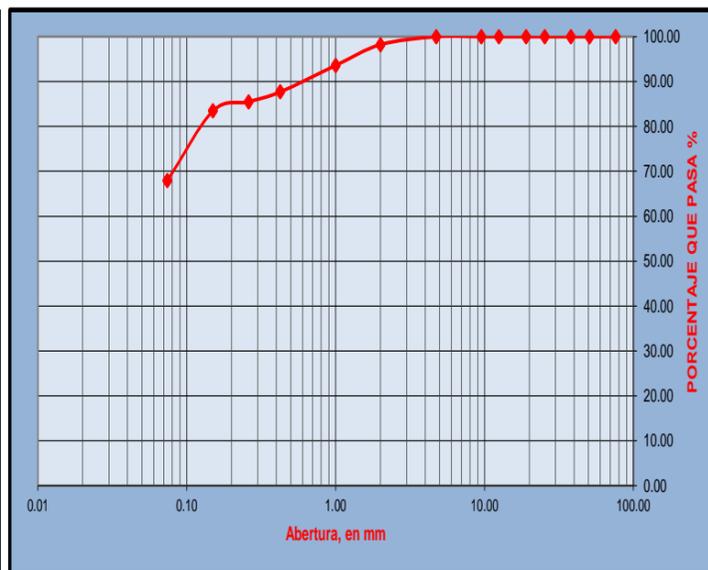
UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza- Amazonas"		
SOLICITA:	Miranda Diestra Richer Ramírez Ramírez Fred		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	: Septiembre 2022
DATOS DE LA MUESTRA			
SONDEO	: Calicata N°02	PROGRESIVA:	0+500 Km
MUESTRA	: M - 01	TAMAÑO MÁXIMO :	0.078"
PROF.(m)	: 0.00 - 1.50	PESO SECO:	1024.62 gr

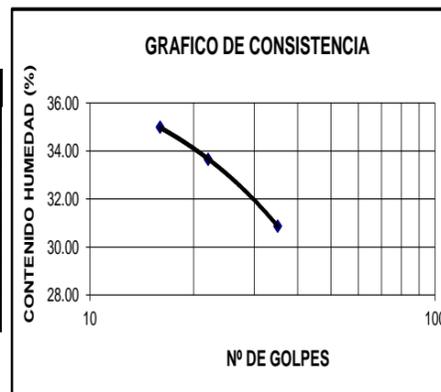
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% PASA
3"	76.000	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	100.00
Nº 10	2.000	18.24	98.22
Nº 20	1.000	47.51	93.58
Nº 40	0.425	60.31	87.70
Nº 60	0.260	22.47	85.50
Nº 100	0.150	20.86	83.47
Nº 200	0.074	159.48	67.90
< Nº 200	---	695.75	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara N°01	Tara N°02	Tara N03
1. No de Golpes	35	22	16
2. Peso de Tara (gr)	27.18	28.48	27.55
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	38.88	41.03	46.65
4. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	36.12	37.87	41.70
5. Peso de Agua (gr)	2.76	3.16	4.95
6. Peso de Suelo seco (gr)	8.94	9.39	14.15
7. Contenido de Humedad (%)	30.87	33.65	34.98



B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara N°01	Tara N°02	Tara N03
1. No de Golpes			
2. Peso de Tara (gr)	28.23	28.42	29.21
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	35.18	37.25	34.98
4. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	33.58	35.21	33.67
5. Peso de Agua (gr)	1.60	2.04	1.31
6. Peso de Suelo seco (gr)	5.35	6.79	4.46
7. Contenido de Humedad (%)	29.91	30.04	29.37

Limite Liquido %	32.4
Limite Plastico %	29.77
Indice de Plasticidad %	2.63
Clasific. SUCS	ML
Clasific. AASHTO	A - 4

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara N°01
1. Peso de Tara (gr)	27.24
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	110.60
3. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	102.87
4. Peso de Agua (gr)	7.73
5. Peso de Suelo seco (gr)	75.63
6. Contenido de Humedad (%)	10.22



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

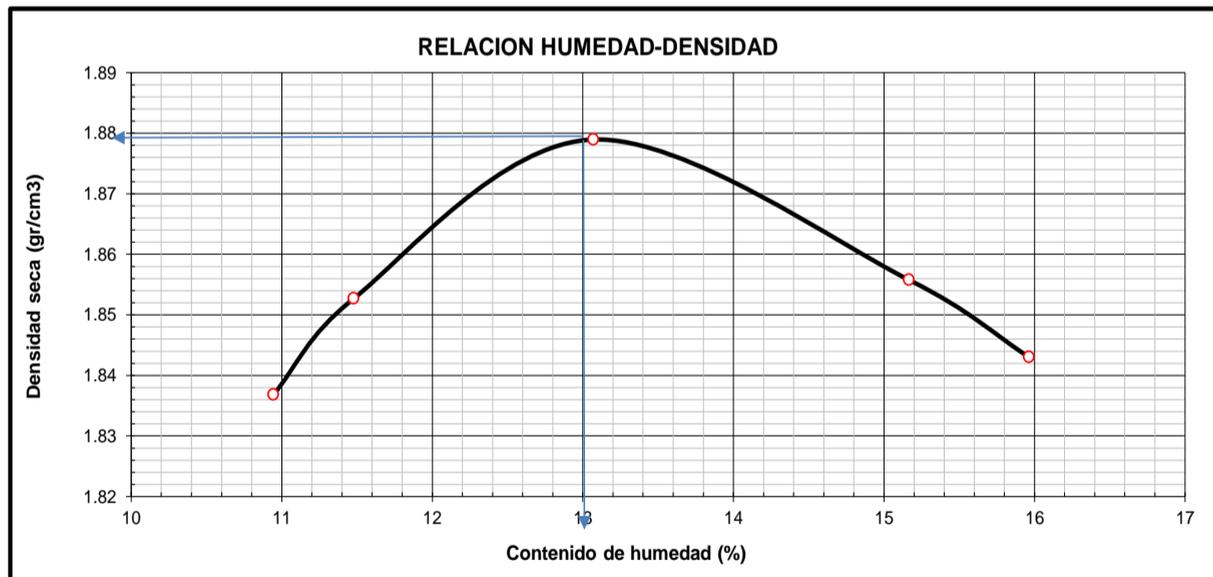
FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91
Metodo " A "

PROYECTO "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"
SOLICITA Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred
UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas **FECHA** : Septiembre 2022
SONDEO : Calicata N°02

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	6037.00	6072.00	6129.00	6140.00	6140.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1928.00	1954.00	2010.00	2022.00	2022.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.04	2.07	2.12	2.14	2.14
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	243.51	248.47	244.78	201.34	197.21
Peso del suelo seco + tara	(gr)	222.24	225.84	219.68	178.61	173.91
Tara	(gr)	27.90	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	21.27	22.63	25.10	22.73	23.30
Peso del suelo seco	(gr)	194.34	197.16	192.04	149.87	145.96
Contenido de agua	(%)	10.94	11.48	13.07	15.17	15.96
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.837	1.853	1.879	1.856	1.843
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.88
<i>Humedad óptima (%)</i>						13.00

0.026





FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"		
SOLICITA	Miranda Diestra Richer Ramirez Ramirez Fred		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	: Septiembre 2022
SONDEO	: Calicata N°02		

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.880
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.000

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		55	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13480.00	12997.00	12550.00
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6278.00	5810.00
4	Volumen de molde [cm ³]	3153.00	3153.00	3153.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	1.99	1.84

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

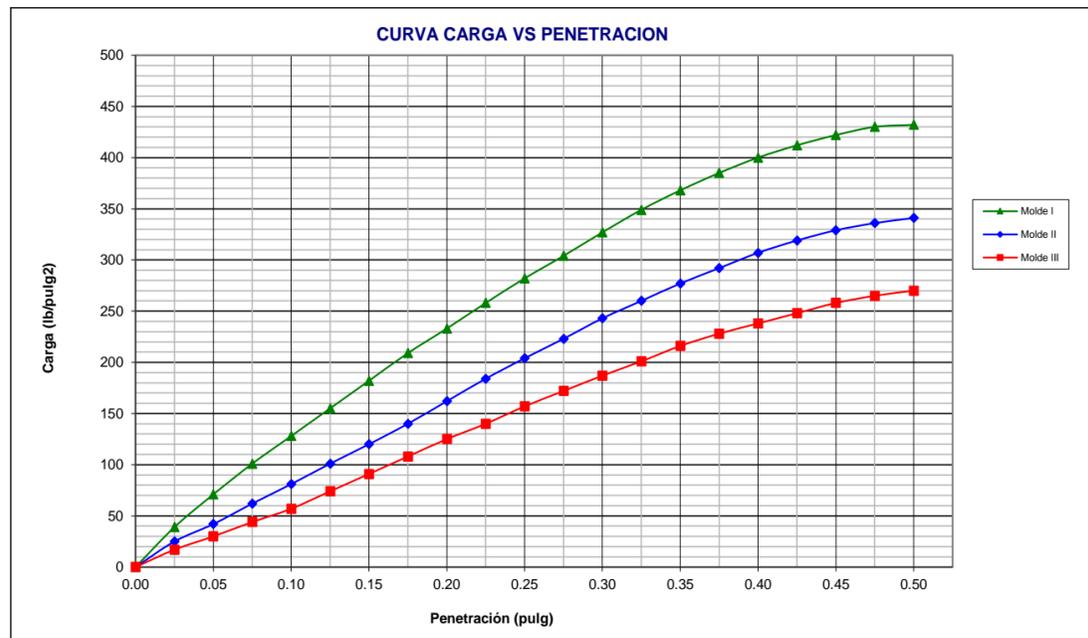
Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	114.420	205.670	174.310
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	104.590	185.360	157.310
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	9.83	17.00
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	75.73	129.68
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	12.98	13.11
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.90	1.76

c) Prueba de penetración

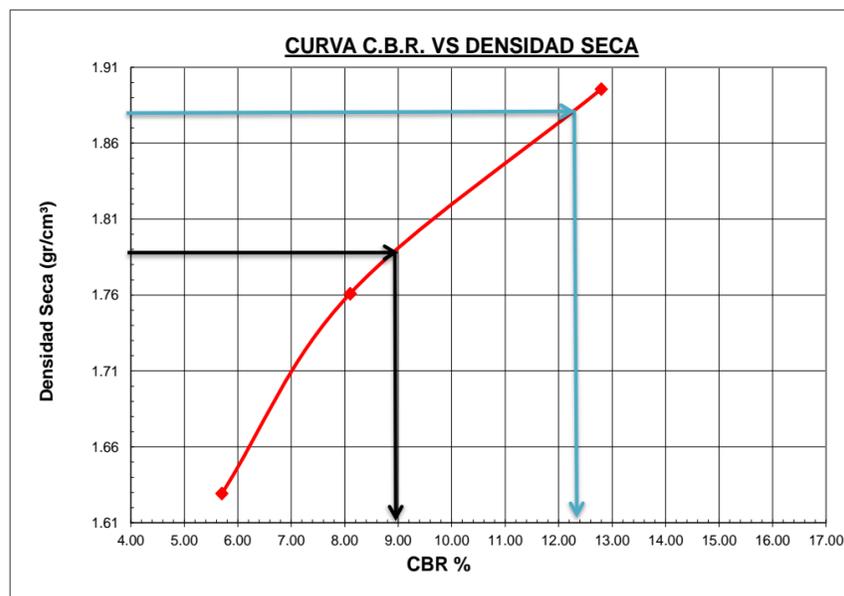
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		12.0	39	6.0	25	3.0	17
0.050		25.0	71	13.0	42	8.0	30
0.075		37.0	101	21.0	62	14.0	44
0.100	1000	48.0	128	29.0	81	19.0	57
0.125		59.0	155	37.0	101	26.0	74
0.150		70.0	182	45.0	120	33.0	91
0.175		81.0	209	53.0	140	40.0	108
0.200	1500	91.0	233	62.0	162	47.0	125
0.225		101.0	258	71.0	184	53.0	140
0.250		111.0	282	79.0	204	60.0	157
0.275		120.0	304	87.0	223	66.0	172
0.300		129.0	327	95.0	243	72.0	187
0.325		138.0	349	102.0	260	78.0	201
0.350		146.0	368	109.0	277	84.0	216
0.375		153.0	385	115.0	292	89.0	228
0.400		159.0	400	121.0	307	93.0	238
0.425		164.0	412	126.0	319	97.0	248
0.450		168.0	422	130.0	329	101.0	258
0.475		171.0	430	133.0	336	104.0	265
0.500		172.0	432	135.0	341	106.0	270



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	128.0	1000	12.80
II	0.1	81.0	1000	8.10
III	0.1	57.0	1000	5.70



C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 100% MDS :	12.40%
--------------------------------------	--------

C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 95% MDS :	9.00%
-------------------------------------	-------



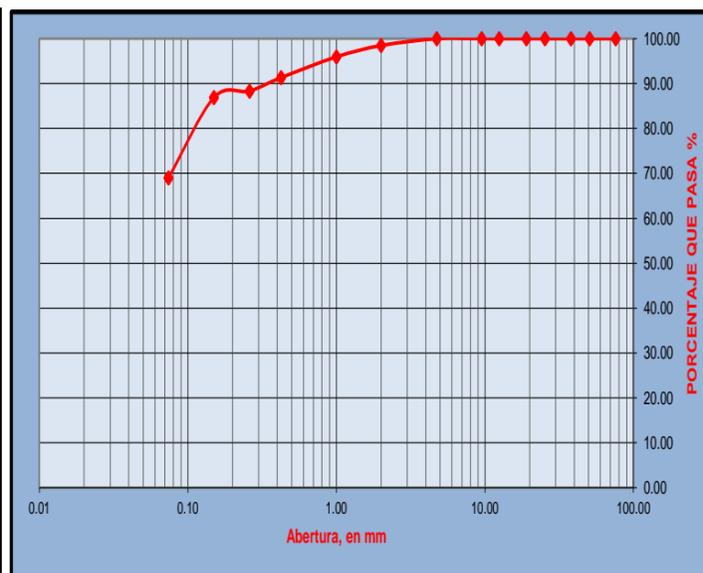
UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

1. ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (ASTM - D421)

PROYECTO:	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza- Amazonas"		
SOLICITA:	Miranda Diestra Richer Ramirez Ramirez Fred Kevin		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	Septiembre 2022
DATOS DE LA MUESTRA			
SONDEO	: Calicata N°03	PROGRESIVA:	1+000 Km
MUESTRA	: M - 01	TAMAÑO MAXIMO :	0.078"
PROF.(m)	: 0.00 - 1.50	PESO SECO:	1000.00 gr

MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	% PASA
3"	76.000	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00
3/4"	19.050	0.00	100.00
1/2"	12.500	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	100.00
Nº 10	2.000	15.24	98.48
Nº 20	1.000	25.19	95.96
Nº 40	0.425	46.12	91.35
Nº 60	0.260	30.04	88.34
Nº 100	0.150	14.22	86.92
Nº 200	0.074	179.20	69.00
< N° 200	---	689.99	0.00



2. LIMITES DE CONSISTENCIA DE ATTERGBER (ASTM - D4318)

A. LÍMITE LÍQUIDO

Procedimiento	Tara N°01	Tara N°02	Tara N03
1. No de Golpes	30	18	12
2. Peso de Tara (gr)	27.18	28.48	27.55
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	38.88	41.03	46.65
4. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	36.12	37.87	41.70
5. Peso de Agua (gr)	2.76	3.16	4.95
6. Peso de Suelo seco (gr)	8.94	9.39	14.15
7. Contenido de Humedad (%)	30.87	33.65	34.98



B. LÍMITE PLÁSTICO

Procedimiento	Tara N°01	Tara N°02	Tara N03
1. No de Golpes			
2. Peso de Tara (gr)	28.23	28.42	29.21
3. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	35.18	37.25	34.98
4. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	33.58	35.21	33.67
5. Peso de Agua (gr)	1.60	2.04	1.31
6. Peso de Suelo seco (gr)	5.35	6.79	4.46
7. Contenido de Humedad (%)	29.91	30.04	29.37

Limite Liquido %	32
Limite Plastico %	29.77
Indice de Plasticidad %	2.23
Clasific. SUCS	ML
Clasific. AASHTO	A - 4

3. CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM - D2216)

Procedimiento	Tara N°01
1. Peso de Tara (gr)	27.24
2. Peso de Tara + Suelo Húmedo (gr)	110.60
3. Peso de Tara + Suelo Seco (gr)	102.87
4. Peso de Agua (gr)	7.73
5. Peso de Suelo seco (gr)	75.63
6. Contenido de Humedad (%)	10.22



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91 Metodo " A "

PROYECTO: "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"

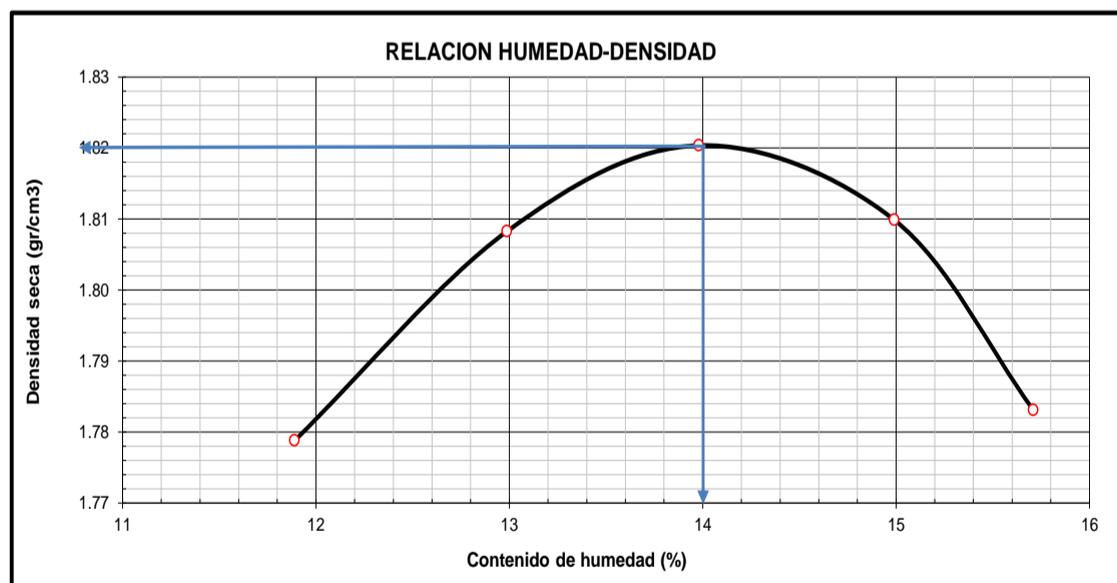
SOLICITA: Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred Kevin

UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas

FECHA : Septiembre 2022

SONDEO : Calicata N°03

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	5992.00	6051.00	6082.00	6087.00	6070.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1883.00	1933.00	1963.00	1969.00	1952.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	1.99	2.04	2.07	2.08	2.06
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	223.64	257.21	231.87	201.34	197.21
Peso del suelo seco + tara	(gr)	202.84	230.94	206.82	178.84	174.23
Tara	(gr)	27.90	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	20.80	26.27	25.05	22.50	22.98
Peso del suelo seco	(gr)	174.94	202.26	179.18	150.10	146.28
Contenido de agua	(%)	11.89	12.99	13.98	14.99	15.71
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.779	1.808	1.820	1.810	1.783
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.82
<i>Humedad óptima (%)</i>						14.00





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO: "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"
SOLICITA: Miranda Diestra Richer
Ramírez Ramírez Fred Kevin
UBICACIÓN: Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas **FECHA:** Septiembre 2022
SONDEO: Calicata N°03

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.820
Óptimo Contenido de Humedad (%)	14.000

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III	
N° de capas		5	5	5	
N° de golpes por capa		55	26	12	
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13355.00	12986.00	12490.00	
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00	
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6267.00	5750.00	
4	Volumen de molde [cm ³]	3153.00	3153.00	3153.00	
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	2.10	1.99	1.82

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

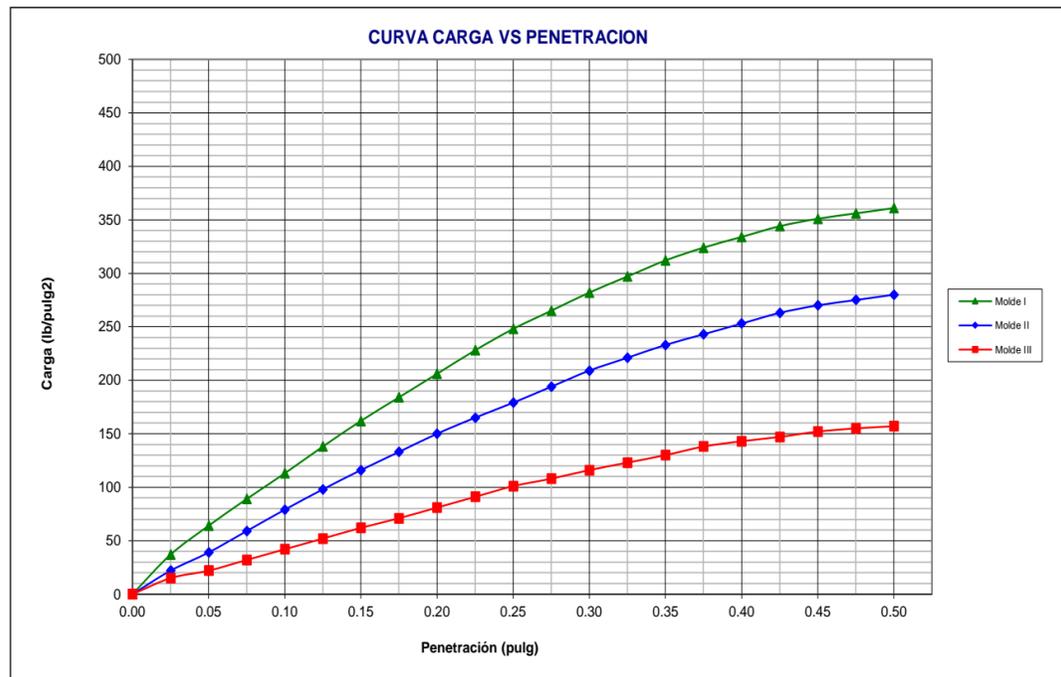
Tara N°		1	2	3	
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63	
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	202.650	189.200	206.540	
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	181.430	169.490	184.060	
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	21.22	19.71	22.48
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	152.57	139.49	156.43
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	13.91	14.13	14.37
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.85	1.74	1.59

c) Prueba de penetración

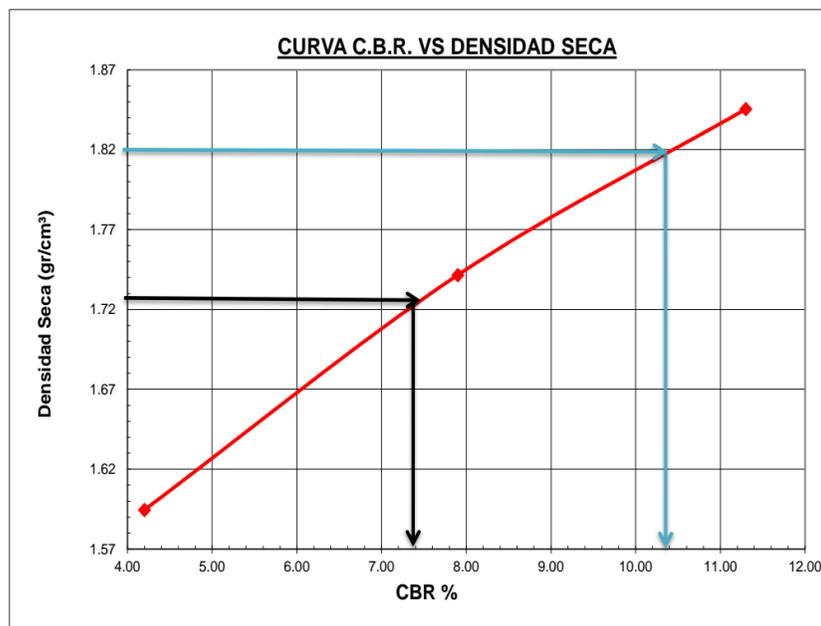
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		11.0	37	5.0	22	2.0	15
0.050		22.0	64	12.0	39	5.0	22
0.075		32.0	89	20.0	59	9.0	32
0.100	1000	42.0	113	28.0	79	13.0	42
0.125		52.0	138	36.0	98	17.0	52
0.150		62.0	162	43.0	116	21.0	62
0.175		71.0	184	50.0	133	25.0	71
0.200	1500	80.0	206	57.0	150	29.0	81
0.225		89.0	228	63.0	165	33.0	91
0.250		97.0	248	69.0	179	37.0	101
0.275		104.0	265	75.0	194	40.0	108
0.300		111.0	282	81.0	209	43.0	116
0.325		117.0	297	86.0	221	46.0	123
0.350		123.0	312	91.0	233	49.0	130
0.375		128.0	324	95.0	243	52.0	138
0.400		132.0	334	99.0	253	54.0	143
0.425		136.0	344	103.0	263	56.0	147
0.450		139.0	351	106.0	270	58.0	152
0.475		141.0	356	108.0	275	59.0	155
0.500		143.0	361	110.0	280	60.0	157



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	113.0	1000	11.30
II	0.1	79.0	1000	7.90
III	0.1	42.0	1000	4.20



C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 100% MDS :	10.40%
C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 95% MDS :	7.40%



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91 Metodo " A "

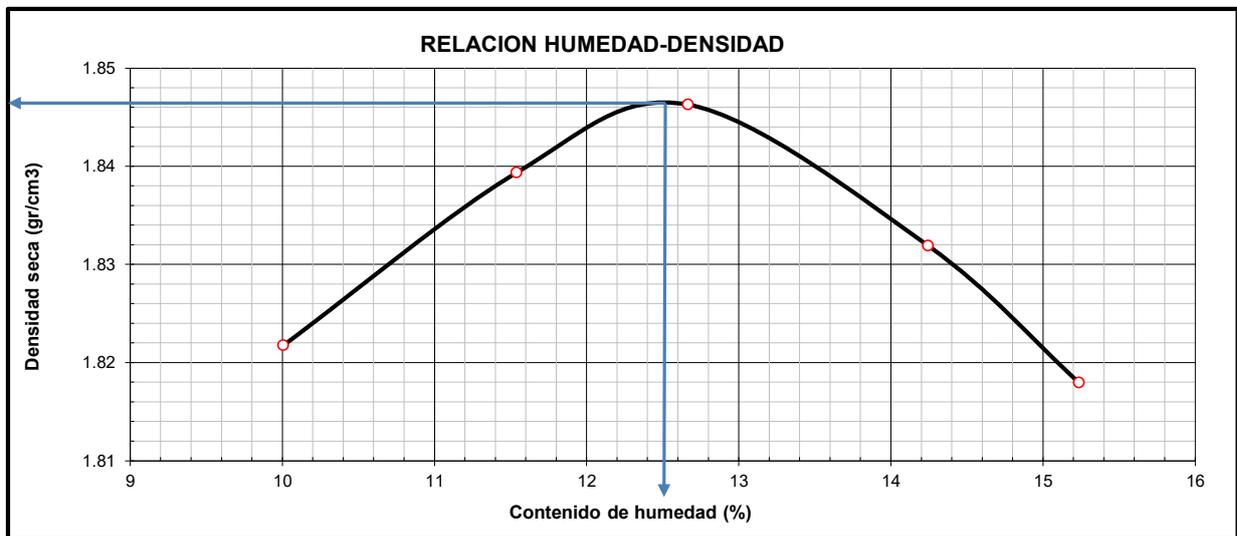
PROYECTO "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"

SOLICITA Kevin: Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred Kevin

UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas **FECHA** : Septiembre 2022

SONDEO : Calicata N°03 **Suelo estabilizado Cal (2%)**

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	6005.00	6059.00	6087.00	6098.00	6100.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1896.00	1941.00	1968.00	1980.00	1982.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.00	2.05	2.08	2.09	2.09
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	246.15	233.51	215.68	245.14	176.49
Peso del suelo seco + tara	(gr)	226.31	212.32	194.54	218.16	156.85
Tara	(gr)	28.02	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	19.84	21.19	21.14	26.98	19.64
Peso del suelo seco	(gr)	198.29	183.64	166.90	189.42	128.90
Contenido de agua	(%)	10.01	11.54	12.67	14.24	15.24
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.822	1.839	1.846	1.832	1.818
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.84
<i>Humedad óptima (%)</i>						12.52





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"		
SOLICITA	Kevin: Miranda Diestra Richer Ramirez Ramirez Fred Kevin		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	Septiembre 2022
SONDEO	Calicata N°03	Suelo estabilizado Cal (2%)	

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.840
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.520

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		55	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13275.00	12932.00	12550.00
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6213.00	5810.00
4	Volumen de molde [cm ³]	3153.00	3153.00	3153.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	1.97	1.84

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

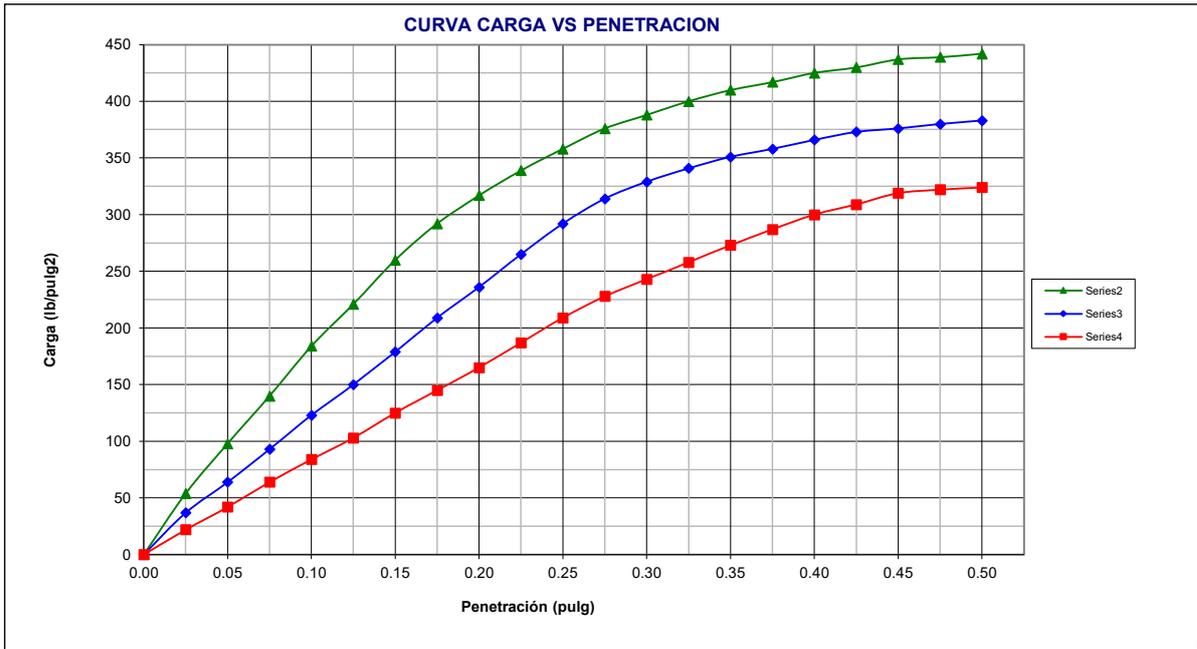
Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	204.710	186.220	185.640
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	185.230	168.810	167.870
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	17.41	17.77
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	156.37	140.24
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	12.46	12.67
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.85	1.64

c) Prueba de penetración

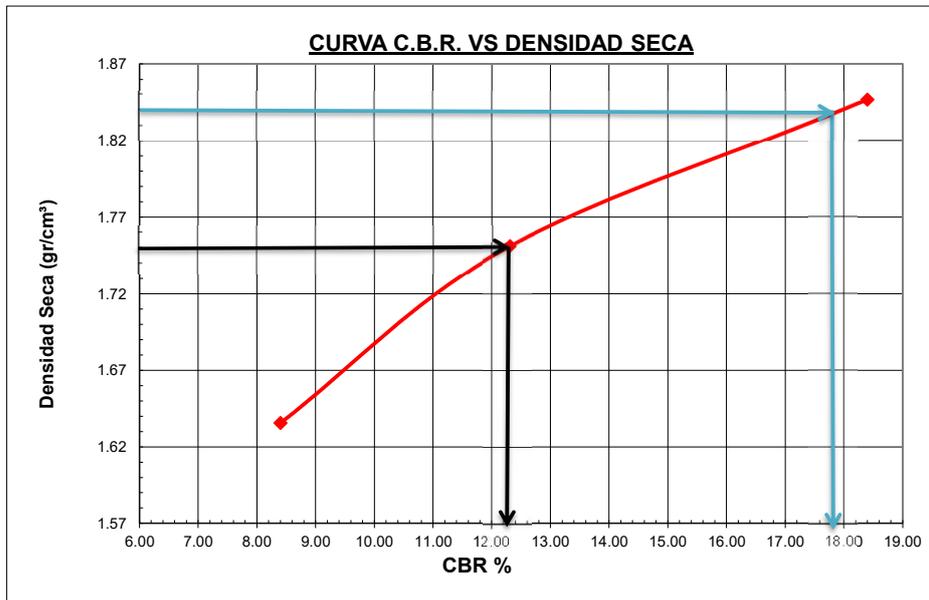
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		18.0	54	11.0	37	5.0	22
0.050		36.0	98	22.0	64	13.0	42
0.075		53.0	140	34.0	93	22.0	64
0.100	1000	71.0	184	46.0	123	30.0	84
0.125		86.0	221	57.0	150	38.0	103
0.150		102.0	260	69.0	179	47.0	125
0.175		115.0	292	81.0	209	55.0	145
0.200	1500	125.0	317	92.0	236	63.0	165
0.225		134.0	339	104.0	265	72.0	187
0.250		142.0	358	115.0	292	81.0	209
0.275		149.0	376	124.0	314	89.0	228
0.300		154.0	388	130.0	329	95.0	243
0.325		159.0	400	135.0	341	101.0	258
0.350		163.0	410	139.0	351	107.0	273
0.375		166.0	417	142.0	358	113.0	287
0.400		169.0	425	145.0	366	118.0	300
0.425		171.0	430	148.0	373	122.0	309
0.450		174.0	437	149.0	376	126.0	319
0.475		175.0	439	151.0	380	127.0	322
0.500		176.0	442	152.0	383	128.0	324



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	184.0	1000	18.40
II	0.1	123.0	1000	12.30
III	0.1	84.0	1000	8.40



C.B.R. 01ª PENETRACIÓN AL 100% MDS :	17.80%
C.B.R. 01ª PENETRACIÓN AL 95% MDS :	12.20%



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91 Metodo " A "

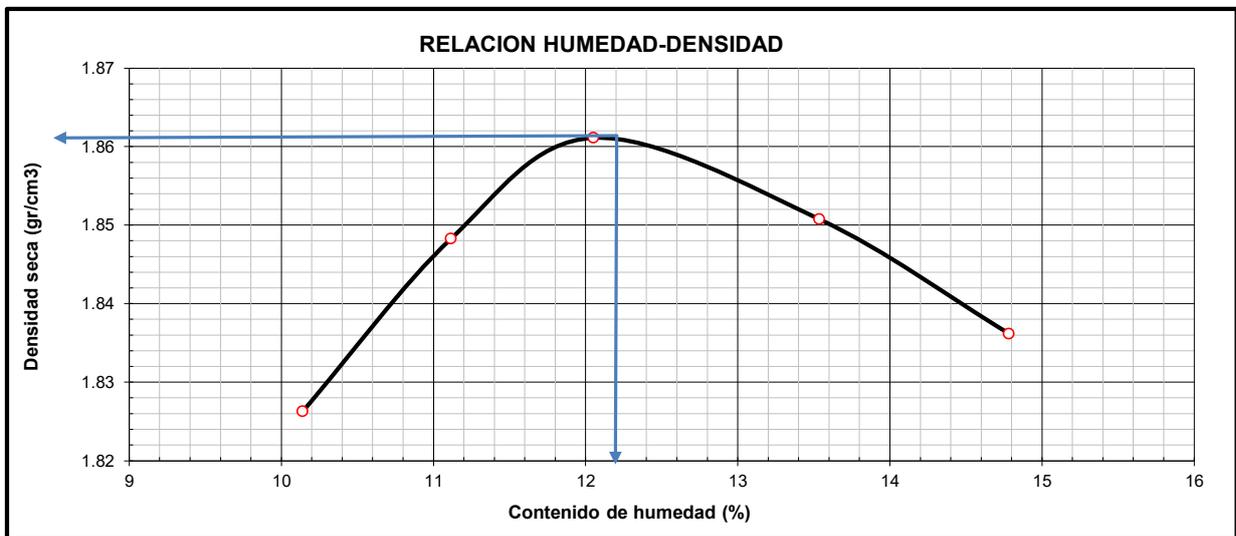
PROYECTO "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"

SOLICITA Kevin: Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred Kevin

UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas **FECHA** : Septiembre 2022

SONDEO : Calicata N°03 **Suelo estabilizado Cal (5%)**

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	6012.00	6061.00	6092.00	6106.00	6112.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1903.00	1943.00	1973.00	1988.00	1994.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.01	2.05	2.09	2.10	2.11
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	228.45	265.32	223.64	245.14	176.49
Peso del suelo seco + tara	(gr)	210.00	241.65	202.56	219.34	157.36
Tara	(gr)	28.02	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	18.45	23.67	21.08	25.80	19.13
Peso del suelo seco	(gr)	181.98	212.97	174.92	190.60	129.41
Contenido de agua	(%)	10.14	11.11	12.05	13.54	14.78
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.826	1.848	1.861	1.851	1.836
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.86
<i>Humedad óptima (%)</i>						12.10





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"		
SOLICITA	Kevin: Miranda Diestra Richer Ramirez Ramirez Fred Kevin		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	Septiembre 2022
SONDEO	Calicata N°03	Suelo estabilizado Cal (5%)	

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.860
Óptimo Contenido de Humedad (%)	12.100

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		55	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13365.00	13010.00	12584.00
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6291.00	5844.00
4	Volumen de molde [cm ³]	3153.00	3153.00	3153.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	2.00	1.85

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

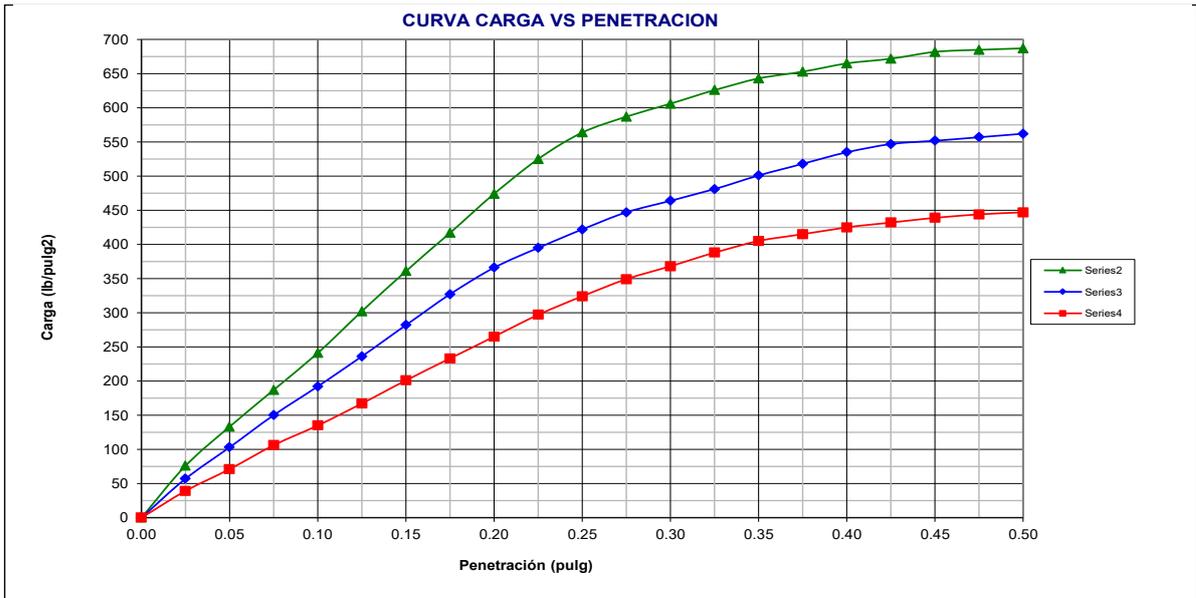
Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	188.120	218.320	225.640
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	170.940	197.950	203.840
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	20.37	21.80
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	142.08	176.21
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	12.09	12.37
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.88	1.78

c) Prueba de penetración

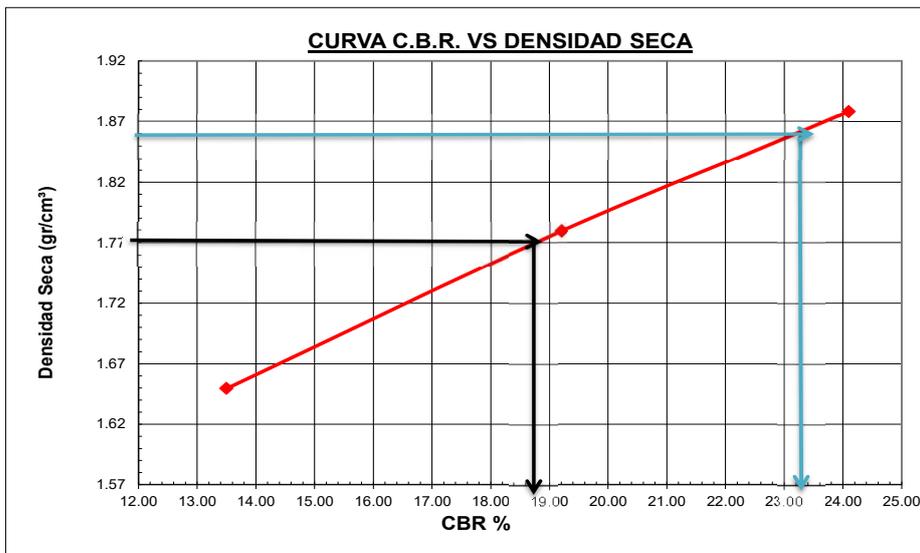
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		27.0	76	19.0	57	12.0	39
0.050		50.0	133	38.0	103	25.0	71
0.075		72.0	187	57.0	150	39.0	106
0.100	1000	94.0	241	74.0	192	51.0	135
0.125		119.0	302	92.0	236	64.0	167
0.150		143.0	361	111.0	282	78.0	201
0.175		166.0	417	129.0	327	91.0	233
0.200	1500	189.0	474	145.0	366	104.0	265
0.225		210.0	525	157.0	395	117.0	297
0.250		226.0	564	168.0	422	128.0	324
0.275		235.0	587	178.0	447	138.0	349
0.300		243.0	606	185.0	464	146.0	368
0.325		251.0	626	192.0	481	154.0	388
0.350		258.0	643	200.0	501	161.0	405
0.375		262.0	653	207.0	518	165.0	415
0.400		267.0	665	214.0	535	169.0	425
0.425		270.0	672	219.0	547	172.0	432
0.450		274.0	682	221.0	552	175.0	439
0.475		275.0	685	223.0	557	177.0	444
0.500		276.0	687	225.0	562	178.0	447



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	241.0	1000	24.10
II	0.1	192.0	1000	19.20
III	0.1	135.0	1000	13.50



C.B.R. 01ª PENETRACIÓN AL 100% MDS :	23.24%
C.B.R. 01ª PENETRACIÓN AL 95% MDS :	18.80%



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91

Metodo " A "

PROYECTO "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"

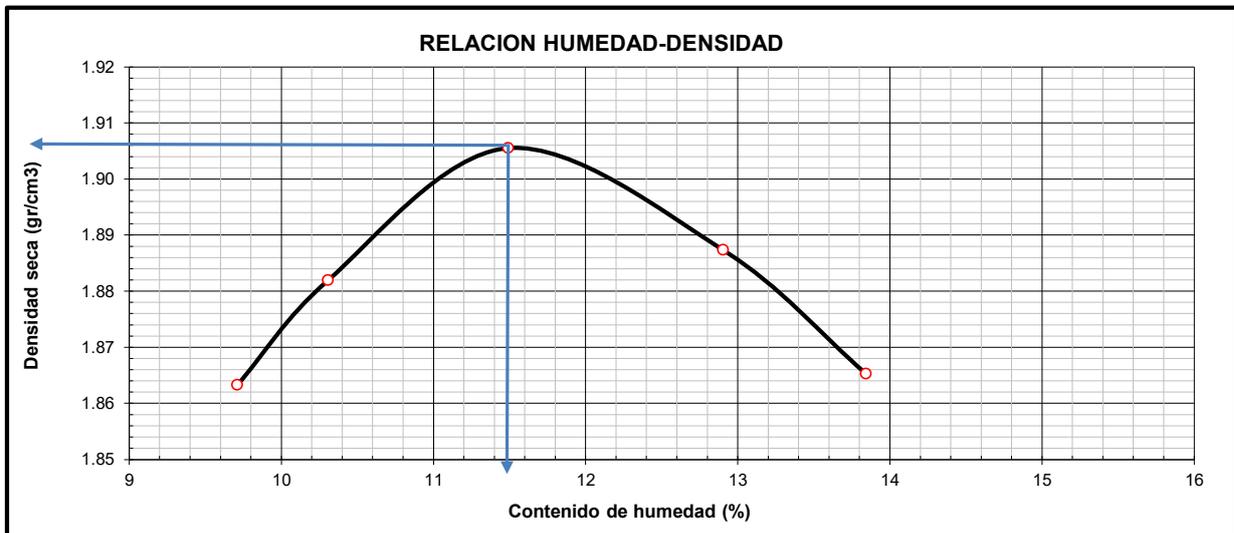
SOLICITA Kevin: Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred Kevin

UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas

FECHA : Septiembre 2022

SONDEO : Calicata N°03 **Suelo estabilizado Cal (8%)**

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	6043.00	6082.00	6129.00	6134.00	6127.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1934.00	1964.00	2010.00	2016.00	2009.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.04	2.08	2.12	2.13	2.12
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	212.54	262.64	208.97	245.14	166.37
Peso del suelo seco + tara	(gr)	196.21	240.78	190.28	220.41	149.54
Tara	(gr)	28.02	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	16.33	21.86	18.69	24.73	16.83
Peso del suelo seco	(gr)	168.19	212.10	162.64	191.67	121.59
Contenido de agua	(%)	9.71	10.31	11.49	12.90	13.84
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.863	1.882	1.906	1.887	1.865
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.91
<i>Humedad óptima (%)</i>						11.50





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"		
SOLICITA	Kevin: Miranda Diestra Richer Ramirez Ramirez Fred Kevin		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	Septiembre 2022
SONDEO	Calicata N°03	Suelo estabilizado Cal (8%)	

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.91
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.500

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		55	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13480.00	13141.00	12800.00
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6422.00	6060.00
4	Volumen de molde [cm ³]	3153.00	3153.00	3153.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	2.04	1.92

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

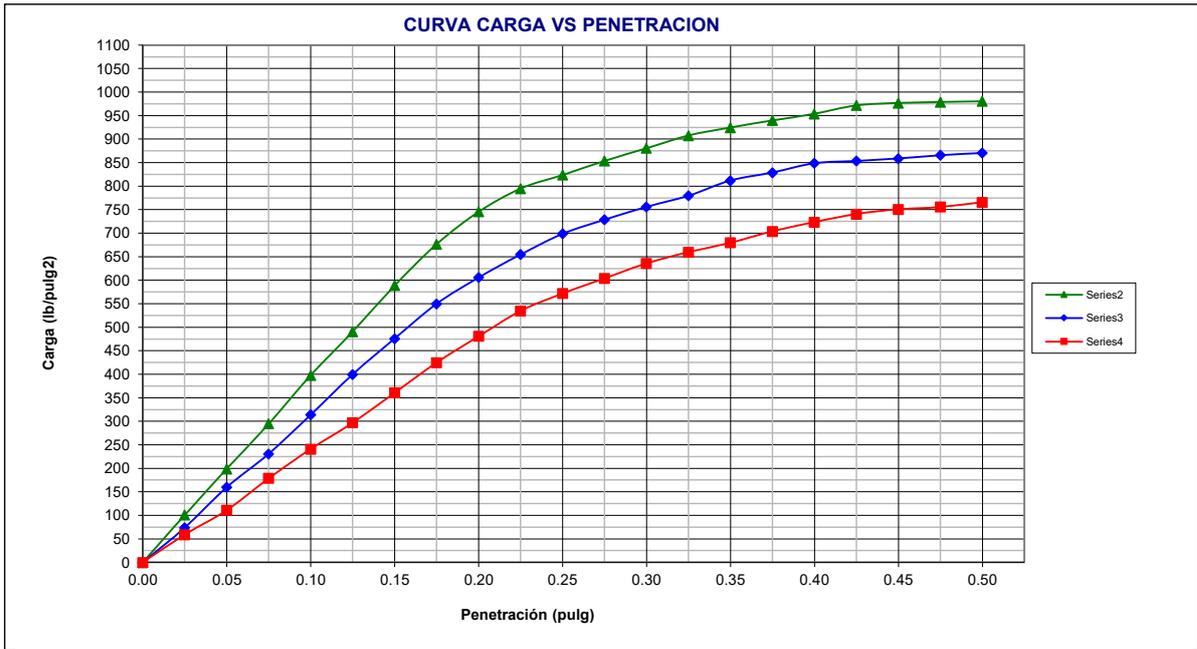
Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	210.650	226.450	197.250
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	191.860	205.940	179.300
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	18.79	17.95
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	163.00	151.67
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	11.53	11.83
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.92	1.72

c) Prueba de penetración

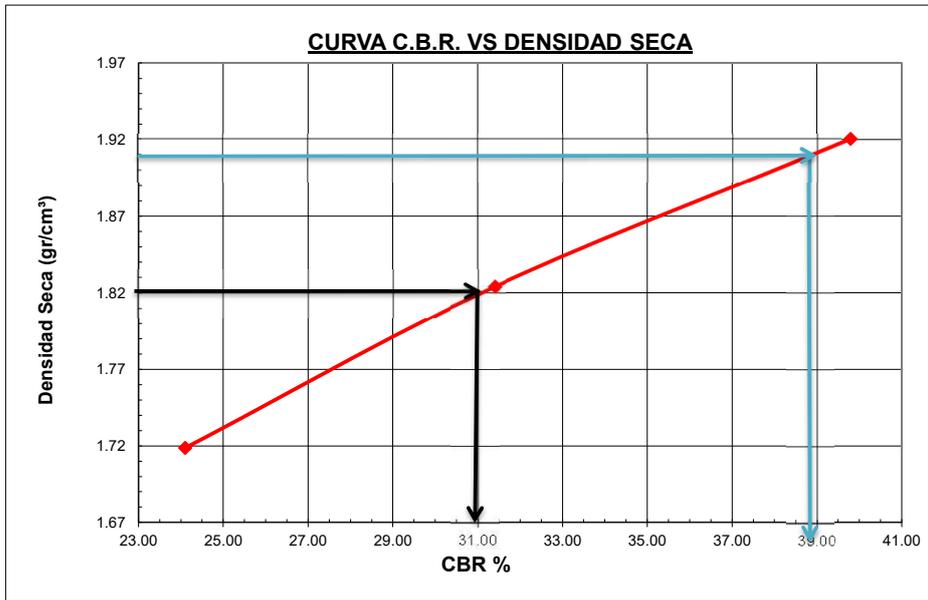
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		37.0	101	26.0	74	20.0	59
0.050		77.0	199	61.0	160	41.0	111
0.075		116.0	295	90.0	231	69.0	179
0.100	1000	158.0	398	124.0	314	94.0	241
0.125		196.0	491	159.0	400	117.0	297
0.150		236.0	589	190.0	476	143.0	361
0.175		272.0	677	220.0	550	169.0	425
0.200	1500	300.0	746	243.0	606	192.0	481
0.225		320.0	795	263.0	655	214.0	535
0.250		332.0	824	281.0	699	229.0	572
0.275		344.0	854	293.0	729	242.0	604
0.300		355.0	881	304.0	756	255.0	636
0.325		366.0	908	314.0	780	265.0	660
0.350		373.0	925	327.0	812	273.0	680
0.375		379.0	940	334.0	829	283.0	704
0.400		385.0	954	342.0	849	291.0	724
0.425		392.0	972	344.0	854	298.0	741
0.450		394.0	977	346.0	859	302.0	751
0.475		395.0	979	349.0	866	304.0	756
0.500		396.0	981	351.0	871	308.0	766



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	398.0	1000	39.80
II	0.1	314.0	1000	31.40
III	0.1	241.0	1000	24.10



C.B.R. 01ª PENETRACIÓN AL 100% MDS :	37.90%
C.B.R. 01ª PENETRACIÓN AL 95% MDS :	31.00%



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91 Metodo " A "

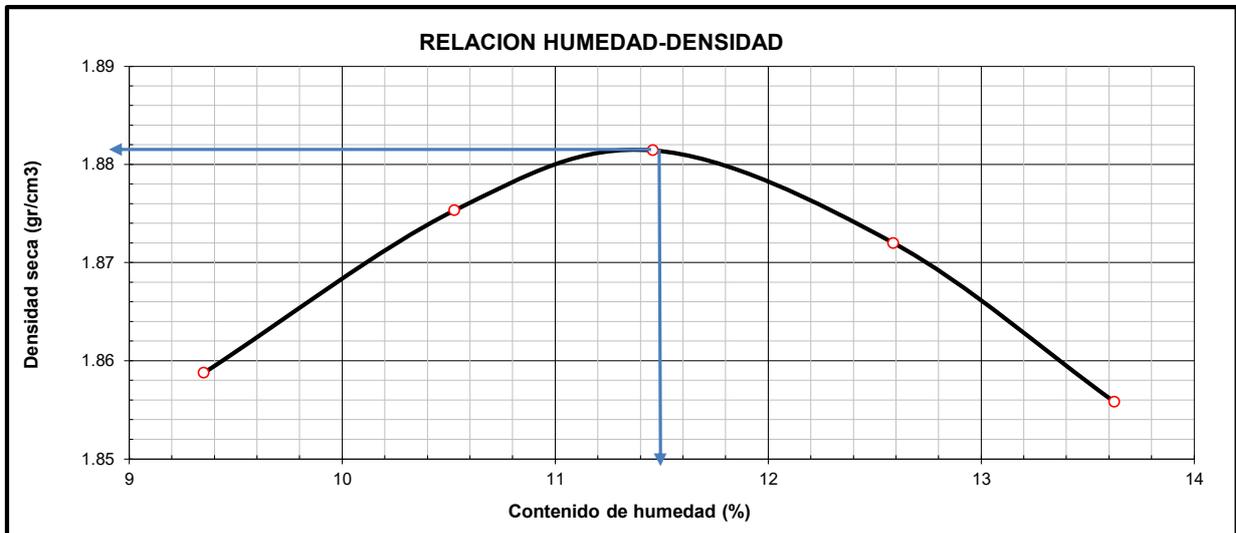
PROYECTO "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"

SOLICITA: Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred Kevin

UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas **FECHA** : Septiembre 2022

SONDEO : Calicata N°03 **Suelo estabilizado Cemento (5%)**

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	6032.00	6079.00	6103.00	6112.00	6113.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1923.00	1961.00	1984.00	1994.00	1995.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.03	2.07	2.10	2.11	2.11
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	189.65	267.12	195.13	201.64	223.17
Peso del suelo seco + tara	(gr)	175.83	244.41	177.91	182.31	199.76
Tara	(gr)	28.02	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	13.82	22.71	17.22	19.33	23.41
Peso del suelo seco	(gr)	147.81	215.73	150.27	153.57	171.81
Contenido de agua	(%)	9.35	10.53	11.46	12.59	13.63
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.859	1.875	1.881	1.872	1.856
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.88
<i>Humedad óptima (%)</i>						11.50





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"		
SOLICITA:	Miranda Diestra Richer Ramirez Ramirez Fred Kevin		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	Septiembre 2022
SONDEO	Calicata N°03	Suelo estabilizado Cemento (5%)	

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.880
Óptimo Contenido de Humedad (%)	11.500

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		55	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13360.00	13025.00	12690.00
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6306.00	5950.00
4	Volumen de molde [cm ³]	3153.00	3153.00	3153.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	2.00	1.89

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

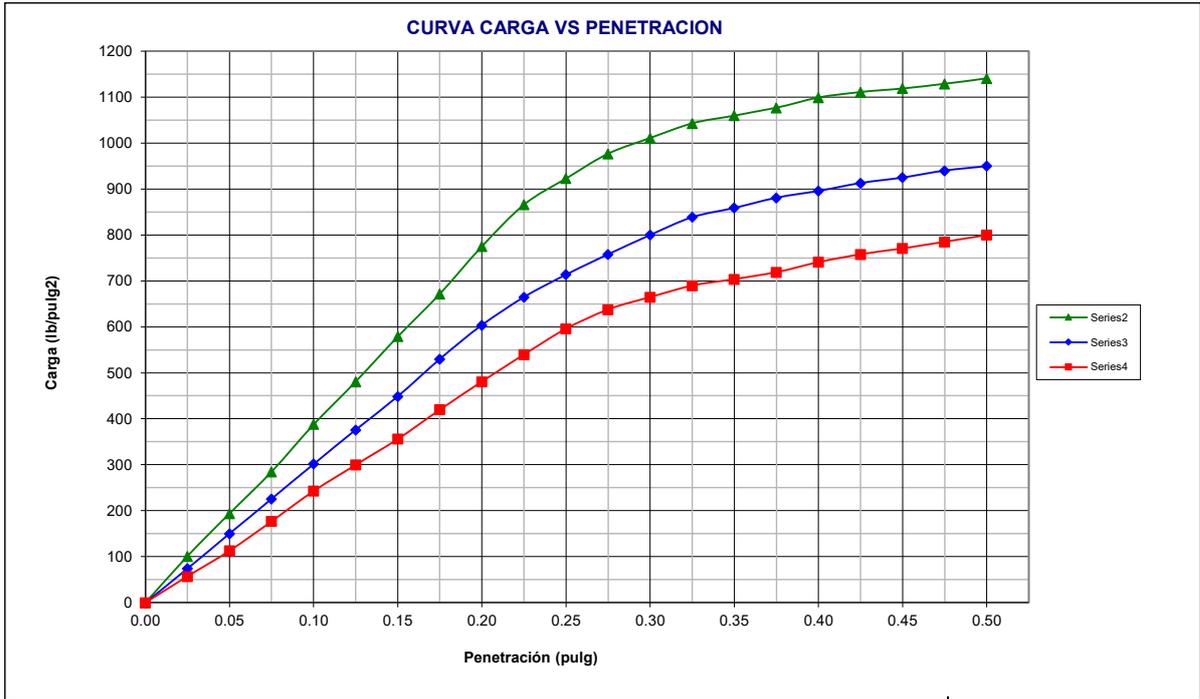
Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	210.340	206.120	178.390
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	192.000	187.780	162.520
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	18.34	15.87
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	163.14	134.89
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	11.24	11.77
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.89	1.69

c) Prueba de penetración

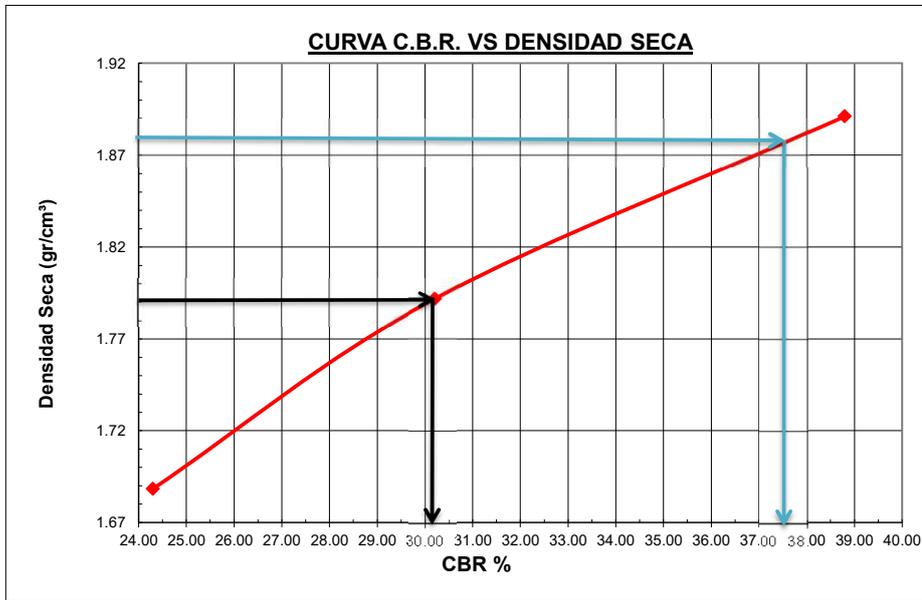
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		37.0	101	26.0	74	19.0	57
0.050		75.0	194	57.0	150	42.0	113
0.075		112.0	285	88.0	226	68.0	177
0.100	1000	154.0	388	119.0	302	95.0	243
0.125		192.0	481	149.0	376	118.0	300
0.150		232.0	579	179.0	449	141.0	356
0.175		270.0	672	212.0	530	167.0	420
0.200	1500	312.0	775	242.0	604	192.0	481
0.225		349.0	866	267.0	665	216.0	540
0.250		372.0	923	287.0	714	239.0	596
0.275		394.0	977	305.0	758	256.0	638
0.300		408.0	1011	322.0	800	267.0	665
0.325		421.0	1043	338.0	839	277.0	690
0.350		428.0	1060	346.0	859	283.0	704
0.375		435.0	1077	355.0	881	289.0	719
0.400		444.0	1099	361.0	896	298.0	741
0.425		449.0	1111	368.0	913	305.0	758
0.450		452.0	1119	373.0	925	310.0	771
0.475		456.0	1129	379.0	940	316.0	785
0.500		461.0	1141	383.0	950	322.0	800



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	388.0	1000	38.80
II	0.1	302.0	1000	30.20
III	0.1	243.0	1000	24.30



C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 100% MDS :	37.50%
--------------------------------------	--------

C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 95% MDS :	30.20%
-------------------------------------	--------



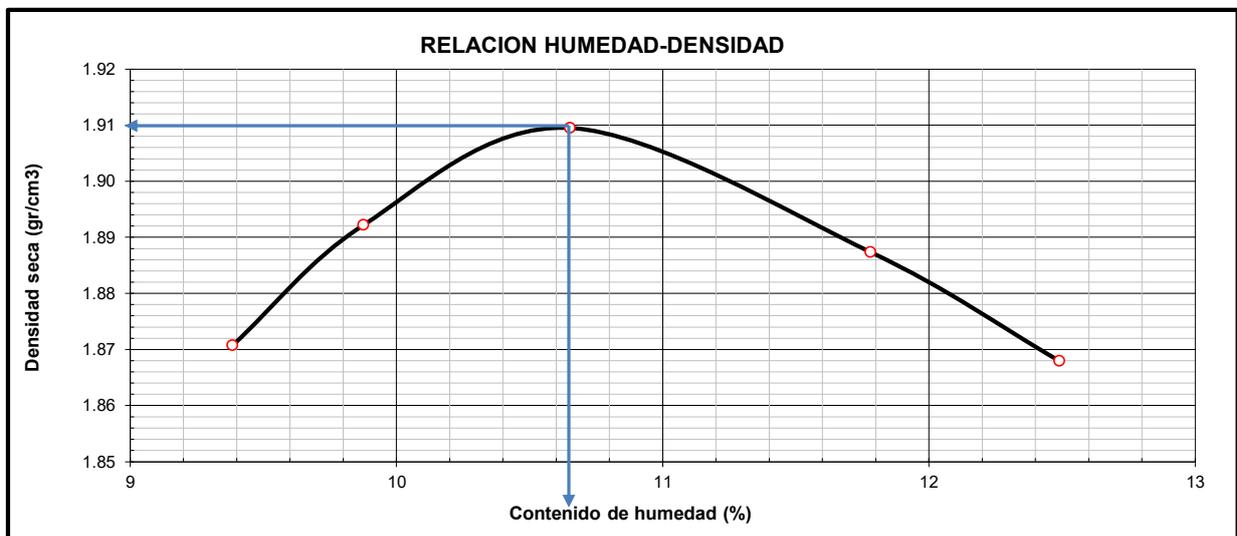
UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91
Metodo " A "

PROYECTO "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"
SOLICITA: Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred Kevin
UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas **FECHA** : Septiembre 2022
SONDEO : Calicata N°03 **Suelo estabilizado Cemento (8%)**

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	6045.00	6085.00	6118.00	6114.00	6106.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1936.00	1967.00	1999.00	1996.00	1988.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.05	2.08	2.11	2.11	2.10
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	236.21	201.68	201.54	234.65	215.02
Peso del suelo seco + tara	(gr)	218.35	186.13	184.80	212.95	194.25
Tara	(gr)	28.02	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	17.86	15.55	16.74	21.70	20.77
Peso del suelo seco	(gr)	190.33	157.45	157.16	184.21	166.30
Contenido de agua	(%)	9.38	9.88	10.65	11.78	12.49
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.871	1.892	1.910	1.887	1.868
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.91
<i>Humedad óptima (%)</i>						10.62





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"		
SOLICITA:	Miranda Diestra Richer Ramirez Ramirez Fred Kevin		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	Septiembre 2022
SONDEO	Calicata N°03	Suelo estabilizado Cemento (8%)	

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1.910
Óptimo Contenido de Humedad (%)	10.620

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		55	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13406.00	13110.00	12784.00
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6679.00	6391.00
4	Volumen de molde [cm ³]	(1)-(2)	3153.00	3153.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	2.12	2.03

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

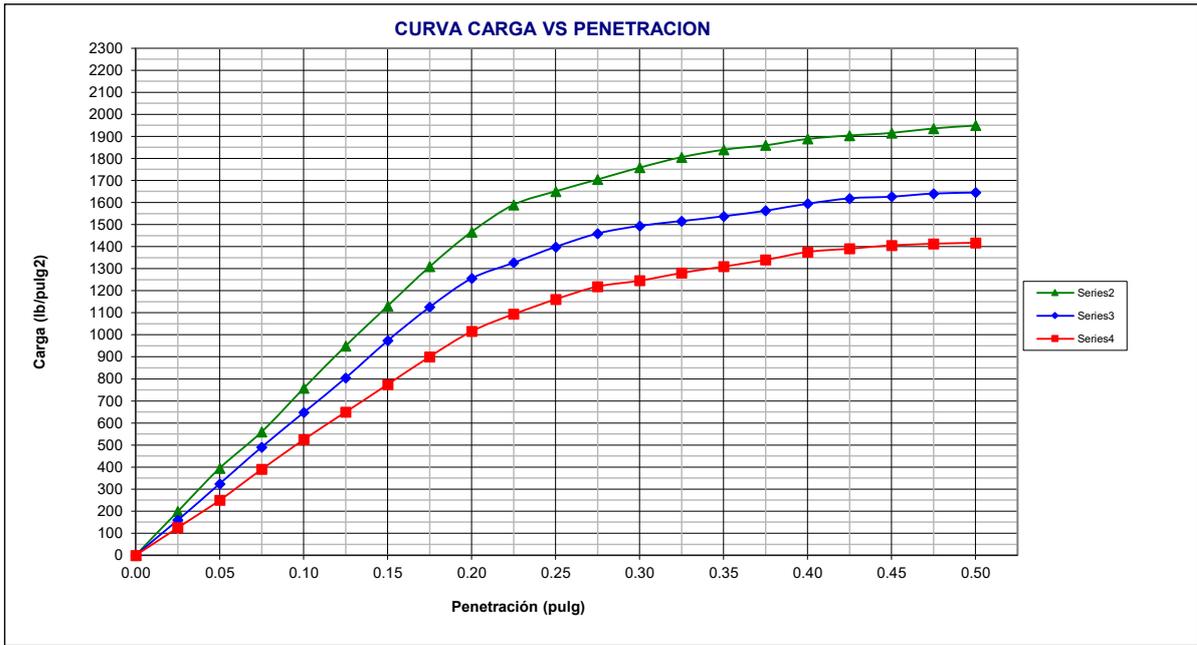
Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	235.210	287.320	179.540
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	215.940	262.350	164.690
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	19.27	24.97
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	187.08	232.35
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	10.30	10.75
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.92	1.83

c) Prueba de penetración

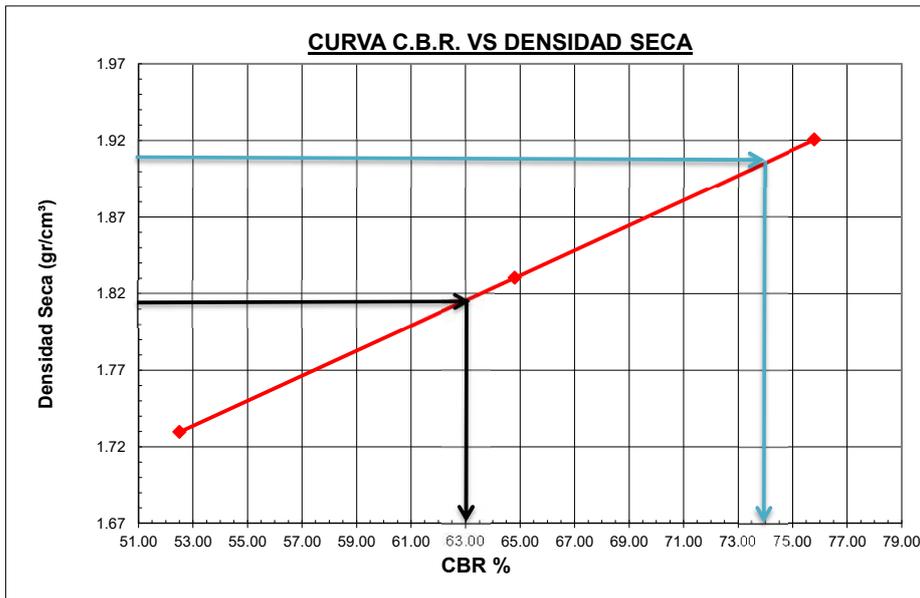
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		77.0	199	61.0	160	47.0	125
0.050		157.0	395	128.0	324	98.0	250
0.075		224.0	560	196.0	491	155.0	390
0.100	1000	305.0	758	260.0	648	210.0	525
0.125		383.0	950	324.0	805	261.0	650
0.150		457.0	1131	393.0	974	312.0	775
0.175		530.0	1310	455.0	1126	363.0	901
0.200	1500	594.0	1467	508.0	1256	410.0	1016
0.225		644.0	1590	537.0	1327	442.0	1094
0.250		669.0	1651	566.0	1399	469.0	1161
0.275		691.0	1705	591.0	1460	493.0	1219
0.300		713.0	1759	605.0	1494	504.0	1246
0.325		732.0	1806	614.0	1516	518.0	1281
0.350		746.0	1840	623.0	1538	530.0	1310
0.375		754.0	1860	633.0	1563	542.0	1340
0.400		766.0	1889	646.0	1595	557.0	1376
0.425		772.0	1904	656.0	1619	563.0	1391
0.450		777.0	1916	659.0	1627	569.0	1406
0.475		785.0	1936	665.0	1641	572.0	1413
0.500		791.0	1950	667.0	1646	574.0	1418



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	758.0	1000	75.80
II	0.1	648.0	1000	64.80
III	0.1	525.0	1000	52.50



C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 100% MDS :	74.00%
--------------------------------------	--------

C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 95% MDS :	63.00%
-------------------------------------	--------



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

E. A. P. INGENIERÍA CIVIL

Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO ASTM-D1557/91

Metodo " A "

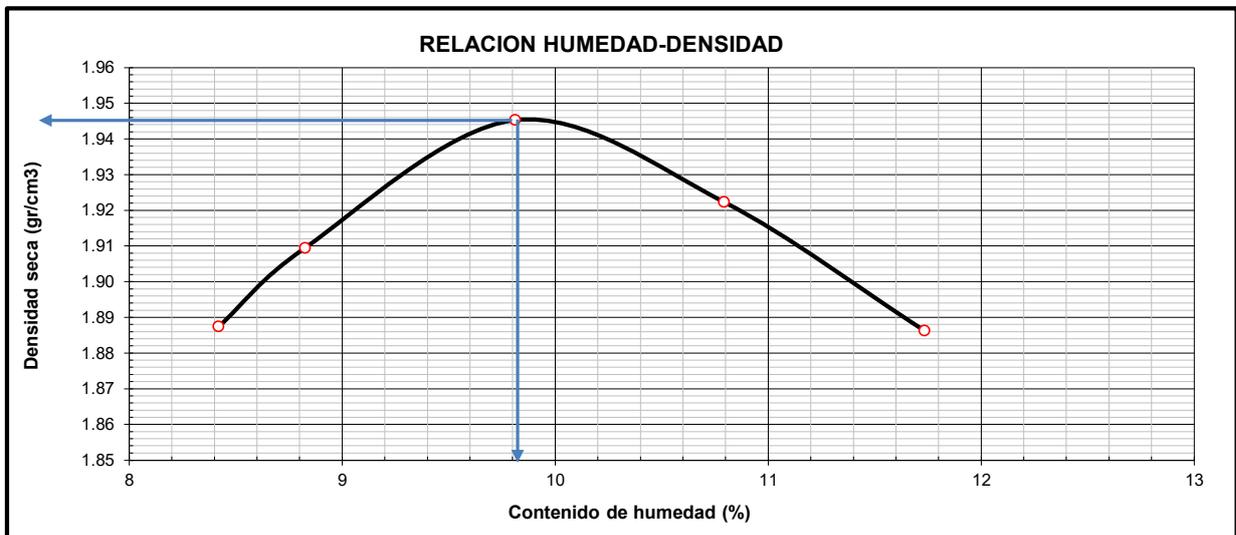
PROYECTO "Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"

SOLICITA: Miranda Diestra Richer
Ramirez Ramirez Fred Kevin

UBICACIÓN : Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas **FECHA** : Septiembre 2022

SONDEO : Calicata N°03 **Suelo estabilizado Cemento (12%)**

Prueba N°		01	02	03	04	05
Peso suelo + molde	(gr)	6045.00	6084.00	6140.00	6133.00	6112.00
Peso molde	(gr)	4109.00	4118.00	4119.00	4118.00	4118.00
Peso suelo húmedo compactado	(gr)	1936.00	1966.00	2021.00	2015.00	1994.00
Volumen del molde	(cm ³)	946.09	946.09	946.09	946.09	946.09
Peso volumétrico húmedo	(gr)	2.05	2.08	2.14	2.13	2.11
Peso del suelo húmedo+tara	(gr)	248.36	221.65	198.64	212.38	228.97
Peso del suelo seco + tara	(gr)	231.25	206.00	183.36	194.49	207.86
Tara	(gr)	28.02	28.68	27.64	28.74	27.95
Peso de agua	(gr)	17.11	15.65	15.28	17.89	21.11
Peso del suelo seco	(gr)	203.23	177.32	155.72	165.75	179.91
Contenido de agua	(%)	8.42	8.83	9.81	10.79	11.73
Peso volumétrico seco	(gr/cm ³)	1.887	1.909	1.945	1.922	1.886
<i>Densidad máxima (gr/cm³)</i>						1.94
<i>Humedad óptima (%)</i>						9.81





UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
E. A. P. INGENIERÍA CIVIL
Laboratorio de Mécanica de Suelos y Concreto

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO - C.B.R. (ASTM D-1883)

PROYECTO	"Análisis Técnico-Económico Comparativo entre Estructuras de Pavimento Económico, en el distrito de Mariscal Benavides, Provincia de Mendoza-Amazonas"		
SOLICITA:	Miranda Diestra Richer Ramírez Ramirez Fred Kevin		
UBICACIÓN	Distrito: Mariscal Benavides, Provincia: Mendoza, Departamento: Amazonas	FECHA	Septiembre 2022
SONDEO	Calicata N°03	Suelo estabilizado Cemento (12%)	

a) Ensayo preliminar de Proctor modificado

Máxima Densidad Seca (gr/cm ³)	1,940
Óptimo Contenido de Humedad (%)	9,810

b) Compactación de los moldes CBR

Molde N°		I	II	III
N° de capas		5	5	5
N° de golpes por capa		55	26	12
1	Peso del molde + suelo compactado [gr]	13498.65	13160.00	12800.00
2	Peso del molde [gr]	6727.00	6719.00	6740.00
3	Peso de suelo compactado [gr]	(1)-(2)	6441.00	6060.00
4	Volumen de molde [cm ³]	3153.00	3153.00	3153.00
5	Densidad húmeda [gr/cm ³]	(3)/(4)	2.04	1.92

CONTENIDO DE HUMEDAD Y DENSIDAD SECA

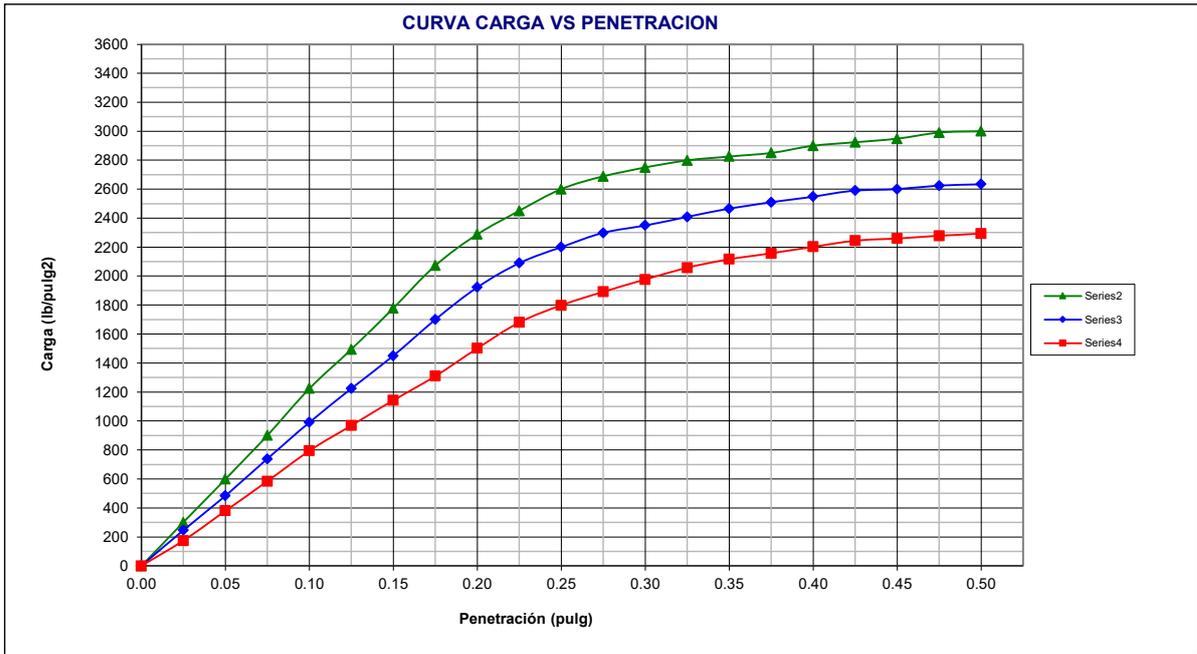
Tara N°		1	2	3
6	Peso de la tara, [gr]	28.86	30.00	27.63
7	Peso de la tara + suelo húmedo, [gr]	215.640	235.650	210.650
8	Peso de la tara + suelo seco, [gr]	199.370	217.150	194.120
9	Peso del agua, [gr]	(7)-(8)	16.27	16.53
10	Peso del suelo seco, [gr]	(8)-(6)	170.51	166.49
11	Contenido de humedad, [%]	(9)/(10)x100	9.54	9.93
12	Densidad seca de la muestra, [gr/cm ³]	5/(1+(11)/100)	1.96	1.75

c) Prueba de penetración

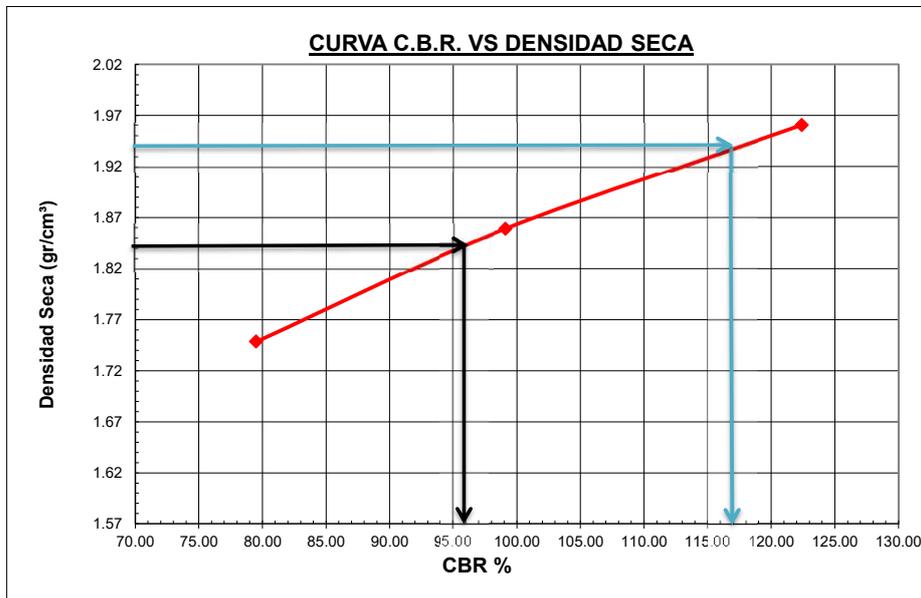
Area del anillo = 3 pulg²

Presión (libras/pulg²) = (L x 7.36+30.18)/3

Penetración (pulg)	Presión patrón (lb/pulg ²)	Molde N° I (55 Golpes)		Molde N° II (26 Golpes)		Molde N° III (12 Golpes)	
		Dial	Presión	Dial	Presión	Dial	Presión
0.000		0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.025		118.0	300	96.0	246	67.0	174
0.050		240.0	599	193.0	484	151.0	380
0.075		363.0	901	297.0	739	234.0	584
0.100	1000	495.0	1224	400.0	991	320.0	795
0.125		605.0	1494	495.0	1224	391.0	969
0.150		721.0	1779	587.0	1450	462.0	1143
0.175		841.0	2073	689.0	1700	530.0	1310
0.200	1500	929.0	2289	780.0	1923	608.0	1502
0.225		995.0	2451	848.0	2090	681.0	1681
0.250		1056.0	2601	893.0	2201	729.0	1798
0.275		1092.0	2689	933.0	2299	767.0	1892
0.300		1117.0	2750	954.0	2350	802.0	1977
0.325		1137.0	2799	978.0	2409	835.0	2058
0.350		1148.0	2826	1001.0	2466	859.0	2117
0.375		1158.0	2851	1019.0	2510	875.0	2157
0.400		1178.0	2900	1035.0	2549	894.0	2203
0.425		1188.0	2924	1052.0	2591	911.0	2245
0.450		1198.0	2949	1056.0	2601	917.0	2260
0.475		1215.0	2991	1066.0	2625	925.0	2279
0.500		1219.0	3000	1070.0	2635	931.0	2294



Molde	Penetración (pulg)	Presión aplicada (lb/pulg²)	Presión aplicada (lb/pulg²)	C.B.R. (%)
I	0.1	1224.0	1000	122.40
II	0.1	991.0	1000	99.10
III	0.1	795.0	1000	79.50



C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 100% MDS :	116.80%
--------------------------------------	---------

C.B.R. 01" PENETRACIÓN AL 95% MDS :	96.00%
-------------------------------------	--------