



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la
Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la
Subrasante, Huarochirí 2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero civil

AUTORES:

Arellan Farfan, Judith Lucero (ORCID: 0000-0003-2087-9764)

Oscoco Garriazo, Zidani Denilson (ORCID: 0000-0002-9107-0674)

ASESOR:

Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERU

2021

DEDICATORIA

Arellán.L

La presente investigación se la dedico a Dios, mis padres, por forjarme como la persona que soy, me formaron con reglas y con algunas libertades; pero siempre me motivarme a alcanzar mis metas, también a mi hermana porque a pesar de la distancia me brindo todo su apoyo y nunca dejo de creer en mí. A mis tíos por darme el ejemplo de la perseverancia y disciplina.

Oscoco.Z

En mi primer lugar, a Dios por siempre guiarme por el camino correcto, a mi familia por estar siempre presente en mi vida.

A mis mentores el Ing. Luis Nuñez Vilela, Ing. Frank Aranda Parraga y mi Padrino Gaspar Flores Garriazo quienes fueron importantes en mi progreso como profesional.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos al Ing. Paccha y al Ing. Zamora por ser de gran apoyo para realización del presente proyecto de investigación, por brindarnos todos sus conocimientos y asesorías cuando así lo requeríamos, por confiarnos en nosotros y motivarnos a culminar la carrera de Ingeniería Civil.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenido	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	viii
Resumen	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	7
III. METODOLOGÍA.....	28
3.1. Tipo y diseño de investigación	29
3.2. Variables y operacionalización.....	30
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:	31
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	32
3.5. Procedimientos	33
3.6. Método de análisis de la información	35
3.7. Aspectos éticos	36
IV. RESULTADOS	37
V. DISCUSIÓN.....	101
VI. CONCLUSIONES.....	104
VII. RECOMENDACIONES	107
REFERENCIAS.....	109
ANEXOS	114

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites de Consistencia.....	16
Tabla 2. Características del Proctor modificado	18
Tabla 3. Rangos del PCI (Índice de condición del pavimento).....	26
Tabla 4. Tipos de fallas visualizadas en la UM-01.	40
Tabla 5. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-01.....	40
Tabla 6. Cálculo de densidad y valor deducido UM-01	41
Tabla 7. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-01	42
Tabla 8. Tipos de fallas visualizadas en la UM-02	43
Tabla 9. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-02.....	43
Tabla 10. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-02	43
Tabla 11. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-02	44
Tabla 12. Tipos de fallas visualizadas en la UM-03.	45
Tabla 13. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-03.	45
Tabla 14. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-03.....	45
Tabla 15. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-03.	46
Tabla 16. Tipos de fallas visualizadas en la UM-04.	47
Tabla 17. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-04.	47
Tabla 18. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-04.	47
Tabla 19. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-04	48
Tabla 20. Tipos de fallas visualizadas en la UM-05.	49
Tabla 21. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-05.	49
Tabla 22. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-05.	49
Tabla 23. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-05.	50
Tabla 24. Tipos de fallas visualizadas en la UM-06	51
Tabla 25. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-06.	51
Tabla 26. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-06.	51
Tabla 27. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-06.	52
Tabla 28. Tipos de fallas visualizadas en la UM-07.	53
Tabla 29. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-07.	53
Tabla 30. Cálculo de densidad y valor deducido UM-07.	53
Tabla 31. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-07	54
Tabla 32. Tipos de fallas visualizadas en la UM-08.	55
Tabla 33. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-08.	55

Tabla 34. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-08.....	55
Tabla 35. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-08.....	56
Tabla 36. Tipos de fallas visualizadas en la UM-09	57
Tabla 37. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-09	57
Tabla 38. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-09	57
Tabla 39. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-09.....	58
Tabla 40. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-09.....	59
Tabla 41. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-10	59
Tabla 42. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-10.....	59
Tabla 43. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-10	60
Tabla 44. Tipos de fallas visualizadas en la UM-11	61
Tabla 45. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-11	61
Tabla 46. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-11.....	61
Tabla 47. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-11	62
Tabla 48. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-11	63
Tabla 49. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-12.	63
Tabla 50. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-12.....	63
Tabla 51. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-12	64
Tabla 52. Tipos de fallas visualizadas en la UM-13	65
Tabla 53. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-13	65
Tabla 54. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-13.....	65
Tabla 55. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-13	66
Tabla 56. Resultados del PCI de las 13 unidades de muestreo.....	67
Tabla 57. Estrategia de tratamiento de acuerdo a los resultados del PCI.....	68
Tabla 58. Coordenadas de calicatas.....	70
Tabla 59. Datos de ensayos granulométrico C-01	70
Tabla 60. Descripción de la Granulométrica C-01	71
Tabla 61. Datos de ensayos granulométrico C-02	72
Tabla 62. Descripción de la Granulométrica C-02.....	73
Tabla 63. Resultados del Ensayo Proctor.....	77
Tabla 64. Resultados de la muestra sin aditivo	78
Tabla 65. Resultados de la muestra con aditivo de 4.2 Lt/m ³	79
Tabla 66. Resultados de la muestra con aditivo 6.1 Lt/m ³	79
Tabla 67. Resultados de la muestra con aditivo 8.2 Lt/m ³	80

Tabla 68. Evaluación Vehicular de la Zona de Estudio.	81
Tabla 69. Ejes equivalentes de los vehículos.....	82
Tabla 70. Resultados del Esal de Pavimento.....	83
Tabla 71. Módulo de resiliencia para diseño estructural de pavimento flexible	83
Tabla 72. Valores recomendados del coeficiente de drenaje (mi)	87
Tabla 74. Resumen del diseño pavimento sin aditivo.....	89
Tabla 75. Resumen del diseño pavimento con aditivo 4.2 Lt/m3.....	90
Tabla 76. Resumen del diseño pavimento con aditivo 6.1 Lt/m3.....	91
Tabla 77. Resumen del diseño pavimento con aditivo 8.2 Lt/m3.....	92
Tabla 78. Resumen de Gastos de Distintas Proporciones.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Categorías de Subrasante.	13
<i>Figura 2.</i> Faceta y formación de los suelos.	14
<i>Figura 3.</i> Clasificación de suelos según tamaño de partícula.	15
<i>Figura 4.</i> Clasificación de suelos con su índice de plasticidad.	17
<i>Figura 5.</i> Clasificación de suelos por AASHTO y SUCS.	17
<i>Figura 6.</i> Sección típica de un pavimento flexible.	24
<i>Figura 7.</i> Representación de las cargas de pavimento flexible.	25
<i>Figura 8.</i> Longitudes de unidades de muestreo asfáltica.	27
<i>Figura 9.</i> Índice de condición de para pavimentos flexibles.	27
<i>Figura 10.</i> Carretera LM-117.	33
<i>Figura 11.</i> Imagen Satelital del tramo para la evaluación de conteo vehicular.	34
<i>Figura 12.</i> Formato para las iteraciones del cálculo del CDV.	42
<i>Figura 13.</i> Identificación de las calicatas.	69
<i>Figura 14.</i> Ubicación de la calicata.	69
<i>Figura 15.</i> Curva granulométrica Calicata N°01.	71
<i>Figura 16.</i> Curva granulométrica Calicata N°02.	73
<i>Figura 17.</i> Proceso de contenido de humedad de la muestra.	74
<i>Figura 18.</i> Resultados de las muestras.	75
<i>Figura 19.</i> Resumen de resultados de Proctor Modificado.	77
<i>Figura 20.</i> Resumen de los resultados de las dosificaciones de CBR.	80
<i>Figura 21.</i> Análisis de Conteo Vehicular.	81
<i>Figura 22.</i> Valores recomendados de nivel de confiabilidad.	84
<i>Figura 23.</i> Coeficiente estadístico desviación estándar normal (Z_r).	85
<i>Figura 24.</i> Diferencia de Serviciabilidad (ΔPsi) según rango de tráfico.	86
<i>Figura 25.</i> Coeficiente de Capas Estructurales del pavimento ai.	87
<i>Figura 26.</i> Diseño del pavimento flexible en estado natural.	89
<i>Figura 27.</i> Diseño del pavimento flexible en estado natural + 4.2 Lt/m ³	90
<i>Figura 28.</i> Diseño del pavimento flexible en estado natural + 6.1 Lt/m.	91
<i>Figura 29.</i> Diseño del pavimento flexible en estado natural + 8.2 Lt/m ³	92
<i>Figura 30.</i> Análisis de Precios Unitarios de la Subrasante con el Aditivo 8.2 Lt/m ³	93
<i>Figura 31.</i> Análisis Precio Unitario de la Base.	94
<i>Figura 32.</i> Análisis Precio Unitario de la Carpeta Asfáltica.	94

<i>Figura 33.</i> Análisis Precio Unitario Corte a Nivel Base.	95
<i>Figura 34.</i> Análisis Precio Unitario Conformación de Base.	95
<i>Figura 35.</i> Análisis Precio Unitario Colocación de la Carpeta Asfáltica.....	95
<i>Figura 36.</i> Análisis de Precios Unitarios de la Subrasante sin aditivo.	97
<i>Figura 37.</i> Análisis de Precios Unitarios de la Base.	97
<i>Figura 38.</i> Análisis de Precios Unitarios de la Carpeta Asfáltica.....	98
<i>Figura 39.</i> Análisis de Precios Unitarios Corte a Nivel Base.....	98
<i>Figura 40.</i> Análisis de Precios Unitarios Conformación a Nivel Base.....	99
<i>Figura 41.</i> Análisis de Precios Unitarios Colocación de la Carpeta Asfáltica.	99

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar el mejoramiento de las propiedades mecánicas de un suelo de arena limosa no plástico, de la carretera LM-117 localizado en la provincia de Huarochirí, mediante la aplicación del polímero acrílico de estireno con distintas dosificaciones del 4.2 Lt/m³, 8.2Lt/m³, 6.1 Lt/m³ en la subrasante. Considerando los resultados del método del PCI realizado en el lugar de estudio, se obtuvo un valor numérico de 20 que representa una condición de pavimento pobre; es decir requiere reconstrucción.

Dicho mejoramiento de la subrasante se manifiesta en un incremento de la capacidad de soporte del suelo (CBR), que representa el aumento de la máxima densidad seca como el incremento de la resistencia de soporte del suelo.

Como se mencionó anteriormente, la estabilización se llevó a cabo con el empleo del polímero acrílico de estireno, para lo cual se realizaron diversos ensayos como la granulometría por tamizado, para determinar las propiedades del terreno en estudio; el ensayo Proctor, la cual permitió obtener la máxima densidad seca como el óptimo contenido de humedad y el CBR que nos indica la capacidad de soporte del suelo. Además de ello, a lo largo de la presente investigación se hace referencia al método de diseño de pavimentos del manual del MTC según la AASTHO 1993, para de esta forma diseñar los espesores de un pavimento con subrasante estabilizada, asimismo se realizó el respectivo aforo vehicular para determinar el volumen de tránsito a fin de proceder al diseño. También, se realizó el análisis de costos unitarios y con los datos obtenidos, se procedió a realizar la comparación del presupuesto entre el diseño de un pavimento convencional y el de un pavimento con subrasante estabilizada. Llegando a la conclusión que la estabilización química para la subrasante, con la dosificación 8.2 Lt/m³ del polímero acrílico de estireno incrementa el CBR al 11% respecto al CBR de la subrasante en estado natural, el cual se obtuvo un porcentaje del 43%, es decir el mayor valor del CBR obtenido fue del 54%, que de acuerdo al Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014, la subrasante presenta una categoría de excelente. Por lo tanto, con este CBR del 54%, se diseñará.

Palabras clave: Estabilización, polímero acrílico de estireno, diseño de pavimento flexible

ABSTRACT

The main objective of the present research is to determine the improvement of the mechanical properties of a non-plastic silty sand soil, of the LM-117 highway located in the province of Huarochirí, through the application of styrene acrylic polymer with different dosages of 4.2 Lt. / m³, 8.2Lt / m³, 6.1 Lt / m³ in the subgrade. Considering the results of the PCI method carried out in the study place, a numerical value of 20 was obtained, which represents a poor pavement condition; in other words, it requires reconstruction.

Said improvement of the subgrade is manifested in an increase in the bearing capacity of the soil (CBR), which represents the increase in the maximum dry density as the increase in the bearing strength of the soil.

As mentioned above, the stabilization was carried out with the use of styrene acrylic polymer, for which various tests were carried out, such as sieving granulometry, to determine the properties of the soil under study; the Proctor test, which allowed to obtain the maximum dry density as the optimum moisture content and the CBR that indicates the support capacity of the soil. In addition to this, throughout the present investigation reference is made to the pavement design method of the MTC manual according to AASTHO 1993, in order to design the thickness of a pavement with stabilized subgrade, and the respective vehicle gauging was also carried out. to determine the volume of traffic in order to proceed to the design. Also, the unit cost analysis was carried out and with the data obtained, the budget comparison was made between the design of a conventional pavement and that of a pavement with stabilized subgrade. Reaching the conclusion that the chemical stabilization for the subgrade, with the dosage of 8.2 Lt / m³ of the styrene acrylic polymer increases the CBR to 11% with respect to the CBR of the subgrade in its natural state, which was obtained a percentage of 43%, In other words, the highest value of the CBR obtained was 54%, which according to the Manual of Soils, Geology, Geotechnics and Pavements 2014, the subgrade presents an excellent category. Therefore, with this CBR of 54%, it will be designed.

Keywords: Stabilization, Styrene Acrylic Polymer, Flexible Pavement Design.

I. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia, la competitividad global que abarca a nivel mundial determina el nivel de productividad de un país, teniendo como pilar transcendental la infraestructura en transporte ya que expone como punto central el desarrollo sostenible de un país. Es por ello, que el estado de la calidad de las vías o infraestructura vial son determinantes para el crecimiento de los países.

Actualmente Panamá, Ecuador y Chile son los países con una adecuada calidad en su infraestructura vial en América latina, por otro lado, Paraguay, Costa Rica y Haití presentan un pésimo estado en sus vías. (Velásquez, 2018, “¿Qué países de América Latina tienen las mejores vías?”, párr.1).

En estos tiempos causa preocupación que nuestro país se encuentre en el tercio inferior, en relación a la conectividad de carreteras y a la calidad de la infraestructura vial en vista de que en los últimos años la infraestructura de transportes no ha manifestado un considerable progreso. Por lo cual, se consigue apreciar mediante los índices del Foro Económico Mundial que se obtiene gracias al Reporte de Competitividad Global en el informe final del 2019, donde Perú se posiciona en el puesto 65 de los 141 países que fueron analizados por el Índice de Competitividad Global obteniendo un puntaje de 61.66, en otras palabras, la situación del país ha empeorado, considerando que en el 2018 se encontraba posicionado en el puesto 63.(SINAC, 2019, “Estadística – Infraestructura de Transporte”,párr.9) .

Por otra parte, la condición del camino en la Red Vial Departamental y Vecinal es paupérrima, ya que cuenta con el 86% y 92% de las vías todavía sin pavimentar, respectivamente. En la actualidad en el Perú existe mucha intranquilidad en la población de diferentes lugares respecto a la infraestructura vial, el problema de la mejora las carreteras en nuestro país, es un hecho que genera intranquilidad debido a la diversidad de suelos que existen en el Perú. Tenemos en la costa suelos arenosos, una característica de la arena es que tiene partículas redondas y por ende es un suelo no cohesivo, en síntesis son complicados de estabilizar; en la sierra los suelos se consideran adecuados, pero tiene un factor en contra el clima, donde se presentan temporadas de mucha lluvia y se puede llegar a temperaturas muy bajas finalmente en la región selva los suelos se caracterizan por ser arcillosos; en consecuencia, poseen una gran cantidad de finos pasantes por el tamiz N°200

presentando una trabajabilidad dificultosa, además de ello esta región se encuentra expuesta a altas temperaturas. Algunos de estos tipos de suelos se encuentran presentes al momento de la construcción de carreteras y es posible que no cumplan con los requisitos mínimos que garanticen un adecuado tránsito, por ello la carencia de este recurso no permiten que las oportunidades para el progreso y desarrollo del país estén más cercanas, por lo cual la obligación primordial recae en las autoridades gubernamentales pues al no prestar la importancia que se requiere se está viendo afectado el avance del país y no se está enfrentando este grave problema de carencia de carreteras en la nación ,en conclusión al no destinar presupuesto en este tipo de proyectos el impacto en el crecimiento económico para el país se verá perjudicado.

Por ello, cuando no se tienen las vías adecuadas no se cumplen con la entrega de productos para la exportación, es decir, disminuye la productividad y terminamos rezagados a nivel mundial. El propósito de convertir al Perú en un país próspero, competitivo y sostenible, consiste en que todos los peruanos tengan una mejor calidad de vida. Con enfoque común y descentraliza; simultáneamente, a avanzar en el cierre de brechas de la infraestructura vial. Con el fin de que el crecimiento económico sea mayor y se mantenga en el transcurso del tiempo, por ello requerimos consolidar las bases y estructuras físicas del país. (Infraestructura vial ,2019 “Problemática de la Infraestructura Vial en el Perú”, párr.19)

Por tal razón se busca combatir la brecha de la carencia carreteras y esto permitirá en un futuro un progreso económico, así como también la relación interpersonal con distintas comunidades para compartir sus costumbres, lugares turísticos, abastecimientos de productos de primera necesidad a diversos lugares del territorio peruano donde los pobladores de Antioquía tendrán un estilo de vida muy distinta a lo que fue años anteriores. Para ello, es importante la construcción de vías en comunidades que se encuentran aisladas todo depende directamente del progreso de la economía del país. Bajo los argumentos señalados nace la necesidad de investigar un estudio comparativo técnico, económico y ambiental de los productos químicos, para el análisis de la estabilización química empleando el polímero de acrílico de estireno en la subrasante, ya que son innovadores en el mundo de la

ingeniería vial y así busquemos establecer un progreso de optimización logrando crear una reducción considerable en costos a largo plazo.

Seguidamente, es trascendental responder a nuestra formulación del problema general planteada de la siguiente manera: ¿De qué manera influye la estabilización química con polímero acrílico de estireno para la subrasante en el diseño estructural de pavimento flexible, Huarochirí 2021?

Este problema general nos conlleva a desagregar y formular otros tres problemas, pero aún más específicos que mostramos a continuación:

PE1: ¿Cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en la capacidad de soporte del suelo para el diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021?

PE2: ¿Cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en los espesores del diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021?

PE3: ¿Cuál sería el costo beneficio al aplicar la estabilización química con polímero acrílico de estireno para el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021?

A continuación, se procederá a exponer la justificación del presente trabajo de investigación:

La presente investigación pone en manifiesto la justificación que tiene como propósito aportar al conocimiento científico, planteando una alternativa para la estabilización de suelos a nivel de subrasante con el polímero acrílico de estireno, cuyo material nos servirá para realizar un nuevo diseño de infraestructura vial, donde se solucionaran las dificultades que incomodan a la comunidad en la cual se realizará el estudio, enfatizando en la contaminación por emisión de polvo, formación de baches ,acumulación de agua y la recurrente erosión del suelo donde se combatirán estas fallas frecuentes en las vías de Antioquía provincia de Huarochirí. El estudio permitirá analizar la definición de “pavimento económico” en el ámbito de la infraestructura vial, con la aplicación del polímero de acrílico de estireno para la subrasante, ya que es un novedoso estabilizador químico en el

Perú, dando alternativas de soluciones técnicas, económicas y ambientales en el proceso de la estabilización de suelos, facilitando a las capas de las carreteras para que su vida útil se extienda mucho más y tengan un mejor nivel de servicio. Donde se corroborará que el proyecto de investigación en la carretera de Antioquía logre aumentar su capacidad portante del suelo (CBR), en la subrasante mediante estudios de laboratorios que se realizarán.

El instrumento de evaluación utilizado permitirá identificar el ahorro importante de agua, el mantenimiento de las vías a largo plazo y la infraestructura resiliente en la zona de estudio. El polímero acrílico de estireno ha venido demostrando su resistencia eficaz como agente estabilizador y estimulante de la humedad disponiendo de estándares de protección ambiental. El presente estudio se justifica prácticamente, realizando un análisis de la estabilización química de suelos empleando el polímero acrílico de estireno para la subrasante, donde se comprobará el aporte del estudio de manera que contribuye en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo a estabilizar. En el progreso de la investigación se justifica económicamente, pues se busca dar una óptima función a las bases y capas de rodadura, disminuyendo costos para la utilización del terreno a ejecutar, para ello se analizó el problema de la vida útil en la vía llegando adquirir este polímero acrílico de estireno que proporciona una durabilidad aun mayor a lo que se estima, reduciendo notablemente el proceso de mantenimiento prolongando. De esta manera, se está elaborando un trabajo de investigación que facilita en la base para los estudios futuros, teniendo como prioridad, concientizar a los profesionales e investigadores en la construcción de infraestructura vial. Por lo anterior manifestado se logró formular el objetivo general del proyecto de investigación, que es el siguiente:

Determinar de qué manera influye la estabilización química con polímero acrílico de estireno para la subrasante en el diseño estructural de pavimento flexible, Huarochirí 2021.

Para poder llegar a cumplir este objetivo, tenemos la necesidad de plantearnos objetivos mucho más específicos que nos conlleven a lo general, por este motivo nuestros objetivos específicos son:

OE1: Determinar cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en la capacidad de soporte del suelo para el diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.

OE2: Determinar cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en los espesores del diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.

OE3: Estimar el costo beneficio al aplicar la estabilización química con polímero acrílico de estireno para el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021.

Debido a lo anteriormente mencionado en el proyecto de investigación formulamos la siguiente hipótesis general:

La estabilización química con polímero acrílico de estireno para la subrasante influye significativamente en el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021.

Ahora enfatizaremos en las hipótesis específicas con la finalidad de tener un mejor sentido en la presente investigación, las cuales son las siguientes:

HE1: La estabilización química con el polímero acrílico de estireno aumenta la capacidad de soporte del suelo para el diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.

HE2: La estabilización química con el polímero acrílico de estireno disminuye los espesores del diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.

HE3: La estabilización química con polímero acrílico de estireno aumenta significativamente el costo beneficio para el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se expondrá los antecedentes internacionales y nacionales respecto al Diseño estructural de pavimento flexible aplicando la estabilización química con el polímero acrílico de estireno para la subrasante, Huarochirí 2021.

Para García (2019), en su proyecto de investigación titulado **“Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín”** tiene por finalidad determinar el valor de resistencia del suelo caolín fino y el potencial de uso en carreteras para vías terciarias del país, se utilizan pruebas de respuesta de carga monótona para determinar las propiedades físicas y mecánicas de la mezcla de suelo - cemento en el laboratorio. El diseño empleado fue experimental aplicado para suelos finos tipo caolín. Los instrumentos que se usaron fueron los equipos para el procedimiento de ensayos de las muestras de los suelos estudiados. Llegando a la conclusión que el caolín, como la gran mayoría de suelos finos, muestra un comportamiento frágil ante la carencia del agua, el cual se pudo contrarrestar con una dosificación del 12% de cemento, ya que incremento significativamente el enlace entre sus partículas y por lo tanto su resistencia. Por otro lado, se puede afirmar que la saturación de materiales es también un problema. El suelo reduce su resistencia hasta en un 50%, por ende, las propiedades de resistencia mecánica del suelo se pierden y el suelo se estabiliza con más del 8% de cemento.

Nieto (2019), en su investigación titulada **“Evaluación del uso de aditivos químicos no tradicionales como estabilizadores de suelos limosos para caminos productivos de bajo volumen de tránsito”** tiene como objetivo utilizar metodologías específicas para determinar la eficiencia del aditivo B y el aditivo P en combinación con aditivos convencionales como estabilizadores mecánicos para tres tipos de suelos en el sur de Chile. El diseño aplicado fue experimental y las muestras fueron un suelo limo altamente plástico (suelo MH) de la región de Arauco de la VIII región del Bío Bío, suelo limoso de baja plasticidad (suelo ML) de la región de Talca de la VII región del Maule y un suelo que se encuentra en el límite entre un limo de baja plasticidad (Suelo ML) y una arcilla de baja plasticidad (Suelo CL), extraído de un sector de la provincia de Concepción. Los instrumentos empleados en esta investigación fueron los equipos para los procedimientos de ensayos de las

muestras de los suelos estudiados. Concluyendo que, con el uso de aditivos sólidos comunes como, la cal viva y el cemento portland mejoro la capacidad portante y la resistencia de los suelos estudiados. Asimismo, se realizó la adición de aditivos no convencionales B y P para evaluar el efecto que se obtendría si se aplicará en combinación con cal viva y cemento portland, donde puede producirse una reacción puzolánica utilizando un activador (aditivo sólido tradicional).

De acuerdo a Loja y Sarmiento (2018), en su investigación titulada **"Diseño de pavimento flexible para la reconstrucción de las vías: Av. Samuel Cisneros(1.758km), Av. Principal 5 de junio (1.240km), Av. Jaime Nebot (1.380km), Av. Juan León Mera (2.620km), Vía de Acceso 3M (0.247km), de la parroquia Eloy Alfaro cantón Durán provincia del Guayas"** tiene por finalidad la implementación del diseño de pavimento flexible para reconstrucción vial: Av. Guayas Parroquia Eloy Alfarcantón Durán. Samuel Cisneros, Av. Principal 5 de junio, Av. Jaime Nebot, Av. Juan León Mera, Av. Juan León Mera, Carretera a 3M. Donde el diseño de investigación es experimental y la población es la provincia de Guayas que se encuentra atravesada por el sistema montañoso Chongón-Calonche, cuyas elevaciones no superan los 100 metros de altura sobre el nivel del mar, en esta investigación los instrumentos que se emplearon fueron la observación directa, observación indirecta, observación de campo y consulta bibliográfica. Llegando a concluir que utilizando del método AASHTO – 93, como lo indica el MOP 2002, para el cálculo de espesores de pavimento, se obtuvo los siguientes espesores de capas: mejoramiento =102 cm, subbase = 45 cm, base= 33 cm y capa de rodadura = 10 cm.

A nivel nacional enfatizaremos en los trabajos de investigación que se han desarrollado buscando dar solución a los problemas de la infraestructura vial, por ello citamos lo siguiente:

De acuerdo con Calle Y Arce (2018), en su proyecto de investigación titulado **"Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional"** presenta como objetivo principal demostrar el uso de polímeros acrílicos mejorando las propiedades mecánicas del suelo en la subrasante del

puede Añashuayco, utilizado como base. El diseño utilizado en esta investigación fue una investigación experimental-operativa, con pruebas de laboratorio que sustentan la hipótesis planteada, cuya muestra se encuentra ubicada en el distrito de Cerro Colorado, paralela a la vía Arequipa-Yura, específicamente en la entrada del puente Añashuayco. Donde los instrumentos que se emplearon fueron los ensayos de laboratorio y campo. Concluyendo que, se mejoró el sustrato utilizado como muestra y aumento el valor de CBR hasta en 110 % a 1/2 dosis de polímero, en relación con el contenido de humedad óptimo.

Mena (2018), en su investigación titulada **“Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermúdez, Provincia de Huaral, Lima, 2018”** tiene por finalidad establecer los beneficios estructurales con la combinación de estabilizadores y sellantes con propiedades del suelo en el diseño del camino no pavimentado de la Carretera Morales Bermúdez. Cuyo diseño de investigación es experimental, donde la población de estudio serán los caminos vecinales no pavimentados de Huaral y la muestra es un tramo de la calle Morales Bermúdez - Huaral, empleando instrumentos como observación, trabajos de campo (calicatas), trabajo de laboratorio y gabinete. Llegando a la conclusión que, las ventajas estructurales de estabilizar y sellar el suelo en caminos no pavimentados son las siguientes: los tipos de suelo incluyen mejoramiento geosintético, rigidez, compresibilidad, permeabilidad y estabilidad, todo basado en una buena búsqueda de un suelo excelente. Y con la dosis adecuada para obtener los mejores resultados, esta combinación de productos realiza dos funciones: estabilización y sellado. Esta integración asegura que el sustrato tratado sea impermeable, protege las propiedades químicas del aditivo, y estos pueden garantizar los beneficios del suelo tratado, para mejorar el suelo primero y luego cubrir la garantía del producto. En segundo lugar, AggreBind hace que las propiedades físicas de las partículas se unan para formar una sola estructura, evitando el apilamiento, es decir, que producto no se adhiere bien y forma muchas capas.

Godoy (2018), en su tesis titulada **"Modificación de la capacidad portante de la subrasante por estabilización química utilizando MAXX – SEAL 200 en**

pavimento flexible en la Av. Ganaderos - Surco, 2018" tiene como objetivo determinar la capacidad portante de la subrasante al añadir un porcentaje del estabilizador químico MAXX-SEAL 200 en la Av. Ganaderos - Surco, 2018. Cuyo diseño de investigación pertenece al tipo experimental porque la variable tiene manipulación intencional. En este caso, la variable independiente es el porcentaje de diferentes dosificaciones del estabilizador MAXX SEAL 200 (causa), y la variable dependiente es el cambio en la capacidad portante de la subrasante (efecto). Aquí, la población cubre parte de 1 km, la muestra consistió en 24 sustratos de suelo de la subrasante en la Av. Boulevard Ganaderos Surco, y las herramientas utilizadas en el estudio fue una hoja de recolección de datos para registrar los valores cualitativos y cuantitativos obtenidos de los ensayos de laboratorio. Llegando a concluir que, la capacidad de carga de la subrasante aumenta proporcionalmente con la adición del estabilizador MAXX SEAL 200 al suelo limo orgánico (OL), donde se obtuvieron los siguientes valores de CBR al 95% a 0.1" con una muestra de suelo natural de 7,65%, empleando el 6, 8 y 10% de MAXX SEAL 200, y valores de CBR de 10,2%, 12,85% y 17,55%, respectivamente.

Para Ventura y Alarcón (2018), en su proyecto de investigación titulado "**Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018**" proponen como finalidad que el cemento y aditivo Con-Aid, se utilicen para mejorar la capacidad portante de los suelos arcillosos mediante la estabilización del suelo de la subrasante, en el camino vecinal Ruta PA - 701, Pasco. Empleando un diseño experimental donde la población a estudiar se encuentra entre el kilómetro 8+000 al 9+000 (1000m) del camino vecinal Ruta PA – 701, cuya muestra es la realización de la calicata que se encuentra en el kilómetro 8+500, con coordenada UTM N: 8817407, E: 476027. Empleando instrumentos como laboratorio de suelos, computadoras, cámaras fotográficas, informaciones de tesis de diversos autores, manual de suelo y pavimento del MTC. 2014 y manuales referentes a estabilización de suelos, etc. Llegando a la conclusión que, los estudios realizados confirmaron la hipótesis de que el uso del cemento y aditivos Con-Aid mejora la estabilidad del suelo de la subrasante del camino vecinal Ruta PA - 701, Pasco.

Escobar y Huincho (2017), en su investigación titulada **“Diseño de pavimento flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa Sachapite, Huancavelica - 2017.”** tiene como objetivo principal precisar el impacto de los parámetros de diseño, en el diseño del pavimento flexible dañado. El diseño de esta investigación es pre-experimental, porque a medida que se estudió la variable independiente, la composición de los esfuerzos cortantes sobre la subrasante y / u otras manipulaciones no fueron manipulados por otros químicos, por lo que se realizó un grupo de estudio de pavimento flexible de 12km, en el tramo Santa Rosa Sachapite, donde las técnicas de estudio de la presente investigación fueron; conteo de vehículos, muestreo de suelos, evaluación de fallas superficiales usando instrumentos como formato para la caracterización del tráfico y equipos de análisis de suelos para el CBR. Concluyendo que el CBR influye directamente en el diseño del pavimento flexible, ya que el CBR obtiene un valor del 7,2% de diseño tanto para el año 2006 y 2017. Por ello, al ser el mismo suelo se recomienda utilizar el mismo CBR del suelo de la subrasante, si el valor del CBR fuera menor se optaría por estabilizar el suelo.

La subrasante es la fuente primordial para la realización de un pavimento eficiente en las vías de distintos lugares que puedan realizarse, para ello en muchos terrenos de fundación se analizará la subrasante que puede presentar inestabilidad, provocando a un futuro problemas asociados en la colocación y compactación de los materiales tanto de la subbase como la base del pavimento.

Una excelente densificación en la subrasante posee un correcto comportamiento eficaz en la estructura del pavimento evitando posteriormente el asentamiento por consolidación, es por ello cuando el suelo incrementa sus cargas se eleva la presión hidrostática en los poros, donde gradualmente ira expulsando el agua que contiene en el cual se producirá el cambio repentino de volumen en la estructura, para ello se tendrá mucho en consideración que el suelo se encuentre en óptimas condiciones.

“o reforço do subleito trata-se da camada granular de pavimentação, com espessura variável, definida de acordo com o dimensionamento do pavimento, cuja finalidade é melhorar a capacidade de suporte carga do subleito. Será executada sobre o subleito, devidamente compactado” (Canario, 2018, p.25).

Cuando las dimensiones estructurales están distribuidas de manera inadecuada teniendo como cimiento o estructura de fundación a la subrasante, el pavimento tendrá que soportar la carga de tránsito, por lo tanto las fallas se replicarán con los esfuerzos, desplazamientos y agrietamientos siendo influenciados por errores encontrados en la subrasante, el alto porcentaje de deflexiones es muy notorio en la superficie, por esta razón es necesario contar con una correcta caracterización de la subrasante. Se mostrará a continuación las categorías de subrasante en la siguiente figura 1.

Categorías de Sub rasante	CBR
S ₀ : Sub rasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Sub rasante insuficiente	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Sub rasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₃ : Sub rasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₄ : Sub rasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₅ : Sub rasante Excelente	CBR ≥ 30%

Figura 1. Categorías de Subrasante.

Fuente: Manual de suelos, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

“Desde el enfoque de la rama de la ingeniería civil, el suelo se conceptualiza como un material no consolidado, conformado por partículas líquidas, sólidas y vacíos que ocupan espacio entre ellas” (Parra, 2018, p.20).

“La categorización de los suelos fue uno de los principales objetivos de la mecánica de suelos. Antes se hacía en base a criterios y ahora la clasificación de suelos es en base a las propiedades mecánicas de los suelos” (Altamirano y Exequiel, 2015, p.11).

En resumen los diversos tipos de suelos se distinguen de acuerdo a las características del terreno donde se realiza un análisis de sistema SUCS, donde la parte de los ensayos se pueden clasificar en seis distintos grupos : organico, arcilla, limo, grava, arenas y turbas. Asi mismo, existe una diferencia entre la roca y el suelo, definiendo a la roca como un material muy rígido que puede debilitarse por un procedimiento de meteorización.



Figura 2. Faceta y formación de los suelos.

Fuente: Altamirano y Exequiel (2015).

“El análisis granulométrico de un suelo cuenta con el objetivo de precisar las dimensiones de los diferentes elementos que compone el suelo, de modo que estas se agrupan en función a su tamaño de partículas” (Fernandez, 2018, p.25).

La finalidad es determinar y precisar las texturas que presenta el suelo en un perfil estratigráfico y por medio de los tamices clasificar las dimensiones del suelo, es decir, los porcentajes en peso de partículas de los diferentes tamaños que contiene un suelo al llevar a cabo el tamizado (Mena, 2018, p.25).

De acuerdo a las definiciones mencionadas de los autores donde dan el punto de vista de los suelos, donde generalmente son procesados en laboratorios y así logrando obtener resultados óptimos para la selección y uso para las obras civiles. Es por ello que los ensayos realizados son para establecer los cambios que presentará el suelo, los ensayos a ejecutarse con características físicas son:

Análisis granulométrico, contenido de humedad, límites de consistencia (Líquido y Plástico) y por último clasificación SUCS y AASHTO.

“La granulometría representa la clasificación de los tamaños que contiene el agregado o suelo por medio del tamizado de acuerdo a las especificaciones técnicas” (MTC, 2014, p.30).

El proceso granulométrico es un método para la clasificación de las partículas del suelo establecido en los distintos tamaños que lo conforman, donde los tamices con distintas dimensiones pueden separar granos gruesos y finos cumpliendo así lo establecido con la norma peruana.

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 – 0.425mm
		Arena fina: 0.425 mm – 0.075 mm
Material Fino	Limo	0.075 mm – 0.005 mm
	Arcilla	Menor a 0.005 mm

Figura 3. Clasificación de suelos según tamaño de partícula.

Fuente: Manual de suelos, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

“La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, representada en porcentaje, del peso de agua en una masa determinada de suelo, al peso de las partículas sólidas” (MTC- E108, 2016, p.49).

La humedad presenta como indicador el contenido de agua acumulada en el suelo, donde posee una proporción del peso del agua en la muestra con el peso del sólido (secado en el horno) en la representación del suelo dando la siguiente expresión:

$$\%W = \frac{W_w}{W_s} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

Dónde: w (contenido de humedad) %, Ww es el peso del agua del suelo y Ws es peso de la muestra del suelo seco.

“La plasticidad del suelo depende solo de los elementos más finos, y no de los elementos más gruesos que contiene, ya que es una propiedad de estabilidad que el suelo persista hasta un contenido máximo de humedad sin colapsar” (MTC, 2016, p.36).

Los límites de Atterberg comprueban las propiedades físicas de la estabilidad que influyen en los suelos, cuando los límites establezcan una sensibilidad junto al contenido de humedad es donde el comportamiento procederá a identificar los tres estados los cuales son: sólido, líquido y plástico. El índice de plasticidad tiene la particularidad de identificar al suelo, de tal manera que el IP capta al suelo arcilloso donde se ve las diferencias de los límites líquidos y plásticos.

Tabla 1. Límites de Consistencia

LÍMITE DE CONSISTENCIA	ENSAYOS SEGÚN NORMAS	DESCRIPCIÓN
Límite Líquido	MTC E-110	Cuando el suelo pasa de un estado plástico y se quiebra.
Límite Plástico	MTC E-111	Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un semisólido y se quiebra.
Límite de Contracción	MTC E-112	Cuando el suelo pasa por una transición de un estado semisólido a un estado sólido.
Índice de Plasticidad	MTC E-111	Es la características para lograr el índice de plasticidad IP, el cual se deduce así: $IP=LL-LP$.

Fuente: Manual de suelos, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

Es muy importante identificar las características del suelo para luego no tener como resultado, que posee un contenido de arcilla, donde la solución será muy rigurosa para establecer en la subrasante y la estructura del pavimento, donde este tipo de

suelo tiene gran sensibilidad a la humedad, por ello no es muy recomendable para estos casos.

Índice de Plasticidad	Plasticidad	Característica
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 arcilla

Figura 4. Clasificación de suelos con su índice de plasticidad.

Fuente: Manual de suelos, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

“Algunas características de los suelos, pueden determinar con bastante aproximación el comportamiento de los suelos, en particular con el conocimiento de la granulometría, plasticidad e índice de grupo y luego clasificar los suelos” (MTC, 2016, p.39). La clasificación de suelos esta permitido para efectuar el análisis, tal como se visualiza en la clasificación SUCS y AASHTO.

Clasificación de Suelos AASHTO AASHTO M-145	Clasificación de Suelos SUCS ASTM -D-2487
A-1-a	GW, GP, GM, SW, SP, SM
A-1-b	GM, GP, SM, SP
A-2	GM, GC, SM, SC
A-3	SP
A-4	CL, ML
A-5	ML, MH, CH
A-6	CL, CH
A-7	OH, MH, CH

Figura 5. Clasificación de suelos por AASHTO y SUCS.

Fuente: Manual de suelos, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

“Los materiales granulares donde las propiedades mecánicas y comportamiento del suelo, están considerados para la construcción de carreteras vigentes; de igual

manera, forman parte las estabilizaciones y mejoramientos de los suelos de la subrasante” (MTC, 2016, p.138).

Esta interpretación esta dado por las propiedades mecánicas que se realizan para hacer la verificación de las condiciones naturales del suelo y si son viables en la capacidad del terreno, debido a que facilitará la obtención de las propiedades como el peso unitario, características del suelo y los vacíos concentrados en el suelo. Es por ello, que al suelo tienden a realizar ensayos para conocer sus propiedades mecánicas como el proctor modificado y el ensayo de soporte de california (CBR).

“Esta prueba incluye procedimientos de compresión realizados en el laboratorio para establecer la relación entre el contenido de humedad óptimo y la unidad de masa seca del suelo (curva de compresión)” (MTC, 2016, p.105).

El ensayo particularmente es idéntico al proctor estándar pero la modificación depende tanto de la capacidad de la energía que se establece en la compactación, en donde es desarrollado, de tal manera que se ejecuta entre 3 a 5 capas, y posteriormente aumentando la caída de (18”=45cm). Igualmente se efectúan varias medidas de humedad y densidad dentro del cilindro con distintas humedades para generar la curva del proctor y posteriormente se concluirá con el ensayo. A continuación se detallará el recuadro de los ensayos elaborados en laboratorio:

Tabla 2. Características del Proctor modificado.

DESCRIPCIÓN	MÉTODO A	MÉTODO B	MÉTODO C
Diámetro de molde	4”(1016mm)	4”(1016mm)	6”(152.4mm)
Volumen de molde	0.033p3 (944cm ³)	0.033p3 (944cm ³)	(2124cm ³)
Peso de pison	10lb (4.45 kg)	10lb (4.45 kg)	10lb (4.45 kg)
Altura de caída de pison	18 plg (304.8)	18 plg (304.8mm)	18 plg (304.8mm)
Número de golpe	25	25	56
Número de capa	5	5	5
Energía de compactación	56.000 pie lb/p3	56.000 pie lb/p3	56.000 pie lb/p3

Compactación	2700 Kn-m/m ³	2700 Kn-m/m ³	2700 Kn-m/m ³
		Porción que pasa	Porción que pasa
	Porción que pasa	por la malla N°3/4	por la malla 3/4"
	por la malla N°4 se	se usa, si el suelo	se usa, si pasa
Suelo por usarse	usa, si el 20% o	retenido por la	mas del 20% por
	menos por el peso	malla N°4 es mas	eso de material
	del material que es	de 20% y el 20%	es de retenido en
	retenida por la	o menos por el	la malla de 3/8" y
	malla N°4.	peso del material	menos 30%, por
		que es retenida	peso es retenido
		por la malla 3/8".	en la malla 3/4".

Fuente: MTC-Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos (2013). R.D N°10-2014-MTC/114.

“Detalla el procedimiento del ensayo para determinar la resistencia de los suelos designado como el valor de la relación de soporte, también se le conoce como CBR (California Bearing Ratio)” (MTC, 2016, p.248).

El ensayo de califonia bering ratio (CBR), se ejecuta el procedimiento en laboratorio, con la finalidad de determinar el valor de CBR compactado y procesado, en el cual se realiza la compactación sobre la carga puesta en la penetración del suelo, donde se calcula de la siguiente manera:

$$CBR = \frac{\text{Esfuerzo en el suelo ensayado}}{\text{Esfuerzo en el suelo patron}}$$

El ensayo de CBR esta consolidado con el tipo de suelo que se ha realizado en la clasificación de suelo, para el ensayo de proctor es primordial hallar los contenidos de humedad y la densidad seca. Teniendo como resultado en el ensayo el valor de soporte o resistente al suelo que se determinan al 95% y al 100% mds en la penetración de la carga con un valor de 2.54 mm.

En el desarrollo de la estabilización de suelos existen diversos tipos para mejorar considerablemente la capacidad portante del suelo, para ello se deberá aplicar algunos métodos utilizados en la actualidad cumpliendo con algunos parámetros, determinando el tipo de suelo que puede ser encontrando en el terreno o suelo de

fundación. Por lo cual los factores que se deben de tener en consideración para una elección correcta al estabilizar el suelo son:

Características del suelo, el uso adecuado del suelo estabilizado, tipo de Aditivo estabilizador, disponibilidad inmediata de equipos adecuados y costos comparativos.

“El empleo de subproductos industriales es una opción para estabilizar y mantener un tráfico adecuado en vías terciarias, satisfaciendo la demanda de materiales de construcción con propiedades adecuadas para reemplazar los materiales tradicionales” (Martinez y Olaya, 2019, p.257).

“Una vía con un adecuado material granular como superficie de rodadura puede tener diferentes ventajas como menores costos de construcción y hasta menores costo de mantenimiento” (Campagnoli, 2017, p.26).

Los procesos que se vienen realizando en toda la ingeniería de carreteras son diversas, adaptándose mucho en la economía. Para ello se mencionará las distintas estabilizaciones que existen hasta el momento. La estabilización mecánica es un método muy utilizado teniendo como finalidad incrementar o mejorar el material existente en el terreno, con la particularidad de no modificar las estructuras y composición. Con este uso se reducirá considerablemente la relación de vacíos al momento de realizarse el proceso de compactación en el suelo.

La estabilización por combinación de suelos es una técnica que consiste en proporcionar un material existente que puede llegar a pertenecer dentro del área de influencia del proyecto que son originarios de las propias canteras, para así mejorar las propiedades existentes del material. Para estos casos los procesos deben ser estudiados para la correcta selección del material de cantera, logrando pasar por procesos de laboratorio y luego ser agregado al terreno.

“Según los estudios han demostrado que hay una serie de técnicas de estabilización en condiciones de intemperismo acelerado, que determinan los resultados del desempeño y la durabilidad del pavimento, así como su impacto potencial en la biodiversidad en comparación con los materiales tradicionales para diseñar” (Llano, Rios y Restrepo, 2020,p.190).

La estabilización química de suelos radica en el uso de sustancias químicas con el fin de realizar mejoras en las propiedades ingenieriles de los suelos, disminuyendo su plasticidad y volviéndolos más resistentes, frente a la acción del tráfico y condiciones ambientales.

“El material cementante se incorpora al suelo en forma de un esqueleto enmallado, y una fina película rodeando las micro agregaciones del suelo” (Velasquez, 2018, p.47).

La estabilización con cemento es un tipo que se emplea mucho en los suelos arcillosos donde se presentan un índice de baja plasticidad, donde los casos más frecuentes se dan en los suelos arenosos y granulares, dando así un incremento considerable en su resistencia en la subrasante. Al realizar la utilización de la estabilización con cemento debemos tener mucha consideración con respecto a la heterogeneidad del suelo y contar con una estructura uniforme al momento de estabilizar, teniendo en cuenta que la dosificación con el cemento aumentará la labor de los trabajadores en la realización de dicha estabilización.

“La cal es propuesta como un agente estabilizador para suelos que contengan arcillas con alta plasticidad o limos, en vista de que se ha corroborado que modifican las características físico-químicas, optimizan las propiedades mecánicas y aumentan la durabilidad de la subrasante” (Odar, Chavez y Silvera, 2019, p.2).

La estabilización con cal es calificada uno de métodos más tradicionales de las épocas antiguas, donde los romanos lo establecieron. Siendo aplicados considerablemente en las arcillas expansivas, teniendo como prioridad reducir de los índices de plasticidad y su contracción en las propiedades físicas de la arcilla. Al momento de analizar los diversos tipos de arcillas, algunas no pueden llegar a ser de mucha consideración debido a la climatología del lugar, tomando en cuenta los congelamientos y descongelamientos, donde el tiempo de estabilización con cal puede ser perjudicado, para ello se realizará ensayos en laboratorio para comprobar dichos problemas que pueda llegar a suceder al momento de ser estabilizado el suelo.

“A las cenizas volantes se le conoce por ser una puzolana artificial, es decir un material silíceo o silico-aluminoso que puede ser cementante, compuesta por

partículas finas y con el empleo de la humedad reaccionan con hidróxido de calcio a fin de formar propiedades cementantes” (Parra, 2018, p.34).

La utilización de estabilizador con cenizas volantes son residuos de productos procesados por la combustión de carbón bituminoso muy livianos que suelen ser transportadas por el gas expulsado por un horno. La utilización de este estabilizador químico se ha aumentado considerablemente a su vez contrarrestando la contaminación por un material particular y posee beneficios en los procesos constructivos en la reducción de costos de insumos de materiales.

“El cloruro de calcio empleado para la estabilización, se origina de la reacción del cloro con el hidrógeno, obteniendo como producto final un ácido clorhídrico de mayor pureza y cloruro de calcio, que es la reacción química del ácido con la caliza” (Bonifacio y Sánchez, 2015, p.60).

Este producto estabilizante adquiere la propiedad de mejorar la compactación y favorece con la resistencia del suelo, donde prevé el desprendimiento de la superficie de la estructura del suelo y actúa como supresor de polvo.

“Las emulsiones asfálticas tienen tres componen importantes: asfalto, emulsionantes y agua. En algunos casos, puede contener aditivos como estabilizadores de revestimiento mejorados, potenciadores de la adhesión o agentes de control de roturas” (Aliga y Soriano, 2019, p.20).

La estabilización con elementos bituminosos logra que el estabilizante conglomerar partículas del suelo y reduzca los espacios vacíos, para impermeabilizar y proteger de la humedad en las distintas zonas que se puedan encontrar.

Estabilización física con geosintéticos son la fuente de materiales derivados del petróleo, en donde su mayor uso se establece en el mundo de la ingeniería geotécnica, en el cual poseen una capacidad de incrementar las propiedades de suelo de fundación a interactuar. Los geosintéticos son una variedad de geo materiales donde su mayor uso se establece en carreteras pavimentadas o sin pavimentar, para el esfuerzo considerable de los terraplenes y entre muchas cosas para el uso mejorado del suelo, tomando en cuenta para el fácil acceso flujo de agua para el drenaje en las vías. En la combinación de los suelos, la geomembrana tiene la particularidad de tener en su uso una buena combinación en la compresión

y pobre en tensión, por otro lado el geotextil también posee una característica buena en la tensión y pobre en compresión.

Un polímero es una cadena de unidades que se aplica en grandes moléculas conformadas por diversas unidades pequeñas que son muy idénticas, denominados así monómeros. Los homopolímeros están establecidos con polímeros con las mismas características de unidades en cambio los copolímeros se repiten en distintas variedades de unidades. Los polímeros están clasificados de dos formas como sintéticos y naturales donde son establecidos a partir de la polimerización de distintos monómeros. Su gran masa molecular en paralelo con otras moléculas de mínima talla, el aporte de los polímeros en sus propiedades físicas son la dureza, alta elasticidad de viscoelasticidad y un instinto en formar estructuras amorfas y/o semicristales en lugar de cristales.

“Para modificar los polímeros se puede recurrir también a la copolimerización, en la cual se combinan diversos monómeros para generar nuevos polímeros. La copolimerización provee una ruta para la preparación de polímeros con propiedades específicas” (Gutierrez, 2019, p.32).

“Los suelos modificados con polímeros suelen ser más eficientes desde el punto de vista estructural y económicos que los no modificados, por lo que brindan una solución para la rehabilitación de carreteras de volumen de tráfico ligero-medio” (Serrano y Padilla, 2019, p.5).

“Se deben tomar diferentes dosificaciones para obtener el contenido óptimo de agua del aditivo, lo cual se logrará manipulando el aditivo y su proporción” (Mena, 2018, p.26). El análisis de la dosificación en el suelo es establecer la cantidad óptima para el uso correcto en la estabilización dando la empleabilidad y correcta dosis del polímero de acrílico de estireno en la zona de estudio. Los estudios de mecánica de suelo procesados en laboratorio serán de suma importancia donde se conllevará grandes resultados a utilizar, para así optimizar los recursos y lograr obtener mejoras en los costos. El objetivo de la dosificación es realizar al suelo la resistencia y durabilidad, donde la cantidad de polímero de acrílico de estireno será medida en (gr/cm³).

“The pavement design is defined as a process to determine the thicknesses of the constituent layers (surface, subbase and subgrade) so that these resist, transmit and distribute the load imposed by traffic, avoiding excessive deformation, including the pavement rupture” (Hirooka, Vargas, Silva y Barbosa, 2019, p.62).

El diseño de pavimento flexible está relacionada a una carpeta asfáltica, capa de base y subbase sobre puesta de la subrasante debidamente compactada, en muchos de los procesos constructivos se obvia la subbase. En capa superficial está elaborado de una mezcla bituminosa en caliente (Concreto Asfáltico). La base esta puesta sobre un suelo granular o estabilizada en asfalto, cemento u otro estabilizador y subbase granular. Además, es importante identificar las propiedades de la subrasante con respecto a sus propiedades de resistencia, donde a veces puede ser estabilizado utilizando como cemento o cal.

“Seus esforços são distribuídos verticalmente, esse tipo de pavimento vem sendo aplicado de maneira acentuada nas últimas décadas, associado a esse volume os serviços de recapeamento, que se constituem em obras semelhantes às obras de pavimentação” (Santos, Araujo, Pinheiro y Cruz, 2016, p.190).

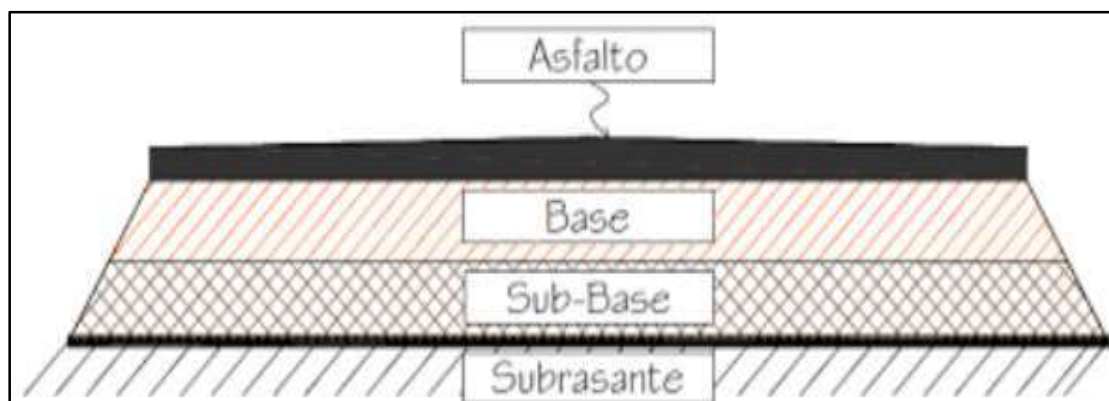


Figura 6. Sección típica de un pavimento flexible.

Fuente: Saravia y Vejarano (2019).

Existen estudios técnicos que son básicos a realizar ya que proporcionan variables que se deben de tener en consideración para el diseño, construcción y el comportamiento de las estructuras del pavimento, y estos son:

En el diseño de los pavimentos, la información más relevante a tener en cuenta es el flujo vehicular; en otros términos, los diferentes tipos de vehículos que transitarán

en el lugar de estudio y la regularidad con lo que circulan. La finalidad del estudio de tráfico es el de demostrar este flujo vehicular en términos de un parámetro conocido como ESAL o carga equivalente de eje simple que denota la suma total de repeticiones por día de la cantidad de vehículos que transitaron a lo largo del periodo de diseño del pavimento para aplicar metodología de la AASHTO.

“Los daños que pueden presentarse durante la vida útil del pavimento tienen consecuencias para la seguridad y operatividad de las vías. Producidos por distintas razones, como el aumento del tráfico o la falta de recursos para realizar mantenimiento vial” (Gil, 2016, p.25).



Figura 7. Representación de las cargas de pavimento flexible.

Fuente: Araujo (2019).

El espesor de capas del pavimento flexible es variable, influye en los materiales que será recurrido en la estructura, estudio de tráfico, condiciones meteorológicas y finalmente el periodo de diseño establecido para el pavimento. Estos factores son incluidos en el pavimento para su determinación de la vida útil sin tener fallas excesivas. “Dichos hundimientos en el pavimento flexible, se producen debido a las propiedades de los materiales que conforman el pavimento, como la viscoplasticidad de las mezclas asfálticas superiores y la plasticidad natural de las demás capas subyacentes” (Massenlli y De Paiva, 2019, p.615).

El método del (PCI) es un índice numérico que categoriza la superficie de la condición del pavimento, en un rango que varía desde cero (0) para un pavimento

fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en excelente estado (Robles, 2015, p.36).

Este método cubre la determinación de la condición del pavimento por medio de inspecciones visuales de la superficie pavimentada tanto para pavimentos de concreto simples o reforzados, utilizando el índice de condición de Pavimento PCI. El procedimiento PCI fue desarrollado para obtener indicadores de la superficie del pavimento y las condiciones estructurales de operación. Es un número que cuantifica el estado del pavimento para cada tratamiento y mantenimiento.

En la Tabla 3, se visualizan los rangos del PCI con su clasificación numérica y las características de la condición del pavimento.

Tabla 3. Rangos del PCI (Índice de condición del pavimento).

86 - 100	EXCELENTE	
71 - 85	MUY BUENO	
56 - 70	BUENO	
41 - 55	REGULAR	
26 - 40	POBRE	
11 - 25	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

Fuente: Manual del PCI.

Se debe de tener en consideración que las dimensiones de cada unidad de muestreo cambian según los tipos de vía y de capa de rodadura; las carreteras con capa de rodadura asfáltica y con un ancho menor de la vía de 7.30m, su área de unidad de muestreo debe de estar en el rango de 230.0+-93.0m². A continuación se presentará la figura 8, de algunas relaciones de longitud – ancho de calzada pavimentada.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Figura 8. Longitudes de unidades de muestreo asfáltica.

Fuente: Manual del PCI.

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
<input type="text"/>		<input type="text"/>				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage)			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Figura 9. Índice de condición de para pavimentos flexibles.

Fuente: Manual del PCI (2016).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Tipo de investigación práctica que utiliza los conocimientos adquiridos a partir de la investigación básica o teórica para generar conocimientos y soluciones a problemas inminentes. La investigación en ingeniería es una investigación aplicada. También conocido como investigación en ciencias aplicadas (Sanchez, Reyes y Mejia, 2018, p.79).

El tipo de investigación es de tipo aplicada porque utiliza todos los conocimientos adquiridos para plasmarlos en la realidad y además porque estudia los resultados de ensayos realizados en tesis, artículos y normas desarrolladas por autores nacionales e internacionales.

Diseño de investigación:

“El diseño cuasi experimental manipula deliberadamente una o más variables independientes para determinar su relación con una o más variables dependientes. Solo difiere de la experiencia real en términos de seguridad y confiabilidad” (Cabezas, Andrade y Torres, 2018, p.77).

La investigación empleada será un diseño de investigación cuasi experimental porque se asemeja a un experimento, pero la diferencia está en la obtención de la muestra ya que será no aleatorio sin que este afecte a las variables y que los cambios que se estudiará van en función del tiempo.

Metodología de la investigación:

“La metodología basada en el modelo positivista, estudia fenómenos sociales a través de la observación y la experimentación, cuantificando la realidad y analizando datos mediante pruebas estadísticas” (Sanchez, Reyes y Mejia, 2018, p.91).

El enfoque del presente proyecto de investigación es cuantitativo, porque se empleará ensayos de laboratorio que darán como resultados valores numéricos para resolver las hipótesis con base en la medición numérica que será necesario para nuestro instrumento de evaluación.

En las investigaciones de enfoque cuantitativo se mencionan los sucesos investigados buscando relación entre elementos, en este caso a través del enfoque cuantitativo, se busca establecer la relación entre las variables Diseño estructural de pavimento flexible y la estabilización química con el polímero acrílico para la mejora del proceso constructivo del pavimento a nivel de subrasante.

Nivel de investigación:

“Al proponer el enfoque de investigación que se utilizará, es transcendental definir el alcance o la profundidad del estudio que se va a realizar ,ya que el nivel de investigación se divide en exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo” (Cabezas, Andrade y Torres, 2018, p.67).

El objetivo de la investigación correlacional es evaluar las relaciones entre dos o más, variables o categorías. La correlación se puede estimar midiendo estas variables y aplicando técnicas estadísticas.

De acuerdo al presente trabajo de investigación, es de forma correlacional porque las variables se relacionan entre sí, para conocer cómo se puede comportar una variable al conocer el comportamiento de la otra. Además, se debe de tomar en cuenta que la investigación correlación no es causal y predomina un análisis cuantitativo con interpretaciones cualitativas en mutua relación.

3.2. Variables y operacionalización

“La operacionalización es un proceso deductivo que consiste en definir estrictamente variables en factores medibles. El proceso define conceptos difusos (variables conceptuales o ideas que carecen de claridad) y les permite ser medidos empírica y cuantitativamente” (Paniagua y Condori, 2018, p.85).

Las variables para el presente proyecto de investigación Diseño estructural de pavimento flexible aplicando la estabilización química con el polímero acrílico de estireno para la subrasante, Huarochirí 2021, son:

Variable 1: Diseño estructural de pavimento flexible, “Se define como un proceso para establecer los espesores de las capas constituyentes (superficie, base, subbase y subrasante) para que estas soporten, transmitan y distribuyan la carga

impuesta por el tráfico, evitando deformaciones excesivas, incluida la rotura del pavimento” (Hirooka, Vargas, Silva, y Barbosa, 2019, p.62).

Variable 2: Estabilización química con el polímero acrílico de estireno, “Los materiales o suelos modificados con polimeros son estructural y económicamente más eficientes que los suelos no modificados, lo que proporciona a los diseñadores una solución de rehabilitación de carreteras para volúmenes de tráfico mediano y liviano” (Serrano y Padilla, 2019, p.5).

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis:

Población:

“En el desarrollo de la investigación siempre es útil conocer cómo se realizará la ejecución de datos, por lo cual es relevante identificar los diversos factores que están directamente relacionados con el resultado del análisis de la investigación” (Cabezas, Andrade y Torres, 2018, p.88).

La población se considerará toda la carretera de LM-117, posee una longitud de 112.60 km, en la provincia de Huarochirí que está conformada por diversas vías alternas, en donde se establecerá la zona de estudio.

Muestra:

“Es un subconjunto de la población de estudio, por lo cual se recopilan datos y estos datos deben estar definidos y delimitados con precisión, así mismo deben de ser representativos de la población de estudio” (Hernandez, 2018, p.173).

La muestra es no probabilística, porque será elegida por juicio o por conveniencia, se tomará como muestra la progresiva 10+000 km hasta la progresiva 12+000 km.

Muestreo:

“Es el conjunto de actividades que se lleva a cabo para investigar la distribución de un rasgo particular en una población, denomina muestra” (Sanchez, Reyes y Mejia, 2018, p.93).

En el presente proyecto de investigación se optará por el muestreo intencional o por conveniencia porque se decidirá que tramos son accesibles para que sean estudiados. El muestreo que será analizado serán tramos escogidos por conveniencia propia, serán un total de 2 tramos y cada tramo contará con un ancho de 5 a 7.50 metros lineales y una longitud de 1 km, donde los estudios de calicatas se realizaran a cada 1km como lo indica la norma de suelos, geotecnia, geología y pavimentos.

Unidad de análisis:

“La unidad de análisis es un término empleado en la investigación cualitativa, ya sea en el campo o en oficina, puede hacer mención a diferentes aspectos como: territorio, animales, residuos, bienes, servicios, moneda, etc.” (Sanchez, Reyes y Mejia, 2018, p.123).

El lugar donde se realizará el siguiente estudio se ubica en la provincia de Huarochirí, distrito de Antioquía. (En la carretera LM-117 con una longitud total de 112.60 km desde la progresiva 10+000 km hasta la progresiva 12+00 km).

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica de recolección de datos:

“Las técnicas y herramientas para la recolección de datos o información seleccionada deben de ser las adecuadas para que los datos adquiridos sean confiables, objetivos y eficientes Estas características se presentarán a los resultados del proyecto de investigación” (Muñoz, 2015, p.185).

La técnica a utilizar en el presente proyecto de investigación es la observación en campo y ensayos en laboratorio, cuyo propósito es observar y estudiar los ensayos que se realizaran de la muestra del suelo de Antioquía, referente a las propiedades físico -mecánicas de la subrasante para la mejora del proceso constructivo del pavimento flexible en costo, tiempo y eficiencia de maquinaria.

Instrumento de recolección de datos:

“Es evidente que los instrumentos de recolección de datos pueden ir desde los materiales de medición hasta el instrumento más sofisticado para obtener cualquier tipo de información” (Muñoz, 2015, p.186).

Los instrumentos que se utilizarán serán los registros de datos como fichas de laboratorio y fichas de observación de campo donde se recopilará información dada por los ensayos de laboratorio para realizar el diseño estructural de pavimento flexible aplicando la estabilización química con el polímero acrílico de estireno para la subrasante, Huarochirí 2021.

3.5. Procedimientos

“Es un paso a paso en el proceso de la investigación, que incluye actividades como la organización de los datos obtenidos para interpretarlos, analizarlos estadísticamente, representarlos gráficamente y contrastarlos” (Sánchez, Reyes y Mejía, 2018, p.17).

Los datos procesados tendrán diversas muestras realizadas por el estudio de suelo de la carretera LM-117, es por ello que nuestra evaluación corresponde al acceso del distrito de Antioquía.



Figura 10. Carretera LM-117.

Fuente: Elaboración Propia ,2021.

Donde se realizarán estudios basados en in situ y analizados en laboratorio de mecánica de suelos, a continuación, se relatará acerca de los procedimientos realizados por los investigadores.

Estudio de tránsito, se realizó en la ruta LM-117 de la provincia de Huarochirí se analizará el tránsito fluido de las distintas clases de vehículos, en donde se registrará mediante una ficha elaborada por el investigador para así calcular la cantidad de vehículos, durante 7 días calendarios.



Figura 11. Imagen Satelital del tramo para la evaluación de conteo vehicular.

Fuente: Google Earth, 2021.

Estudio de información topográfica para la realización de todo proyecto, es realizado por los investigadores representando gráficamente el terreno y será proyectado en un diseño topográfico, considerando mucho la escala escogida correspondiente al plano entregado. El análisis en in situ se establecerá con respecto a las formas del terreno y posibles características de la superficie terrestre, en la inspección ocular en el proyecto de investigación se evaluará las fallas o posibles erosiones en la subrasante.

Estudio de mecánica de suelos y análisis en in situ, la exploración del suelo en la carretera LM-117, es determinar las correctas ubicaciones de las calicatas siendo consideradas longitudinalmente. Con respecto al estudio de las calicatas están

representadas por el manual de carreteras de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos, en donde nos especifica de manera didáctica los números mínimos de calicatas con respecto al tipo de carretera en la zona de estudio y la profundidad al nivel de la subrasante.

Dado el estudio de suelo con respecto a las calicatas se incorporará las muestras dadas para la correcta realización en el laboratorio de mecánica de suelos, para ello se establecerá un perfil estratigráfico observando las correctas señalizaciones de las excavaciones (descripción física, profundidad y espesor de cada estrato). Para finalizar el estudio, se tiene que realizar un análisis de campo con respecto a la evaluación de las canteras y fuentes hídricas, donde se extraerán los materiales y también las fuentes de agua para su correcto uso para el mejoramiento del suelo. Por ello, el manual de carreteras de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos especifica la forma de como emplear la correcta utilización de dichos elementos siendo el área de influencia la provincia de Huarochirí.

Para los estudios de mecánica de suelos, se desarrollarán los ensayos en laboratorio donde la muestra se obtuvo de las calicatas ejecutadas, al suelo se le adicionará el polímero acrílico de estireno el cual es un estabilizador químico donde se evaluará las propiedades del comportamiento de suelo mejorado. En el manual de ensayo de materiales se detalla didácticamente los procedimientos y a continuación se mencionará los ensayos que se realizaron en el laboratorio con su nomenclatura correspondiente: Análisis Granulométrico por tamizado (MTC E107), Límite Líquido (MTC E110), Límite Plástico (MTC E111), contenido de Humedad (MTC E108), proctor Modificado (MTC E115) y ensayo de CBR (MTC – E132).

3.6. Método de análisis de la información

“Es parte del proceso de adquisición y los diferentes conocimientos acumulados de distintas fuentes. El análisis busca identificar información "útil" a partir de grandes cantidades de datos o información de interés para los usuarios” (Sanchez, Reyes y Mejia, 2018, p.65).

Los resultados dados por los ensayos de laboratorios de mecánica de suelos es alcanzar el proceso de experimentación donde se realizarán los cuadros descriptivos y Microsoft Excel (Hoja de Cálculos), siendo primordial el uso factible

para la adecuada funcionalidad en la estabilización de suelos utilizando el método de la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en la subrasante.

Finalmente, la selección de dichos elementos para la estabilización de suelos y también sin la estabilización en su forma natural, determinará si existe un incremento del CBR considerable a la subrasante y a la vez cumpliendo con las normas técnicas peruanas que corresponden.

3.7. Aspectos éticos

Es transcendental señalar que se cumplió con respetar la propiedad intelectual de los investigadores en toda la información procesada en el presente proyecto de investigación que fueron referenciadas al estilo APA, cumpliendo con todos los lineamientos instaurados por el reglamento interno de la Universidad Cesar Vallejo. Además, como futuros ingenieros tenemos la obligación de salvaguardar y promover la integridad, el honor y la dignidad de nuestra profesión, proporcionando información válida y certera, estableciendo nuestro aporte como punto inicial de información en la profundización de investigaciones futuras.

De acuerdo al código de ética del colegio de ingenieros del Perú, la ética profesional define criterios y conceptos que deben guiar la conducta profesional del ingeniero, como tal es un instrumento de autorregulación; ya que es el conjunto de normas, valores que hacen y mejoran al desarrollo de las actividades profesionales, bajo este precepto esta investigación quedará sujeta a dicho código en todos sus extremos en detalle.

IV. RESULTADOS

Para la realización del procedimiento de evaluación de la condición del pavimento (PCI) de la carretera LM-117 (112+60 km), donde la muestra a inspeccionar va desde progresiva 10+000 km hasta la progresiva 12+000 km; la carpeta asfáltica de 5 m hasta 7.50 m de ancho y 2km de largo.

PASO 1.-Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, a continuación, se hallará el número total de unidades de la sección.

$$N = \frac{Ac \times Lc}{Ar} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

N: Número total de unidades de la sección

Ac: Ancho del carril

Lc: Largo de la carretera

Ar: Área recomendada

Obteniendo un valor de 52.17, como es un número decimal, lo redondeamos a N=52.

$$N = \frac{6 \times 2000}{230} = 52.17 \cong 52 \text{ unidades}$$

PASO 2.-Con lo que el área de cada unidad se calculará con la siguiente fórmula:

$$A = \frac{\text{Ancho} \times \text{Largo}}{N} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

A: Área de la UM-01 a inspeccionar

Ancho: Ancho de la vía a inspeccionar

Largo: Largo de la vía o carretera

N: Número total de unidades de la sección

$$A = \frac{6 \times 2000}{52}$$

Teniendo un valor de área de cada unidad de muestreo de $229.95 \cong 230\text{m}^2$.

PASO 3.-Como ya se tiene el valor del número total de unidades de la sección, calculamos ahora el número mínimo de unidades a evaluar.

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \dots\dots\dots (3)$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (División de la superficie pavimentada).

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento.

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e = 5%).

σ : Desviación estándar del PCI entre las unidades. Se asume un valor de 10 para la desviación estándar para pavimentos flexible.

Recordemos que, para la primera inspección, al no contar todavía con los datos del PCI, la desviación estándar sugerida es de 10 para pavimentos flexible tal cual lo indica el Manual del PCI.

Teniendo como observación que si $n < 5$ deberán ser evaluadas todas las unidades se obtiene el valor del número mínimo de unidades de muestreo a evaluar de 13 unidades.

$$n = \frac{52 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (52 - 1) + 10^2} = 12.4 \cong 13 \text{ unidades}$$

PASO 4.-Con los valores de número total de unidades de la sección y número mínimo de unidades a evaluar, se empleará la siguiente fórmula para hallar el intervalo de muestreo.

$$i = \frac{N}{n} \dots\dots\dots (4)$$

Donde:

i: Intervalo de muestreo

N: Número total de unidades de la sección

n: Número mínimo de unidades a evaluar

$$i = \frac{52}{13} = 4$$

Utilizaremos un valor de intervalo de muestreo de 4. Así, si se elige la primera unidad para empezar, se evaluarán: (1,5,9,13,17,21,25,29,33,37,41,45,49).

Procedimiento del PCI desde la UM-01 hasta UM-13

Para la UM-01 el ancho de calzada es de 7.3m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 31.5 m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de $229.95 \cong 230 \text{ m}^2$.

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-01 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 4. Tipos de fallas visualizadas en la UM-01.

		DESNIVEL DE CARRIL/BERM A (9)	PARCHE O (11)	HUECOS (13)	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)
TOTAL	BAJA(L)	12.9			
	MEDIA(M)	5	2		
	ALTA(H)			3	89.08

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 4, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presenta cada una ellas, se mostrará la tabla N°5 de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 5. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-01.

DESNIVEL DE CARRIL/BERMA (9)		PARCHEO (11)		HUECOS (13)		DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
5	L	2	M	3	H	63	H
3.7	L					3.58	H
2.4	L					22.5	H
1.8	L						

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-01, empleando la siguiente tabla N°6:

Tabla 6. Cálculo de densidad y valor deducido UM-01.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
9	L	12.9	5.61%	3
11	M	2	0.87%	5
13	H	3	1.30%	73
19	H	89.08	38.74%	64

Fuente: Elaboración propia

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la siguiente fórmula:

$$Densidad(\%) = \frac{Tot.Falla}{Área UM-} \dots\dots\dots(5)$$

Donde:

Tot. Falla: Cantidad total del tipo de falla del pavimento flexible con su respectiva severidad.

Área UM-01: Área a inspeccionar de la unidad de muestreo 0

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 07.

Como se logra visualizar en la Tabla N°6, el valor deducido más alto es el 73. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la siguiente ecuación:

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \dots\dots\dots(6)$$

Donde:

m_i : Número máximo de valor deducido(m).

HDV_i : Valor deducido más alto.

Reemplazando en la ecuación (6), el valor deducido más alto de la tabla N°6 obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.25m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 73) = 3.25m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

Figura 12. Formato para las iteraciones del cálculo del CDV.

Fuente: Manual del PCI.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla N°7

Tabla 7. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-01.

NRO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	73	64	5	1.5	143.5	4	80
2	73	64	5	2	144	3	85
3	73	64	2	2	141	2	90
4	73	2	2	2	79	1	79

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la siguiente ecuación:

$$PCI = 100 - Max.VDC \dots \dots \dots (7)$$

El máximo valor deducido corregido para la UM-01 es de 90, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 10 y fallado respectivamente.

$$PCI = 100 - 90 = 10$$

Para la UM-02 el ancho de calzada es de 6.5m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 35.4 m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de

230m².

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-02 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 8. Tipos de fallas visualizadas en la UM-02.

PARCHEO (11)		PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		HUECOS (13)		DESPRENDIMEINT O DE AGREGADOS (19)	
CANTID AD	SEVERID AD	CANTID AD	SEVERID AD	CANTID AD	SEVERID AD	CANTID AD	SEVERID AD
3	M	70	H	2	H	162.5	H
						63	H

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 4, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 9. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-02.

TOTAL	PARCHEO (11)	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)	HUECOS (13)	DESPRENDIMEINT O DE AGREGADOS (19)
	BAJA(L)			
MEDIA(M)	3			
ALTA(H)		70	2	225.5

Fuente: Elaboración propia

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-02, se empleará la siguiente tabla:

Tabla 10. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-02.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
11	M	3	1.3%	20
12	H	70	30.4%	10
13	H	2	0.9%	50
19	H	225.5	98%	78

Fuente: Elaboración propia

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5)

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los

anexos 08. Como se logra visualizar en la Tabla N°10, el valor deducido más alto es el 78. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6). Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°10, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.02m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 78) = 3.02m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12. El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 11. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-02.

NRO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC
1	78	50	20	0.2	148.2	4	82
2	78	50	20	2	150	3	88
3	78	50	2	2	132	2	87
4	78	2	2	2	84	1	84

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7). El máximo valor deducido corregido para la UM-02 es de 88, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 12 y muy pobre-, respectivamente.

$$PCI = 100 - 88 = 12$$

Para la UM-03 el ancho de calzada es de 7m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 33 m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de 230 m². Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-03 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 12.Tipos de fallas visualizadas en la UM-03.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		HUECOS (13)		DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
35	H	1	H	84	H
37.5	H			22.5	H
				40.5	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 3, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 13.Total de fallas según la clase de severidad en la UM-03.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)	HUECOS (13)	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)
	BAJA(L)		
	MEDIA(M)	72.5	1
	ALTA(H)		147

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-01, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 14.Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-03.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	72.5	31.4%	9
13	H	1	0.4%	37
19	H	147	63.6%	73

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 09.

Como se logra visualizar en la Tabla N°14, el valor deducido más alto es el 73. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°15, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.5m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 73) = 3.5m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 15. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-03.

NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	73	37	4.5	114.5	3	70
2	73	37	2	112	2	78
3	73	2	2	77	1	77

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7).

El máximo valor deducido corregido para la UM-03 es de 78, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 22 y muy pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 78 = 22$$

Para la UM-04 el ancho de calzada es de 6m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 38.3 m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de $229.8 \cong 230m^2$.

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-04 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 16.Tipos de fallas visualizadas en la UM-04.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
45	H	78	H
42	H	52.5	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 17.Total de fallas según la clase de severidad en la UM-04.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	87	37.9%	12
19	H	130.5	56.8%	73

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-04, se empleará la siguiente tabla:

Tabla 18. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-04.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)			
	MEDIA(M)			
	ALTA(H)	87		130.5

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5)

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 10.

Como se logra visualizar en la Tabla N°17, el valor deducido más alto es el 73. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°19, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.5m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 73) = 3.5m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 19. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-04.

		PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)	DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)
TOTAL	BAJA(L)		
	MEDIA(M)		
	ALTA(H)	80	130

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7).

El máximo valor deducido corregido para la UM-04 es de 75, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 25 y muy pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 75 = 25$$

Para la UM-05 el ancho de calzada es de 5m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 46m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de 230m².

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-05 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 20. Tipos de fallas visualizadas en la UM-05.

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	73	6	79	2	50
2	73	2	75	1	75

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 21. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-05.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
35	H	75	H
45	H	40	H
		15	H

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-05, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 22. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-05.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	80	34.8%	9
19	H	130	56.5%	70

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 11.

Como se logra visualizar en la Tabla N°22, el valor deducido más alto es el 70. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°23, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.8m

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 70) = 3.8m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 23. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-05.

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	70	7.2	77.2	2	56
2	70	2	72	1	75

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7).

El máximo valor deducido corregido para la UM-05 es de 75, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 25 y muy pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 75 = 25$$

Para la UM-06 el ancho de calzada es de 5.5m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 41.8m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de $229.9 \cong 230m^2$.

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-06 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 24.Tipos de fallas visualizadas en la UM-06.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
35	H	60	H
22.5	H	30	H
25	H	110	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 25.Total de fallas según la clase de severidad en la UM-06.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)			
	MEDIA(M)			
	ALTA(H)	82		200

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-06, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 26.Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-06.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	80	35.9%	18
19	H	200	75%	75

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 12.

Como se logra visualizar en la Tabla N°26, el valor deducido más alto es el 75. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°27, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.3m

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 75) = 3.3m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 27. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-06.

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	75	5.4	80.4	2	58
2	75	2	77	1	77

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7).

El máximo valor deducido corregido para la UM-06 es de 77, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 23 y muy pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 75 = 23$$

Para la UM-07 el ancho de calzada es de 5m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 46m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de 230m².

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-07 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 28.Tipos de fallas visualizadas en la UM-07.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
30	H	75	H
18	H	50	H
		35	H
		30	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 29.Total de fallas según la clase de severidad en la UM-07.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)	MEDIA(M)	ALTA(H)	
			48	190

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-07, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 30.Cálculo de densidad y valor deducido UM-07.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	48	20.9%	9
19	H	190	77%	77

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 13.

Como se logra visualizar en la Tabla N°30 el valor deducido más alto es el 77. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°31, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.1m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98}(100 - 77) = 3.1m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 31. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-07.

NRO		VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	77	0.9		77.9	2	57
2	77	2		79	1	79

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7)

El máximo valor deducido corregido para la UM-07 es de 79, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 21 y muy pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 79 = 23$$

Para la UM-08 el ancho de calzada es de 5m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 46m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de 230m²

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-08 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 32. Tipos de fallas visualizadas en la UM-08.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
22.5	H	50	H
45	H	52.5	H
		50	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 33. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-08.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)			
	MEDIA(M)			
	ALTA(H)	67.5		152.5

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-08, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 34. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-08.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	67.5	29.3%	9
19	H	152.5	66.3%	73

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5). Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 14.

Como se logra visualizar en la Tabla N°34, el valor deducido más alto es el 73. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6)

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°35, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.5m

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - 73) = 3.5m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 35. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-08.

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	73	4.5	77.5	2	56
2	73	2	75	1	75

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7).

El máximo valor deducido corregido para la UM-08 es de 75, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 25 y muy pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 75 = 25$$

Para la UM-09 el ancho de calzada es de 5m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 46m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de 230m².

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-09 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 36. Tipos de fallas visualizadas en la UM-09.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
21	H	40	H
31.5	H	20	H
25		17.5	H
		13.5	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 37. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-09.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)			
	MEDIA(M)			
	ALTA(H)	77.5		91

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-09, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 38. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-09.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	77.5	33.7%	18
19	H	91	39.6%	77

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 15.

Como se logra visualizar en la Tabla N°38, el valor deducido más alto es el 77. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°40, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.1m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - 77) = 3.1m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 39. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-09.

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	77	1.8	78.8	2	57
2	77	2	79	1	79

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7).

El máximo valor deducido corregido para la UM-09 es de 79, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 25 y muy pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 79 = 25$$

Para la UM-10 el ancho de calzada es de 7m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 33m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de 230m². Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-10 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 40. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-09.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
66	H	18	H
70	H	45	H
20		55	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 41. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-10.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	156	67.5%	16
19	H	118	51.1%	70

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-10: Se empleará la siguiente tabla:

Tabla 42. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-10.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)			
	MEDIA(M)			
	ALTA(H)	156		118

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 16.

Como se logra visualizar en la Tabla N°42, el valor deducido más alto es el 70. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6)

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°43, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.8m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - 70) = 3.8m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°11.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 43. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-10

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	70	12.8	82.8	2	60
2	70	2	72	1	72

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7)

El máximo valor deducido corregido para la UM-10 es de 72, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 28 y pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 72 = 28$$

Para la UM-11 el ancho de calzada es de 7.3m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 31.5m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de $229.95 \cong 230m^2$.

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-11 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 44. Tipos de fallas visualizadas en la UM-11.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
17.5	H	50	H
37.5	H	54	H
19.5		22.5	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 45. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-11.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	74.5	32.4%	9
19	H	126.5	55%	70

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-11, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 46. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-11.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)			
	MEDIA(M)			
	ALTA(H)	74.5		126.5

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 17.

Como se logra visualizar en la Tabla N°46, el valor deducido más alto es el 70. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°47, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.8m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - 70) = 3.8m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 47. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-11.

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	70	7.2	77.2	2	54
2	70	2	72	1	72

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7).

El máximo valor deducido corregido para la UM-11 es de 72, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 28 y pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 72 = 28$$

Para la UM-12 el ancho de calzada es de 5.5m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 41.8m obteniendo un área a inspeccionar para esta unidad de $229.9 \cong 230\text{m}^2$. Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-12 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 48. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-11.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
38.5	H	42	H
22.5	H	27.5	H
28		22	H
		20	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 49. Total de fallas según la clase de severidad en la UM-12.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	89	38.7%	10
19	H	111.5	48.5%	70

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-12, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 50. Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-12.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)			
	MEDIA(M)			
	ALTA(H)	89		111.5

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 18.

Como se logra visualizar en la Tabla N°51, el valor deducido más alto es el 70. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°51, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.8m.

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - 70) = 3.8m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 51. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-12.

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	70	8	78	2	56
2	70	2	72	1	72

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7).

El máximo valor deducido corregido para la UM-12 es de 72, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 28 y pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 72 = 28$$

Para la UM-13 el ancho de calzada es de 5m, y de acuerdo a la figura N°8, longitudes de unidades de muestreo asfálticas, la longitud que le corresponde a este ancho es de 46m obteniendo un área para esta unidad de 230m².

Los tipos de fallas que se logró inspeccionar en esta UM-13 se describirán en la siguiente tabla:

Tabla 52.Tipos de fallas visualizadas en la UM-13.

PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
CANTIDAD	SEVERIDAD	CANTIDAD	SEVERIDAD
60	H	50	H
17.5	H	31.5	H
15		50	H

Fuente: Elaboración propia.

Obteniendo un total de las cantidades de fallas de 2, agrupándose de acuerdo al grado de severidad que presentan cada una ellas, se mostrará la tabla de fallas con sus respectivas severidades.

Tabla 53.Total de fallas según la clase de severidad en la UM-13.

TOTAL	PULIMIENTO DE AGREGADOS (12)		DESPRENDIMEINTO DE AGREGADOS (19)	
	BAJA(L)			
	MEDIA(M)			
	ALTA(H)	92.5		131.5

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, realizaremos los siguientes cálculos para hallar el PCI en la UM-13, donde se empleará la siguiente tabla:

Tabla 54.Cálculo de densidad y valor deducido en la UM-13.

TIPO DE DAÑO	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
12	H	92.5	40.2%	11
19	H	131.5	57.5%	73

Fuente: Elaboración propia.

Donde la densidad de cada tipo de falla se halla empleando la ecuación (5).

Y los valores deducidos de cada densidad (%) de acuerdo al tipo de falla, se hallará con las respectivas curvas para pavimentos asfálticos que se visualizarán en los anexos 19.

Como se logra visualizar en la Tabla N°54, el valor deducido más alto es el 73. Ahora se tiene que hallar el número máximo de valor deducido VD (m), empleando la ecuación (6).

Reemplazando el valor deducido más alto de la tabla N°55, obtenemos un número máximo de valor deducido de 3.5m

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} (100 - 73) = 3.5m$$

Por consiguiente, se procederá a realizar los cálculos para hallar el máximo valor deducido, dónde se recurrirá al Manual del PCI para emplear el formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV, que se puede visualizar en la figura N°12.

El formato para las iteraciones del cálculo del CDV, lo emplearemos en la siguiente tabla:

Tabla 55. Interacciones para el cálculo del CDV en la UM-13.

NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	73	5.5	78.5	2	56
2	73	2	75	1	75

Fuente: Elaboración propia.

Por lo tanto, al tener el dato del máximo valor deducido corregido se hallará el valor del PCI, que se va a calcular con la ecuación (7). El máximo valor deducido corregido para la UM-13 es de 75, por lo tanto, el índice de condición de pavimento (PCI) y condición del pavimento, para esta unidad es de 25 y muy pobre respectivamente.

$$PCI = 100 - 75 = 25$$

Tabla 56.Resultados del PCI de las 13 unidades de muestreo.

N°	UNIDAD DE MUESTREO	PCI	CONDICION DEL PAVIMENTO
01	UM - 01	10	Fallado
02	UM - 02	12	Muy Pobre
03	UM - 03	22	Muy Pobre
04	UM - 04	25	Muy Pobre
05	UM - 05	25	Muy Pobre
06	UM - 06	23	Muy Pobre
07	UM - 07	21	Muy Pobre
08	UM - 08	25	Muy Pobre
09	UM - 09	21	Muy Pobre
10	UM - 10	28	Pobre
11	UM - 11	28	Pobre
12	UM - 12	28	Pobre
13	UM - 13	25	Muy Pobre
PROMEDIO (UM -1 hasta UM - 13)		22	MUY POBRE

Fuente: Elaboración propia.

Concluyendo que se requiere un proceso de reconstrucción en la carretera LM-117.

Tabla 57. Estrategia de tratamiento de acuerdo a los resultados del PCI.

PCI	CALIFICACIÓN GENERAL		ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO
86 - 100	EXCELENTE		Preservación
71 - 85	MUY BUENO		
56 - 70	BUENO		Rehabilitación
41 - 55	REGULAR		
26 - 40	POBRE		Reconstrucción
11 - 25	MUY POBRE		
0 - 10	FALLADO		

Fuente: Elaboración propia.

El lugar de la extracción de la muestra estudiada para ser procesada con el polímero de acrílico estireno se encuentra ubicada en la carretera LM-117 dirección al distrito de Antioquía. A continuación, se detallará las fotografías del lugar de exploración de las calicatas.



Figura 13. Identificación de las calicatas.

Fuente: Google Earth.



Figura 14. Ubicación de la calicata.

Fuente: Elaboración propia.

Este proceso de excavación se realizó con herramientas de una barreta y pala en la zona, donde se tomó las medidas en campo y sus respectivas coordenadas donde el manual de carreteras de suelos, geología, geotecnia y pavimentos mencionado permitirá el análisis adecuado de las calicatas juntamente relacionado al estudio de tráfico en la zona, es por ello que nuestro proyecto es un caso de pre

factibilidad donde se evaluará de cada 2.0 km por 2 calicatas. A continuación, se mencionará las progresivas.

Tabla 58.Coordenadas de calicatas.

N° Calicata	Norte	Este	Profundidad
C-01	310059.0 m	8666172.0 m	1.50
C-02	310241.0 m	8666893.0 m	1.50

Fuente: Elaboración Propia.

Mediante esta investigación de suelo se logró establecer cuantitativamente las dimensiones de las partículas del suelo, donde se estableció distintos tamaños de tamices en la ejecución del ensayo. Se mostrará los resultados obtenidos a partir de los ensayos de granulometría de la calicata N°01:

Tabla 59.Datos de ensayos granulométrico C-01.

TAMIZ	ABERTURA (MM)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	75.000	100
2 1/2"	62.000	100
2"	50.000	100
1 1/2"	37.500	98.40
1"	25.000	97.00
3/4"	19.000	96.40
1/2"	12.000	95.30
3/8"	9.500	94.60
N°4	4.750	91.10
N°10	2.000	78.30
N°20	0.850	50.60
N°40	0.425	27.40
N°60	0.250	18.70
N°140	0.106	14.50
N°200	0.075	13.20

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 60. Descripción de la Granulométrica C-01.

DESCRIPCIÓN	
Zona	LM-117 / C-1
Muestra	Subrasante
Grava	8.9%
Arena	77.9%
Finos	13.20%
SUCS	SM – Arena Limosa
AASHTO	A-1-b (0)
L. Líquido	N.P
L. Plástico	N.P
I.Plasticidad	N.P

Fuente: Elaboración Propia.

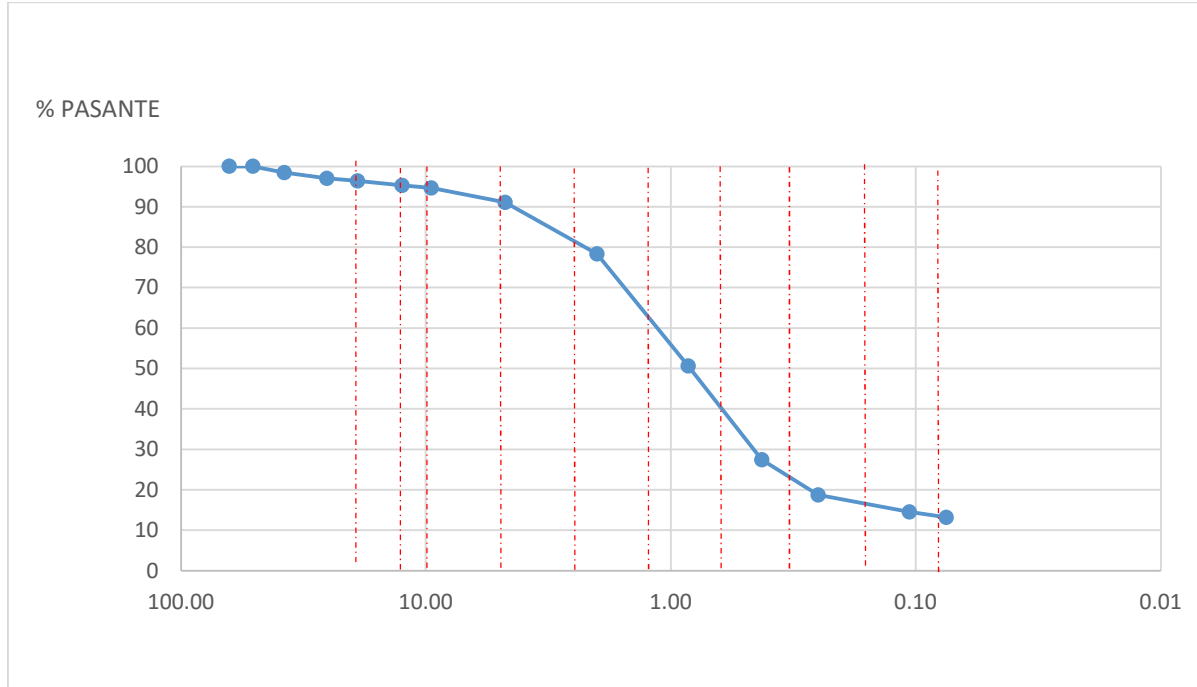


Figura 15. Curva granulométrica Calicata N°01.

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis granulométrico fue ejecutado por el método de tamizado cumpliendo con las normas establecida de MTC E 107, donde se determinó las dimensiones del suelo. Dado a este análisis granulométrico se pueden obtener los parámetros, dentro de la clasificación SUCS se determinó que es una arena limosa y por otro lado en clasificación AASHTO se determinó que pertenece al grupo A-1-b (0), donde no presenta límites de consistencia. El segundo análisis granulométrico logró establecer cuantitativamente las dimensiones de las partículas del suelo, donde se estableció distintos tamaños de tamices para la ejecución de este ensayo. Se mostrará los resultados obtenidos a partir de los ensayos de granulometría de la calicata N°02:

Tabla 61.Datos de ensayos granulométrico C-02.

TAMIZ	ABERTURA (MM)	PORCENTAJE QUE PASA
3"	75.000	100
2 1/2"	62.000	100
2"	50.000	100
1 1/2"	37.500	100
1"	25.000	99.00
3/4"	19.000	97.80
1/2"	12.000	96.90
3/8"	9.500	95.90
N°4	4.750	88.30
N°10	2.000	71.70
N°20	0.850	52.20
N°40	0.425	34.30
N°60	0.250	23.60
N°140	0.106	15.00
N°200	0.075	12.80

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 62. Descripción de la Granulométrica C-02.

DESCRIPCIÓN	
Zona	LM-117 / C-1
Muestra	Subrasante
Grava	11.70%
Arena	75.50%
Finos	12.80%
SUCS	SM – Arena Limosa
AASHTO	A-1-b (0)
L. Líquido	N. P
L. Plástico	N. P
I. Plasticidad	N. P

Fuente: Elaboración Propia.

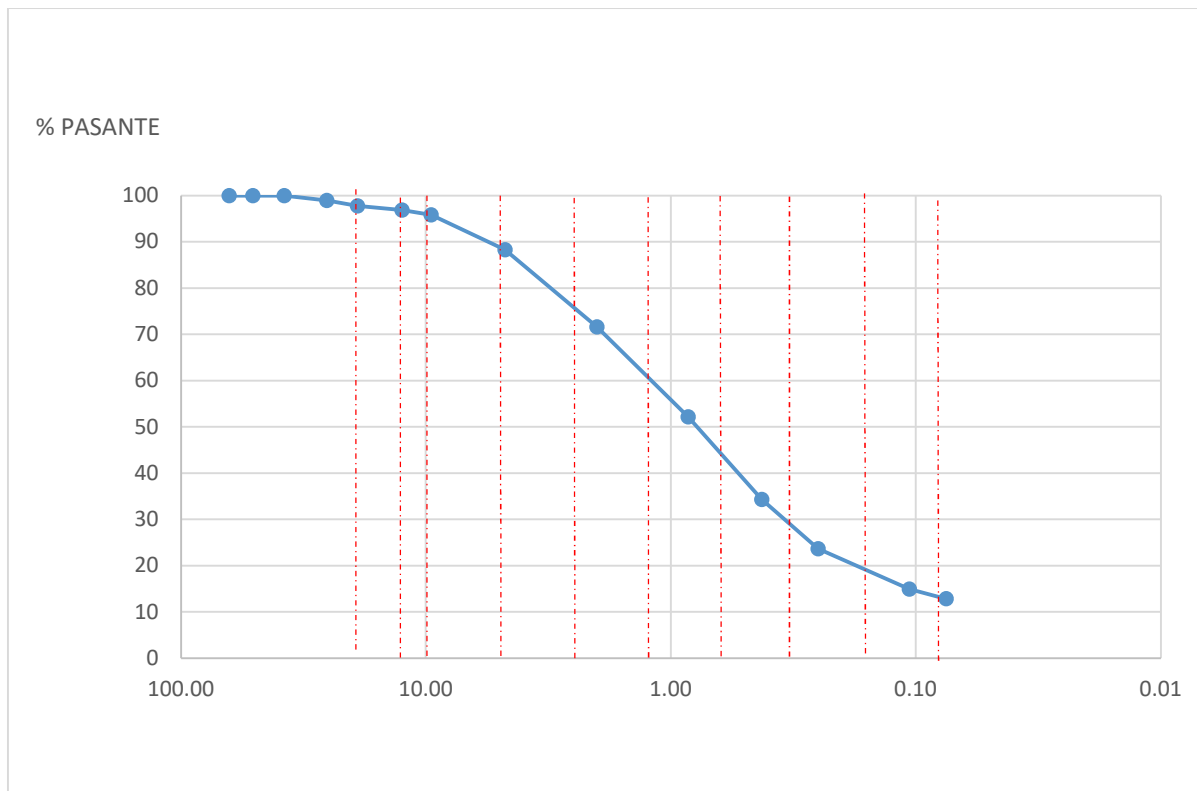


Figura 16. Curva granulométrica Calicata N°02.

Fuente: Elaboración Propia.

El análisis granulométrico fue ejecutado por el método de tamizado cumpliendo con las normas establecida de MTC E 107, donde se determinó las dimensiones del suelo. Dado a este análisis granulométrico se pudo obtener los parámetros dentro de la clasificación SUCS se determinó que es una arena Limosa y por otro lado en la clasificación AASHTO pertenece al grupo A-1-b (0), donde no presenta límite de consistencia en este caso.

En el proceso de los resultados del contenido humedad, se procedió primero en dejar la muestra a la intemperie para así evitar errores en los resultados. Luego se llevará el suelo húmedo en un horno controlado con temperatura $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$, aproximadamente 24 horas hasta ver el resultado óptimo.



*Figura 17.*Proceso de contenido de humedad de la muestra.

Fuente: Elaboración Propia.

En el ensayo de contenido de humedad se analizaron las 2 muestras obtenidas de las calicatas, dando unos promedios de cada suelo estudiado en la figura 18. Donde se cumplió con el manual de ensayos de materiales de MTC E 108 a continuación, se detallará los resultados dados:

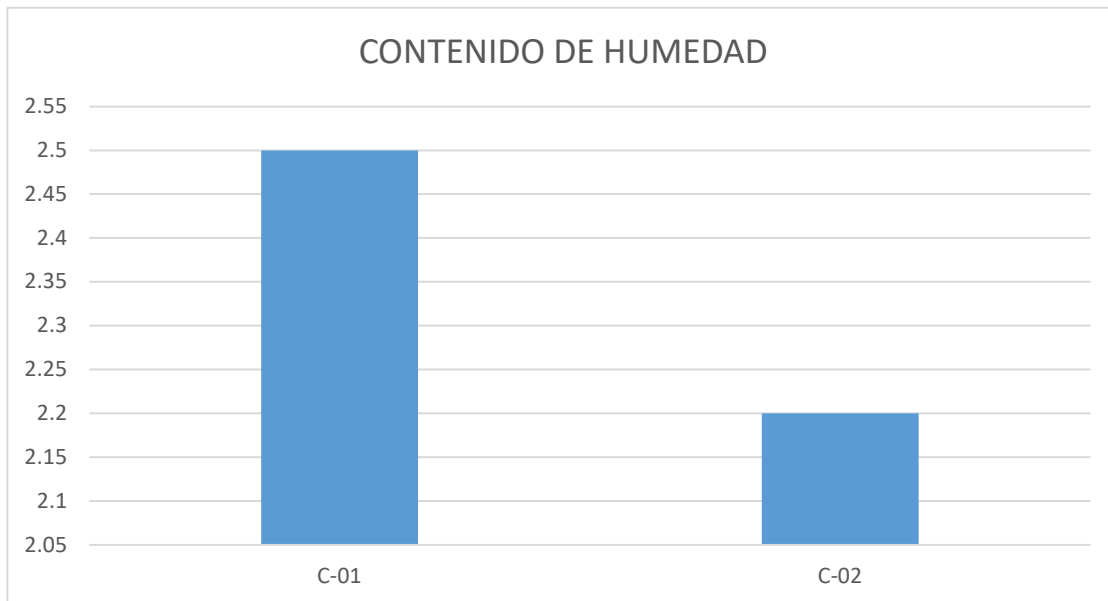


Figura 18. Resultados de las muestras.

Fuente: Elaboración Propia.

El peso unitario del suelo tendrá un valor importante en el cálculo para realizar el proceso de dosificación del polímero acrílico de estireno, para ello se tendrá que pesar el molde con el suelo, donde a continuación se mostrará los datos tomados:

$$P_u = \frac{P_s}{V} = \frac{4265.7}{2830c} = 1.507 \text{ g/cm}^3 = 1507 \text{ kg/m}^3$$

P_u= Peso unitario.

P_s= Peso de material suelto.

V= Volumen.

Para la aplicación del polímero acrílico de estireno se tiene que realizar los cálculos en gabinete para la correcta adición del polímero en pesos o volúmenes, influyendo la cantidad de muestra a utilizar para dicha preparación. En la descripción de este polímero se emplea de cuatro litros por metro cúbico, donde es recomendable realizar un previo análisis debido a la adecuación de los suelos con este aditivo en sus diferentes volúmenes.

Se realizó la elaboración de dos calicatas teniendo como conclusión que ambas poseen el mismo tipo de suelo siendo arena limosa, evaluando la muestra C-02,

luego se procedió a realizar el trabajo de dosificación teniendo en cuenta el peso unitario del suelo, para ello se observará los procesos de la siguiente forma.

La dosificación de 4.2 Lt/m³:

$$\begin{array}{l} 1507 \text{ kg} \text{ ----- } 4.2 \text{ Lt} \\ 6 \text{ kg} \text{ ----- } x \\ X = 0.01672 \text{ Lt} \rightarrow 16.72 \text{ ml} \end{array}$$

16.72 ml es la cantidad de polímero para la muestra de 6 kg a una dosificación del 4.2 Lt/m³ para el ensayo de proctor modificado para CBR.

La dosificación de 6.1 Lt/m³:

$$\begin{array}{l} 1507 \text{ kg} \text{ ----- } 6.1 \text{ Lt} \\ 6 \text{ kg} \text{ ----- } x \\ X = 0.0243 \text{ Lt} \rightarrow 24.30 \text{ ml} \end{array}$$

24.30 ml es la cantidad de polímero para la muestra de 6kg a una dosificación del 6.1 Lt/m³ para el ensayo de proctor modificado para CBR.

La dosificación de 8.2 Lt/m³:

$$\begin{array}{l} 1507 \text{ kg} \text{ ----- } 8.2 \text{ Lt} \\ 6 \text{ kg} \text{ ----- } x \\ X = 0.0326 \text{ Lt} \rightarrow 32.60 \text{ ml} \end{array}$$

32.60 ml es la cantidad de polímero para la muestra de 6kg a una dosificación del 8.2 Lt/m³ para el ensayo de proctor modificado para CBR.

El proceso de compactación está señalado con respecto al ensayo del proctor modificado para CBR que es un ensayo utilizado para establecer distintos resultados de la máxima densidad seca y contenido de humedad óptima, siguiendo las normas vigentes del MTC – E 115. Los ensayos de proctor modificado para CBR fueron ejecutados en la muestra C-02 donde se estableció ensayos sin la adición

del aditivo y así como también con las siguientes dosificaciones de 4.2 Lt/m³, 6.1 Lt/m³ y 8.2 Lt/m³. En donde en la siguiente tabla se presentará los resultados:

Tabla 63. Resultados del Ensayo Proctor.

MUESTRA C-02			
Ensayo	Dosis (Lt/m ³)	M.D.S (gr/cc)	O.C.H (%)
Proctor Modificado	0.00	2.233	7.60
	4.20	2.236	8.00
	6.10	2.233	7.60
	8.20	2.247	8.00

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla anterior se puede mostrar los resultados de proctor de la muestra C-02 sin aditivo y con aplicación de las dosificaciones del aditivo correspondiente. Si logramos analizar el mayor contenido de dosis del polímero acrílico de estireno, la máxima densidad seca tiene un ligero incremento que el resto, esto demuestra que si el material logra mayor compactación por el número de pasadas con el rodillo vibratorio; será influyente en el aumento de agua para determinar el óptimo contenido de humedad del material.

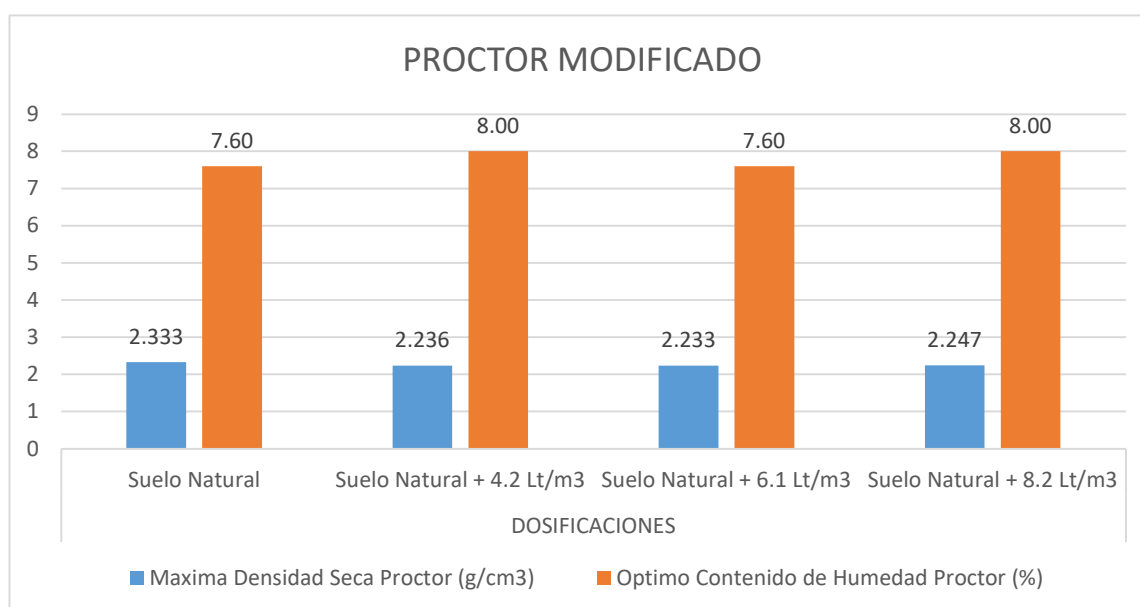


Figura 19. Resumen de resultados de Proctor Modificado.

Fuente: Elaboración Propia.

Este ensayo de CBR (California Bearing Ratio) establece la garantía del polímero acrílico de estireno, ya que determinará el aumento de la capacidad de carga de la muestra del suelo al añadir el aditivo. Para ello la muestra de suelo C-02 se ensayará con las dosificaciones de 4.2 Lt/m³, 6.1 Lt/m³ y 8.2 Lt/m³ y los valores serán determinados ante condiciones desfavorables.

En el suelo sin aditivo de la muestra C-02 para poder analizar más adelante los resultados comparando las muestras ensayadas con el aditivo de polímero acrílico de estireno. En la siguiente tabla se detallará las muestras sumergidas, donde se obtuvo un CBR aceptable, dando detalles que aportaría como material de afirmado a distintas zonas.

Tabla 64. Resultados de la muestra sin aditivo.

Ensayo	MUESTRA C-02	
	100%	95%
	M.D. S	M.D. S
CBR Muestra	43.00	27.00

Fuente: Elaboración Propia.

En la muestra C-02 se emplearon porcentajes distintos, para ello se analizó con la dosificación de polímero de 4.2 Lt/m³, en el desarrollo del ensayo de CBR tiene como propiedad aumentar considerablemente la capacidad portante del suelo teniendo en cuenta el análisis granulométrico que determina que es un suelo SM-arena limosa. Según los detalles de las especificaciones del polímero una vez se proceda a realizar el mezclado con el material y su respectiva compactación, la carretera puede abrirse al tránsito luego de 2 horas de haber realizado el proceso de compactación.

Este aditivo posee una ventaja a comparación de los aditivos químicos que requieren un proceso de curado de la capa compactada entre 48 a 72 horas, donde se empleará un porcentaje de adición de cemento portland.

Para el ensayo de la muestra C-02 se procedió al secado a la intemperie debido que la propiedad del polímero acrílico de estireno tiene que adherirse al suelo durante 4 días aproximadamente para así tener resultados óptimos al realizar el

análisis, posteriormente la muestra se sumerge a condiciones saturadas durante un periodo de cuatro días. En la tabla 65, los valores obtenidos al emplear el polímero acrílico de estireno, es evidente el incremento del CBR de la muestra del suelo con una dosificación de 4.2 Lt/m³ al 100% y 95 % de la máxima densidad seca.

Tabla 65. Resultados de la muestra con aditivo de 4.2 Lt/m³.

MUESTRA C-02		
	100%	95%
Ensayo	M.D. S	M.D. S
CBR Muestra + 4.2 Lt/m ³	46.00	30.00

Fuente: Elaboración Propia.

Para el ensayo de la muestra C-02 empleando la dosificación de 6.1 Lt/m³, con los resultados obtenidos del proctor donde se procedió a realizar de acuerdo a los lineamientos que indica la norma de ensayos de materiales, para ello luego de hacer el proceso de compactación se realizara el secado a la intemperie debido a que la propiedades del polímero acrílico de estireno tiene que adherirse al suelo durante 4 días aproximadamente para así tener resultados óptimos al realizar el análisis, posteriormente la muestra se sumerge a condiciones saturadas durante un periodo de cuatro días. En la tabla 66 el valor obtenido al emplear el polímero acrílico de estireno es evidente el incremento del CBR de la muestra del suelo con una dosificación de 6.1 Lt/m³ al 100% y 95 % de la máxima densidad seca.

Tabla 66. Resultados de la muestra con aditivo 6.1 Lt/m³.

MUESTRA C-02		
	100%	95%
Ensayo	M.D. S	M.D. S
CBR Muestra + 6.1 Lt/m ³	49.00	31.70

Fuente: Elaboración Propia.

Para el ensayo de la muestra C-02 empleando la dosificación de 8.2 Lt/m³ con los resultados obtenidos del Proctor se procedió a realizar el ensayo de CBR de

acuerdo a los lineamientos que indica la norma de ensayos de materiales, luego de ejecutar el proceso de compactación se realizará el secado a la intemperie debido a que la propiedades del polímero acrílico de estireno tiene que adherirse al suelo durante 4 días aproximadamente para así tener resultados óptimos al realizar el análisis, posteriormente la muestra se sumerge a condiciones saturadas durante un periodo de cuatro días. En la tabla 67 los valores obtenidos al emplear el polímero acrílico estireno, es evidente el incremento del CBR de la muestra del suelo con una dosificación de 8.2 Lt/m³ al 100% y 95 % de la máxima densidad seca.

Tabla 67.Resultados de la muestra con aditivo 8.2 Lt/m³.

MUESTRA C-02		
Ensayo	100% M.D. S	95% M.D. S
CBR Muestra + 6.1 Lt/m ³	54.00	35.30

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente figura, se visualizará los resultados del CBR:

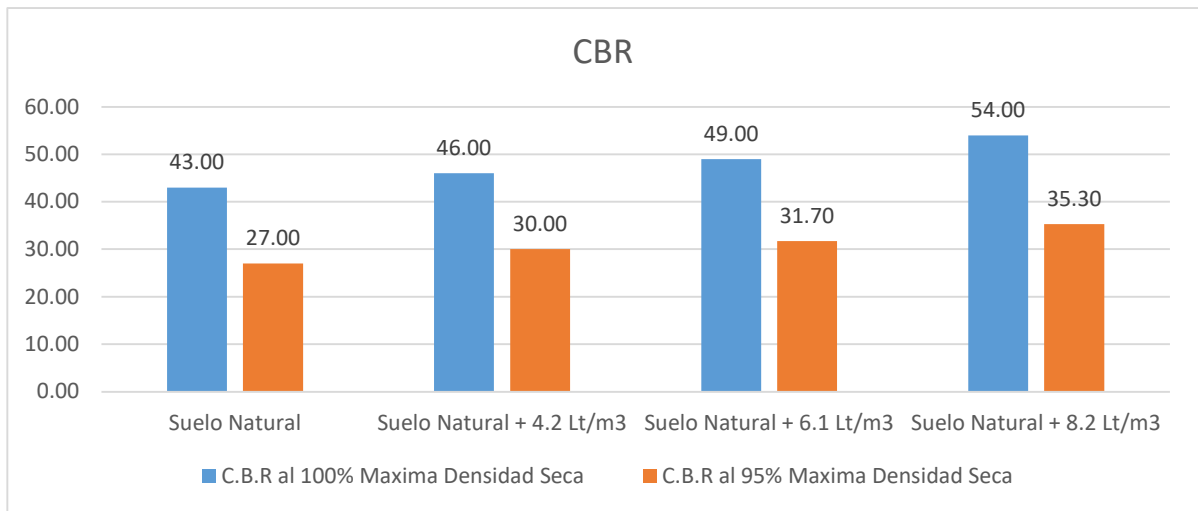


Figura 20.Resumen de los resultados de las dosificaciones de CBR.

Fuente: Elaboración Propia.

La ubicación de estudio fue en la carretera LM-117 Huarochirí, colindando con el hospedaje Kankay Resort donde se estableció el análisis de tráfico en la zona y el conteo vehicular teniendo como herramienta el formato de tránsito para así ser procesada la información. El horario de inspección ocular en el lugar se estableció a partir de las 7:00 de la mañana hasta las 19:00 de la noche durante un tiempo prolongado de 7 días donde los conteos son de ambos sentidos siendo de una sola vía con dirección Antioquía y la otra con dirección a Cieneguilla, debido a la pandemia que se atraviesa a nivel nacional y global se tuvo que omitir el día domingo el conteo vehicular. Los datos obtenidos se detallarán a continuación en una tabla de resumen.



Figura 21. Análisis de Conteo Vehicular.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 68. Evaluación Vehicular de la Zona de Estudio.

ESTUDIO DE TRAFICO								
Tramo:	LM 117 Huarochirí – Colindando con el Hospedaje Kankay							
Vehiculos \ Días	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Total
	Autos	75	80	68	72	76	100	0
Station wagon	22	26	21	29	31	30	0	159
Pick Up	60	73	86	92	120	180	0	611
Panel	2	3	5	6	4	6	0	26
Rural combi	36	43	39	40	47	50	0	255
Micro	2	3	2	5	4	6	0	22
Camión 2E	10	8	13	15	19	23	0	88
Camión 3E	1	0	2	1	3	5	0	12
Total	208	236	236	260	304	400	0	

Fuente: Elaboración propia.

En el proceso del cálculo de tránsito se tendrá que tomar en cuenta la tasa de crecimiento donde se aplicará una fórmula de progresión geométrica donde el análisis será mediante valores presentados por el ministerio de transporte y comunicación dándonos valores referenciales de lima provincia, los vehículos ligeros de 1.45% tasa de crecimiento y vehículos pesados 3.07% tasa de crecimiento. Por otro lado, el tiempo de estudio de pavimento flexible tendrá su demora previo análisis de estudio de aproximadamente 4 años. A continuación, se aplicará la siguiente formula:

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

Donde:

T_n= Transito previsto veh/día

T_o= Transito actual veh/día

n= Periodo de proyección del pavimento flexible

r= Tasa de crecimiento

Tabla 69.Ejes equivalentes de los vehículos.

TIPO DE VEHICULO	IMDA	TIPO	NUMERO	CARGA	"f" P. FLEXIBLE	f. IMDA FLEXIBLE	
	2024	EJE	LLANTAS	EJE TN			
VEHICULOS LIGEROS	Autos	491.79	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.2591799
		491.79	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.2591799
	S.wagon	166.02	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.08749385
		166.02	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.08749385
	Pick Up	637.97	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.33621851
		637.97	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.33621851
	Panel	27.15	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.01430717
		27.15	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.01430717
	Rural	266.25	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.14032033
		266.25	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.14032033
	Micros	22.97	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.01210607
		22.97	SIMPLE	2	1	0.000527017	0.01210607
CAMION	2E	96.356	SIMPLE	2	7	1.265366749	121.925885
		96.356	SIMPLE	4	11	7.716049383	743.488917
	3E	13.139	SIMPLE	2	7	1.265366749	16.6262571
		13.139	TANDEM	8	18	2.187979048	28.7489001
Total							912.489211

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 70. Resultados del Esal de Pavimento.

PAVIMENTO FLEXIBLE			
Tasa anual de crecimiento Vehículos pesados	r:		3.07
Tiempo de vida útil de pavimento (años)	n:		20
Factor Fca vehículos pesados	$\text{Factor Fca} = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$	Fca:	27.06

N° de calzadas, sentidos y carriles por sentido

			1 calzada, 2 sentidos, 1 carril por sentido
Factor direccional * Factor carril (Fd*Fc)	Fc*Fd		0.5
Numero de ejes equivalentes (ESAL) #EE= 365 * (∑f. IMDA) *Fd*Fc*Fca	ESAL		4506702.54

Fuente: Elaboración Propia

El módulo de resiliencia (Mr) es la rigidez del suelo para la subrasante, en el cual se utilizará el manual de las carreteras (Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos) brindándonos una ecuación que correlaciona el Mr – CBR, dónde se expresa lo siguiente:

$$Mr = 2555 \times CBR^{0.64}$$

Tabla 71. Módulo de resiliencia para diseño estructural de pavimento flexible.

TRATAMIENTO	CBR (%)	Mr (Psi)
Subrasante de suelo natural	43.00	28,367.00
Subrasante con Polímero Acrílico de Estireno (4.2 Lt/m ³)	46.00	29,618.00
Subrasante con Polímero Acrílico de Estireno (6.1 Lt/m ³)	49.00	30,840.00
Subrasante con Polímero Acrílico de Estireno (8.2 Lt/m ³)	54.00	32,819.00

Fuente: Elaboración Propia.

Es la representación de una probabilidad que establece la estructura su comportamiento sin presentar fallas estructurales en el pavimento durante su período de diseño, dónde se seleccionará el nivel de confiabilidad del 85.00% para el diseño del pavimento flexible, como se muestra en la figura 22.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		NIVEL DE CONFIABILIDAD (R)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{P0}	100,000	150,000	65%
	T _{P1}	150,001	300,000	70%
	T _{P2}	300,001	500,000	75%
	T _{P3}	500,001	750,000	80%
	T _{P4}	750,001	1,000,000	80%
Resto de Caminos	T _{P5}	1,000,001	1,500,000	85%
	T _{P6}	1,500,001	3,000,000	85%
	T _{P7}	3,000,001	5,000,000	85%
	T _{P8}	5,000,001	7,500,000	90%
	T _{P9}	7,500,001	10'000,000	90%
	T _{P10}	10'000,001	12'500,000	90%
	T _{P11}	12'500,001	15'000,000	90%
	T _{P12}	15'000,001	20'000,000	95%
	T _{P13}	20'000,001	25'000,000	95%
	T _{P14}	25'000,001	30'000,000	95%
	T _{P15}		>30'000,000	95%

Figura 22. Valores recomendados de nivel de confiabilidad.

Fuente: MTC – Suelos, geología, geotecnia y pavimentos. R.D N°10-2014-MTC/114.

En este caso el valor de confiabilidad se determinará para un agregado de datos en una distribución normal para que el período de diseño se ejecute de mejor forma en las condiciones de tráfico y condiciones ambientales, siendo el $Z_r = -1.036$ como se muestra en la Figura 23.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Zr)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T ₁₀	100,001	150,000	-0.385
	T ₁₁	150,001	300,000	-0.524
	T ₁₂	300,001	500,000	-0.674
	T ₁₃	500,001	750,000	-0.842
	T ₁₄	750,001	1,000,000	-0.842
Resto de Caminos	T ₁₅	1,000,001	1,500,000	-1.036
	T ₁₆	1,500,001	3,000,000	-1.036
	T ₁₇	3,000,001	5,000,000	-1.036
	T ₁₈	5,000,001	7,500,000	-1.282
	T ₁₉	7,500,001	10'000,000	-1.282
	T ₂₀	10'000,001	12'500,000	-1.282
	T ₂₁	12'500,001	15'000,000	-1.282
	T ₂₂	15'000,001	20'000,000	-1.645
	T ₂₃	20'000,001	25'000,000	-1.645
	T ₂₄	25'000,001	30'000,000	-1.645
	T ₂₅	>30'000,000		-1.645

Figura 23. Coeficiente estadístico desviación estándar normal (Zr).

Fuente: MTC – Suelos, geología, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

La desviación estándar combinada, este valor numérico toma en cuenta con respecto el manual de MTC adopta valores para el pavimento flexible donde oscilan desde 0.40 hasta 0.50, donde nuestra investigación se adaptará a un valor

referencial de 0.45 como recomienda la norma de suelos, geología, geotecnia y pavimentos.

El índice de serviciabilidad, representa el confort de circulación brindada al usuario, sus valores oscilan de 0 a 5 siendo el número máximo la parte ideal y el menor el más desfavorable. De acuerdo al manual de MTC suelos y pavimentos se determinará el valor de serviciabilidad inicial (PI) será de 4.00 y por otro lado serviciabilidad final (Pt) será de 2.50, siendo la diferencia de serviciabilidad de 1.50 estos valores están referenciados a los ejes equivalentes acumulados.

TIPO DE CAMINOS	TRAFICO	EJES EQUIVALENTES ACUMULADOS		DIFERENCIAL DE SERVICIABILIDAD (Δ PSI)
Caminos de Bajo Volumen de Tránsito	T _{F1}	150,001	300,000	1.80
	T _{F2}	300,001	500,000	1.80
	T _{F3}	500,001	750,000	1.80
	T _{F4}	750,001	1,000,000	1.80
Resto de Caminos	T _{F5}	1,000,001	1,500,000	1.50
	T _{F6}	1,500,001	3,000,000	1.50
	T _{F7}	3,000,001	5,000,000	1.50
	T _{F8}	5,000,001	7,500,000	1.50
	T _{F9}	7,500,001	10,000,000	1.50
	T _{F10}	10,000,001	12,500,000	1.50
	T _{F11}	12,500,001	15,000,000	1.50
	T _{F12}	15,000,001	20,000,000	1.20
	T _{F13}	20,000,001	25,000,000	1.20
	T _{F14}	25,000,001	30,000,000	1.20
	T _{F15}		>30,000,000	1.20

Figura 24. Diferencia de Serviabilidad (Δ Psi) según rango de tráfico.

Fuente: MTC – Suelos, geología, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

El coeficiente drenaje está calificado dentro del diseño del pavimento como un factor que altera al coeficiente de las capas y proporciona con el tiempo la saturación de acuerdo a la calidad drenaje en las secciones de la estructura del pavimento, el coeficiente drenaje para la capa base y sub base donde el asumido fue de 1.00 (m2, m3).

Tabla 72. Valores recomendados del coeficiente de drenaje (mi).

Calidad del Drenaje	P=% Del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación.			
	Menor que 1%	1% - 5%	5% - 25%	Mayor que 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Bueno	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Muy pobre	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: MTC – Suelos, geología, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

COMPONENTE DEL PAVIMENTO	COEFICIENTE	VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm)	OBSERVACIÓN
CAPA SUPERFICIAL			
Carpeta Asfáltica en Caliente, módulo 2,965 MPa (430,000 PSI) a 20 oC (68 oF)	a_1	0.170 / cm	Capa Superficial recomendada para todos los tipos de Tráfico
Carpeta Asfáltica en Frío, mezcla asfáltica con emulsión.	a_1	0.125 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Micropavimento 25mm	a_1	0.130 / cm	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 1'000,000$ EE
Tratamiento Superficial Bicapa.	a_1	0.250 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8%; y, en vías con curvas pronunciadas, curvas de volteo, curvas y contracurvas, y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
Lechada asfáltica (slurry seal) de 12mm.	a_1	0.150 (*)	Capa Superficial recomendada para Tráfico $\leq 500,000$ EE. No Aplica en tramos con pendiente mayor a 8% y en tramos que obliguen al frenado de vehículos
(*) Valor Global (no se considera el espesor)			
BASE			
Base Granular CBR 80%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.052 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $\leq 5'000,000$ EE
Base Granular CBR 100%, compactada al 100% de la MDS	a_2	0.054 / cm	Capa de Base recomendada para Tráfico $> 5'000,000$ EE
Base Granular Tratada con Asfalto (Estabilidad Marshall = 1500 lb)	a_{2a}	0.115 / cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cemento (resistencia a la compresión 7 días = 35 kg/cm ²)	a_{2b}	0.070 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
Base Granular Tratada con Cal (resistencia a la compresión 7 días = 12 kg/cm ²)	a_{2c}	0.080 cm	Capa de Base recomendada para todos los tipos de Tráfico
SUBBASE			
Sub Base Granular CBR 40%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.047 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $\leq 15'000,000$ EE
Sub Base Granular CBR 60%, compactada al 100% de la MDS	a_3	0.050 / cm	Capa de Sub Base recomendada para Tráfico $> 15'000,000$ EE

Figura 25. Coeficiente de Capas Estructurales del pavimento a_i .

Fuente: MTC – Suelos, geología, geotecnia y pavimentos R.D N°10-2014-MTC/114.

Los datos conseguidos y procesados establecerán el diseño según el método AASHTO y se obtendrá el número estructural, que representará el espesor del pavimento flexible total y deberá de proseguirse a ser transformado en el espesor efectivo en lo que corresponde a cada una de las capas, como la sub base y base, mediante los coeficientes estructurales, teniendo la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3$$

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales de las capas: Superficial, base y sub base.

d_1, d_2, d_3 = Espesores de las capas (en centímetros).

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje para la sub base y base.

En la ingeniería, el transporte es elemental para calcular las diversas capas, el cual consistirá en establecer las dimensiones estructurales del pavimento, donde se utilizó la fórmula del MTC según AASHTO que se determinó en el cálculo de la subrasante sin aditivo en estado natural y las demás muestras fueron estabilizadas con sus respectivas dosificaciones para luego establecer el número estructural con la ecuación que será mencionada a continuación:

$$\log W_{18} = Z_r \times S_0 + 9.36 \times \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5}\right)}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log M_R - 8.07$$

W_{18} = El tránsito en ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño.

R = El parámetro de confiabilidad.

S_0 = La desviación estándar global.

M_r = El módulo de residencia efectivo, del material usado para la subrasante.

ΔPSI = Es la diferencia entre la de serviciabilidad inicial y final ejecutada en el desarrollo del proyecto.

Tabla 73. Resumen del diseño pavimento sin aditivo.

W18	4'506,703
Zr	1.036
So	0.45
$\Delta\Psi$	1.50
Sn (Requerido)	2.58
ai	0.17
D1	9 cm (Min según el MTC)
Sn1	1.53
a2	0.052
m2	1.00
D2	21 cm
Sn2	1.092
SN Resulta	2.622
Sn Requerido < Sn Resultado	Cumple

Fuente: Elaboración propia.



Figura 26. Diseño del pavimento flexible en estado natural.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 74.Resumen del diseño pavimento con aditivo 4.2 Lt/m3.

W18	4'506,703
Zr	1.036
So	0.45
Δ Psi	1.50
Sn (Requerido)	2.55
ai	0.17
D1	9 cm (Min según el MTC)
Sn1	1.53
a2	0.052
m2	1.00
D2	20 cm
Sn2	1.04
SN Resulta	2.57
Sn Requerido < Sn Resultado	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

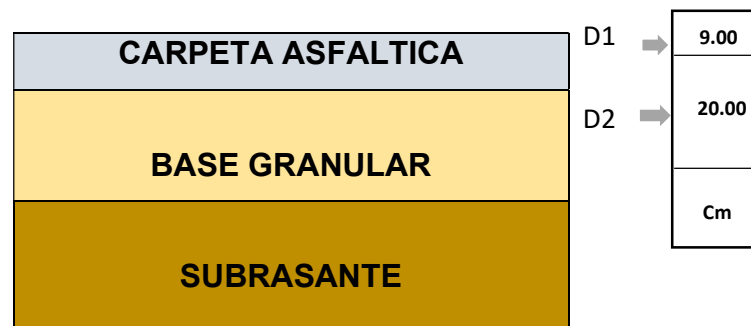


Figura 27. Diseño del pavimento flexible en estado natural + 4.2 Lt/m3.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 75. Resumen del diseño pavimento con aditivo 6.1 Lt/m³.

W18	4'506,703
Zr	1.036
So	0.45
$\Delta\Psi$	1.50
Sn (Requerido)	2.51
ai	0.17
D1	9 cm (Min según el MTC)
Sn1	1.53
a2	0.052
m2	1.00
D2	19 cm
Sn2	0.988
SN Resulta	2.52
Sn Requerido < Sn Resultado	Cumple

Fuente: Elaboración propia.



Figura 28. Diseño del pavimento flexible en estado natural + 6.1 Lt/m.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 76. Resumen del diseño pavimento con aditivo 8.2 Lt/m³.

W18	4'506,703
Zr	1.036
So	0.45
Δ Psi	1.50
Sn (Requerido)	2.45
ai	0.17
D1	9 cm (Min según el MTC)
Sn1	1.53
a2	0.052
m2	1.00
D2	18 cm
Sn2	0.936
SN Resulta	2.466
Sn Requerido < Sn Resultado	Cumple

Fuente: Elaboración propia.



Figura 29. Diseño del pavimento flexible en estado natural + 8.2 Lt/m³.

Fuente: Elaboración propia.

La evaluación económica tendrá como resultado, la comparación de la muestra de suelo C-02 a una dosificación del polímero acrílico de estireno al 8.2 Lt/m³ respecto al estado natural del suelo; es decir, sin la adición del aditivo para su previa evaluación económica de ambos estudios. Las dimensiones de la zona de estudio con respecto al diseño de pavimento en su estado natural proceden de los siguientes datos:

Longitud = 1000 m

Ancho = 6.60 m

Espesor Carpeta Asfáltica = 9 cm

Espesor Base = 21 cm

Espesor efectivo de control con el Aditivo = 0.15 m

Área de la vía = 6,600 m²

Volumen Total = 1,386 m³

Para esto se identificarán los costos de construcción de una carretera con la adición del polímero acrílico de estireno en la subrasante, además también la base se utilizará el material de cantera propio del lugar donde se analizará los estudios a futuros con respecto al material óptimo que rodea el área de influencia del lugar utilizado como base y por último el costo de la carpeta asfáltica será determinado por el costo unitario del espesor de la estructura del pavimento.

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACION QUIMICA CON EL					Fecha presupuesto:	15/05/2021
Subpresupuesto	POLIMERO ACRILICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUARACHIRI 2021						
Partida	PAVIMENTO CON ADITIVO DE 8.2 LT/M3 ADICIONADO PARA LA SUBRASANTE						
Rendimiento	MO. 490.0000	EQ. 490.0000	Costo unitario directo por : m3		216.29		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
Mano de Obra							
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0163	24.30	0.40		
OFICIAL	hh	2.0000	0.0046	16.12	0.08		
PEON	hh	5.0000	0.0816	16.37	1.34		
					1.82		
Materiales							
ESTABILIZADOR DE POLIMERO ACRILICO ESTIRENO	Lt.		8.2000	25.00	205.00		
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.62	0.05		
CAMION CISTERNA 178-210 HP 3000 GLN	hm	1.0000	0.0163	150.42	2.45		
MOTONIVELADORA DE 145 HP	hm	1.0000	0.0163	198.00	3.23		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 TON	hm	1.0000	0.0163	149.60	2.44		
CAMIONETA PARA IZAJE DE EQUIPO DOSIFICADOR	dia	1.0000	0.0163	40.00	0.65		
DOSIFICADOR MECANICO (REMOLQUE)	dia	1.0000	0.0163	40.00	0.65		
					9.48		

Figura 30. Análisis de Precios Unitarios de la Subrasante con el Aditivo 8.2 Lt/m³.

Fuente: Elaboración Propia.

Partida	BASE GRANULAR					
Rendimiento	MO. 350.0000		Costo unitario directo por : m3		40.43	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0229	24.30	0.56
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	18.12	0.41
	PEON	hh	6.0000	0.1371	16.37	2.24
						3.22
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.22	0.10
	RODILLO LISO VIBR. AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0229	82.90	1.90
	RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	hm	1.0000	0.0229	81.38	1.86
	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0229	132.86	3.04
						6.90
	Subpartidas					
	TRANSPORTE DE AGUA PARA PAVIMENTO	m3		0.1500	11.61	1.74
	MATERIAL CHANCADO PIBASE	m3		1.2500	22.86	28.58
						30.32

Figura 31. Análisis Precio Unitario de la Base.

Fuente: Elaboración Propia.

Partida	CARPETA ASFALTICA					
Rendimiento	MO. 250 M3/Dia		Costo unitario directo por : m3		193.73	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0320	24.30	0.78
	PEON	hh	6.0000	0.2560	16.37	4.19
						4.97
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.97	0.25
	RODILLO NEUMATICO AUTOP81-100HP 5.5-20T	hm	1.0000	0.0320	150.17	4.81
	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP S-10T	hm	1.0000	0.0320	201.87	6.46
	PAVIMENTADORA SOBRE ORUCA 60 HP	hm	1.0000	0.0320	110.81	3.55
						15.06
	Materiales					
	PREP. MEZCLA ASFALTICA	m3		1.2500	81.29	101.61
	PIEDRA (PIASFALTO)	m3		1.0000	22.82	22.82
	ARENA (PIASFALTO)	m3		1.0000	31.59	31.59
	ASFALTO LIQUIDO RC-230	Gib		1.0000	4.34	4.34
	ASFALTO DILUIDO MC-30	Gib		1.0000	4.59	4.59
	KEROSENE INDUSTRIAL	Gib		1.0000	8.75	8.75
						173.70

Figura 32. Análisis Precio Unitario de la Carpeta Asfáltica.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el mantenimiento de la carretera se prolongará una menor intervención contra los daños estructurales que pueda sufrir las capas de pavimento flexible.

Partida CORTE HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE LA BASE PARA EL PAVIMENTO						
Rendimiento	MO. 350 M3/DIA	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		1.81	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0229	20.43	0.47
PEON		hh	2.0000	0.0457	16.37	0.75
						1.22
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.22	0.04
MARTILLO NEUMATICO		hm	0.2500	0.0057	5.31	0.03
CORTADORA DE PAVIMENTO C35-35HP		hm	1.0000	0.0228	19.70	0.45
COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175PCM		hm	0.1300	0.0030	27.36	0.08
						0.60

Figura 33. Análisis Precio Unitario Corte a Nivel Base.

Fuente: Elaboración Propia.

Partida CONFORMACION DE BASE GRANULAR						
Rendimiento	MO. 1500 M3/DIA		Costo unitario directo por : m3		5.80	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0053	20.43	0.11
PEON		hh	6.0000	0.0320	16.37	0.52
						0.63
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.63	0.02
RODILLO LISO VIBR. AUTOP 70-100 HP 7-9 T.		hm	1.0000	0.0053	82.90	0.44
						0.46
Materiales						
TRANSPORTE DE AGUA PARA PAVIMENTO		m3		0.0113	12.00	0.14
MATERIAL CHANCADO P/BASE		m3		0.2000	22.86	4.57
						4.71

Figura 34. Análisis Precio Unitario Conformación de Base.

Fuente: Elaboración Propia.

Partida COLOCACION DE LA CARPETA ASFALTICA						
Rendimiento	MO. 900 M3/Dia		Costo unitario directo por : m3		175.87	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	1.0000	0.0089	24.30	0.22
PEON		hh	4.0000	0.0356	16.37	0.58
						0.80
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5.0000	0.80	0.04
RODILLO NEUMATICO AUTOP81-100HP 5.5-20T		hm	1.0000	0.0089	150.17	1.33
						1.37
Materiales						
PREP. MEZCLA ASFALTICA		m3		1.2500	81.29	101.61
PIEDRA (PIASFALTO)		m3		1.0000	22.82	22.82
ARENA (PIASFALTO)		m3		1.0000	31.59	31.59
ASFALTO LIQUIDO RC-250		Glb		1.0000	4.34	4.34
ASFALTO DILUIDO MC-30		Glb		1.0000	4.59	4.59
KEROSENE INDUSTRIAL		Glb		1.0000	8.75	8.75
						173.70

Figura 35. Análisis Precio Unitario Colocación de la Carpeta Asfáltica.

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de la carretera con la adición del polímero de acrílico estireno 8.2 Lt/m³ de la subrasante:

$$990 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 216.29 / \text{m}^3 = \text{S/} . 214,127.10$$

El costo de la carretera en la base del pavimento flexible:

$$1,188 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 40.43 / \text{m}^3 = \text{S/} . 48,030.84$$

El costo de la carretera de la carpeta asfáltica del pavimento flexible:

$$594 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 193.73 / \text{m}^3 = \text{S/} . 115,075.62$$

Considerando la construcción con el aditivo en la subrasante se pretende realizar una sola vez un mantenimiento tomando como plazo de 10 años correspondiente al periodo de diseño de 20 años para que cumpla su vida útil establecido.

$$1,188 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 1.81 / \text{m}^3 = \text{S/} . 2,150.28$$

$$1,188 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 5.80 / \text{m}^3 = \text{S/} . 6,890.40$$

$$594 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 175.87 = \text{S/} . 104,466.78$$

Presupuesto total del mantenimiento de la vía:

$$\text{PTm} = \text{S/} . 113,507.46$$

Presupuesto total de la estructura del pavimento con la subrasante estabilizada 8.2 Lt/m³:

$$\text{Ptotal} = \text{S/} . 214,127.10 + \text{S/} . 48,030.84 + \text{S/} . 115,075.62 + \text{S/} . 113,507.46 =$$

$$\text{S/} . 490,741.02$$

Construcción de los trabajos de la carretera se estableció propios del lugar sin alterar sus propiedades físicas del suelo para ello las dimensiones serán distintas a los procesos que se realizó con la dosificación del caso anterior, a continuación, se procederá a realizar el cálculo de presupuesto de análisis de precios unitarios de cada espesor del pavimento estructural.

Partida	BASE GRANULAR					
Rendimiento	MO. 350.0000			Costo unitario directo por : m3	40.43	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0229	24.30	0.56	
OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	18.12	0.41	
PEON	hh	6.0000	0.1371	16.37	2.24	
					3.22	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.22	0.10	
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0229	82.90	1.90	
RODILLO NEUMATICO AUTOP 81-100HP 5.5-20T	hm	1.0000	0.0229	81.38	1.86	
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1.0000	0.0229	132.86	3.04	
					6.90	
Subpartidas						
TRANSPORTE DE AGUA PARA PAVIMENTO	m3		0.1500	11.61	1.74	
MATERIAL CHANCADO P/BASE	m3		1.2500	22.86	28.58	
					30.32	

Figura 36. Análisis de Precios Unitarios de la Subrasante sin aditivo.

Fuente: Elaboración Propia.

Análisis de precios unitarios							
Presupuesto	DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACION QUIMICA CON EL					Fecha presupuesto	15/05/2021
Subpresupuesto	POLIMERO ACRILICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUARACHIRI 2021						
Partida	PAVIMENTO SIN ADITIVO PARA LA SUBRASANTE						
Rendimiento	MO. 490.0000	EQ. 490.0000		Costo unitario directo por : m3	11.29		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0163	24.30	0.40		
OFICIAL	hh	2.0000	0.0046	18.12	0.08		
PEON	hh	5.0000	0.0816	16.37	1.34		
					1.82		
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.82	0.05		
CAMION CISTERNA 178-210 HP 3000 GLN	hm	1.0000	0.0163	150.42	2.45		
MOTONIVELADORA DE 145 HP	hm	1.0000	0.0163	198.00	3.23		
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 TON	hm	1.0000	0.0163	149.60	2.44		
CAMIONETA PARA IZAJE DE EQUIPO DOSIFICADOR	dia	1.0000	0.0163	40.00	0.65		
DOSIFICADOR MECANICO (REMOLQUE)	dia	1.0000	0.0163	40.00	0.65		
					9.48		

Figura 37. Análisis de Precios Unitarios de la Base.

Fuente: Elaboración Propia.

Partida	CARPETA ASFALTICA					
Rendimiento	MO. 250 M3/Dia		Costo unitario directo por : m3		193.73	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0320	24.30	0.78
	PEON	hh	6.0000	0.2560	16.37	4.19
						4.97
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	4.97	0.25
	RODILLO NEUMATICO AUTOP81-100HP 5.5 -20T	hm	1.0000	0.0320	150.17	4.81
	RODILLO TANDEM ESTATIC AUT 58-70HP S-10T	hm	1.0000	0.0320	201.87	6.46
	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGA 69 HP	hm	1.0000	0.0320	110.81	3.55
						15.06
	Materiales					
	PREP. MEZCLA ASFALTICA	m3		1.2500	81.29	101.61
	PIEDRA (PIASFALTO)	m3		1.0000	22.82	22.82
	ARENA (PIASFALTO)	m3		1.0000	31.59	31.59
	ASFALTO LIQUIDO RC-250	Glb		1.0000	4.34	4.34
	ASFALTO DILUIDO MC-30	Glb		1.0000	4.59	4.59
	KEROSENE INDUSTRIAL	Glb		1.0000	8.75	8.75
						173.70

Figura 38. Análisis de Precios Unitarios de la Carpeta Asfáltica.

Fuente: Elaboración Propia.

Para el mantenimiento de la carretera se prolongará una mayor intervención contra los daños estructurales que pueda sufrir las capas de pavimento flexible

Partida	CORTE HASTA ALCANZAR EL NIVEL DE LA BASE PARA EL PAVIMENTO					
Rendimiento	MO. 350 M3/DIA	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m3		1.81	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0229	20.43	0.47
	PEON	hh	2.0000	0.0457	16.37	0.75
						1.22
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.22	0.04
	MARTILLO NEUMATICO	hm	0.2500	0.0057	5.31	0.03
	CORTADORA DE PAVIMENTO C35-35HP	hm	1.0000	0.0228	19.70	0.45
	COMPRESORA NEUMATICA 76 HP 125-175PCM	hm	0.1300	0.0030	27.36	0.08
						0.60

Figura 39. Análisis de Precios Unitarios Corte a Nivel Base.

Fuente: Elaboración Propia.

Partida	CONFORMACION DE BASE GRANULAR					
Rendimiento	MO. 1500 M3/DIA	Costo unitario directo por : m3		5.80		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	20.43	0.11	
PEON	hh	6.0000	0.0320	16.37	0.52	
					0.63	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.63	0.02	
RODILLO LISO VIBR AUTOP 70-100 HP 7-9 T.	hm	1.0000	0.0053	82.90	0.44	
					0.46	
Materiales						
TRANSPORTE DE AGUA PARA PAVIMENTO	m3		0.0113	12.00	0.14	
MATERIAL CHANCADO P/BASE	m3		0.2000	22.86	4.57	
					4.71	

Figura 40. Análisis de Precios Unitarios Conformación a Nivel Base.

Fuente: Elaboración Propia.

Partida	COLOCACION DE LA CARPETA ASFALTICA					
Rendimiento	MO. 900 M3/Dia	Costo unitario directo por : m3		175.87		
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1.0000	0.0089	24.30	0.22	
PEON	hh	4.0000	0.0356	16.37	0.58	
					0.80	
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.80	0.04	
RODILLO NEUMATICO AUTOP81-100HP 5.5-20T	hm	1.0000	0.0089	150.17	1.33	
					1.37	
Materiales						
PREP. MEZCLA ASFALTICA	m3		1.2500	81.29	101.61	
PIEDRA (PIASFALTO)	m3		1.0000	22.82	22.82	
ARENA (PIASFALTO)	m3		1.0000	31.59	31.59	
ASFALTO LIQUIDO RC-250	Glb		1.0000	4.34	4.34	
ASFALTO DILUIDO MC-30	Glb		1.0000	4.59	4.59	
KEROSENE INDUSTRIAL	Glb		1.0000	8.75	8.75	
					173.70	

Figura 41. Análisis de Precios Unitarios Colocación de la Carpeta Asfáltica.

Fuente: Elaboración Propia.

El costo de la carretera en su estado natural de la subrasante:

$$990 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 11.29 = 11,177.10$$

El costo de la carretera en la base del pavimento flexible:

$$1,386 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 40.43 = \text{S/} . 56,035.98$$

El costo de la carretera de la carpeta asfáltica del pavimento flexible:

$$594 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 193.73 / \text{m}^3 = \text{S/} . 115,075.62$$

Considerando la construcción en su estado natural en la subrasante se pretende realizar cuatro veces un mantenimiento tomando como plazo de 4 años

correspondiente al periodo de diseño de 20 años para que cumpla su vida útil establecido.

$$4 \times 1,386 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 1.81 /\text{m}^3 = \text{S/} . 10,034.64$$

$$4 \times 1,386 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 5.80 /\text{m}^3 = \text{S/} . 32,155.20$$

$$4 \times 594 \text{ m}^3 \times \text{S/} . 175.87 = \text{S/} . 417,867.12$$

Presupuesto total del mantenimiento de la vía:

$$\text{PTm} = \text{S/} . 460,056.96$$

Presupuesto total de la estructura del pavimento con la subrasante sin la adición del aditivo:

$$\text{Ptotal} = \text{S/} . 11,177.10 + \text{S/} . 56,035.98 + \text{S/} . 115,075.62 + \text{S/} . 460,056.96 = \\ \text{S/} . 642,345.66$$

Tabla 77. Resumen de Gastos de Distintas Proporciones.

PROPORCIÓN DE LA MUESTRA	GASTO (S/.)
Suelo + 8.2 Lt/m ³	S/ . 490,741.02
Suelo sin aditivo	S/ . 642,345.66
DIFERENCIA DE COSTO	S/ . 151,604.64

Fuente: Elaboración Propia.

V.DISCUSIÓN

Discusión 1.-

¿De qué manera influye la estabilización química con polímero acrílico de estireno para la subrasante en el diseño estructural de pavimento flexible, Huarochirí 2021?

Según Mena, con las dosificaciones del 2,4,6 Lt/m³ del estabilizador y sellante AGB los resultados de los ensayos de CBR del suelo limo arcilloso con poca plasticidad en la subrasante alcanzaron un valor del 41.2%,31.3% y 28.9%respectivamente, por otro lado la presente investigación incorporó el 4.2,6.1 y 8.2 Lt/m³ del polímero acrílico de estireno al suelo SM-arena limosa no plástica de la subrasante ,adquiriendo valores del CBR del 46%,49%y 54%, respectivamente, en el cual se evidencia un aumento directamente proporcional del CBR de acuerdo a las dosificaciones. Por lo tanto, en la investigación Mena no visualiza el aumento directamente proporcional, pero se enfatiza que no siempre la mayor dosificación presentará el mayor incremento en la capacidad portante del suelo, ya que en su investigación emplea la dosificación menor debido a que llega a obtener un mayor valor del CBR.

Discusión 2.-

¿Cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en la capacidad de soporte del suelo para el diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021? - CBR

Según Godoy, concluye que el polímero MAXX-SEAL 200 incremento la capacidad portante del suelo incorporándose a la subrasante un 6, 8,10% del estabilizador, obteniendo valores en el CBR de 10.2%,12.85 % y 17.55% respectivamente, pero a comparación de la estabilización de la subrasante con el polímero acrílico de estireno incorporándose el 4.2, 6.1 y 8.2 Lt/m³ se obtiene valores del CBR del 46%,49%y 54%, respectivamente. Por lo tanto, comparten similitud de los resultados de acuerdo el citado mencionado, entonces ambos argumentan que los agentes o productos le adjudican beneficios en las propiedades mecánicas en la subrasante.

Discusión 3.-

¿Cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en los espesores del diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021?

Según Escobar y Huincho, concluyo que de acuerdo al método AASHTO 93 y el Instituto del Asfalto para el diseño del pavimento flexible convencional obtuvo las dimensiones de los espesores de las capas Sub base:17cm, Base:30cm y Carpeta Asfáltica:10cm, sin embargo, en la presente investigación de acuerdo al manual MTC según la AASHTO 93 para el diseño del pavimento flexible con la subrasante estabilizada empleando el polímero de acrílico de estireno se obtuvo valores de los espesores de las capas del pavimento flexible de Sub base :0cm, Base:18cm y Carpeta Asfáltica:9cm. Por lo tanto, se visualiza en los resultados que al presentar una subrasante mejorada los espesores de las capas del pavimento flexible disminuirán, cumpliendo igual con los parámetros para el diseño del pavimento flexible y manteniendo sus propiedades físico-mecánicas del material de las capas del pavimento flexible.

Discusión 4.-

¿Cuál sería el costo beneficio al aplicar la estabilización química con polímero acrílico de estireno para el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021?

Según Calle y Arce, la diferencia de costos entre el pavimento convencional y el estabilizado es de S/25 040.33, lo que representa un 33% del costo del pavimento estabilizado, por otro lado, en la presente investigación la diferencia en costos entre el diseño del pavimento flexible tradicional y el estabilizado a nivel de subrasante con el polímero acrílico de estireno es de S/. 472,489.28, lo que representa un 43.75% del costo del pavimento flexible estabilizado; por lo cual, con los valores obtenidos, se comparte relación con lo citado, donde ambas investigaciones responden a la estabilización del suelo para proceder a un adecuado diseño de pavimento.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión 1.-

Determinar de qué manera influye la estabilización química con polímero acrílico de estireno para la subrasante en el diseño estructural de pavimento flexible, Huarochirí 2021.

Se llega a la conclusión que la estabilización química con el polímero acrílico de estireno, con una dosificación de 4.2,6.1 y 8.2 Lt/m³, aumenta directamente proporcionalmente a la capacidad de soporte de la subrasante en la carretera LM-117, que presenta un suelo SM-arena limosa no plástica de acuerdo a la clasificación SUCS, obteniéndose los siguientes valores de CBR al 100% ,la muestra de suelo en estado natural llega a alcanzar un valor de CBR del 43%, incorporando el 4.2,6.1 y 8.2 Lt/m³ del polímero acrílico de estireno, se obtuvieron los valores de 46%,49% y 54% del CBR ,respectivamente.

Conclusión 2.-

Determinar cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en la capacidad de soporte del suelo para el diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.

Se concluye que la estabilización química para la subrasante del suelo SM-arena limosa, con la dosificación 8.2 Lt/m³ del polímero acrílico de estireno presenta un incremento en el CBR del 11% respecto al CBR de la subrasante en estado natural, el cual tuvo un porcentaje del 43%, es decir el mayor valor del CBR obtenido fue del 54%, que de acuerdo al Manual de suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2014, la subrasante presenta una categoría de excelente. Por lo tanto, con el CBR del 54%, se procederá con el diseño del pavimento flexible que se propone en la presente investigación.

Conclusión 3.-

Determinar cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en los espesores del diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.

Se llegó a concluir que el mayor incremento de la capacidad portante en la subrasante fue del 54%, al adicionar el 8.2 Lt/m³ del polímero acrílico de estireno, y con esta data del CBR y Ejes equivalentes que se obtuvo con el conteo vehicular se procedió a realizar el diseño del pavimento flexible, obteniéndose los siguientes espesores o dimensiones de la estructura del pavimento Sub base:0cm, Base:18cm y Carpeta Asfáltica:9cm, disminuyendo la base en 3cm, en relación con los espesores de la estructura del pavimento flexible, diseñado con el 43% de CBR que se obtuvo del suelo en estado natural de la subrasante en la carretera LM-117, donde se realiza la presente investigación.

Conclusión 4.-

Estimar el costo beneficio al aplicar la estabilización química con polímero acrílico de estireno para el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021.

Se concluyó que al realizar un diseño de pavimento flexible con un CBR del 43 % de la subrasante del suelo en estado natural, se obtuvo un costo total de vida útil de S/. 642 345.66 por otro lado, al realizar el nuevo diseño del pavimento flexible que se propone en la presente investigación empleando el 54% del CBR de la subrasante estabilizada con el polímero acrílico de estireno al 8.2 Lt/m³, se obtuvo un nuevo costo total de vida útil del proyecto de S/. 490 741.02 diferenciándose en S/.151 604.64 soles.

VII. RECOMENDACIONES

Recomendación 1.-

Con los resultados obtenidos de las dosificaciones del polímero acrílico de estireno para la subrasante del suelo SM-arena limosa, se recomienda realizar ensayos de laboratorio con diferentes aditivos o estabilizadores empleando dosificaciones semejantes, para poder estimar la cantidad óptima de cada uno de ellos, y así poder establecer el estabilizador más idóneo para un cierto tipo de suelo.

Recomendación 2.-

Con esta investigación se demostró que el polímero acrílico de estireno resultó ser un estabilizador para suelos no plásticos. Por lo tanto, se recomienda emplear una mayor dosificación utilizada en nuestros estudios para diferentes casos de tipo de suelo para estabilizar la subrasante y así obtener porcentajes óptimos de CBR, para que el material de la subrasante pueda usarse como capa base en la estructura del pavimento flexible, esto puede contribuir en la preservación de las vías o carreteras, considerando que al no presentar una buena superficie de rodadura las partículas empezarán a disgregarse ocasionando problemas en la salud de las personas y los vehículos sufrirán daños debido al poco confort que presentan estos tipos de vías o carreteras.

Recomendación 3.-

Se recomienda seguir realizando investigaciones para que la incorporación del polímero acrílico de estireno, se pueda ensayar como base o sub base para un diseño de pavimento ya sea flexible o rígido, donde las vías se encuentren con un rango de alta transitabilidad y así se puedan solucionar las recurrentes fallas como ahuellamientos o asentamientos que se presentan las vías con un constante tráfico pesado.

Recomendación 4.-

Se recomienda llevar a cabo una cotización de materiales e insumos, de la zona cercana donde se ejecutará el proyecto con la finalidad de evitar una sobrevaloración de costos, y así se poder realizar un adecuado presupuesto y análisis de precios unitarios.

REFERENCIAS

- Aliga Rezza, F. R., & Soriano Ochoa, C. E. (2019). Analisis comparativo de estabilizacion con cemento portland y emulsion asfaltiva en base granulares. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Altamirano Navarro, G. J., & Exequiel, D. S. (2015). Estabilizacion de suelos cohesivos por medio de cal en la vias de la comunidad de san isidro del pegon, municipio Potosi - Rivas. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional Autonoma de Nicaragua, Managua. Obtenido de <https://repositorio.unan.edu.ni/6456/1/51667.pdf>
- Alarcon,A. y Ventura,C.(2018).Suelos arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con-Aid, para la estabilización de la subrasante, camino vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018. (Tesis de Pregrado).Universidad Cesar Vallejo.
- Bonifacio Vergara, W. M., & Sanchez Bernilla, J. A. (2015). Estabilizacion quimica en carreteras no pavimentadas usando cloruro de magnesio, cloruro de calcio y cemento en la region Lambayeque. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Señor de Sipan, Pimentel.
- Cabezas Mejia, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaria, J. (2018). *Introduccion a la metodologia de la investigacion cientifica*. Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas Innovacion para la Excelencia.
- Calle,S. y Arce,M.(2018).Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional. (Tesis de Pregrado).Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa.
- Campagnoli, S. (2017). Innovacion en Metodos de pavimentacion: Casos Reginales. *Revista de Ingenieria*, 22-31.
- Canario Penelu, W. (2018). Principais Equívocos na Elaboração de Planilhas Orçamentárias de Pavimentação Urbana na Cidade de Juazeiro/BA. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, 23-35.
- Escobar,L y Huincho,J.(2017).Diseño de Pavimento Flexible, bajo influencia de parámetros de diseño debido al deterioro del pavimento en Santa Rosa –

- Sachapite, Huancavelica - 2017. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional de Huancavelica
- Fernandez Flores, Neiser. (2018). Estabilización de subrasante con material de demoliciones en avenida malecón Checa, San Juan de Lurigancho en el 2017. (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo, Lima.
- García, J. (2019). Estudio de la técnica de suelo-cemento para la estabilización de vías terciarias en Colombia que posean un alto contenido de caolín. (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Colombia.
- Gil Vera, V. (2016). Sistema experto para la Gestión de daños en Vías pavimentadas y en afirmado. *Lampsakos*, 22-29.
- Godoy, S. (2018). Modificación de la capacidad portante de la subrasante por estabilización química utilizando MAXX – SEAL 200 en pavimento flexible en la Av. Ganaderos - Surco, 2018. (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo.
- Gutierrez Valencia, T. (2019). *Polímeros: Generalidades y tendencias de investigación en Colombia*. Colombia: Universidad del Cauce.
- Hernandez Sampieri, R. (2018). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill Education.
- Hirooka Koshigoe, A., Vargas Zanoni, F., Silva Junior, C., & Barbosa Fontenele, H. (2019). Effect of variation of the average daily volume and traffic growth rate on flexible pavements performance. *INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería*, 58-68.
- León, M., Loja, R. y Sarmiento, J. (2018). Diseño de pavimento flexible para la reconstrucción de las vías: Av. Samuel Cisneros (1.758km), Av. Principal 5 de Junio (1.240km), Av. Jaime Nebot (1.380km), Av. Juan León Mera (2.620km), Vía de Acceso 3M (0.247km), de la parroquia Eloy Alfaro cantón Durán provincia del Guayas. (Tesis de Pregrado). Universidad Central del Ecuador.

- LLano, E., Rios, D., & Restrepo, G. (2020). Evaluacion de tecnologias para la estabilizacion de suelos viales empleando intemperismo acelerado. *Revista Tecno Logicas*, 185-199. doi:10.22430/22565337.1624
- Martinez Murillo, L., & Olaya Morales, Y. (2019). Estimacion de costos de ciclo de vida para la estabilizacion de vias terciarias en colombia con subproductos industriales. *Lecturas de Economia*, 241-277.
- Massenlli, G., & De Paiva, C. (2019). Influencia de la deflexion superficial en pavimentos flexibles con la subrasante de baja resistencia. . *Ingeniare - Revista Chilena*, 613-624.
- Mena Robles, R. (2018). Mejoramiento del suelo de una via no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermudez, Provincia de Huaral, Lima, 2018. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras - Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: Infraestructura vial del MTC.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2016). *Manual de ensayo de materiales para carreteras*. Lima: Infraestructura vial del MTC.
- Muñoz Rocha, C. (2015). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Oxford.
- Nieto Vega, J. S. (2019). Evaluacion del Uso de Aditivos Quimicos no Tradicionales como Estabilizadores de Suelos Limosos para Caminos Productivos de Bajo Volumen de Transito. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Tecnica Federico Santa Maria, Valparaiso.
- Odar, G., Chavez, D., & Silvera, M. (2019). Metodo de estabilizacion con cal en la subrasantes para pavimentos rigidos diseñados por AASHTO 93 en proyecto viales con presencia de bofedales. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas*, 2.
- Paniagua Machicao, F. M., & Condori Ojeda, P. (2018). *Investigacion Cientifica en Educacion*. Juliaca: Porfirio Condori Ojeda.

- Parra Gomez, M. G. (2018). Estabilizacion de un suelo con cal y ceniza volante. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Catolica de Colombia, Bogota.
- Sanchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejia Saenz, K. (2018). *Manual de terminos en investigacion cientifica, tecnologica y humanistica*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Santos, M., Araujo, M., Pinheiro, H., & Cruz, Z. (2016). Analisis comparativo de los metodos de suelos pavimento duro (Hormigon) x flexible (Asfalto). *Revista cientifica multidisciplinaria base de conocimiento*, 187-196.
- Serrano Rodriguez, E., & Padilla Gonzalez, E. (2019). Analisis de los cambios en las propiedades mecanicas de materiales de subrasante por la adicion de materiales polimericos reciclados. *Ingenieria Solidaria*, 1-25.
- Velasquez Pereyra, C. (2018). Influencia del cemento portland tipo I en la estabilizacion del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida Dinamarca, Sector la Molina. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Ventura Martel, C. V., y Alarcon Mestanza, A. L. (2018). Suelos Arcillosos mejorados con Cemento y Aditivo Con - Aid, para la Estabilizacion de la Subrasante, camino Vecinal Ruta PA-701, Pasco, 2018. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Cesar Vallejo, Lima.

ANEXOS

Anexo 1.- Matriz de operacionalización de la variable dependiente: Diseño estructural de pavimento flexible.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO	(Hirooka, Vargas, Silva, y Barbosa, 2019, p.62) Se define como un proceso para establecer los espesores de las capas constituyentes (superficie, base, subbase y subrasante) para que estas soporten, transmitan y distribuyan la carga impuesta por el tráfico, evitando deformaciones excesivas, incluida la rotura del pavimento.	Se realizará un diseño estructural de pavimento flexible considerando la capacidad de soporte del suelo, del territorio a analizar, además de estudios de suelos con fines de pavimentación, con ello podremos determinar los espesores necesarios, finalmente se hará un análisis de costo-beneficio.	Capacidad de soporte del suelo	Ensayo CBR	1	Ordinal
			Espesores	ESSAL	2	Ordinal
			Condición del Pavimento	PCI	3	Ordinal
			Costos	APU	4	Ordinal

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 2.- Matriz de operacionalización de la variable independiente: Estabilización química de suelos con la aplicación del polímero acrílico.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA DE MEDICIÓN
ESTABILIZACIÓN QUÍMICA DE SUELOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO	(Serrano y Padilla, 2019, p.5) Los materiales o suelos modificados con polímeros son estructural y económicamente más eficientes que los suelos no modificados, lo que proporciona a los ingenieros una solución de rehabilitación de carreteras para volúmenes de tráfico mediano y liviano.	El uso del polímero acrílico de estireno, estabilizador de suelos, permite resolver asuntos tales como evitar el hundimiento en la carretera después de las lluvias, la aparición de baches, el hundimiento de fracciones separadas del agregado para relleno del revestimiento, la aparición del surcado de rastreo así como la reducción de una influencia dañina sobre el medio ambiente y la disminución de costos en la ejecución del pavimento.	Dosificaciones	4.2 Lt/m ³ (Cantidad del polímero químico a utilizar)	4	Ordinal
				6.1 Lt/m ³ (Cantidad del polímero químico a utilizar)	5	
				8.2 Lt/m ³ (Cantidad del polímero químico a utilizar)	6	

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 3.- Matriz de Consistencia: Diseño estructural de pavimento flexible aplicando la estabilización química con el polímero acrílico de estireno para la subrasante, Huarochirí 2021.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<p><u>PROBLEMA GENERAL:</u> PG: ¿De qué manera influye la estabilización química con polímero acrílico de estireno para la subrasante en el diseño estructural de pavimento flexible, Huarochirí 2021?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECÍFICAS:</u></p> <p>PE1: ¿Cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en la capacidad de soporte del suelo para el diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021?</p> <p>PE2: ¿Cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en los espesores del diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021?</p> <p>PE3: ¿Cuál sería el costo beneficio al aplicar la estabilización química con polímero acrílico de estireno para el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL:</u> OG: Determinar de qué manera influye la estabilización química con polímero acrílico de estireno para la subrasante en el diseño estructural de pavimento flexible, Huarochirí 2021.</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</u></p> <p>OE1: Determinar cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en la capacidad de soporte del suelo para el diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.</p> <p>OE2: Determinar cómo influye la estabilización química con el polímero acrílico de estireno en los espesores del diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.</p> <p>OE3: Estimar el costo beneficio al aplicar la estabilización química con polímero acrílico de estireno para el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021.</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL:</u> HG: La estabilización química con polímero acrílico de estireno para la subrasante influye significativamente en el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021.</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</u></p> <p>HE1: La estabilización química con el polímero acrílico de estireno aumenta la capacidad de soporte del suelo para el diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.</p> <p>HE2: La estabilización química con el polímero acrílico de estireno disminuye los espesores del diseño estructural del pavimento flexible Huarochirí, 2021.</p> <p>HE3: La estabilización química con polímero acrílico de estireno aumenta significativamente el costo beneficio para el diseño estructural de pavimento flexible Huarochirí, 2021.</p>	<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE:</u></p> <p>Estabilización química con polímero acrílico de estireno en la subrasante</p> <p><u>VARIABLE DEPENDIENTE:</u></p> <p>Diseño estructural de pavimento flexible</p>	<p>DOSIFICACIÓN</p> <p>CAPACIDAD DE SOPORTE DEL SUELO</p> <p>ESPEORES DEL PAVIMENTO</p> <p>COSTOS</p>	<p>Cantidad del polímero acrílico de estireno a utilizar: 4.2 Lt/m3 6.1 Lt/m3 8.2 Lt/m3</p> <p>Ensayo de Capacidad de soporte California (CBR) %</p> <p>ESSAL PCI (Índice condición Pavimento)</p> <p>Metrado APU</p>	<p><u>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Aplicada <p><u>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Correlacional <p><u>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Cuantitativa <p><u>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Experimental de tipo cuasi experimental <p><u>POBLACIÓN:</u></p> <p>La carretera de Antioquia posee una longitud de 112.60 km.</p> <p><u>MUESTRA:</u></p> <p>No probabilística de la progresiva 10+000 km hasta la progresiva 12+000km.</p> <p><u>MUESTREO:</u></p> <p>2 tramos (5 a 7 metros de ancho y una longitud de 2km)</p>	<p>Registro de datos</p> <p>Registro de datos</p> <p>Registro de datos</p> <p>Registro de datos</p>	<p>- Equipos y fichas de laboratorio MTC E 1109</p> <p>- Equipos y fichas de laboratorio ASTM D-1883</p> <p>- Método MTC según AASHTO</p> <p>- Civil 3D,S-10 Costos y presupuestos</p>

Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 4.-Formato de conteo y clasificación vehicular.



FORMATO DE CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

TRAMO DE LA CARRETERA		
SENTIDO	E ←	S →
UBICACIÓN		

ESTACIÓN			
CODIGO DE LA ESTACIÓN			
DIA Y FECHA			

HORA	SENTIDO	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER			TRAYLER						
				PICK UP	PANEL	RURAL Comb		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	251/252	253	351/352	>= 353	2T2	2T3	3T2	>=3T3			
DIAGRA. VEH.																							

Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC).


















Anexo 5.-Formato del resumen del aforo vehicular del 10/05/2021 al 15/05/2021.

FORMATO RESUMEN DE AFORO VEHICULAR

NOMBRE DE LA VIA:	CARRETERA LM-117
DISTRITO:	ANTIOQUIA
DEPARTAMENTO:	LIMA
SUPERVISOR:	LUCERO ARELLAN FARFAN - ZIDANI QSCCO GARRIAZO

SENTIDO:	AMBOS
FECHA:	10/05/2021
CLIMA:	CALIDO
TIPO DE VIA:	PAVIMENTO FLEXIBLE

Factor de correccion estacional	Veh. Livianos	Fe:	1
	Veh. Pesado	Fe:	1

DIAGRAMA VEHICULAR	AUTOS	CAMIONETAS				MICRO	BUS			CAMION			SEMITRAYLER			SEMITRAYLER			
		STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2S1/2S2	3T2	>=3T3
																			
FECHA	AUTOS	STATION WAGON	PICK UP	PANEL	RURAL	CAMIONETAS RURAL	MICROBUS	CAMIBUS	CAMIBUS INTERPROVINCIAL	CAMION DE 3 E.A.S	CAMION DE 4 E.A.S	2S1-2S2	2S3	3S1-3S2	>= 3S3	2T2	2S1/2S2	3T2	>=3T3
LUNES	75	22	60	2	36	2	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	75	22	60	2	36	2	0	0	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MARTES	80	26	73	3	43	3	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	80	26	73	3	43	3	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MIERCOLES	68	21	86	5	39	2	0	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	68	21	86	5	39	2	0	0	13	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
JUEVES	72	29	92	6	40	5	0	0	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	72	29	92	6	40	5	0	0	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VIERNES	76	31	120	4	47	4	0	0	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	76	31	120	4	47	4	0	0	19	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SABADO	100	30	190	6	50	6	0	0	23	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	100	30	190	6	50	6	0	0	23	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DOMINGO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMDs	471	159	611	26	255	22	0	0	88	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	471	159	611	26	255	22	0	0	88	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMDA	471	159	611	26	255	22	0	0	88	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	471	159	611	26	255	22	0	0	88	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 6.-Ficha de recolección de datos

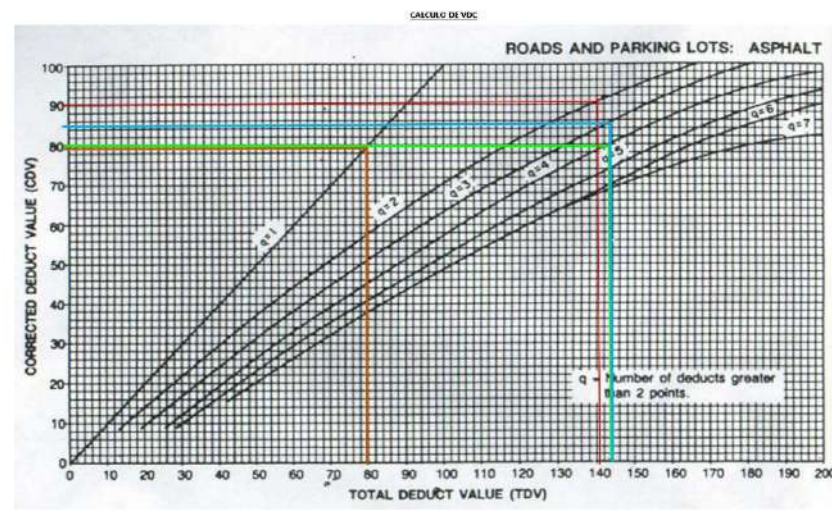
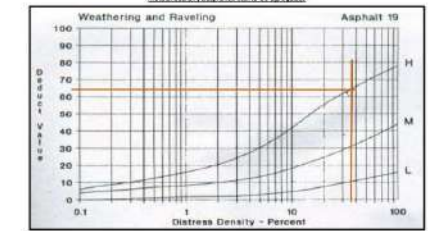
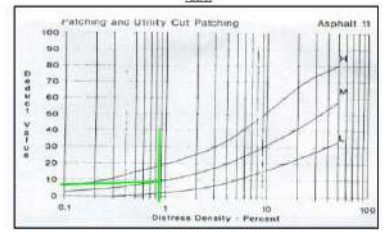
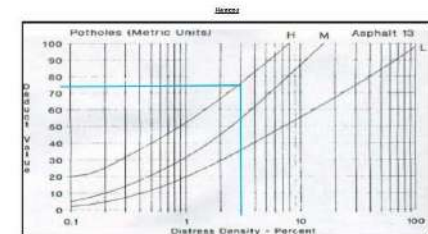
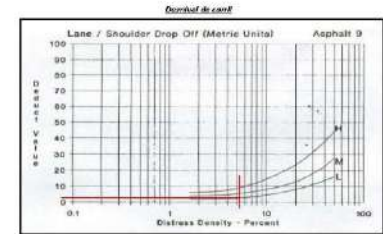
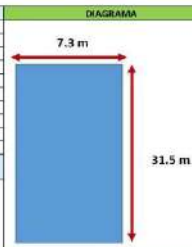
METODO DE EVALUACION DE CONDICIÓN DEL INDICE DE CONDICION DEL PAIVMENTO (PCI)-ASTM D6433-16

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI									
LUGAR:	Carretera LM - 137				SECCIÓN:				
FECHA:	3/6/2021				UNIDAD DE MUESTREO:				
REALIZADO POR:	Arellán Farfán y Ossico Garrizto				ÁREA DE LA UNIDAD:				
TIPOS DE FALLAS								DIAGRAMA	
1.- Fiel de cedeñite				11.- Parcheo					
2.- Exfoliación				12.- Pillingido de agregados					
3.- Agrietamiento en bloque				13.- Huecos					
4.- Abultamiento y hundimientos				14.- Cruce de vial férreo					
5.- Corrugación				15.- Ahueamiento					
6.- Depresión				16.- Desplazamiento					
7.- Grieta de borde				17.- Grieta parabólica (slippage)					
8.- Grieta de reflexión de junta				18.- Hinchamiento					
9.- Demival carril/barrido				19.- Desplazamiento de agregados					
10.- Grietas longitudinal y transversal									
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERVALO DE UNO DE MEDIDA		NÚMERO MÁXIMO DE VD		
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N - 1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n}$		$m = 1.00 + \frac{9}{98} \{(100 - HDV)\}$		
Medium	Medio	M							
High	Alto	H							
TIPOS DE FALLA									
80 - 100	EXCELENTE								
70 - 80	MUY BUENO								
60 - 70	BUENO								
50 - 60	REGULAR								
40 - 50	POBRE								
30 - 40	MUY POBRE								
0 - 30	FALLADO								
TOTAL	BAJA (L)								
	MEDIA (M)								
	ALTA (H)								
CALCULO DEL PCI									
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	Número de valores deducidos Valor deducido más alto Número máximo de VD(m)				
NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						PCI=100 - Max.VDC			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						PCI =			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 7.-Determinación del PCI, muestra UM-01 con la normativa ASTM D6433.

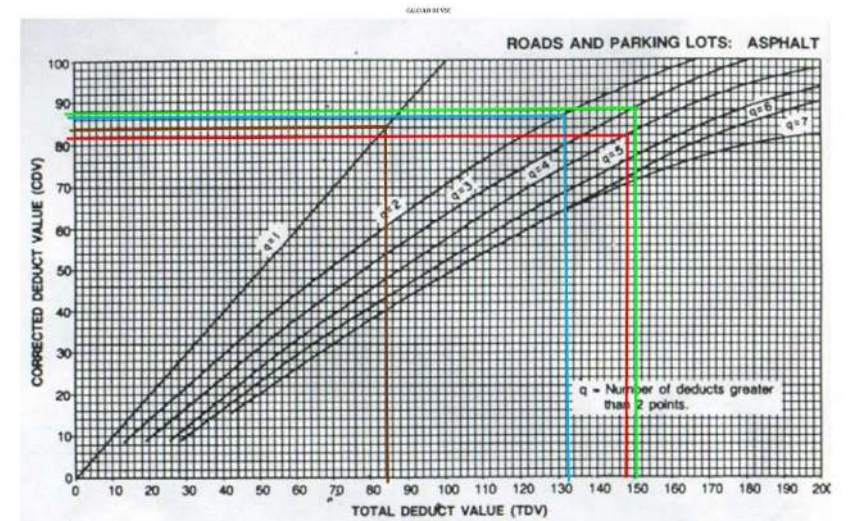
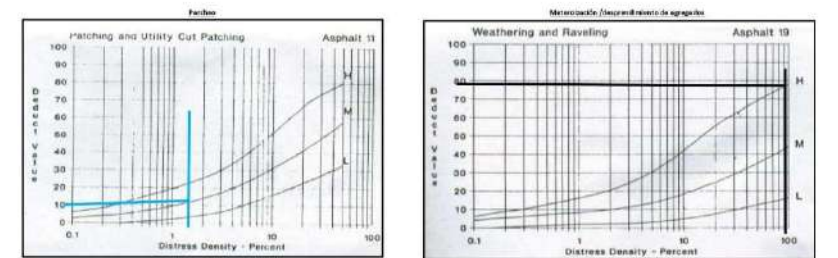
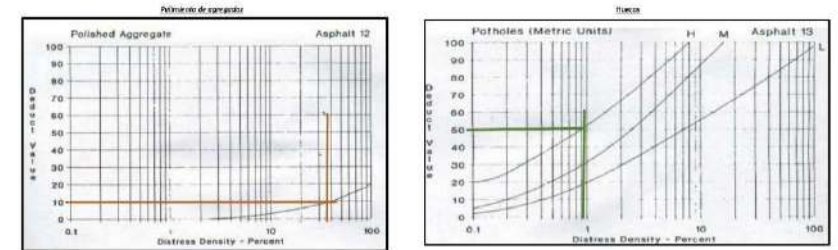
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI														
LUGAR:		Carretera IM-117			SECCIÓN:		10+000 a 10+13.5 KM							
FECHA:		3/6/2021			UNIDAD DE MUESTREO:		UM 1							
REALIZADO POR:		Araceli Farfán y Diccio García			ÁREA DE LA UNIDAD:		250 M ²							
TIPOS DE FALLAS					DIAGRAMA									
1.- Fiel de cesosle 2.- Escalón 3.- Agrietamiento en bloque 4.- Abultamiento y hundimientos 5.- Corrosión 6.- Depresión 7.- Grieta de borde 8.- Grieta de reflexión de junta 9.- Desnivel cantil/Berna 10.- Grietas longitudinales y transversal					11.- Parche 12.- Filamento de agregados 13.- Hoyo 14.- Cruce de veta fibres 15.- Abultamiento 16.- Desplazamiento 17.- Grieta parabola (slippage) 18.- Hinchazo 19.- Despedregamiento de agregados									
$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N - 1) + \sigma^2} \quad n = 13$					$i = \frac{N}{H} \quad i = 4$					$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
$m = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N m_i$					$s = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (m_i - m)^2}$					$M = m + 1.645s$				
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA			INTERVALO DE UNID. DE MEDIDA			NÚMERO MÁXIMO DE VD						
Low	Bajo	L												
Medium	Medio	M												
High	Alto	H												
TIPOS DE FALLA														
85 - 100	EXCELENTE	9		11		13		19						
71 - 85	MUY BUENO	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.					
56 - 70	BUENO	3 L		2 M		3 H		63 H						
41 - 55	REGULAR	3.7 L						3.58 H						
26 - 40	POBRE	2.4 L						22.5 H						
11 - 25	MUY POBRE	1.8 L												
0 - 10	FALLADO													
TOTAL		12.9		2		3		89.08						
		BAJA (L)												
		MEDIA (M)												
		ALTA (H)												
CÁLCULO DEL PCI														
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 7 Número máximo de VD(m)= 3.5									
9	L	12.9	5.61%	3										
11	M	2	0.87%	5										
13	H	3	1.30%	73										
19	H	89.08	38.74%	64										
NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDI	q	VDC								
1	73	64	5	3.5	4	80								
2	73	64	5	2	3	85								
3	73	64	2	2	2	90								
4	73	2	2	2	1	79								
						Max. VDC	90							
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						PCI=100 - Max.VDC								
						PCI = 10								
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO														



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 8.-Determinación del PCI, muestra UM-02 con la normativa ASTM D6433.

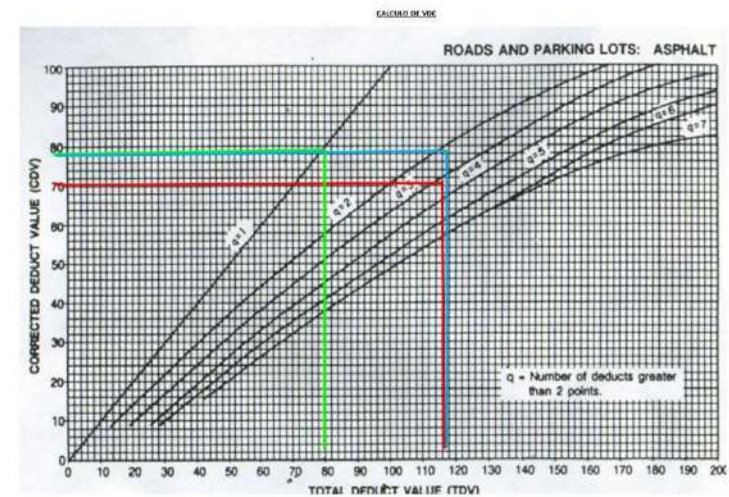
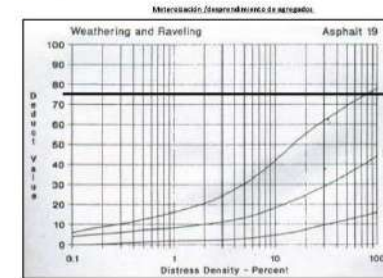
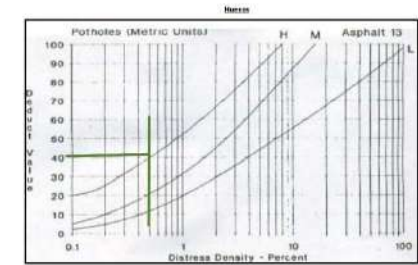
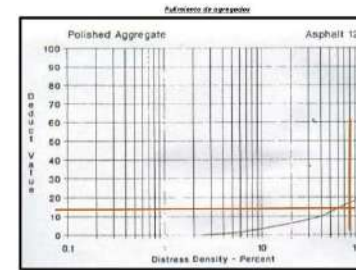
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
LUGAR:	Carretera LM - 117			SECCIÓN:	10+125 a 10+161.4 KM					
FECHA:	3/6/2021			UNIDAD DE MUESTREO:	UM 2					
REALIZADO PCI:	Arelán Tarfon y Osorio Garrido			ÁREA DE LA UNIDAD:	230.1 M2					
TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA						
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcheo									
2.- Escudellin	12.- Píllminto de agregados									
3.- Agrietamiento en bloque	13.- Huacas									
4.- Abultamiento y hundimientos	14.- Cruce de vía férrea									
5.- Corrugación	15.- Ahueflamiento									
6.- Depresión	16.- Desplazamiento									
7.- Grieta de borde	17.- Grieta parabólica (slippage)									
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento									
9.- Desnivel carri/bierna	19.- Desprendimiento de agregados									
10.- Grietas longitudinal y transversal	19.- Desprendimiento de agregados									
NIVEL DE SEVERIDAD				UNIDADES DE MUESTRA		INTERVALO DE UND.DE		NUMERO MÁXIMO DE VD		
Low	Bejo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{c^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$ $n = 13$		$i = \frac{N}{n} = 4$		$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_1)$			
Medium	Medio	M								
High	Alto	H								
TIPOS DE FALLA										
86 - 100	EXCELENTE		11(m ²)		12(m ²)		13		19	
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
56 - 70	BUENO		3	M	70	H	2	H	162.5	H
41 - 55	REGULAR								63	H
26 - 40	POBRE									
11 - 25	MUY POBRE									
0 - 10	FALLADO									
TOTAL	BAJA (L)		3		70		2		225.5	
	MEDIA (M)									
	ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 78 Número máximo de VD(m)= 3.02					
11	M	3	1.3%	10						
12	H	70	30.4%	10						
13	H	2	0.9%	50						
19	H	225.5	98.0%	78						
NRO	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC			
1	78	50	10	0.2	138.2	4	82			
2	78	50	10	2	140	3	88			
3	78	50	2	2	132	2	87			
4	78	2	2	2	84	1	84			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)							Max. VDC	88		
							PCI=100 - Max.VDC			
							PCI= 12			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 9.-Determinación del PCI, muestra UM-03 con la normativa ASTM D6433.

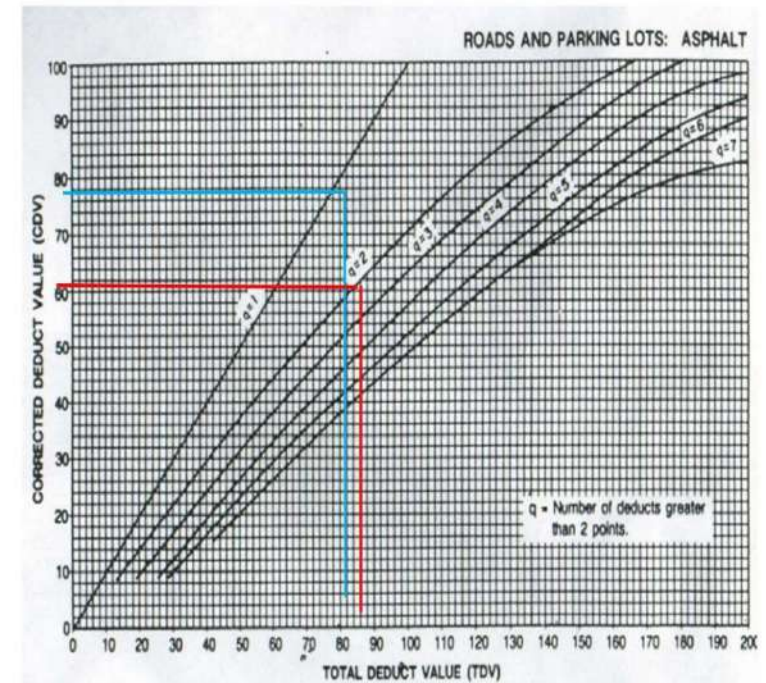
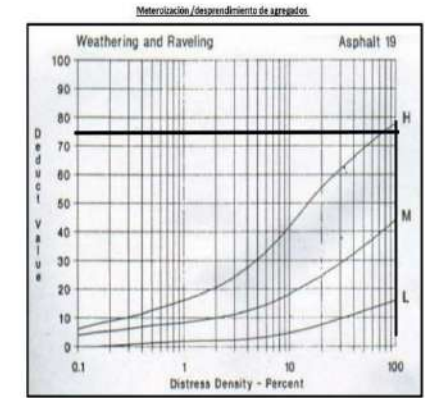
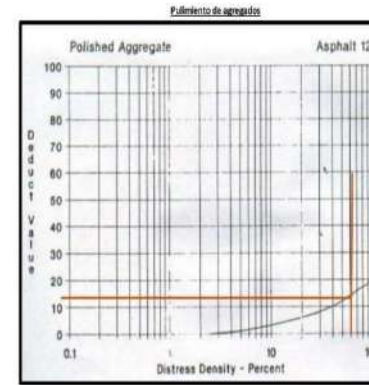
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI									
LUGAR:		Carretera LM - 117		SECCIÓN:		10+267.6 a 10+300.66M			
FECHA:		3/5/2021		UNIDAD DE MUESTREO:		UM 3			
REALIZADO POR:		Arélan Farfán y Oscco Garlazo		ÁREA DE LA UNIDAD:		230 M2			
TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA			
1.- Piel de cocodrilo		11.- Parches							
2.- Exudación		12.- Píntido de agregados							
3.- Agrietamiento en bloque		13.- Huecos							
4.- Abultamiento y hundimientos		14.- Cruce de vías férreas							
5.- Corrugación		15.- Ahueamiento							
6.- Depresión		16.- Desplazamiento							
7.- Grieta de borde		17.- Grieta parabólica (lippage)							
8.- Grieta de reflexión de junta		18.- Hinchaiento							
9.- Desnivel carril/berma		19.- Despedimiento de agregados							
10.- Grietas longitudinales y transversales									
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA			INTERVALO DE UNID.DE		NÚMERO MÁXIMO DE VD	
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$ n = 13			$i = \frac{N}{n}$ i = 4		$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_1)$	
Medium	Medio	M							
High	Alto	H							
TIPOS DE FALLA									
86 - 100	EXCELENTE		12 (m²)		13		19		
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	Cant.	Sev.	
56 - 70	BUENO		35 H		1 H		84 H		
41 - 55	REGULAR		57.5 H				22.5 H		
26 - 40	POBRE						40.5 H		
11 - 25	MUY POBRE								
0 - 10	FALLADO								
TOTAL	BAJA (L)		72.5		1		147		
	MEDIA (M)								
	ALTA (H)								
CÁLCULO DEL PCI									
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 73 Número máximo de VD(n)= 3.2				
12	H	72.5	31.4%	9					
13	H	1	0.4%	37					
19	H	147	63.6%	79					
NRO	VALORES DEDUCIDOS			VD1	q	VDC			
1	73	37	1.8	111.8	3	70			
2	73	37	2	112	2	78			
3	73	2	2	77	1	77			
						Max. VDC	78		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						PCI=100 - Max.VDC			
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						PCI= 22			



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 10.-Determinación del PCI, muestra UM-04 con la normativa ASTM D6433.

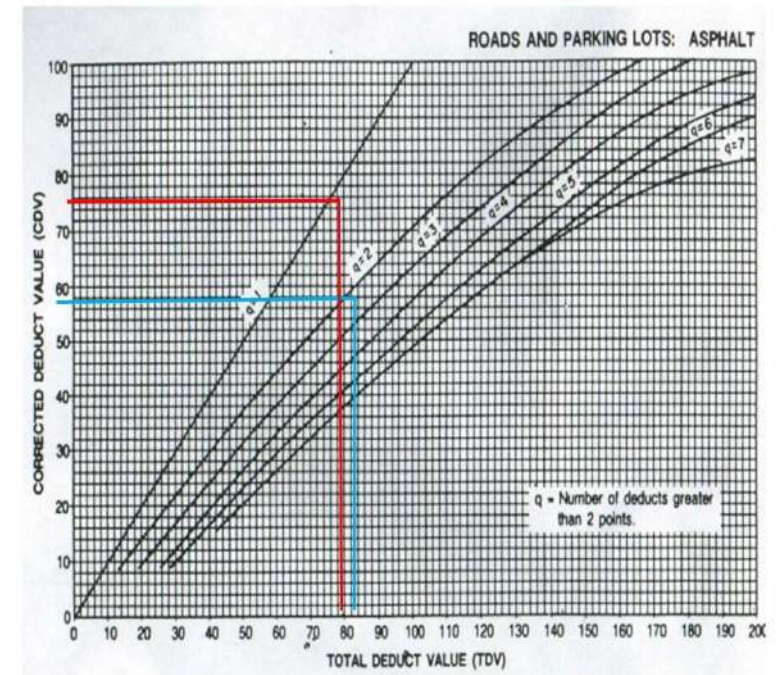
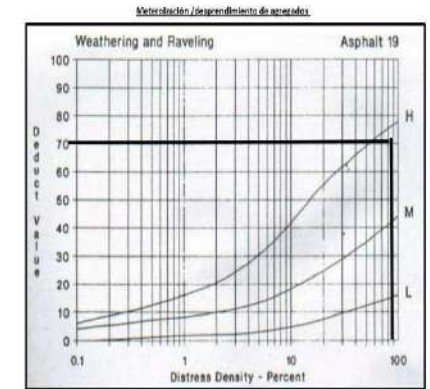
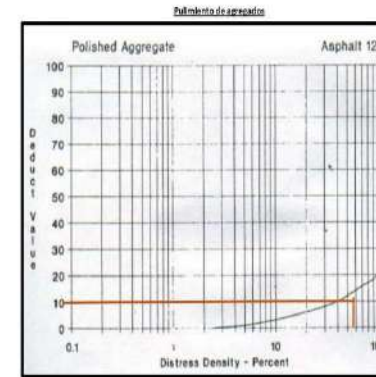
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI					
LUGAR:	Carretera LM - 117	SECCIÓN:	10+399.6 a 10+437.9 KM		
FECHA:	1/6/2021	UNIDAD DE MUESTREO:	UM 4		
REALIZADO POR:	Aoslan Farfan y Claudio Caamaño	AREA DE LA UNIDAD:	230 M2		
TIPOS DE FALLAS			DIAGRAMA		
1.- Pel de cocodrilo 2.- Exudación 3.- Agrietamiento en bloque 4.- Abultamiento y hundimientos 5.- Corrugación 6.- Depresión 7.- Grieta de borde 8.- Grieta de reflexión de junta 9.- Desnivel carril/berma 10.- Grietas longitudinal y transversal			11.- Parcheo 12.- Píntado de agregados 13.- Huecos 14.- Cruce de viga férrea 15.- Ahuellamiento 16.- Desplazamiento 17.- Grieta parabólica (shpping) 18.- Minchaleto 19.- Despedimiento de agregados		
NIVEL DE SEVERIDAD Low Bajo L Medium Medio M High Alto H			UNIDADES DE MUESTRA $n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$ $n = 13$		
			INTERVALO DE UND.DE $i = \frac{N}{n} = 4$		
			NÚMERO MÁXIMO DE VD $m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_1)$		
TIPOS DE FALLA					
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)	19(m ²)	
71 - 85	MUY BUENO		Cant. Sev.	Cant. Sev.	
56 - 70	BUENO		45 H	78 H	
41 - 55	REGULAR		42 H	52.5 H	
26 - 40	POBRE				
11 - 25	MUY POBRE				
0 - 10	FALLADO				
TOTAL	BAJA (L) MEDIA (M) ALTA (H)		87	130.5	
CALCULO DEL PCI					
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	
12	H	87	37.9%	32	
19	H	130.5	56.8%	73	
Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 73 Número máximo de VD(m) = 3.5					
NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC
1	73	6	79	2	58
2	73	2	75	1	75
Max. VDC 75					
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				PCI=100 - Max.VDC	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				PCI= 25	



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 11.-Determinación del PCI, muestra UM-05 con la normativa ASTM D6433.

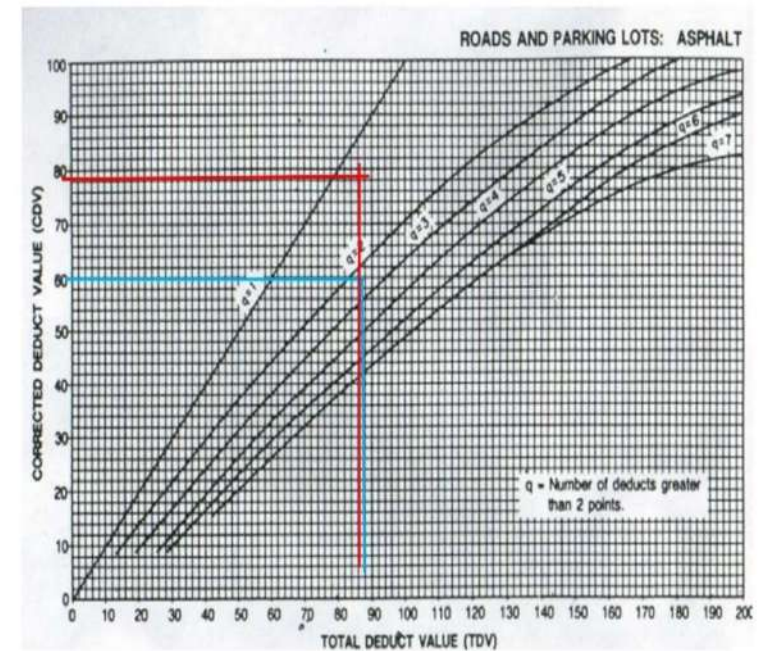
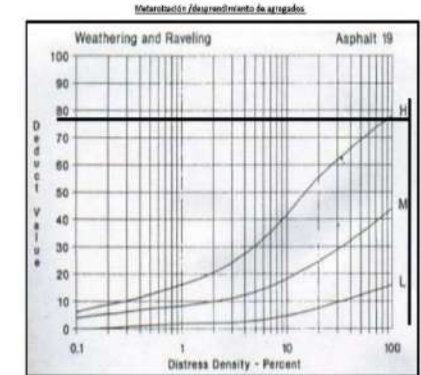
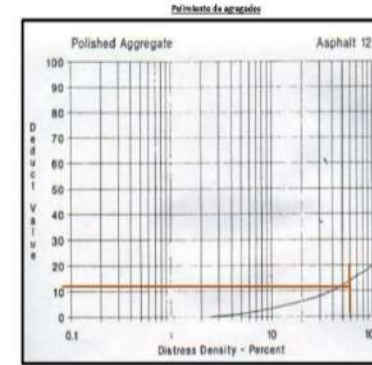
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI						
LUGAR: Carretera KM - 117		SECCIÓN: 10+562.8 a 10+598.8 KM				
FECHA: 3/5/2021		UNIDAD DE MUESTREO: UM 5				
REALIZADO POR: Arielan Farfan y Osasco Garriazo		ÁREA DE LA UNIDAD: 750 M2				
TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA		
1.- Piel de cocodrilo		11.- Parcheo				
2.- Exudación		12.- Píllmiento de agregados				
3.- Agrietamiento en bloque		13.- Huecos				
4.- Abultamiento y hundimientos		14.- Cruce de vólv férrea				
5.- Cerrugación		15.- Ahueflamiento				
6.- Depresión		16.- Desplazamiento				
7.- Grieta de borde		17.- Grieta parabólico (slippage)				
8.- Grieta de reflexión de junta		18.- Hinchamiento				
9.- Desnivel cantil/forma		19.- Despredimiento de agregados				
10.- Grietas longitudinales y transversal						
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTERVALO DE UND.DE		
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N - 1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n} \quad i = 4$	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_1)$	
Medium	Medio	M				
High	Alto	H				
TIPOS DE FALLA						
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)		19(m ²)	
71 - 85	MUY BUENO		Cant. Sev.	Cant. Sev.		
56 - 70	BUENO		35 H	75 H		
41 - 55	REGULAR		45 H	40 H		
26 - 40	POBRE			15 H		
11 - 25	MUY POBRE					
0 - 10	FALLADO					
TOTAL	BAJA (L)		80		130	
	MEDNA (M)					
	ALTA (H)					
CALCULO DEL PCI						
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 70 Número máximo de VD(m) = 3.8	
12	H	80	34.8%	9		
19	H	130	56.5%	70		
NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	70	7.2		77.2	2	52
2	70	2		72	1	75
Max. VDC						75
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						PCI=100 - Max.VDC
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						PCI= 25



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 12.-Determinación del PCI, muestra UM-06 con la normativa ASTM D6433.

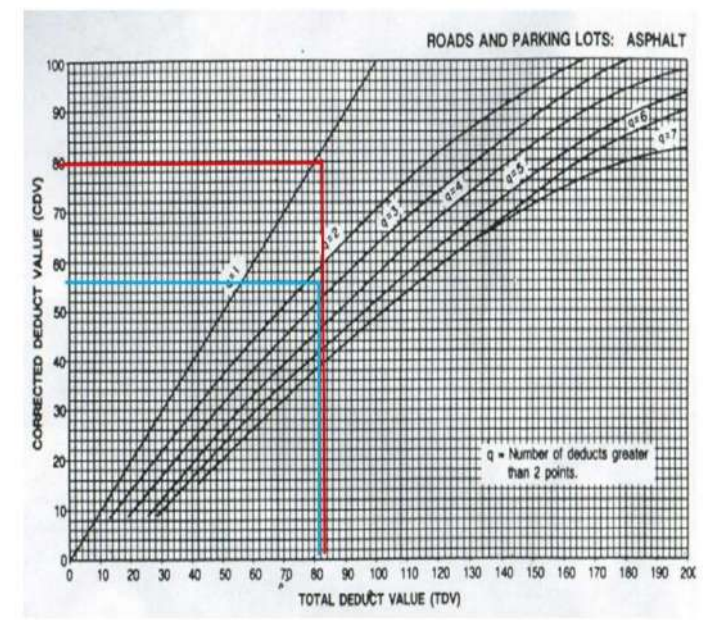
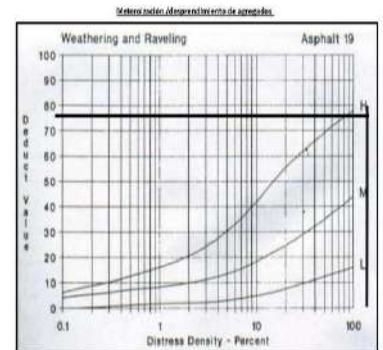
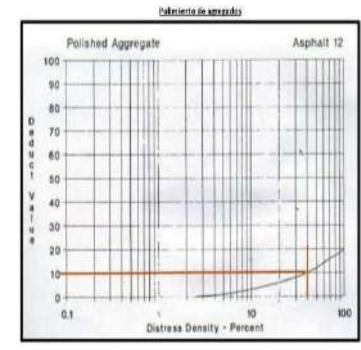
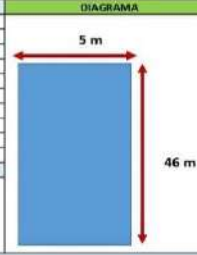
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI					
LUGAR:	Carretera UM-117	SECCIÓN:	50+736.8 a 10+778.6 KM		
FECHA:	3/6/2021	UNIDAD DE MUESTREO:	UM6		
REALIZADO POR:	Ariflan Farías y Osasco Gerardo	ÁREA DE LA UNIDAD:	230 M2		
TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA	
1.- Piel de cocodrilo 2.- Exudación 3.- Agrietamiento en bloque 4.- Abultamiento y hundimientos 5.- Corrugación 6.- Depresión 7.- Grieta de borde 8.- Grieta de reflexión de junta 9.- Desnivel carri/lberma 10.- Grietas longitudinales y transversales					
11.- Parches 12.- Píllimiento de agregados 13.- Huecos 14.- Cruce de vainas fieras 15.- Ahuellamiento 16.- Desplazamiento 17.- Grieta parabólica (flippage) 18.- Hinchamiento 19.- Desprendimiento de agregados					
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTERVALO DE UND.DE	
Low	Bajo	L			
Medium	Medio	M			
High	Alto	H			
		$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sum_{i=1}^k x_i^2 \times (N-1) + \sigma^2}{4}}$		$n = 13$	
				$i = \frac{N}{n} = 4$	
				$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$	
TIPOS DE FALLA					
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)		
			Cant.	Sev.	
71 - 85	MUY BUENO		35 H	60 H	
56 - 70	BUENO		22.5 H	30 H	
41 - 55	REGULAR		28 H	110 H	
26 - 40	POBRE				
11 - 25	MUY POBRE				
0 - 10	FALLADO				
TOTAL	BAJA (L)		85.5		
	MEDIA (M)		200		
	ALTA (H)				
CALCULO DEL PCI					
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	
1,2	H	85.5	37.2%	10	
1,9	H	200	87.0%	77	
Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 75 Número máximo de VD(m)= 3.3					
NRO	77	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q
1	77	3		80	2
2	77	2		79	1
				Max. VDC	77
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				PCI=100 - Max.VDC	
				PCI= 23	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 13.-Determinación del PCI, muestra UM-07 con la normativa ASTM D6433.

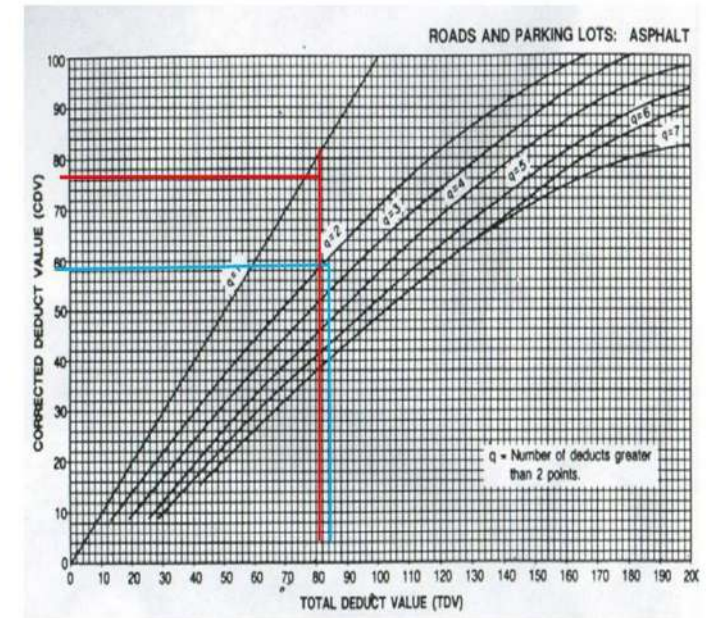
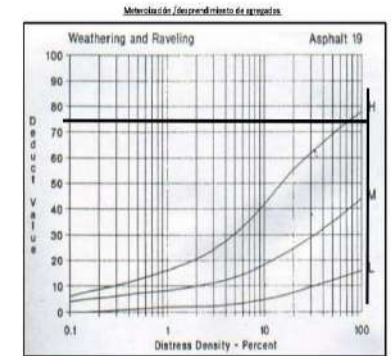
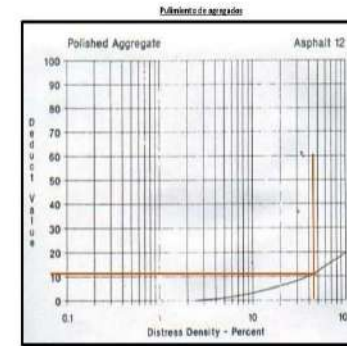
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI					
LUGAR: Carretera LM - 117		SECCIÓN: 10+904 a 10+950 KM			
FECHA: 3/8/2021		UNIDAD DE MUESTRO: U/M 7			
REALIZADO POR: Avelin Farfán y Oscco Garlazo		ÁREA DE LA UNIDAD: 730 M ²			
TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA	
1.- Piel de cocodrilo 2.- Escudellón 3.- Agrietamiento en bloque 4.- Abultamiento y hundimientos 5.- Corrugación 6.- Depresión 7.- Grieta de borde 8.- Grieta de reflexión de junta 9.- Desnivel carril/barra 10.- Grietas longitudinales y transversales				11.- Parcheo 12.- Pillingento de agregados 13.- Huecos 14.- Cruce de vólv férrea 15.- Ahuellamiento 16.- Desplazamiento 17.- Grieta parabólica (slippage) 18.- Hinchamiento 19.- Despredimiento de agregados	
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTERVALO DE UNID.DE	
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\sigma^2 \times (N-1) + \sigma^2}$ n = 13	$i = \frac{N}{n} \quad i = 4$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$
Medium	Medio	M			
High	Alto	H			
TIPOS DE FALLA					
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)	19(m ²)	
71 - 85	MUY BUENO		Cant. Sev.	Cant. Sev.	
56 - 70	BUENO		30 H	75 H	
41 - 55	REGULAR		18 H	50 H	
26 - 40	POBRE			35 H	
11 - 25	MUY POBRE			30 H	
0 - 10	FALLADO				
TOTAL	BAJA (L)		48	190	
	MEDIA (M)				
	ALTA (H)				
CALCULO DEL PCI					
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido	
12	H	48	20.9%	9	Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 77 Número máximo de VD(m)= 3.10
19	H	190	82.6%	77	
VALORES DEDUCIDOS					
NRO		VALORES DEDUCIDOS	VDT	q	VDC
1	77	0.9	77.9	2	55
2	77	2	79	3	79
Max. VDC					79
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					PCI=100 - Max.VDC
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					PCI= 21



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 14.-Determinación del PCI, muestra UM-08 con la normativa ASTM D6433.

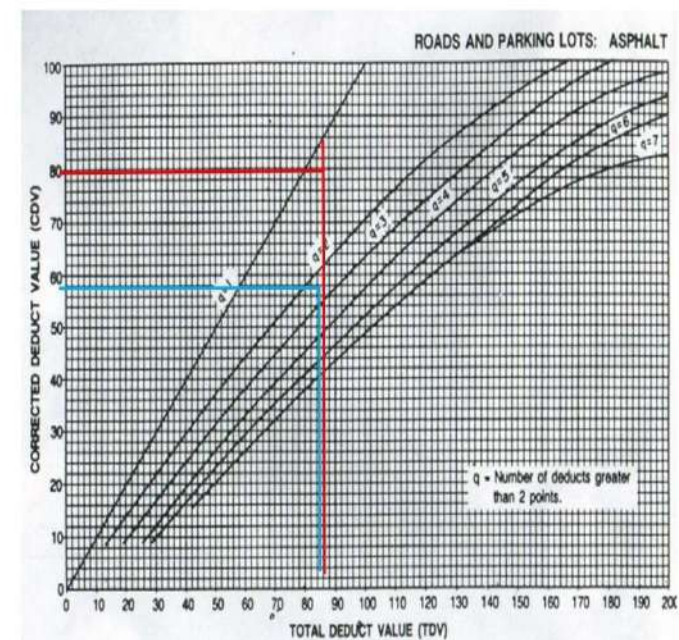
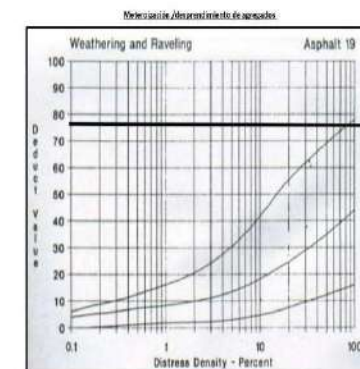
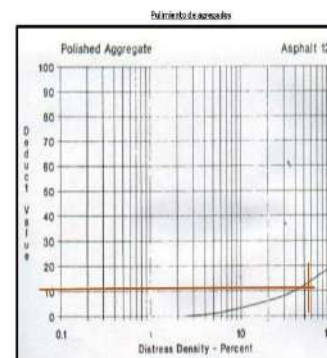
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI						
LUGAR:	Carretera LM - 117		SECCIÓN:	11-134 a 11+180 KM		
FECHA:	3/6/2021		UNIDAD DE MUESTREO:	UM 8		
REALIZADO POR:	Arohan Farfan y Chasco Garrizoa		ÁREA DE LA UNIDAD:	230 M2		
TIPOS DE FALLAS			DIAGRAMA			
1.- Piel de cocodrilo	11.- Parcho					
2.- Exudación	12.- Pelamiento de agregados					
3.- Agrietamiento en bloque	13.- Huecos					
4.- Abultamiento y hundimientos	14.- Cruce de vólvos férrea					
5.- Corrugación	15.- Ahuellamiento					
6.- Depresión	16.- Desplazamiento					
7.- Grieta de borde	17.- Grieta parabólica (slippage)					
8.- Grieta de reflexión de junta	18.- Hinchamiento					
9.- Desnivel caril/berma	19.- Despredimiento de agregados					
10.- Grietas longitudinal y transversal						
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA	INTERVALO DE UND.DE	NUMERO MÁXIMO DE VD		
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{s^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$ $n = 13$	$i = \frac{N}{n} = 4$	$m_1 = 1.00 + \frac{0}{98} (100 - HDV_1)$	
Medium	Medio	M				
High	Alto	H				
TIPOS DE FALLA						
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)	19(m ²)		
			Cant.	Sev.	Cant.	
71 - 85	MUY BUENO		22.5	H	50	
			45	H	52.5	
56 - 70	BUENO				50	
41 - 55	REGULAR					
26 - 40	POBRE					
11 - 25	MUY POBRE					
0 - 10	FALLADO					
TOTAL	BAJA (L)		67.5		152.5	
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)					
CALCULO DEL PCI						
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido		
12	H	67.5	29.3%	9		
19	H	152.5	66.3%	73		
Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 73 Número máximo de VD(m)= 3.5						
NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDI	q	VDC
1	73	4.5		77.5	2	56
2	73	2		75	1	75
Max. VDC						75
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						PCI=100 - Max.VDC
						PCI= 25
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						



Fuente: Elaboración propia.

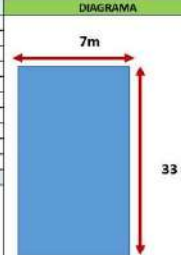
Anexo 15.-Determinación del PCI, muestra UM-09 con la normativa ASTM D6433.

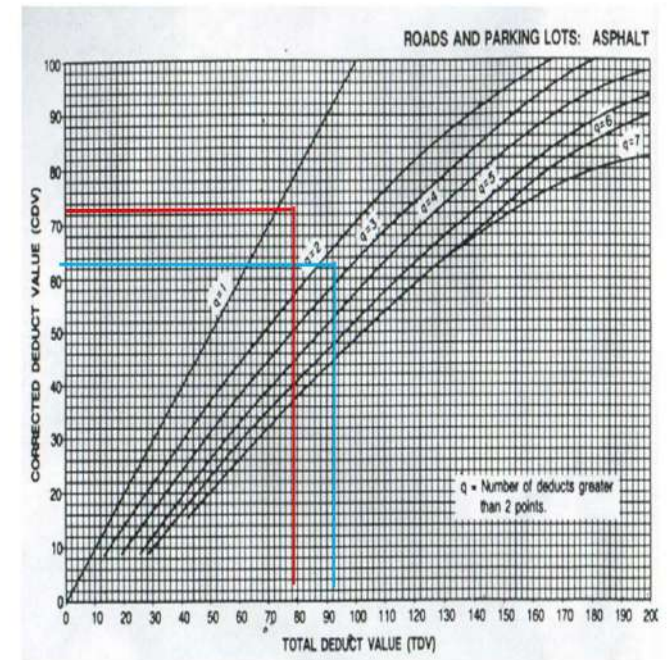
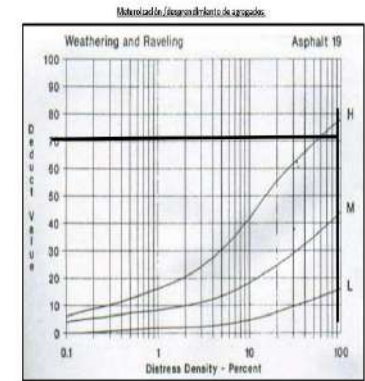
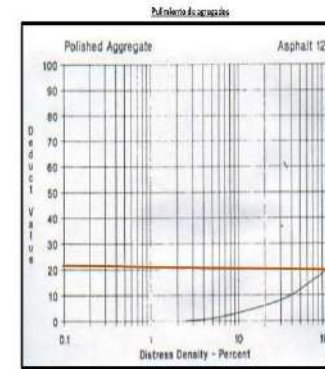
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI				
LUGAR:	Carretera IM - 117		SECCIÓN:	11+938 a 11+364 KM
FECHA:	1/6/2021		UNIDAD DE MUESTREO:	UM 9
REALIZADO POR:	Avelino Farfán y Oscco Garrido		ÁREA DE LA UNIDAD:	230 M ²
TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA
1.- Piel de cocodrilo		11.- Pehuco		
2.- Fisuración		12.- Pilling de agregados		
3.- Agrietamiento en bloque		13.- Huecos		
4.- Abultamiento y hundimientos		14.- Cruce de vóla férrea		
5.- Corrugación		15.- Ahueamiento		
6.- Depresión		16.- Desplazamiento		
7.- Grieta de borde		17.- Grieta parabólica (slippage)		
8.- Grieta de reflexión de junta		18.- Hinchamiento		
9.- Desnivel carril/borde		19.- Desprendimiento de agregados		
10.- Grietas longitudinal y transversal				
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA	INTERVALO DE UND.DE	NÚMERO MÁXIMO DE VD
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{c^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$ $n = 13$	$i = \frac{N}{n} = 4$ $m_1 = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV)$
Medium	Medio	M		
High	Alto	H		
TIPOS DE FALLA				
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)	19(m ²)
71 - 85	MUY BUENO		Cant. Sev.	Cant. Sev.
56 - 70	BUENO		21 H	75 H
41 - 55	REGULAR		31.5 H	37.5 H
26 - 40	POBRE		25 H	24.5 H
11 - 25	MUY POBRE			24 H
0 - 10	FALLADO			
TOTAL	BAJA (L)		77.5	161
	MEDIA (M)			
	ALTA (H)			
CÁLCULO DEL PCI				
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido
12	H	77.5	33.7%	10
19	H	161	70.0%	77
Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 77 Número máximo de VD(m)= 3.1				
NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT
1	77	1		78
2	77	2		79
				Max. VDC
				79
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)				PCI=100 - Max.VDC
				PCI= 21
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				



Fuente: Elaboración propia.

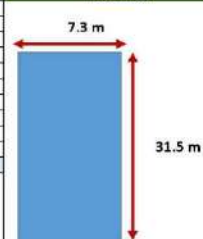
Anexo 16.-Determinación del PCI, muestra UM-10 con la normativa ASTM D6433.

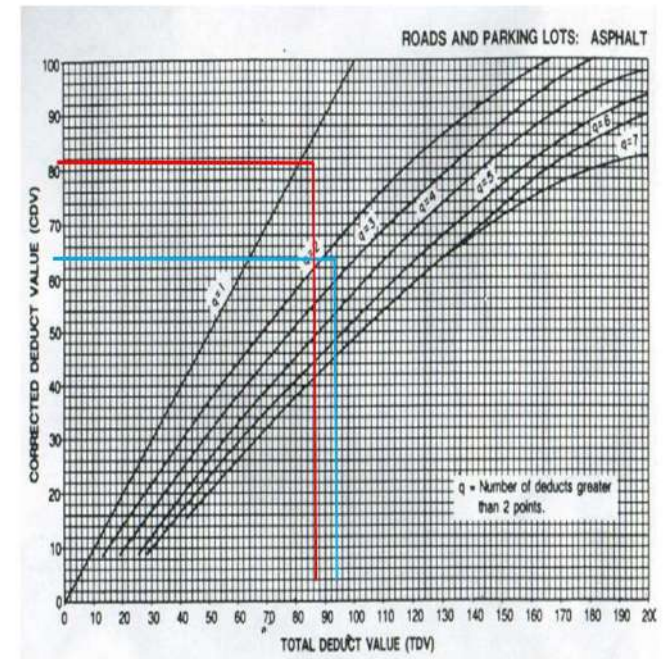
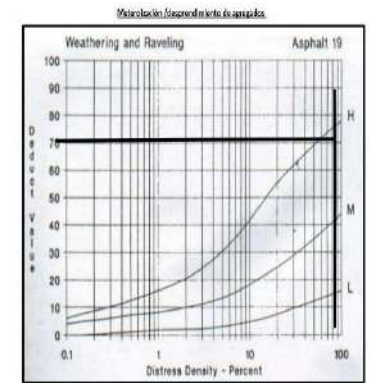
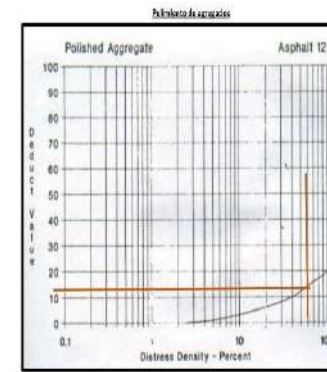
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
LUGAR:		Carretera IM-117		SECCIÓN:		11+502 a 11+535 KM				
FECHA:		3/6/2021		UNIDAD DE MUESTREO:		UM 10				
REALIZADO POR:		Arleán Farfán y Osasco Garrizco		ÁREA DE LA UNIDAD:		231 M2				
TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA				
1.- Piel de cocodrilo 2.- Escudación 3.- Agrietamiento en bloque 4.- Abultamiento y hundimientos 5.- Corrugación 6.- Depresión 7.- Grieta de borde 8.- Grieta de reflexión de junta 9.- Desnivel carril/berma 10.- Grietas longitudinales y transversal						11.- Parcheo 12.- Filtrado de agregados 13.- Huecos 14.- Cruce de vía férrea 15.- Abuelamiento 16.- Desplazamiento 17.- Grieta parabólica (slippage) 18.- Hinchamiento 19.- Despedregamiento de agregados				
										
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA			INTERVALO DE UNID. DE MEDIDA		NÚMERO MÁXIMO DE VD		
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2}$ $n = 13$			$i = \frac{N}{n}$ $i = 4$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$		
Medium	Medio	M								
High	Alto	H								
TIPOS DE FALLA										
85 - 100	EXCELENTE		12(m ²)		19(m ²)					
71 - 85	MUY BUENO		66 H	38 H						
56 - 70	BUENO		70 H	45 H						
41 - 55	REGULAR		20 H	55 H						
26 - 40	POBRE									
11 - 25	MUY POBRE									
0 - 10	FALLADO									
TOTAL	BAJA (L)		156		118					
	MEDIA (M)									
	ALTA (H)									
CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)		Valor deducido	Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 70 Número máximo de VD(m)= 3.8				
12	H	156	67.5%		18					
19	H	118	51.1%		70					
NRD	VALORES DEDUCIDOS		VDT		q	VDC				
1	70	14.4			84.4	2	62			
2	70	2			72	1	72			
							Max. VDC			
							72			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)						$PCI = 100 - \text{Max.VDC}$				
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						$PCI = 28$				



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 17.-Determinación del PCI, muestra UM-11 con la normativa ASTM D6433.

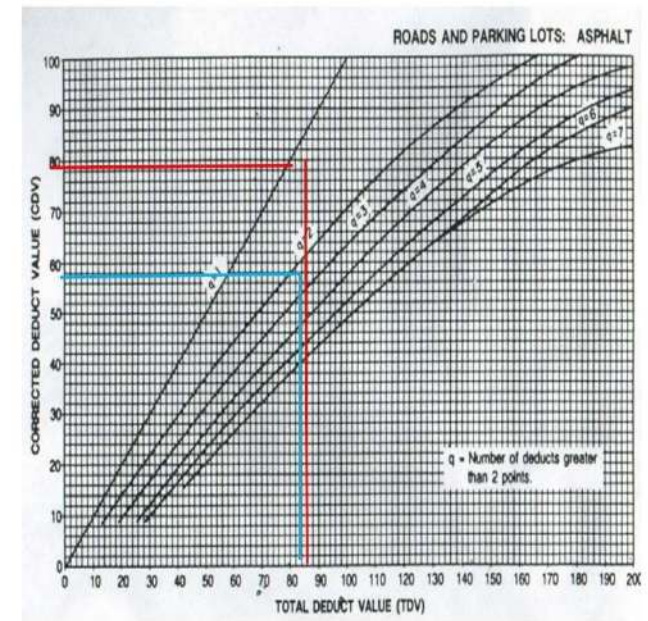
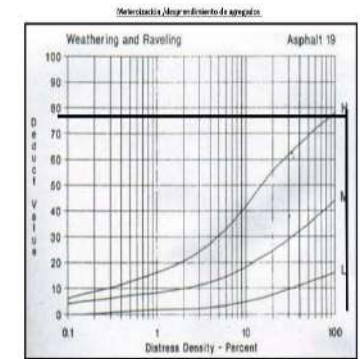
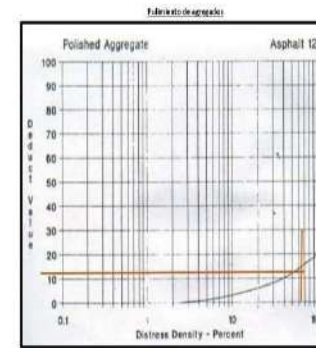
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
LUGAR:		Carretera LM - 117		SECCIÓN:		11+634 a 11+665.5 KM				
FECHA:		3/6/2021		UNIDAD DE MUESTREO:		UM 11				
REALIZADO POR:		Ardian Farfan y Osocar Garranzo		ÁREA DE LA UNIDAD:		230 M2				
TIPOS DE FALLAS						DIAGRAMA				
1.- Piel de cocodrilo		11.- Parcheo								
2.- Exudación		12.- Pilling de agregados								
3.- Agrietamiento en bloque		13.- Huecos								
4.- Abultamiento y hundimientos		14.- Cruce de voía férrea								
5.- Corrugación		15.- Ahueamiento								
6.- Depresión		16.- Desplazamiento								
7.- Grieta de borde		17.- Grieta parabólica (allipage)								
8.- Grieta de reflexión de junta		18.- Hinchamiento								
9.- Desnivel canchil/berma		19.- Despredimiento de agregados								
10.- Grietas longitudinal y transversal										
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INTERVALO DE UNO DE		NÚMERO MÁXIMO DE VD			
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$		$i = \frac{N}{n} \quad i = 4$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$			
Medium	Medio	M								
Hgth	Alto	H								
TIPOS DE FALLA										
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)		19(m ²)					
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	Sev.				
56 - 70	BUENO		37.5	H	50	H				
41 - 55	REGULAR		37.5	H	42	H				
26 - 40	POBRE		19.5	H	17.5	H				
11 - 25	MUY POBRE									
0 - 10	FALLADO									
TOTAL	BAJA (L)		74.5		109.5					
	MEDIA (M)									
	ALTA (H)									
CÁLCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido		Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 79 Número máximo de VD(m)= 2.9				
12	H	74.5	32.4%	9						
19	H	109.5	47.6%	78						
NRO	VALORES DEDUCIDOS		VDT	q	VDC					
1	78	8.1	86.1	2	62					
2	78	2	80	1	80					
					Max. VDC	80				
ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					PCI=100 - Max.VDC					
					PCI= 20					
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO										



Fuente: Elaboración propia.

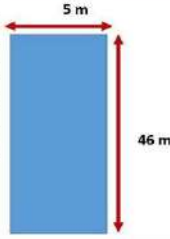
Anexo 18.-Determinación del PCI, muestra UM-12 con la normativa ASTM D6433.

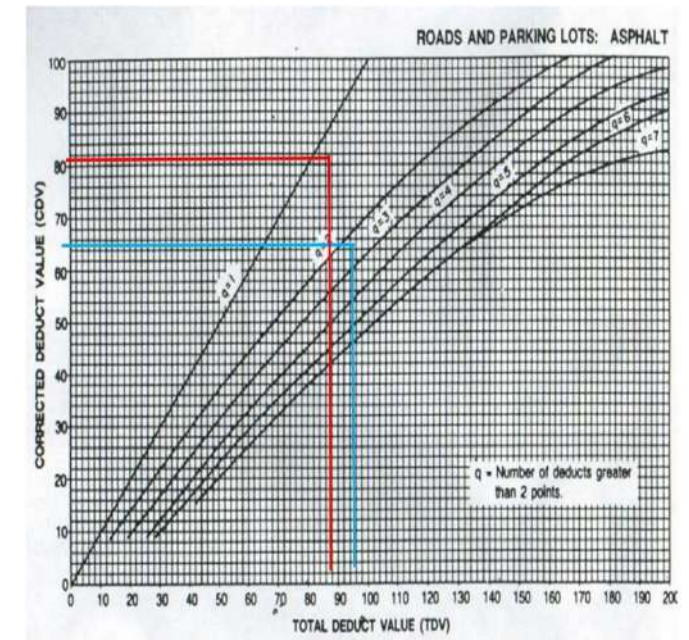
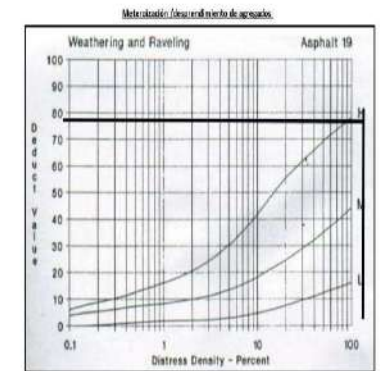
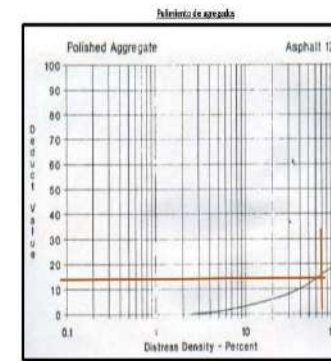
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI						
LUGAR: Carretera LM-137		SECCIÓN: 11+760 a 11+801.8 KM				
FECHA: 3/6/2021		UNIDAD DE MUESTREO: UM 12				
REALIZADO POR: Arielín Farfán y Osoro Gambara		ÁREA DE LA UNIDAD: 230 M ²				
TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA		
1.- Piel de cocodrilo 2.- Esufación 3.- Agrietamiento en bloque 4.- Abultamiento y hundimientos 5.- Corrugación 6.- Depresión 7.- Grieta de borde 8.- Grieta de reflexión de junta 9.- Desnivel carril/berma 10.- Grietas longitudinal y transversal						
11.- Parcheo 12.- Pillingento de agregados 13.- Huecos 14.- Cruce de voía férrea 15.- Abusellamiento 16.- Desplazamiento 17.- Grieta parabólico (slippage) 18.- Hinchamiento 19.- Despedimento de agregados						
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTERVALO DE UND.DE	NÚMERO MÁXIMO DE VD	
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$ n = 13	$i = \frac{N}{H}$ i = 4	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$	
Medium	Medio	M				
High	Alto	H				
TIPOS DE FALLA						
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)		19(m ²)	
71 - 85	MUY BUENO		Cant.	Sev.	Cant.	
56 - 70	BUENO		38.5	H	22.5	
41 - 55	REGULAR		22.5	H	82.5	
26 - 40	POBRE		28	H	36	
11 - 25	MUY POBRE				36	
0 - 10	FALLADO					
TOTAL	BAJA (L)		89		177	
	MEDIA (M)					
	ALTA (H)					
CALCULO DEL PCI						
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido		
12	H	89	38.7%	10		
19	H	177	77.0%	77		
Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 77 Número máximo de VD(m)= 3.1						
NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	77	1		78	2	56
2	77	2		79	1	78
					Max. VDC	78
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					PCI=100 - Max.VDC	
					PCI= 22	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						



Fuente: Elaboración propia.

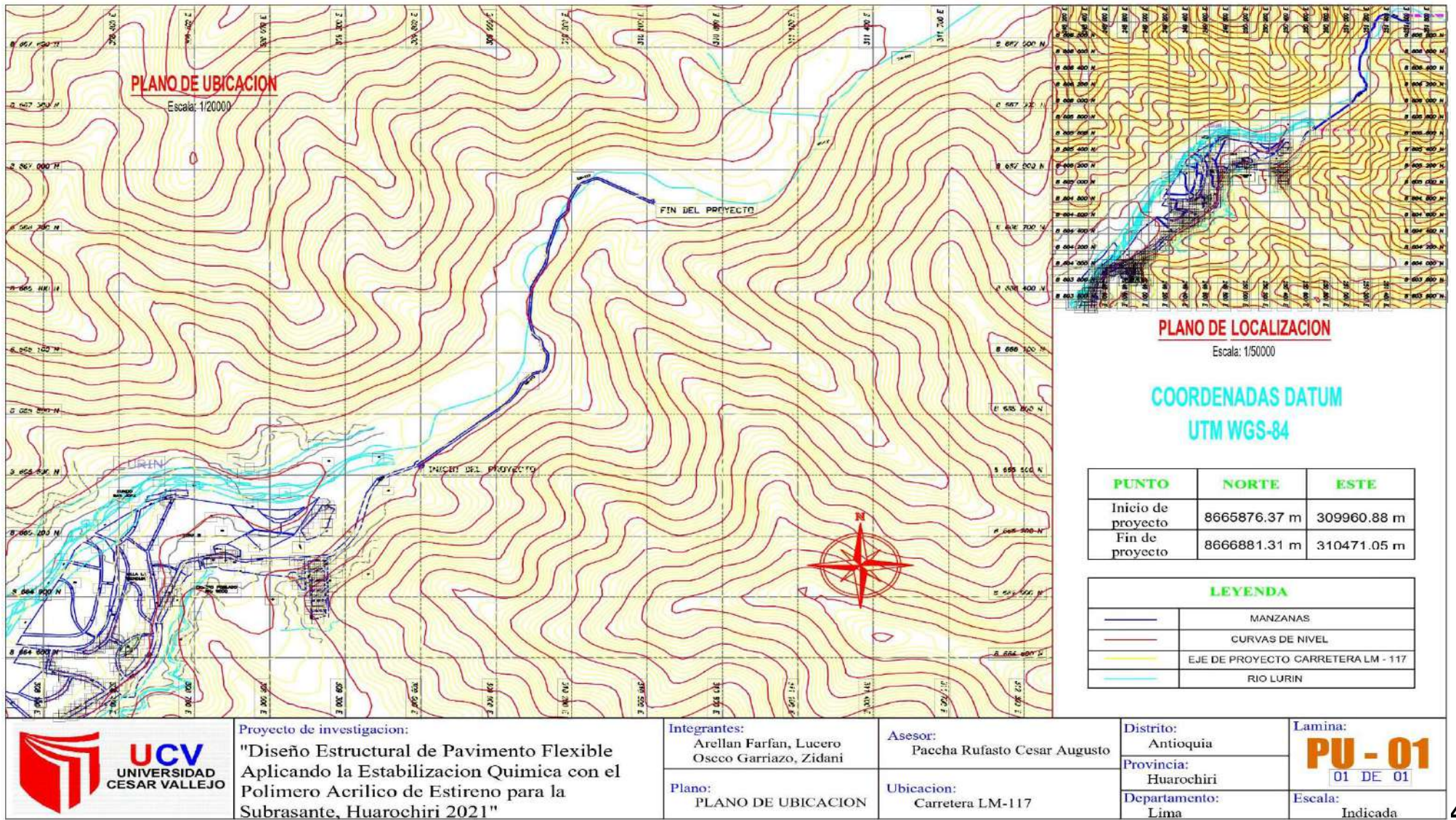
Anexo 19.-Determinación del PCI, muestra UM-13 con la normativa ASTM D6433.

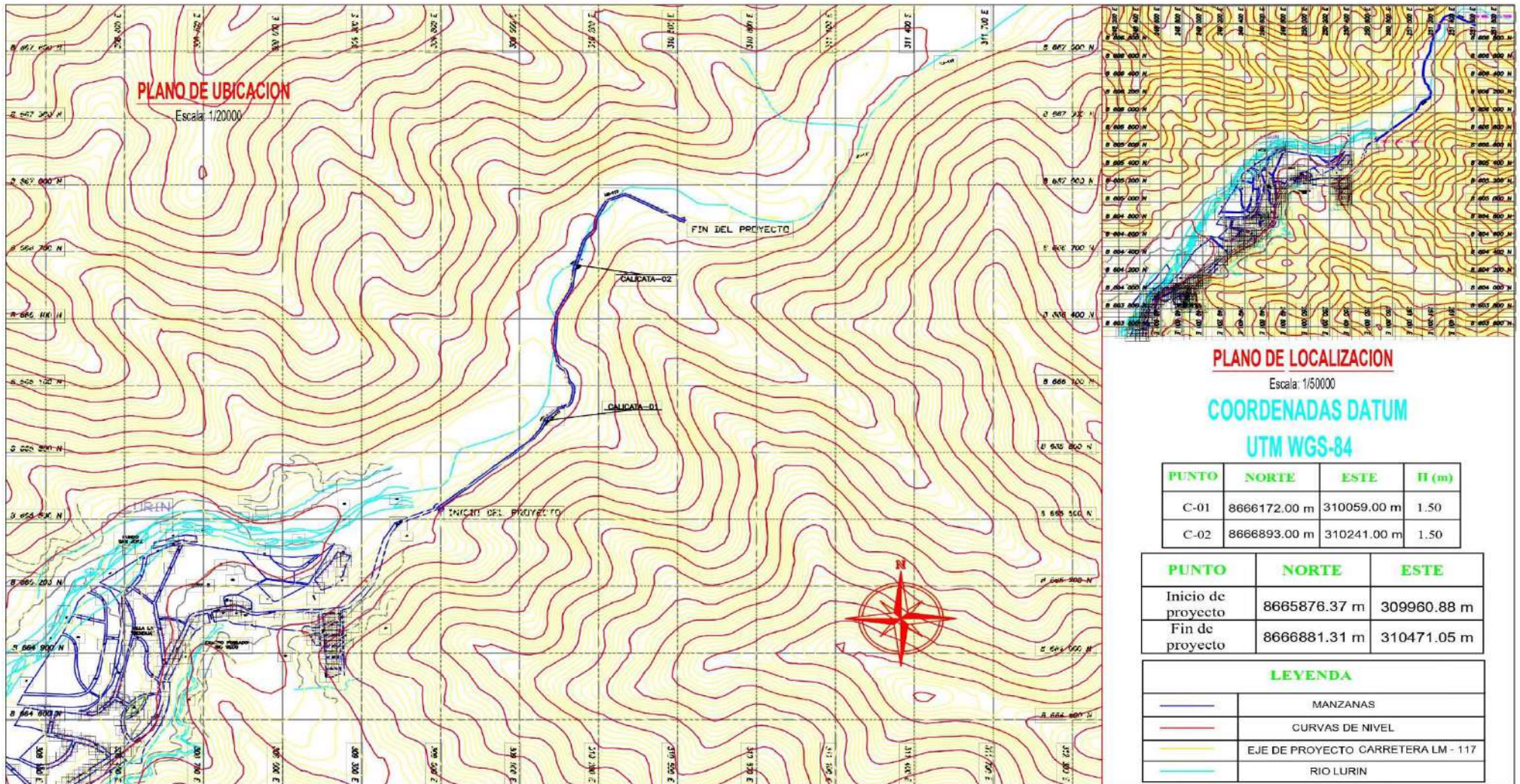
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI						
LUGAR: Carretera LM- 117		SECCIÓN: 13+927.2 a 12+000 KM				
FECHA: 3/6/2021		UNIDAD DE MUESTRO: UM 13				
REALIZADO POR: Arellan Farfan y Chacco Garriazo		ÁREA DE LA UNIDAD: 230 M2				
TIPOS DE FALLAS				DIAGRAMA		
1.- Piel de cocodrilo 2.- Exudación 3.- Agrietamiento en Bloque 4.- Abultamiento y hundimientos 5.- Corrugación 6.- Depresión 7.- Grieta de borde 8.- Grieta de reflexión de junta 9.- Desnivel carril/berma 10.- Grietas longitudinal y transversal				11.- Parcheo 12.- Pilamiento de agregados 13.- Huecos 14.- Cruce de vuía férrea 15.- Ahuellamiento 16.- Desplazamiento 17.- Grieta parabolico (slippage) 18.- Hinchamiento 19.- Despredimiento de agregados		
						
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INTERVALO DE UND.DE	NÚMERO MÁXIMO DE VD	
Low	Bajo	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2}$ n = 13	$i = \frac{N}{n} \quad i = 4$	$m_1 = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV)$	
Medium	Medio	M				
High	Alto	H				
TIPOS DE FALLA						
86 - 100	EXCELENTE		12(m ²)		19(m ²)	
			Cant.	Sev.	Cant.	Sev.
71 - 85	MUY BUENO		60 H		90 H	
56 - 70	BUENO		17.5 H		25.5 H	
41 - 55	REGULAR		15 H		52.5 H	
26 - 40	POBRE					
11 - 25	MUY POBRE					
0 - 10	FALLADO					
TOTAL	BAJA (L) MEDIA (M) ALTA (H)		92.5		168	
CALCULO DEL PCI						
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad(%)	Valor deducido		
12	H	92.5	40.2%	10	Número de valores deducidos >2(q) Valor deducido más alto = 79 Número máximo de VD(m)= 2.9	
19	H	168	73.0%	79		
NRO	VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC
1	79	9		88	2	63
2	79	2		81	1	81
				Max. VDC		81
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI)					PCI=100 - Max.VDC PCI= 19	
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO						



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 20.-Planos





PLANO DE UBICACION

Escala: 1/20000

PLANO DE LOCALIZACION

Escala: 1/50000

**COORDENADAS DATUM
UTM WGS-84**

PUNTO	NORTE	ESTE	H (m)
C-01	8666172.00 m	310059.00 m	1.50
C-02	8666893.00 m	310241.00 m	1.50

PUNTO	NORTE	ESTE
Inicio de proyecto	8665876.37 m	309960.88 m
Fin de proyecto	8666881.31 m	310471.05 m

LEYENDA

	MANZANAS
	CURVAS DE NIVEL
	EJE DE PROYECTO CARRETERA LM - 117
	RIO LURIN



Proyecto de investigacion:
**"Diseño Estructural de Pavimento Flexible
 Aplicando la Estabilizacion Quimica con el
 Polimero Acrilico de Estireno para la
 Subrasante, Huarochiri 2021"**

Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero
 Oscco Garriazo, Zidani

Plano:
 PLANO DE CALICATA

Asesor:
 Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicacion:
 Carretera LM-117

Distrito:
 Antioquia

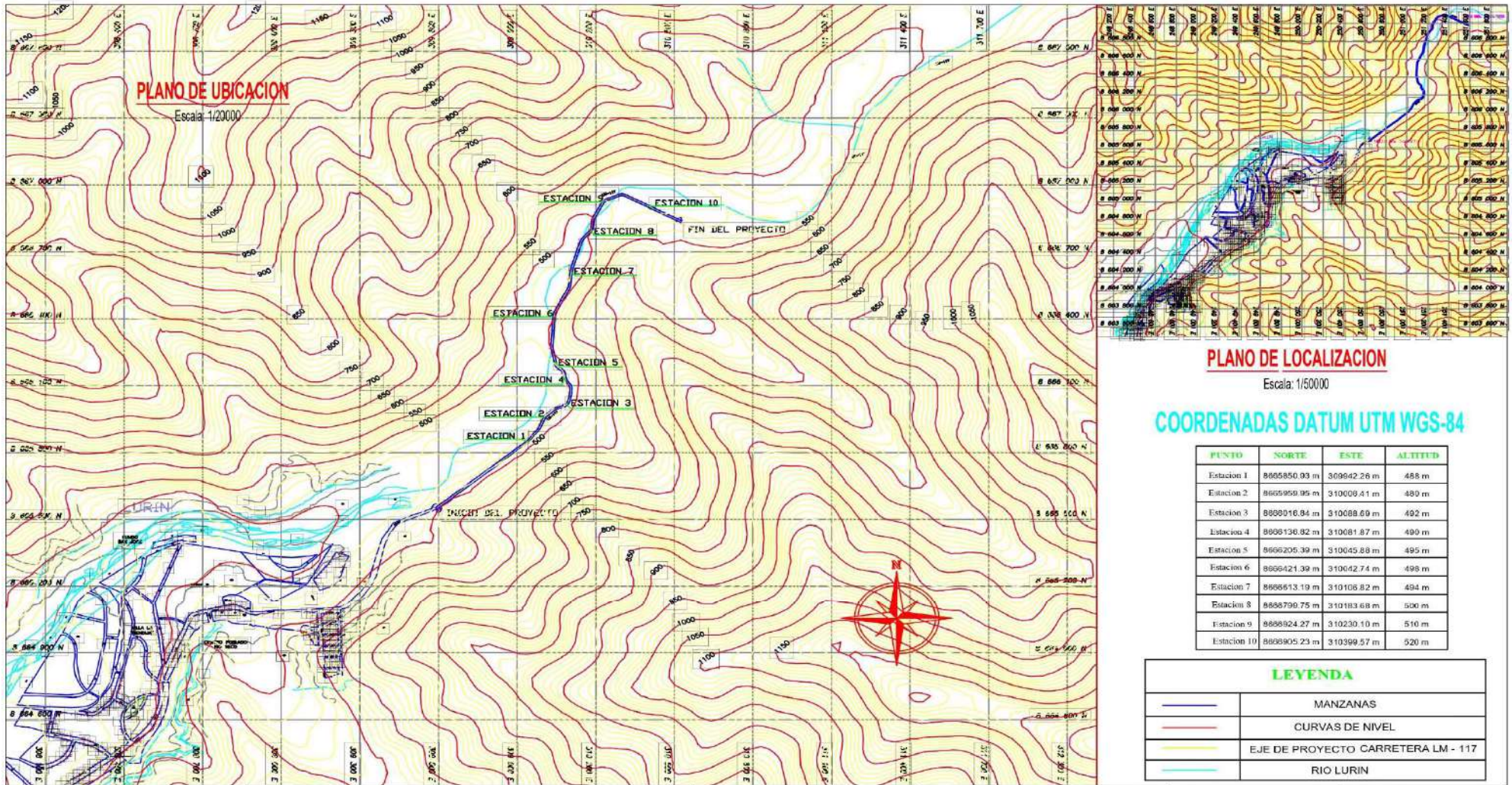
Provincia:
 Huarochiri

Departamento:
 Lima

Lamina:

PC - 01
 01 DE 01

Escala:
 Indicada



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000
COORDENADAS DATUM UTM WGS-84

PUNTO	NORTE	ESTE	ALTITUD
Estacion 1	8665850.03 m	310942.26 m	488 m
Estacion 2	8665959.95 m	310006.41 m	480 m
Estacion 3	8666016.84 m	310088.69 m	492 m
Estacion 4	8666136.82 m	310081.87 m	490 m
Estacion 5	8666205.39 m	310045.88 m	495 m
Estacion 6	8666421.39 m	310042.74 m	498 m
Estacion 7	8666613.19 m	310108.82 m	494 m
Estacion 8	8666799.75 m	310183.68 m	500 m
Estacion 9	8666924.27 m	310230.10 m	510 m
Estacion 10	8666905.23 m	310399.57 m	520 m

LEYENDA

	MANZANAS
	CURVAS DE NIVEL
	EJE DE PROYECTO CARRETERA LM - 117
	RIO LURIN



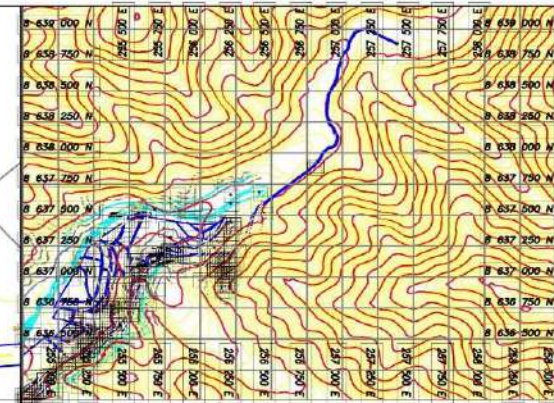
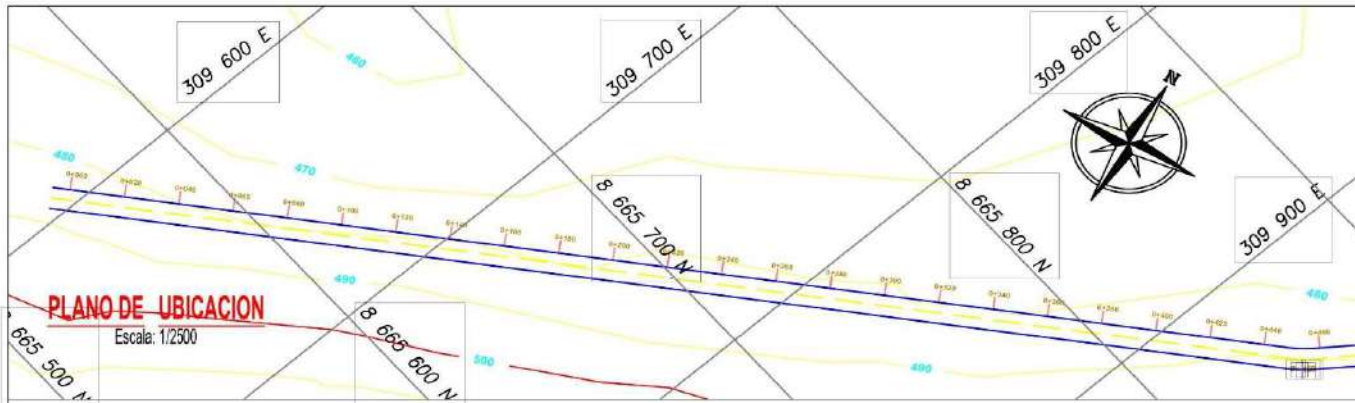
Proyecto de investigacion:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante, Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani
Plano:
PLANO DE TOPOGRAFICO

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto
Ubicacion:
Carretera LM-117

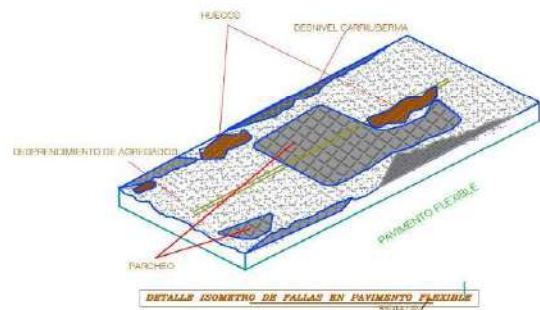
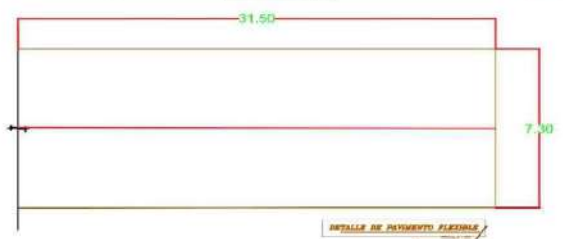
Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
PT - 01
01 DE 01
Escala:
Indicada



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000
PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
10+000 km	10+031.5 km



PCI	CLASIFICACION GENERAL	RECOMENDACION (MANTENIMIENTO)
80-100	EXCELENTE	Preservación
70-80	MUY BUENO	
60-70	BUENO	Rehabilitación
50-60	REGULAR	
30-50	POBRE	Reconstrucción
10-30	MUY POBRE	
0-10	FALLADO	

PCI-100 - Max.VDC
PCI = 10



Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani

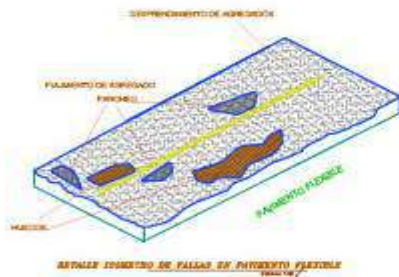
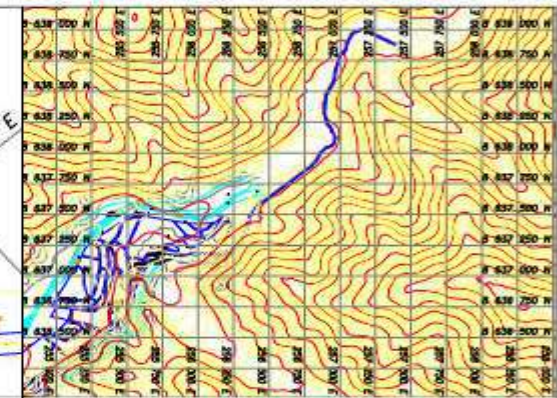
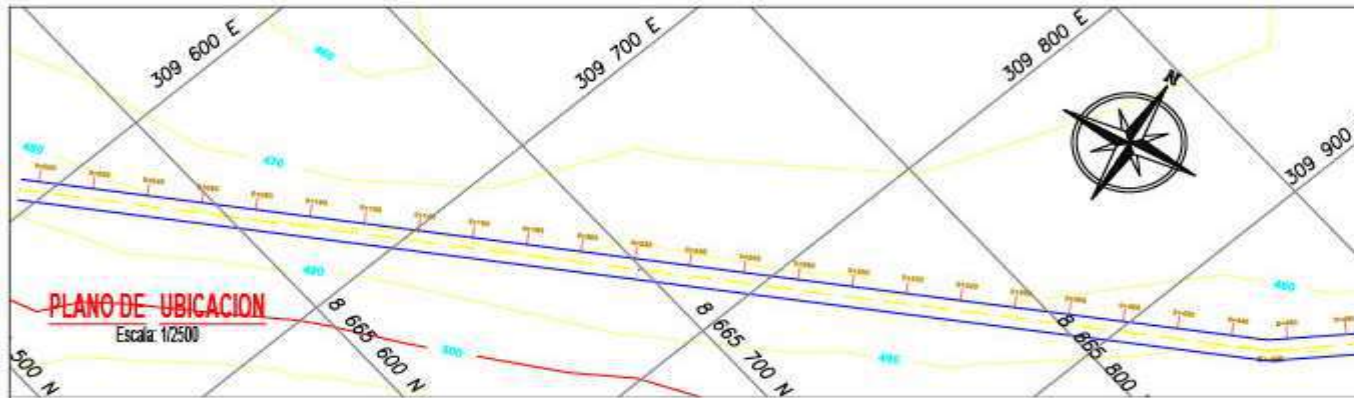
Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicacion:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 01
01 DE 01
Escala:
Indicada



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000
PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
10+126 km	10+161.4 km

PI	INDICACION GRAFICA	DEFINICION
90 - 100	Verde	Preservación
75 - 89	Verde claro	
60 - 74	Amarillo	Rehabilitación
45 - 59	Rojo	
30 - 44	Naranja	Reconstrucción
15 - 29	Marrón	
0 - 14	Gris	

PCI=100 - Max.VDC

PCI = 10



Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la Subrasante. Huarohiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani

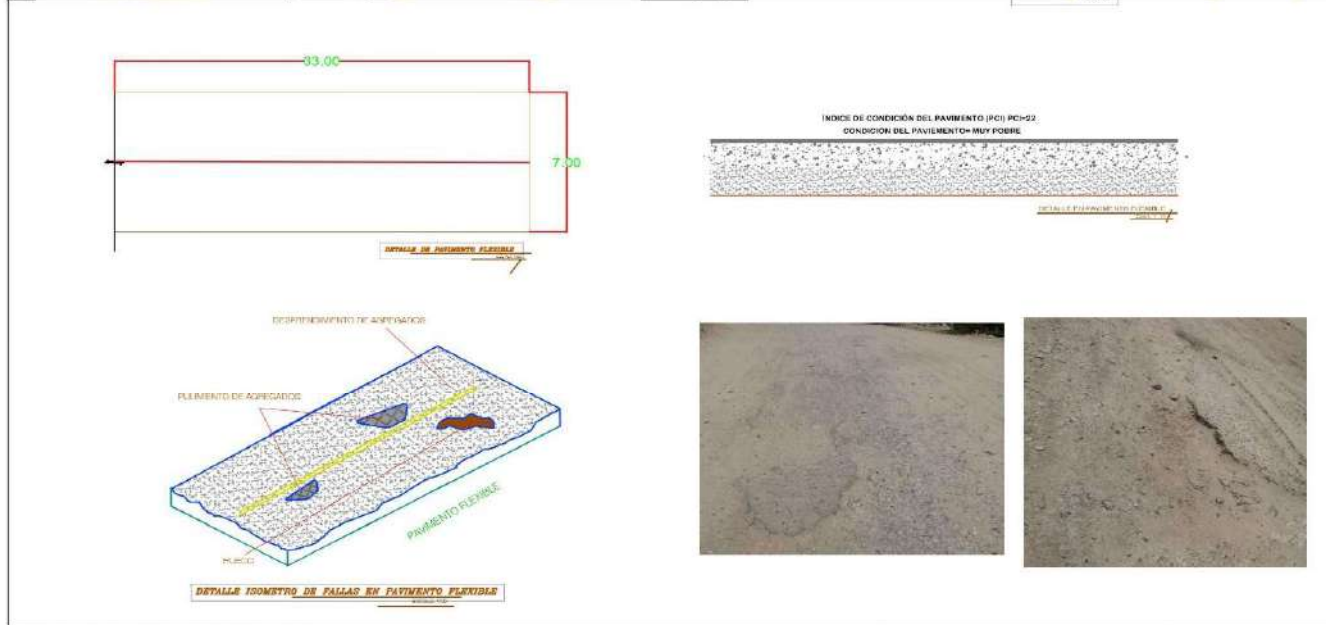
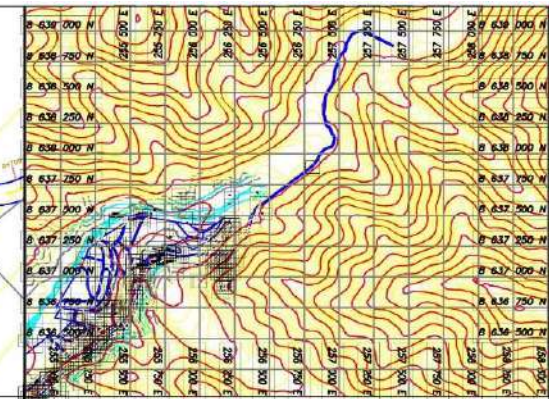
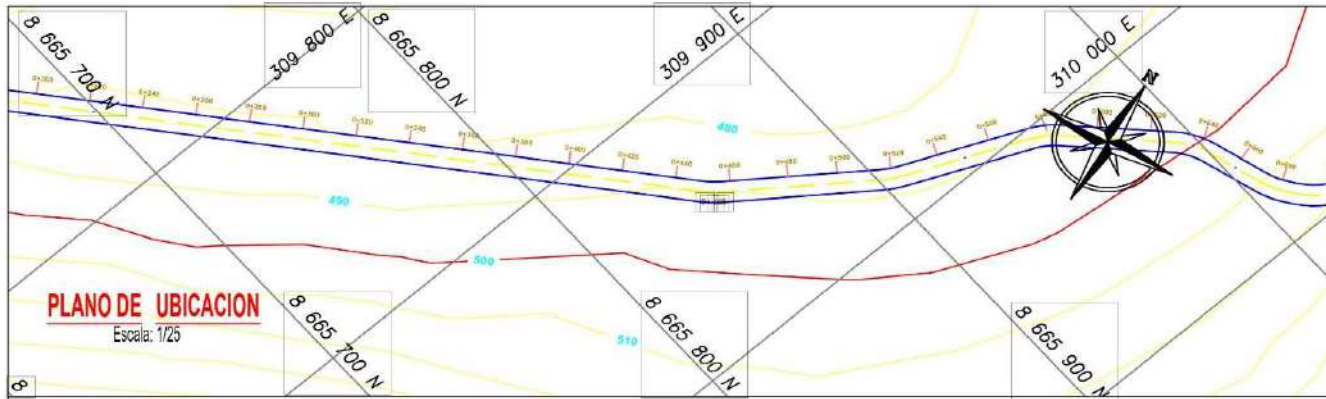
Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicación:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 02
01 DE 02
Escala:
Indicada



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000

PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
10+267.6 km	10+300.6 km

PCI	CLASIFICACION GENERAL	ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO
85 - 100	EXCELENTE	Mantenimiento
75 - 84	MUY BUENO	
50 - 74	BUENO	Rehabilitación
41 - 49	REGULAR	Reconstrucción
25 - 40	POBRE	
11 - 24	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

PCI=100 - Max.VDC

PCI=	22
------	----



Proyecto de investigacion:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante. Huarohiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani

Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicacion:
Carretera LM-117

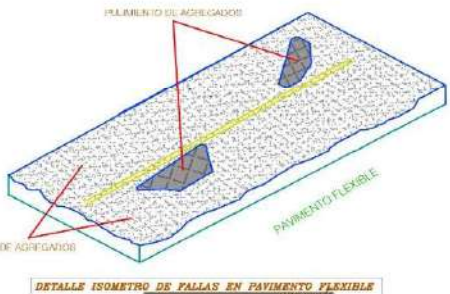
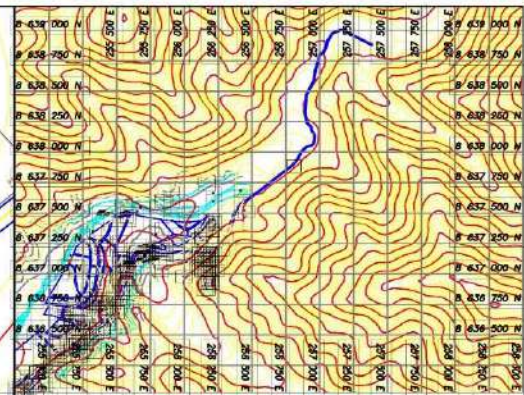
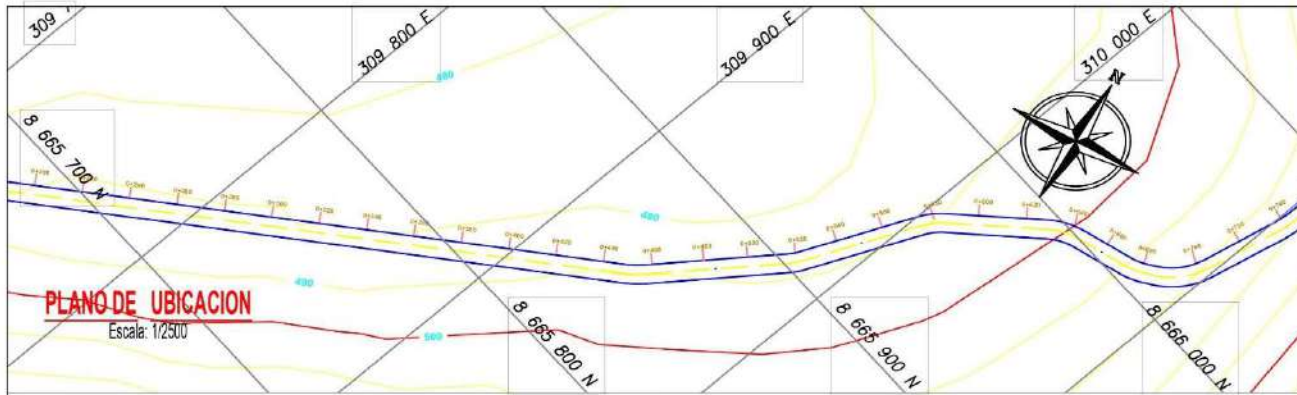
Districto:
Antioquia

Provincia:
Huarochiri

Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 03
01 DE 03

Escala:
Indicada



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000
PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
10+399.60 km	10+437.9 km

PCI	CONDICION DEL PAVIMENTO	RECOMENDACION
85 - 100	EXCELENTE	Mantenimiento
70 - 85	MUY BUENO	Mantenimiento
55 - 70	BUENO	Rehabilitación
40 - 55	REGULAR	Rehabilitación
25 - 40	POBRE	Reconstrucción
10 - 25	MUY POBRE	Reconstrucción
0 - 10	FALLADO	Reconstrucción

PCI=100 - Max.VDC
PCI= 25



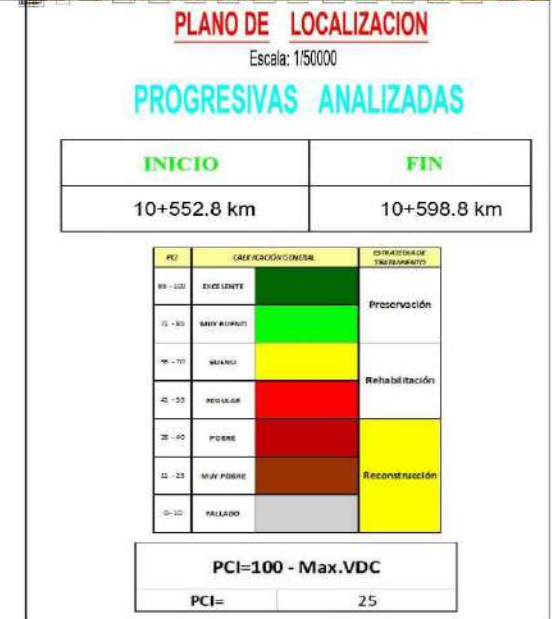
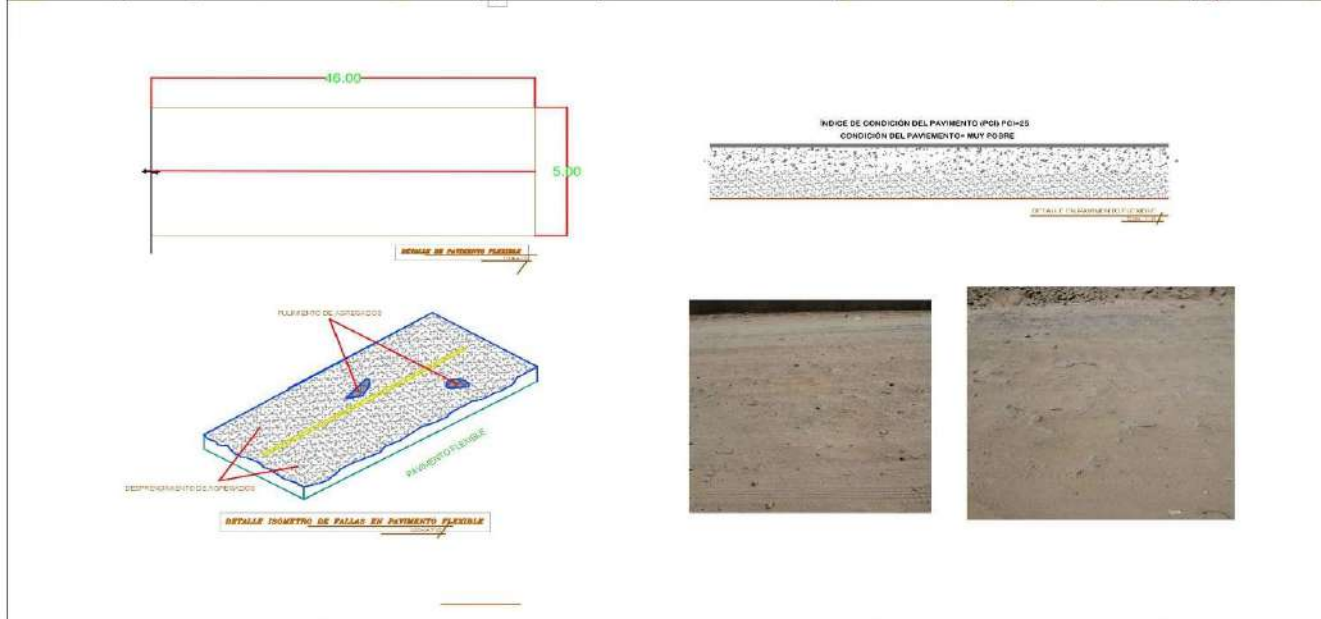
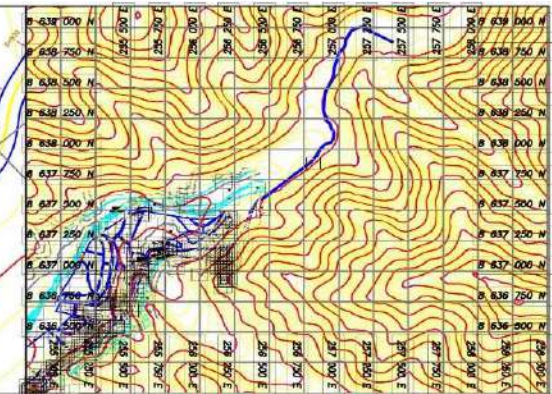
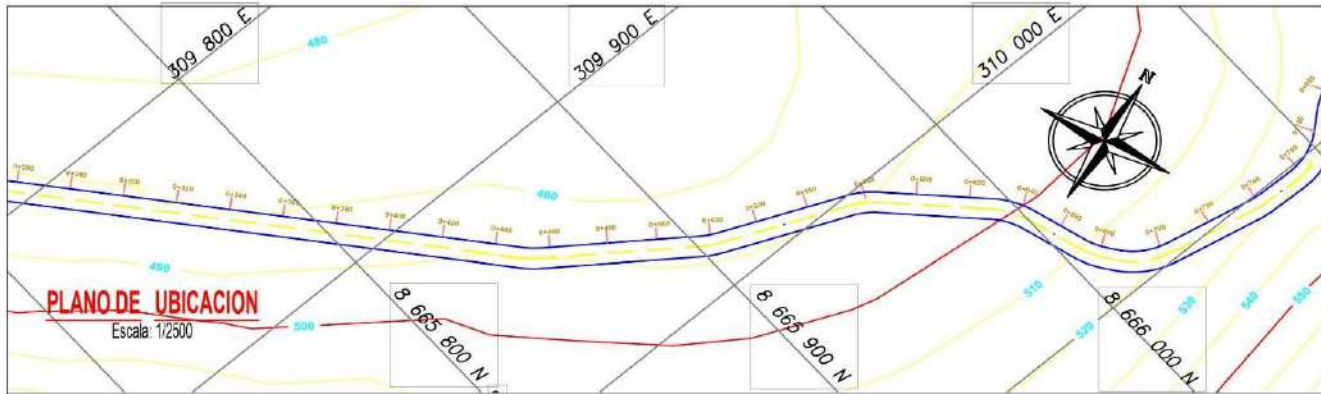
Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero
Oseco Garriazo, Zidani
Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto
Ubicación:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 04
01 DE 04
Escala:
Indicada



Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani

Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicacion:
Carretera LM-117

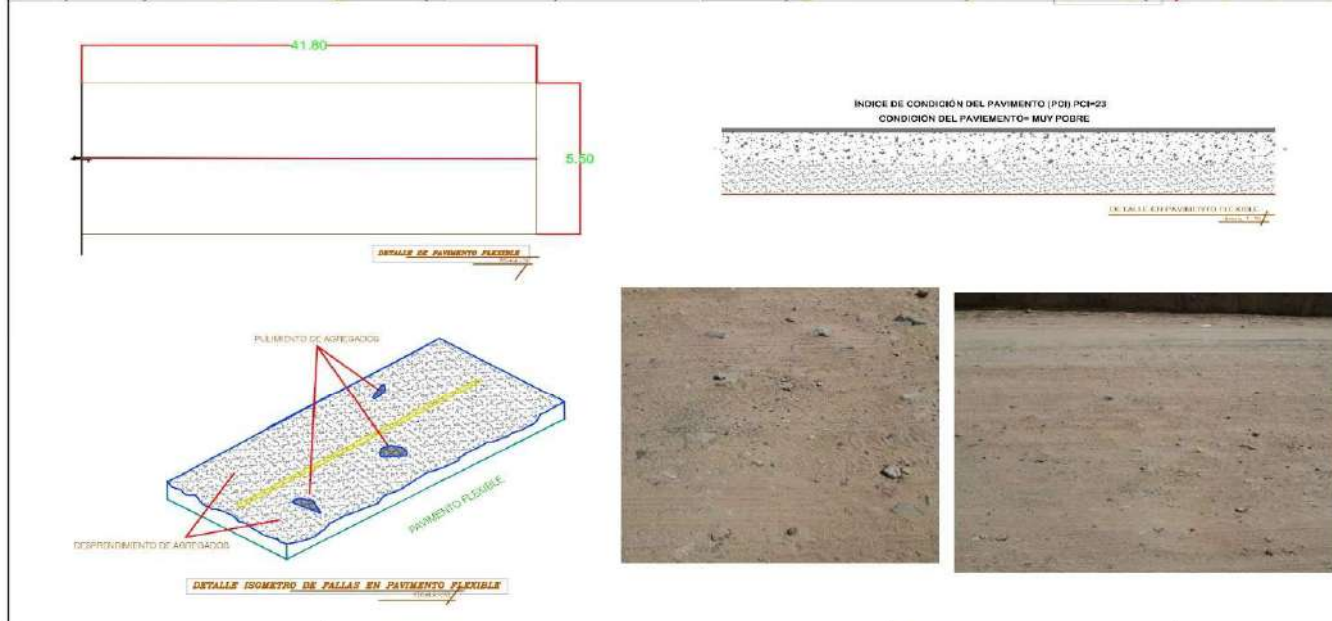
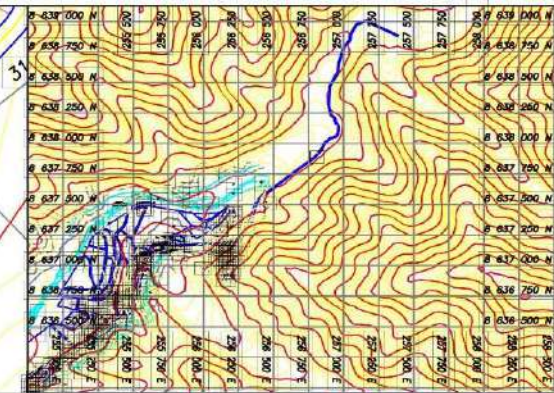
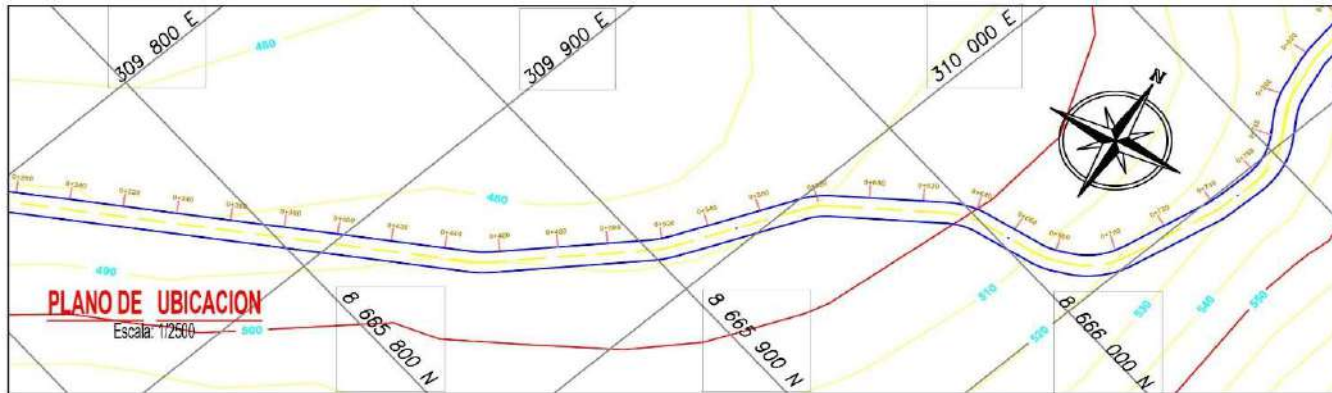
Distrito:
Antioquia

Provincia:
Huarochiri

Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 05
01 DE 05

Escala:
Indicada



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000

PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
10+736.8 km	10+778.6 km

PCI	PAVIMENTACION ANALIZADA	RECOMENDACION DE TRATAMIENTO
80 - 100	EXCELLENTE	Preservación
71 - 84	MUY BUENO	
50 - 70	BUENO	Rehabilitación
31 - 55	REGULAR	
10 - 40	POBRE	Reconstrucción
11 - 25	MUY POBRE	
1 - 10	FALLADO	

PCI=100 - Max.VDC

PCI= 23



Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero
Oscco Garriazo, Zidani

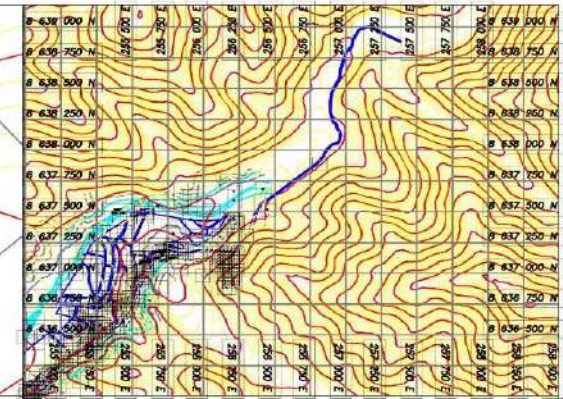
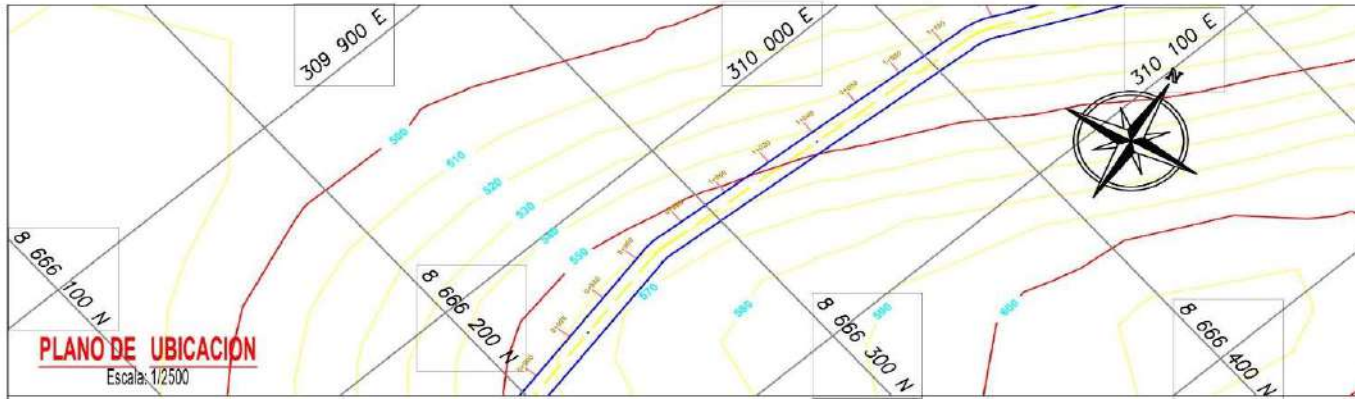
Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicación:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 06
01 DE 06
Escala:
Indicada



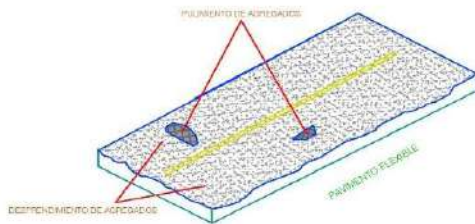
PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000
PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
10+904 km	10+950 km

PCI	CONDICION GENERAL	RECOMENDACION
90 - 100	EXCELENTE	Preservación
80 - 89	MUY BUENO	
60 - 79	BUENO	Rehabilitación
40 - 59	REGULAR	Reconstrucción
20 - 39	MUY POBRE	
0 - 19	DEGRADADO	

PCI=100 - Max.VDC

PCI= 21



DETALLE ESTRUCTURAL DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE



Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la Subrasante. Huarohiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Osceo Garriazo, Zidani

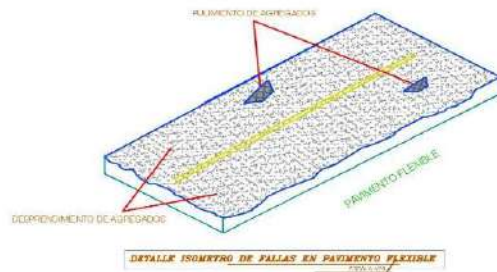
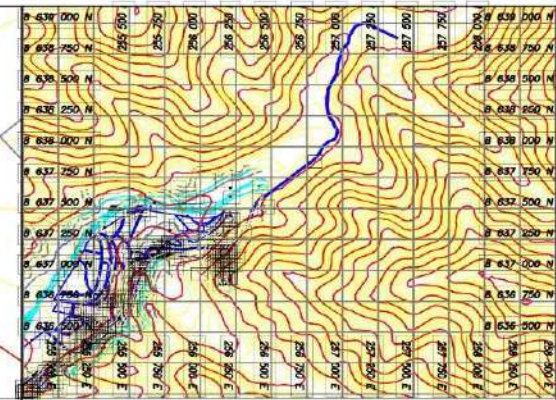
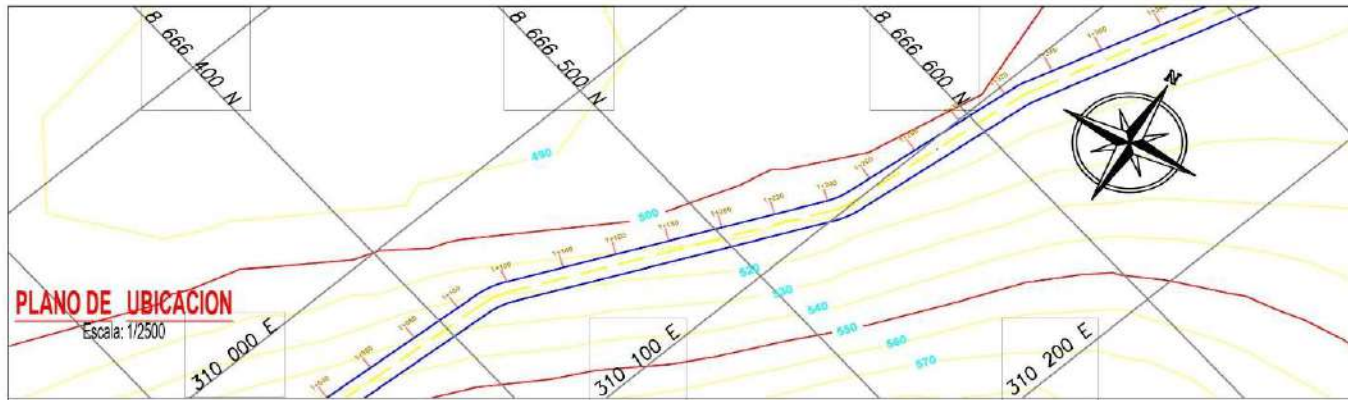
Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicación:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 07
01 DE 07
Escala:
Indicada



PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
11+134 km	11+180 km

PCI	CALIFICACION GENERAL	ACCIONES DE MANEJO
90 - 100	EXCELENTE	Preservación
71 - 89	MUY BUENO	
50 - 70	BUENO	Rehabilitación
30 - 49	POBRE	Reconstrucción
11 - 29	MUY POBRE	
0 - 10	FALLEDO	

PCI=100 - Max.VDC
PCI= 25



Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfán, Lucero Oscco Garriazo, Zidani

Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

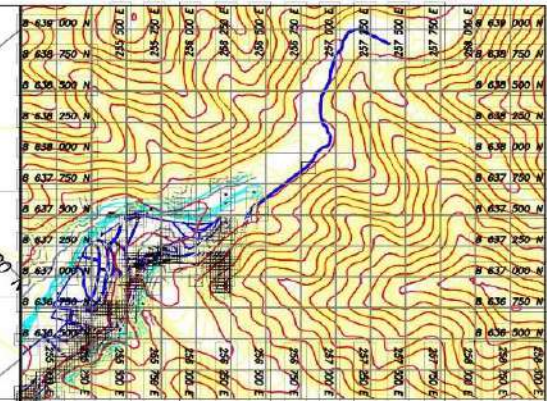
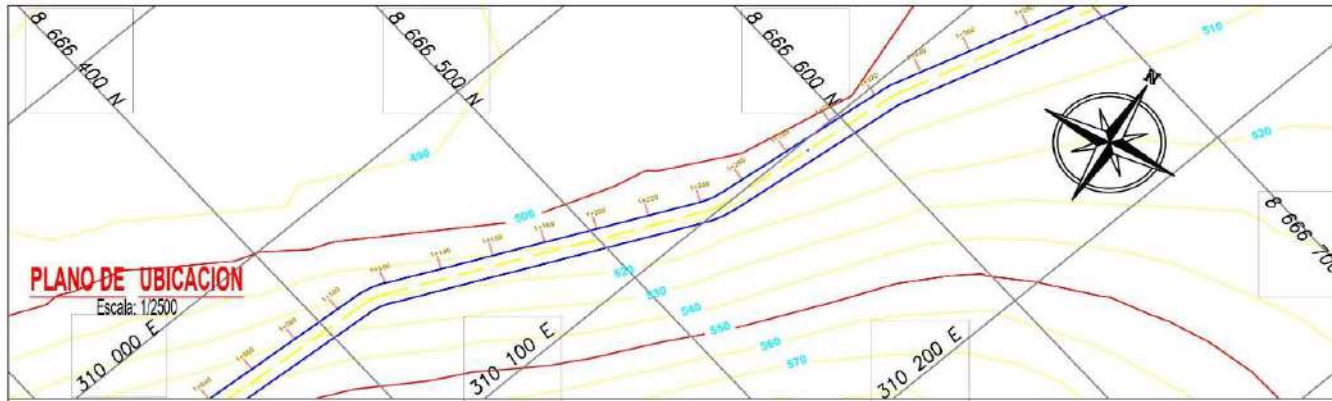
Ubicación:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia

Provincia:
Huarochiri

Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 08
01 DE 08
Escala:
Indicada



PLANO DE LOCALIZACION

Escala: 1/50000

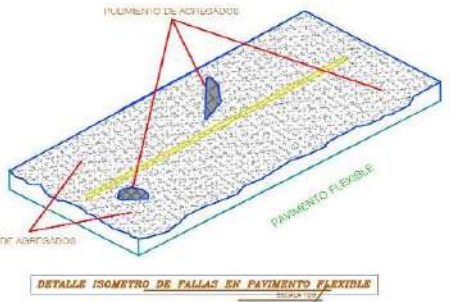
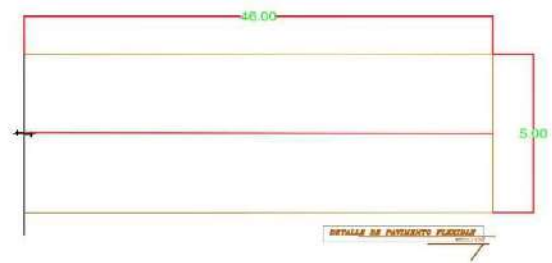
PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
11+318 km	11+364 km

PCI	CALIFICACION GENERAL	REQUISITOS DE TRATAMIENTO
85 - 100	BUENA	Preservación
70 - 85	MUY BUENA	
50 - 70	BUENA	Rehabilitación
30 - 50	REGULAR	Reconstrucción
10 - 30	POBRE	
0 - 10	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

PCI=100 - Max.VDC

PCI= 21



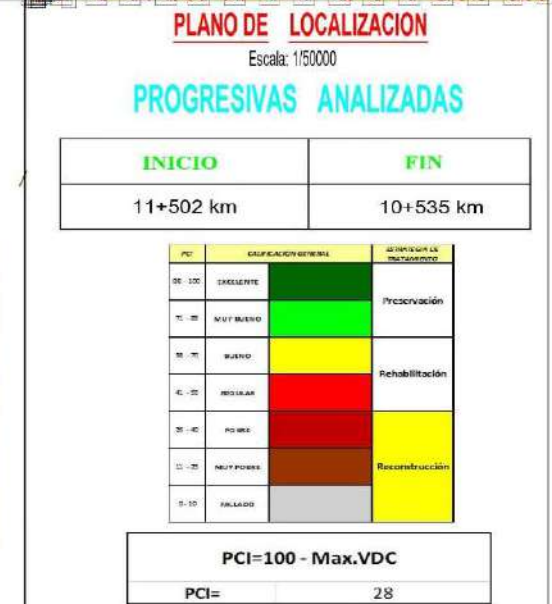
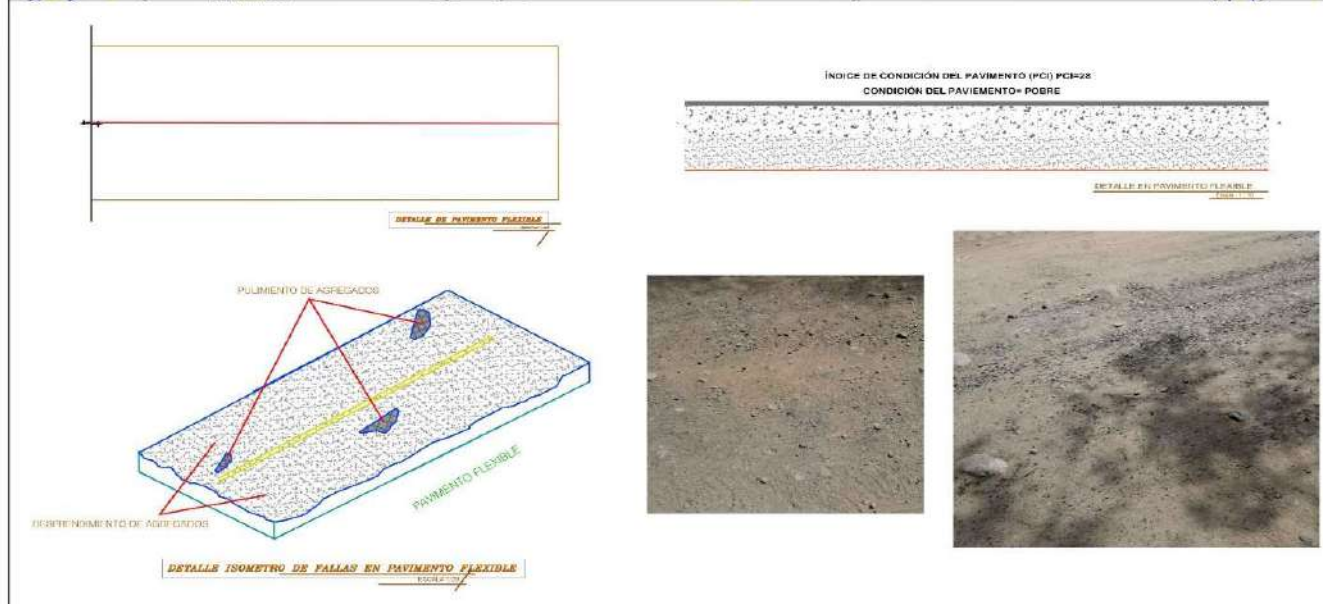
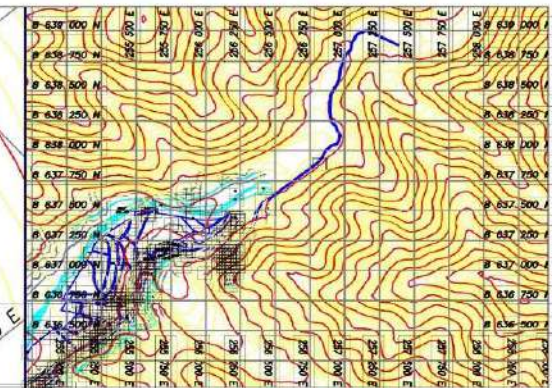
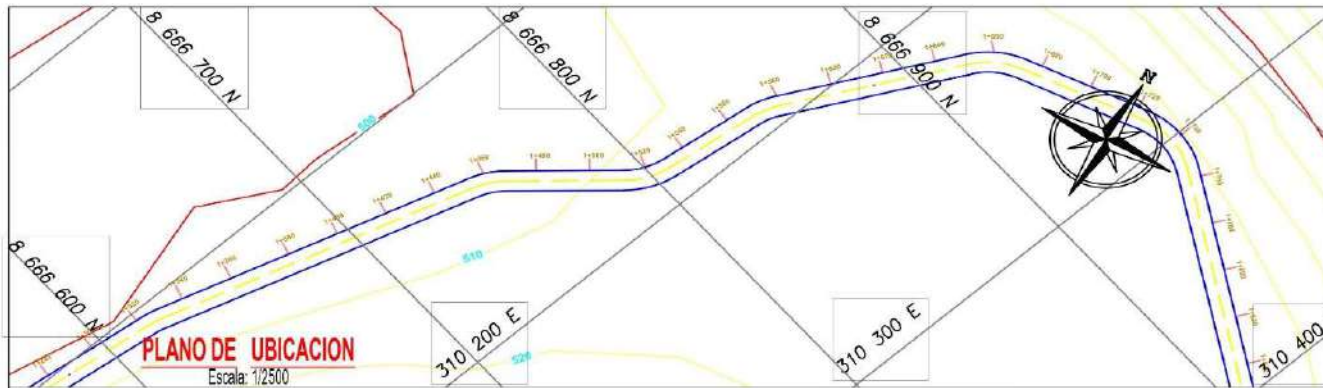
Proyecto de investigacion:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani
Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto
Ubicacion:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 09
01 DE 09
Escala:
Indicada



Proyecto de investigacion:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani

Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicacion:
Carretera LM-117

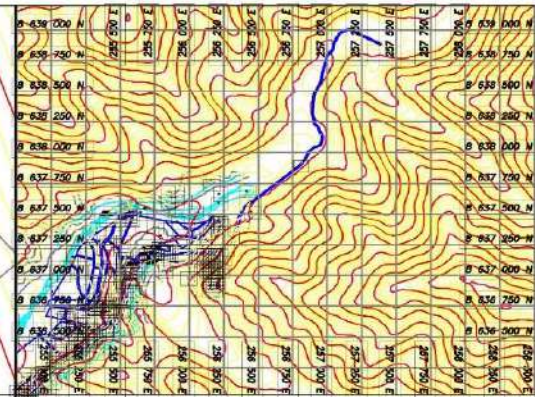
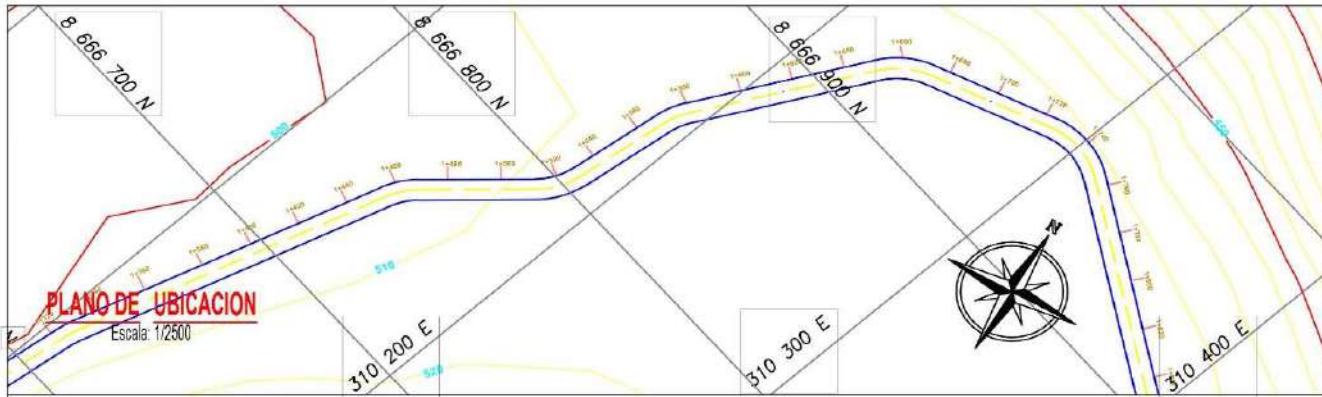
Distrito:
Antioquia

Provincia:
Huarochiri

Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 10
01 DE 01

Escala:
Indicada

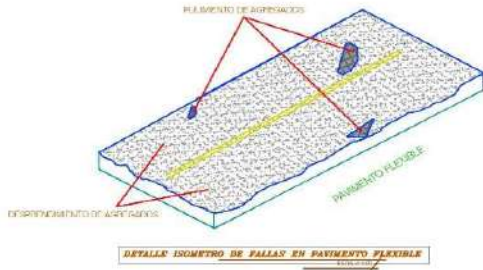


PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000
PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
11+634 km	11+665.5 km

PCI	CRUPACION GENERAL	MANEJO DE PAVIMENTO
80 - 100	EXCELENTE	Preservación
71 - 80	MUY BUENO	
50 - 70	BUENO	Rehabilitación
41 - 50	REGULAR	
20 - 40	POBRE	Reconstrucción
11 - 20	MUY POBRE	
0 - 10	PALMADO	

PCI=100 - Max.VDC
PCI= 20



Proyecto de investigacion:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante. Huarohiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero
Oscco Garriazo, Zidani

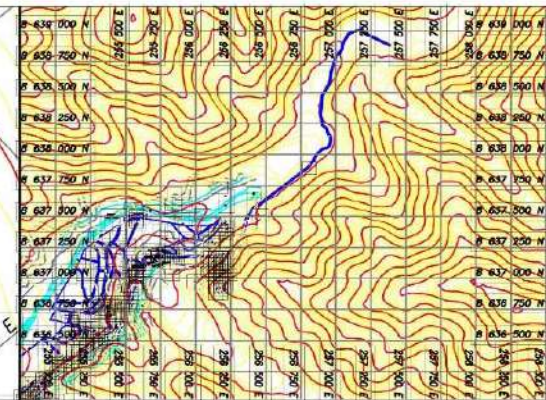
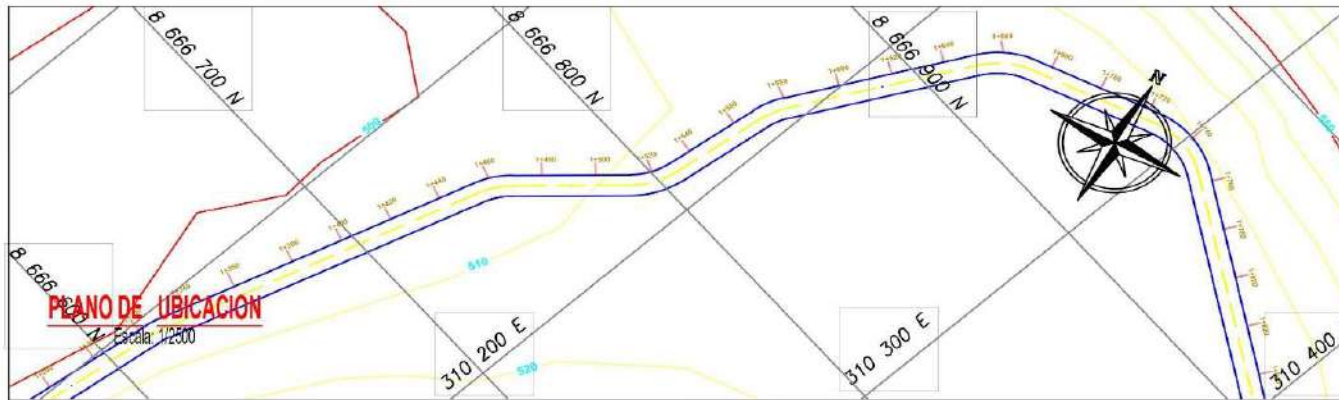
Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicacion:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 11
01 DE 11
Escala:
Indicada

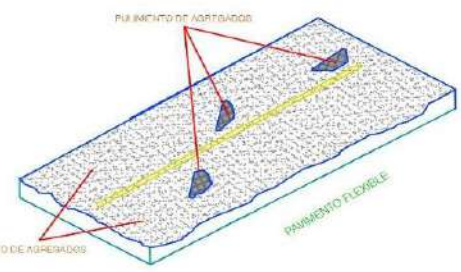
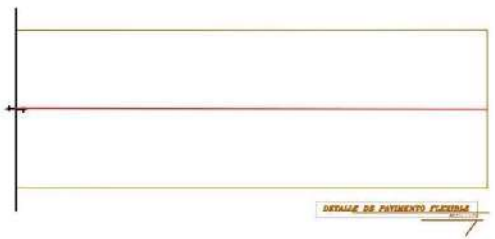


PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000
PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
11+760 km	11+801.8 km

PCI	CLASIFICACION GENERAL	ESTRATEGIA DE TRATAMIENTO
90-100	EXCELENTE	Preservación
75-89	MUY BUENO	
50-74	BUENO	Rehabilitación
41-49	REGULAR	
14-40	POBRE	Reconstrucción
13-19	MUY POBRE	
0-13	FALLADO	

PCI=100 - Max.VDC
PCI= 22



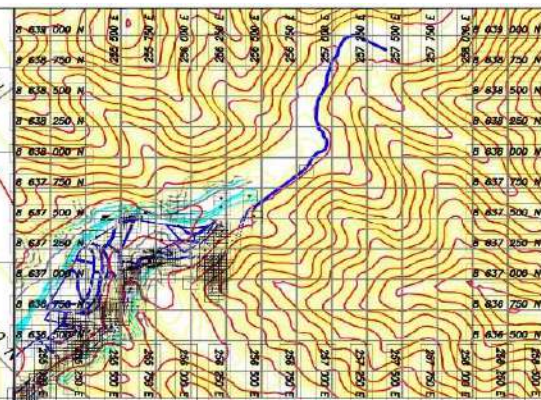
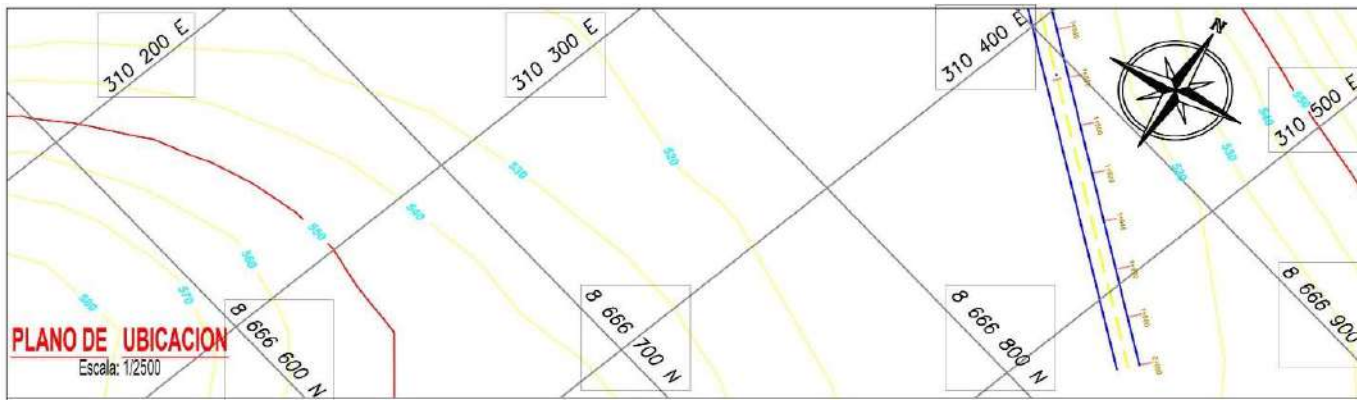
Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani
Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto
Ubicacion:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 12
01 DE 12
Escala:
Indicada

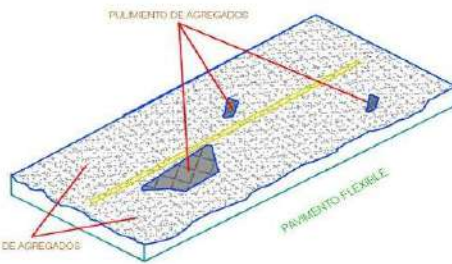


DETALLE DE PAVIMENTO FLEXIBLE

INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) PCI=10
CONDICIÓN DEL PAVIMENTO: MUY PORRE



DETALLE DE PAVIMENTO FLEXIBLE



DETALLE ISOMETRO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE



PLANO DE LOCALIZACION
Escala: 1/50000
PROGRESIVAS ANALIZADAS

INICIO	FIN
11+927.2 km	12+000 km

PCI	CLASIFICACION GENERAL	TIPIFICACION DE TRATAMIENTO
90 - 100	EXCELENTE	Preservación
71 - 89	MUY BUENO	
50 - 70	BUENO	Rehabilitación
31 - 49	REGULAR	
14 - 30	POBRE	Reconstrucción
0 - 13	MUY POBRE	
0 - 10	FALLADO	

PCI=100 - Max.VDC
PCI= 19



Proyecto de investigación:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
Arelan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani

Plano:
PLANO DE PCI

Asesor:
Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicación:
Carretera LM-117

Distrito:
Antioquia
Provincia:
Huarochiri
Departamento:
Lima

Lamina:
UM - 13
01 DE 13
Escala:
Indicada



CUADRO DE SUPLENTO DE CURVA

ESTACION	TIPO DE CURVA	VALOR DE CURVA	VALOR DE SUPLENTO
100+00	VERTICAL	100	0.00
100+50	VERTICAL	100	0.00
101+00	VERTICAL	100	0.00
101+50	VERTICAL	100	0.00
102+00	VERTICAL	100	0.00
102+50	VERTICAL	100	0.00
103+00	VERTICAL	100	0.00
103+50	VERTICAL	100	0.00
104+00	VERTICAL	100	0.00
104+50	VERTICAL	100	0.00
105+00	VERTICAL	100	0.00
105+50	VERTICAL	100	0.00
106+00	VERTICAL	100	0.00
106+50	VERTICAL	100	0.00
107+00	VERTICAL	100	0.00
107+50	VERTICAL	100	0.00
108+00	VERTICAL	100	0.00
108+50	VERTICAL	100	0.00
109+00	VERTICAL	100	0.00
109+50	VERTICAL	100	0.00
110+00	VERTICAL	100	0.00
110+50	VERTICAL	100	0.00
111+00	VERTICAL	100	0.00
111+50	VERTICAL	100	0.00
112+00	VERTICAL	100	0.00
112+50	VERTICAL	100	0.00
113+00	VERTICAL	100	0.00
113+50	VERTICAL	100	0.00
114+00	VERTICAL	100	0.00
114+50	VERTICAL	100	0.00
115+00	VERTICAL	100	0.00
115+50	VERTICAL	100	0.00
116+00	VERTICAL	100	0.00
116+50	VERTICAL	100	0.00
117+00	VERTICAL	100	0.00
117+50	VERTICAL	100	0.00
118+00	VERTICAL	100	0.00
118+50	VERTICAL	100	0.00
119+00	VERTICAL	100	0.00
119+50	VERTICAL	100	0.00
120+00	VERTICAL	100	0.00
120+50	VERTICAL	100	0.00
121+00	VERTICAL	100	0.00
121+50	VERTICAL	100	0.00
122+00	VERTICAL	100	0.00
122+50	VERTICAL	100	0.00
123+00	VERTICAL	100	0.00
123+50	VERTICAL	100	0.00
124+00	VERTICAL	100	0.00
124+50	VERTICAL	100	0.00
125+00	VERTICAL	100	0.00
125+50	VERTICAL	100	0.00
126+00	VERTICAL	100	0.00
126+50	VERTICAL	100	0.00
127+00	VERTICAL	100	0.00
127+50	VERTICAL	100	0.00
128+00	VERTICAL	100	0.00
128+50	VERTICAL	100	0.00
129+00	VERTICAL	100	0.00
129+50	VERTICAL	100	0.00
130+00	VERTICAL	100	0.00
130+50	VERTICAL	100	0.00
131+00	VERTICAL	100	0.00
131+50	VERTICAL	100	0.00
132+00	VERTICAL	100	0.00
132+50	VERTICAL	100	0.00
133+00	VERTICAL	100	0.00
133+50	VERTICAL	100	0.00
134+00	VERTICAL	100	0.00
134+50	VERTICAL	100	0.00
135+00	VERTICAL	100	0.00
135+50	VERTICAL	100	0.00
136+00	VERTICAL	100	0.00
136+50	VERTICAL	100	0.00
137+00	VERTICAL	100	0.00
137+50	VERTICAL	100	0.00
138+00	VERTICAL	100	0.00
138+50	VERTICAL	100	0.00
139+00	VERTICAL	100	0.00
139+50	VERTICAL	100	0.00
140+00	VERTICAL	100	0.00
140+50	VERTICAL	100	0.00
141+00	VERTICAL	100	0.00
141+50	VERTICAL	100	0.00
142+00	VERTICAL	100	0.00
142+50	VERTICAL	100	0.00
143+00	VERTICAL	100	0.00
143+50	VERTICAL	100	0.00
144+00	VERTICAL	100	0.00
144+50	VERTICAL	100	0.00
145+00	VERTICAL	100	0.00
145+50	VERTICAL	100	0.00
146+00	VERTICAL	100	0.00
146+50	VERTICAL	100	0.00
147+00	VERTICAL	100	0.00
147+50	VERTICAL	100	0.00
148+00	VERTICAL	100	0.00
148+50	VERTICAL	100	0.00
149+00	VERTICAL	100	0.00
149+50	VERTICAL	100	0.00
150+00	VERTICAL	100	0.00
150+50	VERTICAL	100	0.00
151+00	VERTICAL	100	0.00
151+50	VERTICAL	100	0.00
152+00	VERTICAL	100	0.00
152+50	VERTICAL	100	0.00
153+00	VERTICAL	100	0.00
153+50	VERTICAL	100	0.00
154+00	VERTICAL	100	0.00
154+50	VERTICAL	100	0.00
155+00	VERTICAL	100	0.00
155+50	VERTICAL	100	0.00
156+00	VERTICAL	100	0.00
156+50	VERTICAL	100	0.00
157+00	VERTICAL	100	0.00
157+50	VERTICAL	100	0.00
158+00	VERTICAL	100	0.00
158+50	VERTICAL	100	0.00
159+00	VERTICAL	100	0.00
159+50	VERTICAL	100	0.00
160+00	VERTICAL	100	0.00
160+50	VERTICAL	100	0.00
161+00	VERTICAL	100	0.00
161+50	VERTICAL	100	0.00
162+00	VERTICAL	100	0.00
162+50	VERTICAL	100	0.00
163+00	VERTICAL	100	0.00
163+50	VERTICAL	100	0.00
164+00	VERTICAL	100	0.00
164+50	VERTICAL	100	0.00
165+00	VERTICAL	100	0.00
165+50	VERTICAL	100	0.00
166+00	VERTICAL	100	0.00
166+50	VERTICAL	100	0.00
167+00	VERTICAL	100	0.00
167+50	VERTICAL	100	0.00
168+00	VERTICAL	100	0.00
168+50	VERTICAL	100	0.00
169+00	VERTICAL	100	0.00
169+50	VERTICAL	100	0.00
170+00	VERTICAL	100	0.00
170+50	VERTICAL	100	0.00
171+00	VERTICAL	100	0.00
171+50	VERTICAL	100	0.00
172+00	VERTICAL	100	0.00
172+50	VERTICAL	100	0.00
173+00	VERTICAL	100	0.00
173+50	VERTICAL	100	0.00
174+00	VERTICAL	100	0.00
174+50	VERTICAL	100	0.00
175+00	VERTICAL	100	0.00
175+50	VERTICAL	100	0.00
176+00	VERTICAL	100	0.00
176+50	VERTICAL	100	0.00
177+00	VERTICAL	100	0.00
177+50	VERTICAL	100	0.00
178+00	VERTICAL	100	0.00
178+50	VERTICAL	100	0.00
179+00	VERTICAL	100	0.00
179+50	VERTICAL	100	0.00
180+00	VERTICAL	100	0.00
180+50	VERTICAL	100	0.00
181+00	VERTICAL	100	0.00
181+50	VERTICAL	100	0.00
182+00	VERTICAL	100	0.00
182+50	VERTICAL	100	0.00
183+00	VERTICAL	100	0.00
183+50	VERTICAL	100	0.00
184+00	VERTICAL	100	0.00
184+50	VERTICAL	100	0.00
185+00	VERTICAL	100	0.00
185+50	VERTICAL	100	0.00
186+00	VERTICAL	100	0.00
186+50	VERTICAL	100	0.00
187+00	VERTICAL	100	0.00
187+50	VERTICAL	100	0.00
188+00	VERTICAL	100	0.00
188+50	VERTICAL	100	0.00
189+00	VERTICAL	100	0.00
189+50	VERTICAL	100	0.00
190+00	VERTICAL	100	0.00
190+50	VERTICAL	100	0.00
191+00	VERTICAL	100	0.00
191+50	VERTICAL	100	0.00
192+00	VERTICAL	100	0.00
192+50	VERTICAL	100	0.00
193+00	VERTICAL	100	0.00
193+50	VERTICAL	100	0.00
194+00	VERTICAL	100	0.00
194+50	VERTICAL	100	0.00
195+00	VERTICAL	100	0.00
195+50	VERTICAL	100	0.00
196+00	VERTICAL	100	0.00
196+50	VERTICAL	100	0.00
197+00	VERTICAL	100	0.00
197+50	VERTICAL	100	0.00
198+00	VERTICAL	100	0.00
198+50	VERTICAL	100	0.00
199+00	VERTICAL	100	0.00
199+50	VERTICAL	100	0.00
200+00	VERTICAL	100	0.00
200+50	VERTICAL	100	0.00

PLANO DE LOCALIZACION

Escala: 1:50000

LEYENDA

	MANZANAS
	CURVAS DE NIVEL
	EJE DE PROYECTO CARRETERA LM - 117
	RIO LURIN

COORDENADAS DATUM UTM WGS-84

PUNTO	NORTE	ESTE
Inicio de proyecto	8665876.37 m	309960.88 m
Fin de proyecto	8666881.31 m	310471.05 m



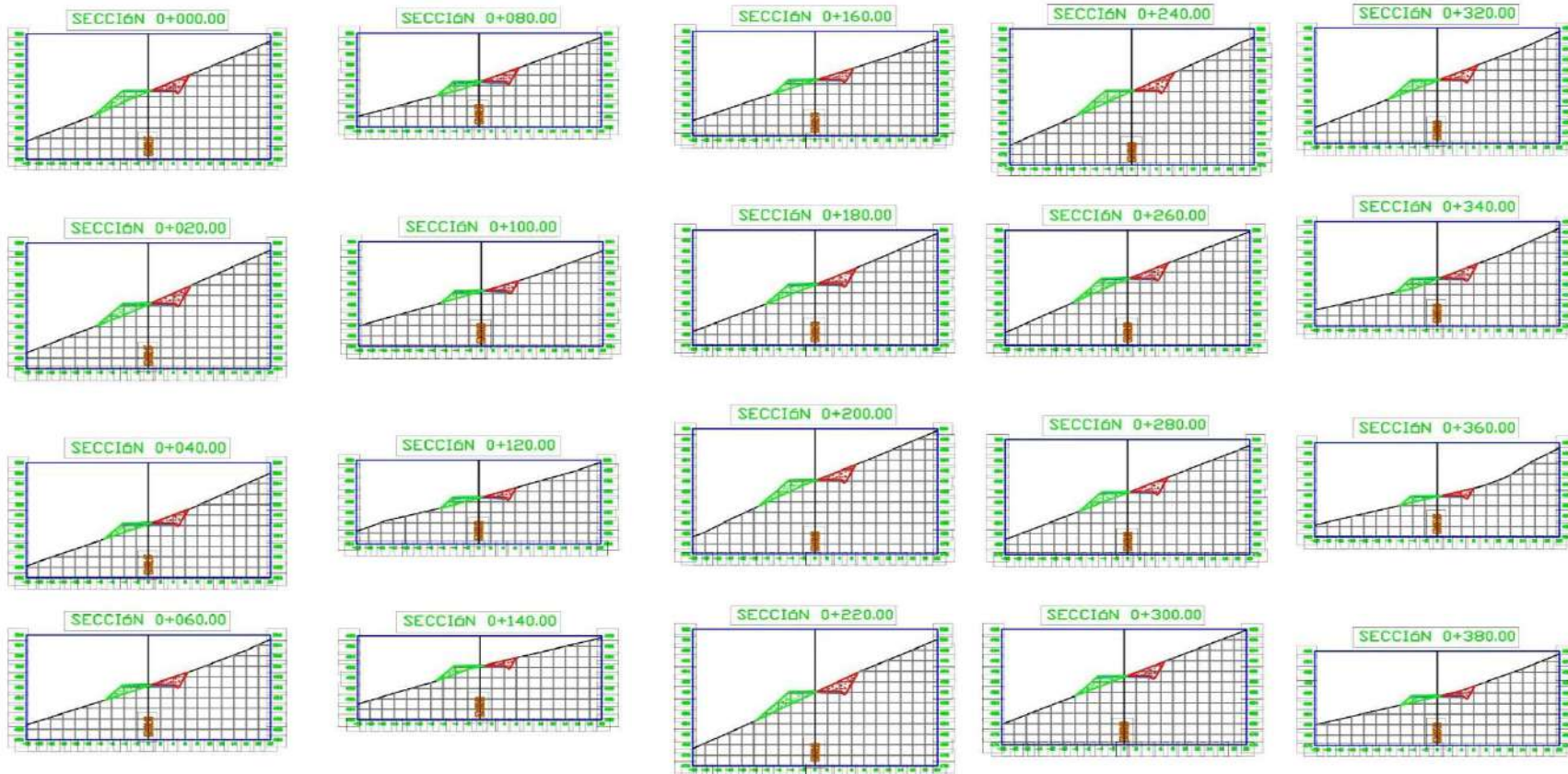
Proyecto de investigacion:
"Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante, Huarochiri 2021"

Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani
 Plano:
 PLANO DE LONGITUDINAL

Asesor:
 Paccha Rufasto Cesar Augusto
 Ubicacion:
 Carretera LM-117

Distrito:
 Antioquia
 Provincia:
 Huarochiri
 Departamento:
 Lima

Lamina:
PL - 01
 01 DE 01
 Escala:
 Indicada



Proyecto de investigación:
 "Diseño Estructural de Pavimento Flexible
 Aplicando la Estabilización Química con el
 Polímero Acrílico de Estireno para la
 Subrasante, Huarochiri 2021"

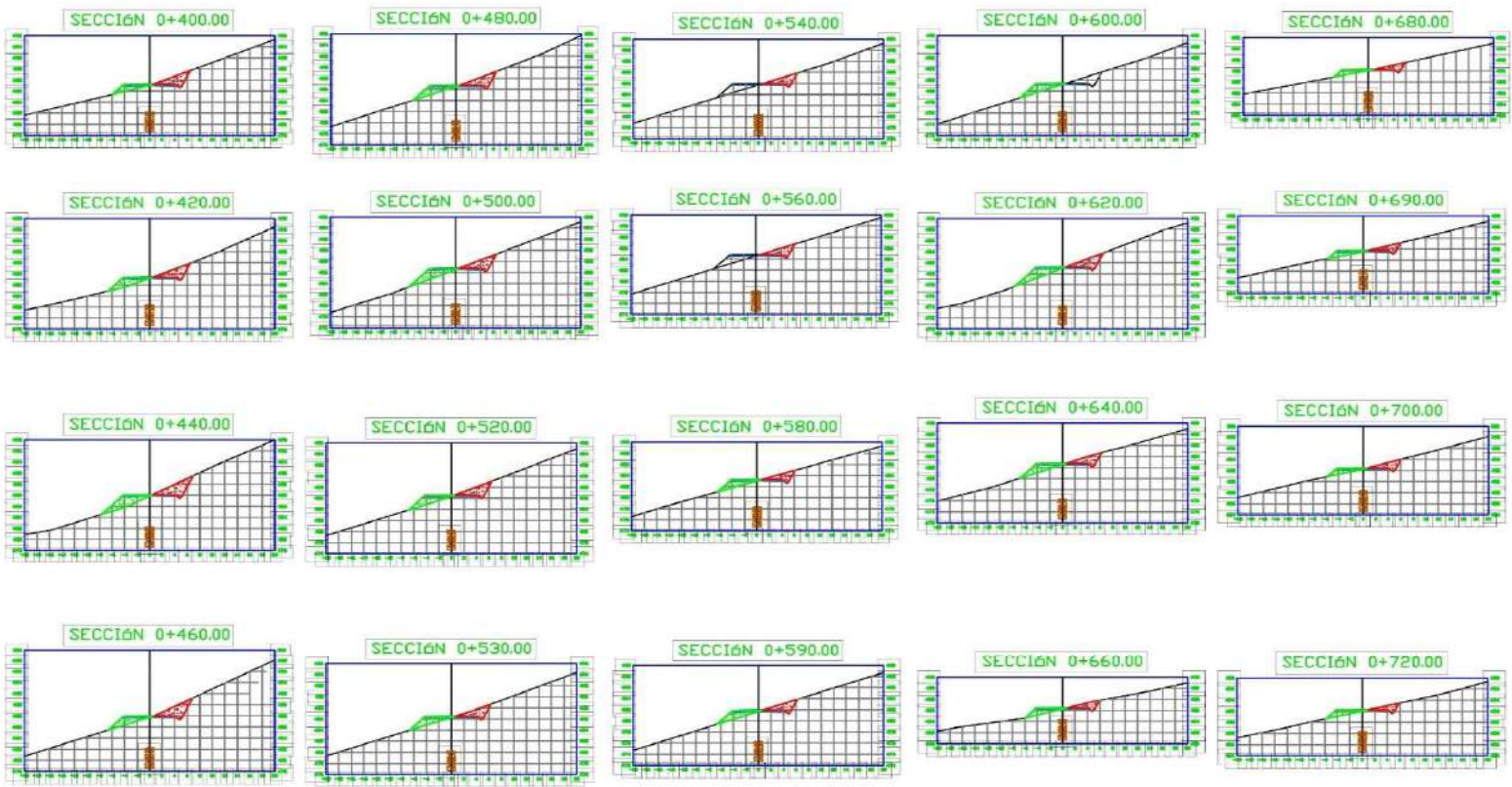
Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero
 Oscco Garriazo, Zidani
 Plano:
 PLANO DE TRANSVERSAL

Asesor:
 Paccha Ruffasto Cesar Augusto

Ubicación:
 Carretera LM-117

Distrito:
 Antioquia
 Provincia:
 Huarochiri
 Departamento:
 Lima

Lamina:
PT - 01
 01 DE 01
 Escala:
 Indicada



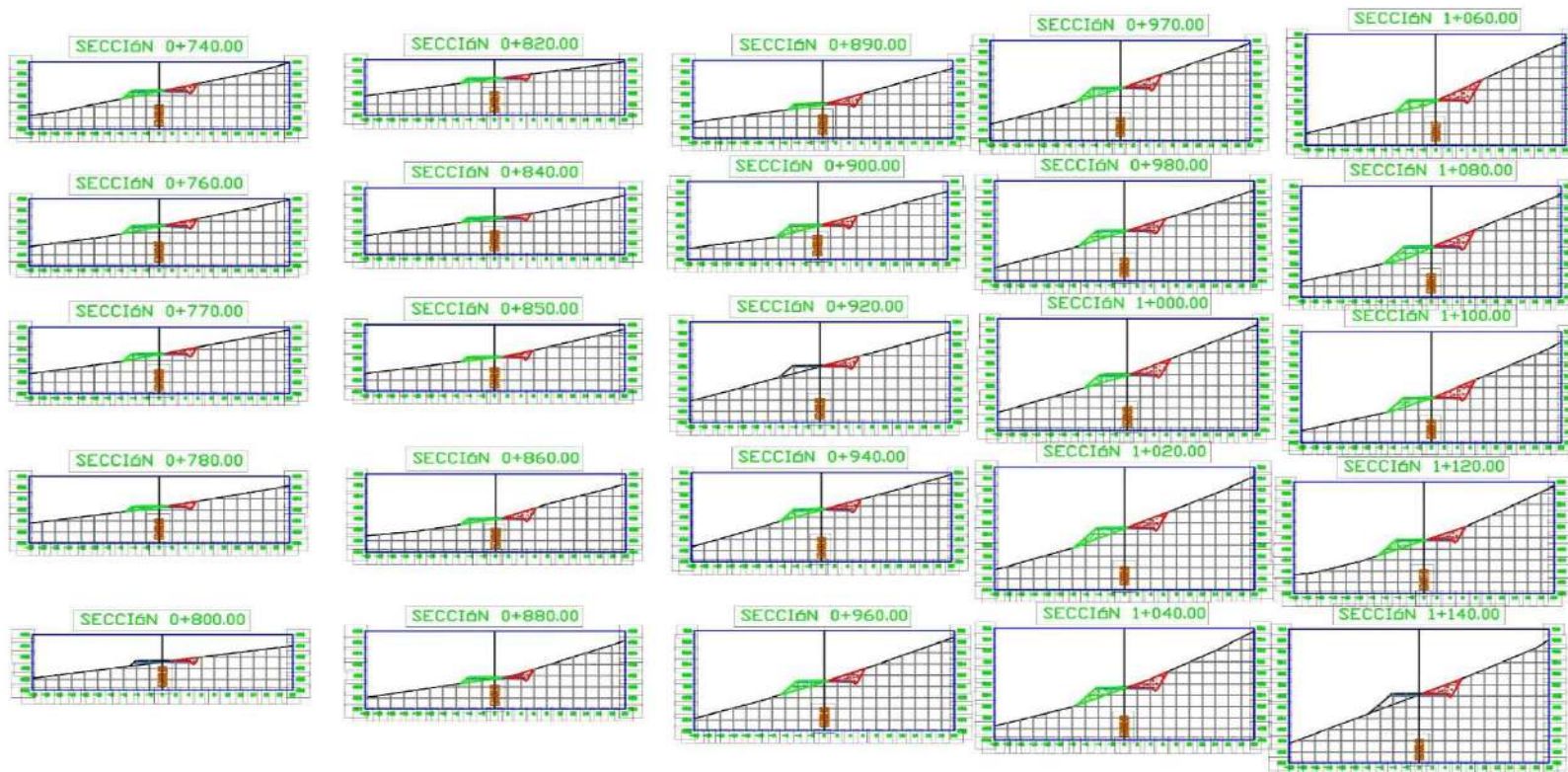
Proyecto de investigación:
 "Diseño Estructural de Pavimento Flexible
 Aplicando la Estabilización Química con el
 Polímero Acrílico de Estireno para la
 Subrasante. Huarochiri 2021"

Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero
 Oscco Garriazo, Zidani
 Plano:
 PLANO DE TRANSVERSAL

Asesor:
 Paccha Rufasto Cesar Augusto
 Ubicación:
 Carretera LM-117

Distrito:
 Antioquia
 Provincia:
 Huarochiri
 Departamento:
 Lima

Lamina:
PT-02
 01 DE 02
 Escala:
 Indicada



Proyecto de investigación:
 "Diseño Estructural de Pavimento Flexible
 Aplicando la Estabilización Química con el
 Polímero Acrílico de Estireno para la
 Subrasante, Huarochiri 2021"

Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero
 Oscco Gariazo, Zidani

Plano:
 PLANO DE TRANSVERSAL

Asesor:
 Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicación:
 Carretera LM-117

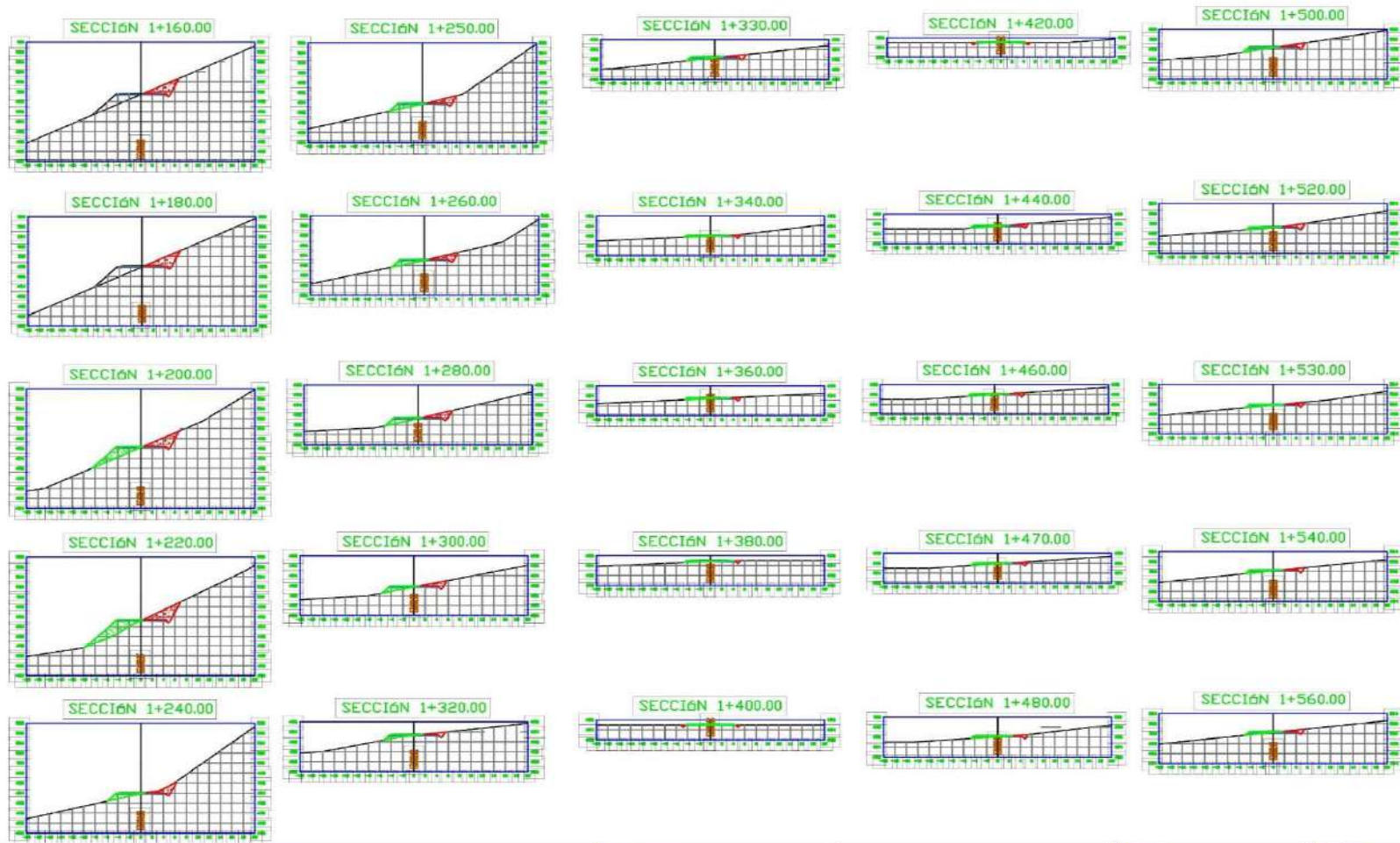
Distrito:
 Antioquia

Provincia:
 Huarochiri

Departamento:
 Lima

Lamina:
PT - 03
 01 DE 03

Escala:
 Indicada



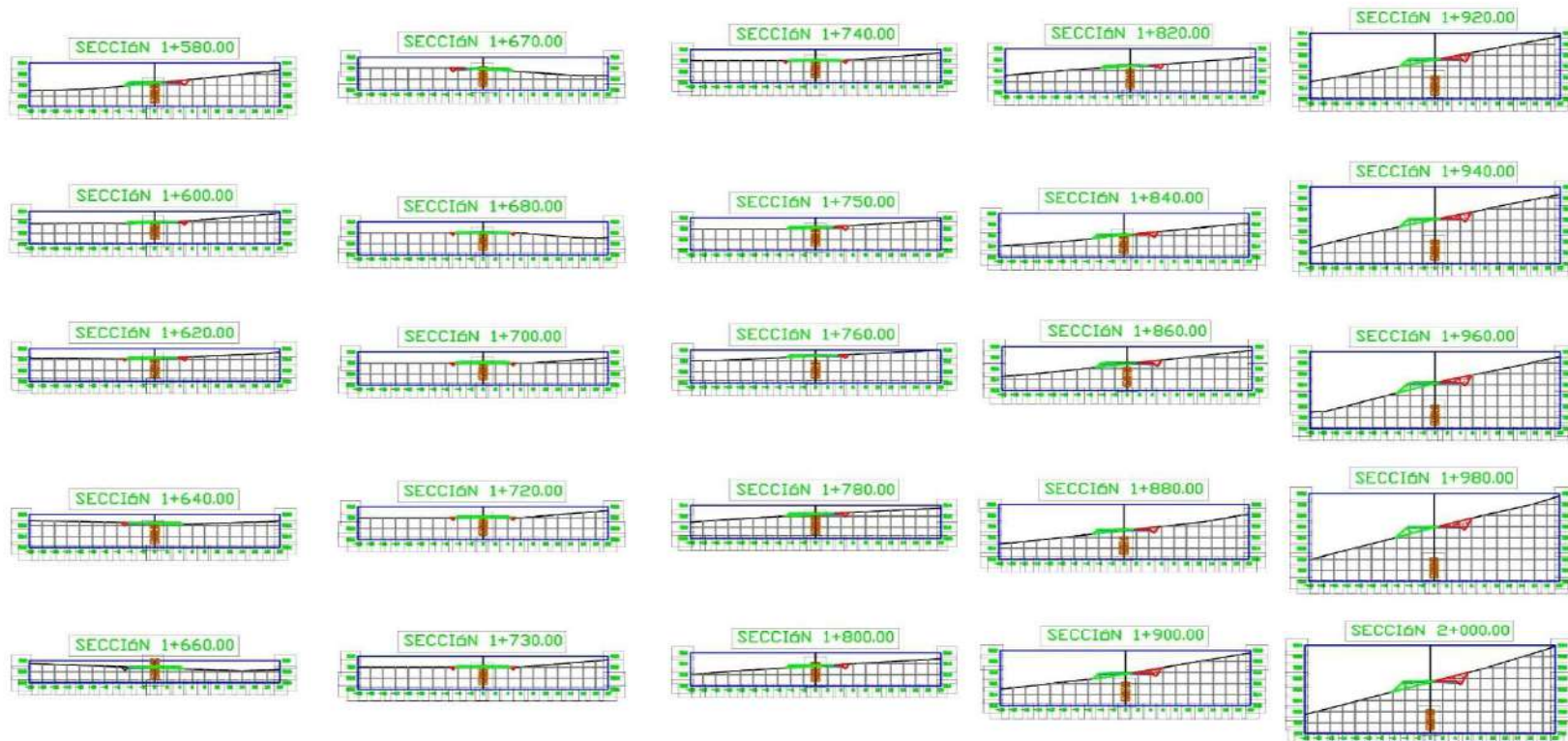
Proyecto de investigacion:
 "Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante, Huarochiri 2021"

Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero
 Oscco Garriazo, Zidani
 Plano:
 PLANO DE TRANSVERSAL

Asesor:
 Paccha Rufasto Cesar Augusto
 Ubicacion:
 Carretera LM-117

Distrito:
 Antioquia
 Provincia:
 Huarochiri
 Departamento:
 Lima

Lamina:
PT - 04
 01 DE 04
 Escala:
 Indicada



Proyecto de investigacion:
 "Diseño Estructural de Pavimento Flexible
 Aplicando la Estabilizacion Quimica con el
 Polimero Acrilico de Estireno para la
 Subrasante, Huarochiri 2021"

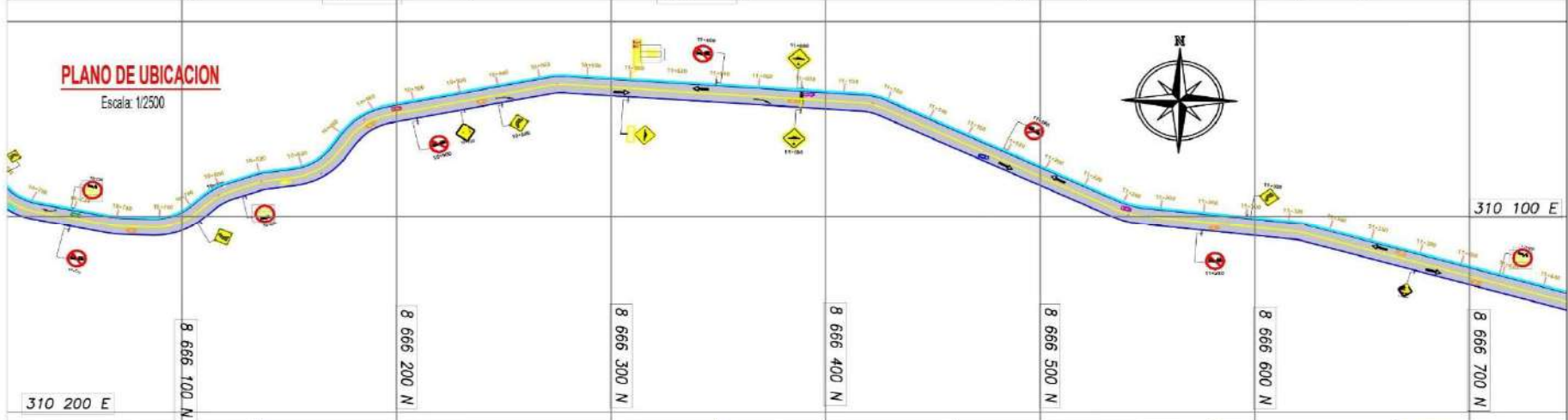
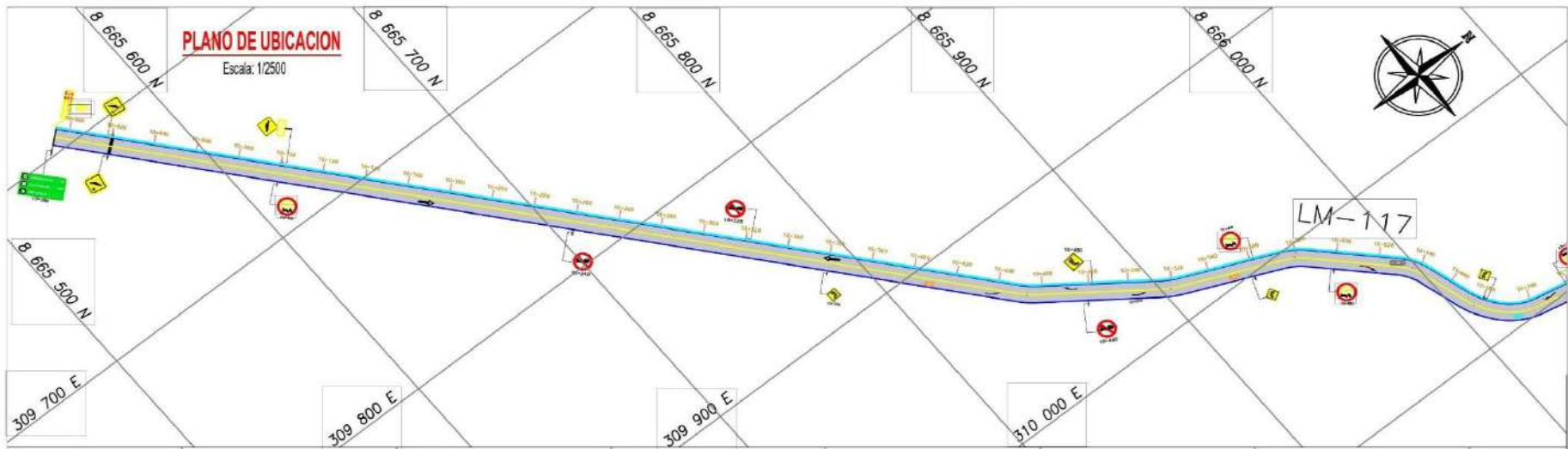
Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero
 Oscco Garriazo, Zidani
 Plano:
 PLANO DE TRANSVERSAL

Asesor:
 Paccha Rufasto Cesar Augusto

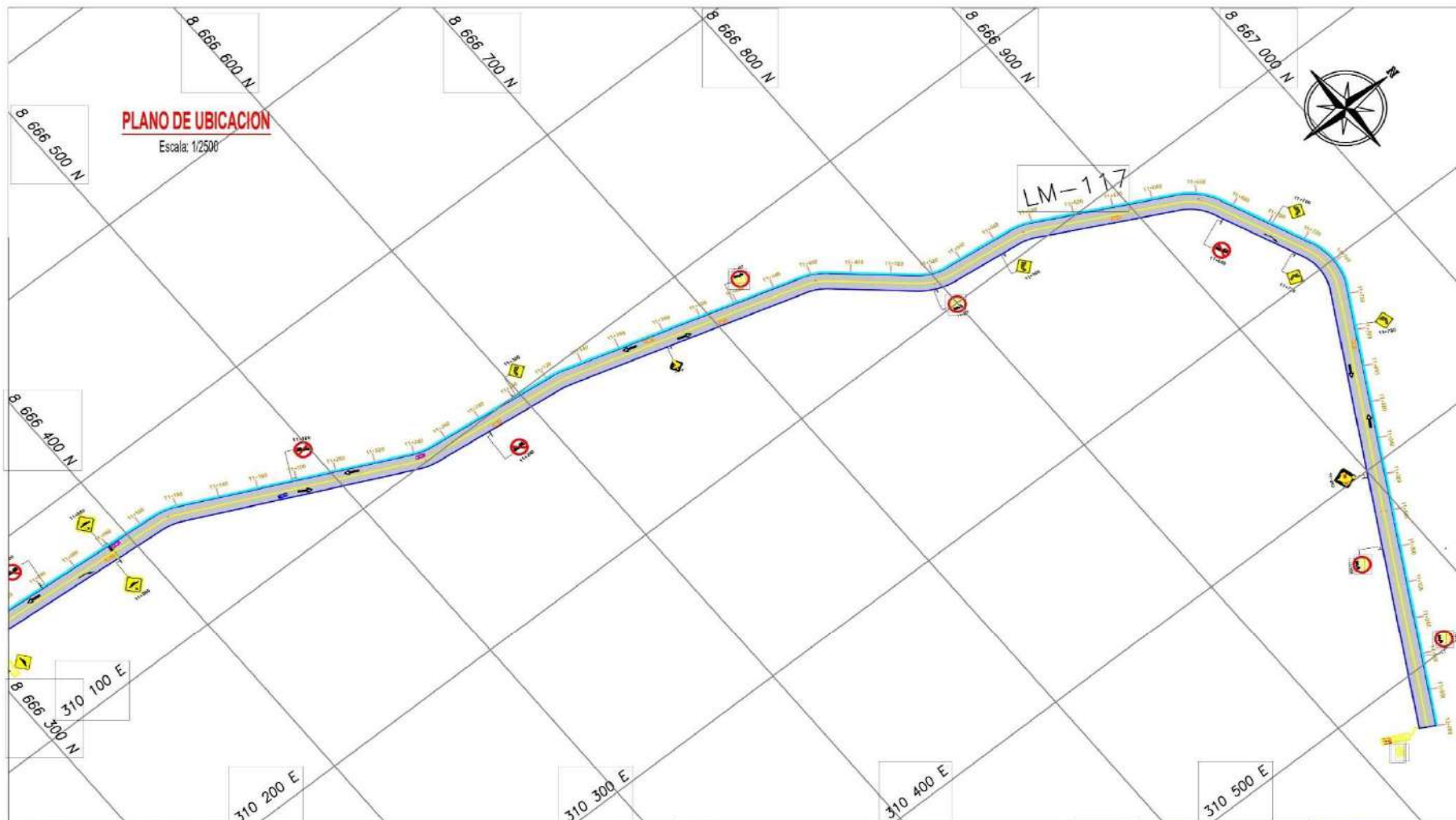
Ubicacion:
 Carretera LM-117

Distrito:
 Antioquia
 Provincia:
 Huarochiri
 Departamento:
 Lima

Lamina:
PT - 05
 01 DE 05
 Escala:
 Indicada



	Proyecto de investigación: "Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la Subrasante, Huarochiri 2021"	Integrantes: Arellan Farfan, Lucero Oscco Garriazo, Zidani	Asesor: Paccha Rufasto Cesar Augusto	Distrito: Antioquia	Lamina: PS - 01 01 DE 01
	Plano: PLANO DE SEÑALIZACION	Ubicacion: Carretera LM-117	Provincia: Huarochiri	Departamento: Lima	Escala: Indicada



PLANO DE UBICACION

Escala: 1/2500



Proyecto de investigación:
 "Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilizacion Quimica con el Polimero Acrilico de Estireno para la Subrasante, Huarochiri 2021"

Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero Oseco Garriazo, Zidani

Plano:
 PLANO DE SEÑALIZACION

Asesor:
 Paccha Rufasto Cesar Augusto

Ubicacion:
 Carretera LM-117

Distrito:
 Antioquia

Provincia:
 Huarochiri

Departamento:
 Lima

Lamina:
PS - 02
 01 DE 02

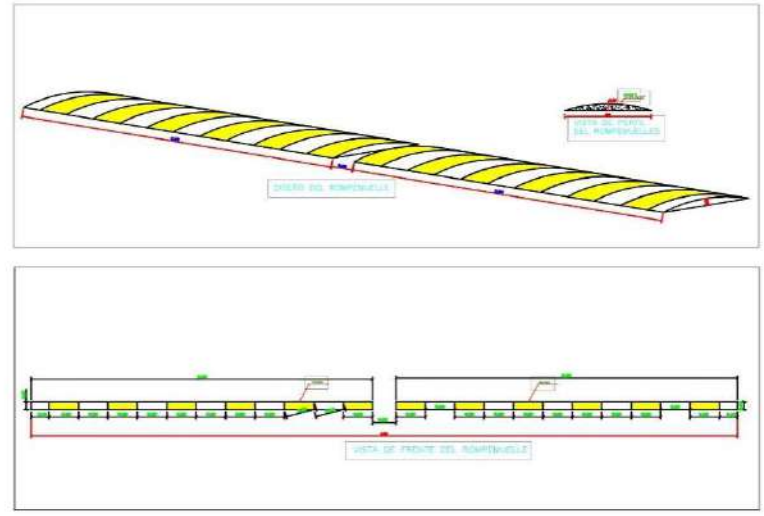
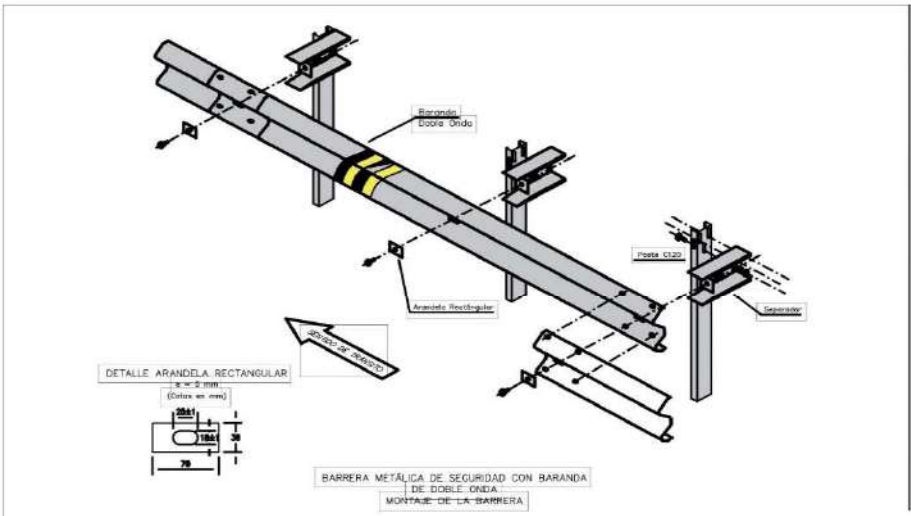
Escala:
 Indicada

SEÑALES REGLAMENTARIAS

R-30 VELOCIDAD MAXIMA

R-15 MANTENGA SU DERECHA

R-16 PROHIBIDO ADELANTAR



Proyecto de investigación:
 "Diseño Estructural de Pavimento Flexible Aplicando la Estabilización Química con el Polímero Acrílico de Estireno para la Subrasante, Huarochiri 2021"

Integrantes:
 Arellan Farfan, Lucero Oseco Garriazo, Zidani
Plano:
 PLANO DE SEÑALIZACIÓN

Asesor:
 Paccha Rufasto Cesar Augusto
Ubicación:
 Carretera LM-117

Distrito:
 Antioquia
Provincia:
 Huarochiri
Departamento:
 Lima

Lamina:
PS - 04
 01 DE 04
Escala:
 Indicada

Anexo 21.-Resultados de los ensayos realizados en laboratorio.



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
 PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUARACHIRÍ 2021".
 UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
 FECHA EMISION : 16/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 016-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1 M1 PROFUNDIDAD 1.50m

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	98.4
1"	25.000	97.0
3/4"	19.000	96.4
1/2"	12.000	95.3
3/8"	9.500	94.6
Nº4	4.750	91.1
Nº10	2.000	78.3
Nº20	0.850	50.6
Nº40	0.425	27.4
Nº60	0.250	18.7
Nº140	0.106	14.5
Nº200	0.075	13.2

Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

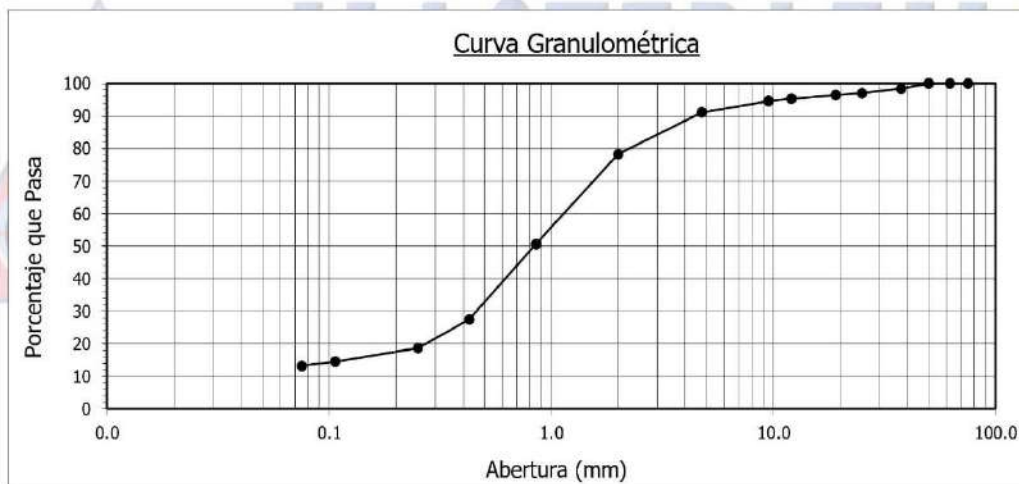



 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISIÓN : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 016-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1 M1 PROFUNDIDAD 1.50m



Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 016-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACIÓN SUCS:	SM Arena limosa
---------------------	-----------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-1-b (0)
-----------------------	-----------

Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 016-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-2 M1 PROFUNDIDAD 1.50m

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	99.0
3/4"	19.000	97.8
1/2"	12.000	96.9
3/8"	9.500	95.9
Nº4	4.750	88.3
Nº10	2.000	71.7
Nº20	0.850	52.2
Nº40	0.425	34.3
Nº60	0.250	23.6
Nº140	0.106	15.0
Nº200	0.075	12.8

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.


El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

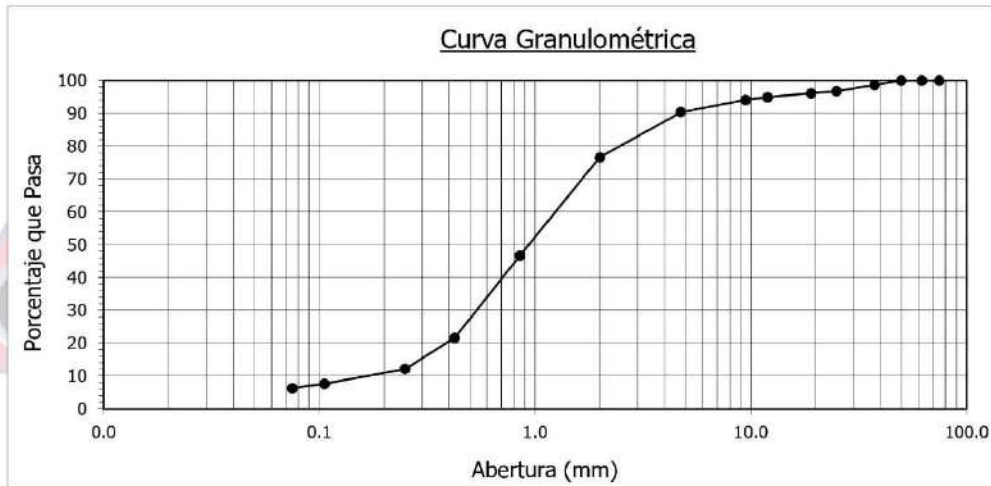



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 016-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-2 M1 PROFUNDIDAD 1.50m



Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.


El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENTILSON OSCCO GARRIAZO


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 016-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
(Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACIÓN SUCS:	SM Arena limosa
---------------------	-----------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-1-b (0)
-----------------------	-----------

Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 017-21

REGISTRO ESTRATIGRAFICO CALICATAS Y TRINCHERAS

PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA C-1 M-1	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASTHO
0.10		RELLENO NO CONTROLADO CON PRESENCIA DE RAICES	RELLENO	---	---
0.20					
0.30					
0.40		ARENA LIMOSA SIN LIMITES COLOR MARRON PARCIALMENTE HUMEDO	C-1- M-1 TERRENO NATURAL	SC	A-1-b (0)
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					


Nota: Excavación profundidad total 1.50 metros

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
 PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
 UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
 FECHA EMISION : 16/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 017-21

REGISTRO ESTRATIGRAFICO CALICATAS Y TRINCHERAS

PROFUNDIDAD (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA C-2 M-1	CLASIFICACIÓN		
				SUCS	AASTHO	
0.10		RELLENO NO CONTROLADO CON PRESENCIA DE RAICES	RELLENO	---		
0.20						
0.30						
0.40		ARENA LIMOSA SIN LIMITES COLOR MARRON PARCIALMENTE HUMEDO	C-2 M-1	---		
0.50			TERRENO	---		
0.60			NATURAL	SC	A-1-b (0)	
0.70			---		---	
0.80			---		---	
0.90			---		---	
1.00			---		---	
1.10	---		---			
1.20	---		---			
1.30	---		---			
1.40	---		---			
1.50	---		---			

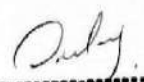
Nota: Excavación profundidad total 1.50 metros

Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

DE : LABORATORIO MASTERLEM S.A.C.
 SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
 PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
 UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
 FECHA EMISION : 18/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 045-21

CONTENIDO DE HUMEDAD DE HUMEDAD (%) ASTM D2219-19

MUESTRA	C-1	M-1	2.5
MUESTRA	C-2	M-1	2.2

Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUARACHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 018-21

MÉTODO DE ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 1883

Muestra	Muestra C-2 M 1 Patrón			
Muestra (Golpes)	Densidad seca (g/cm ³)	Penetración (")	C.B.R. (%)	Expansión
56	2.241	0.1	43	NO PRESENTA
25	2.174	0.1	31	
10	2.083	0.1	24	
C.B.R. al 100 % de la Máxima Densidad Seca			43.0	%
C.B.R. al 95 % de la Máxima Densidad Seca			27.0	%
Máxima Densidad Seca Próctor			2.233	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad Próctor			7.60	%

Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

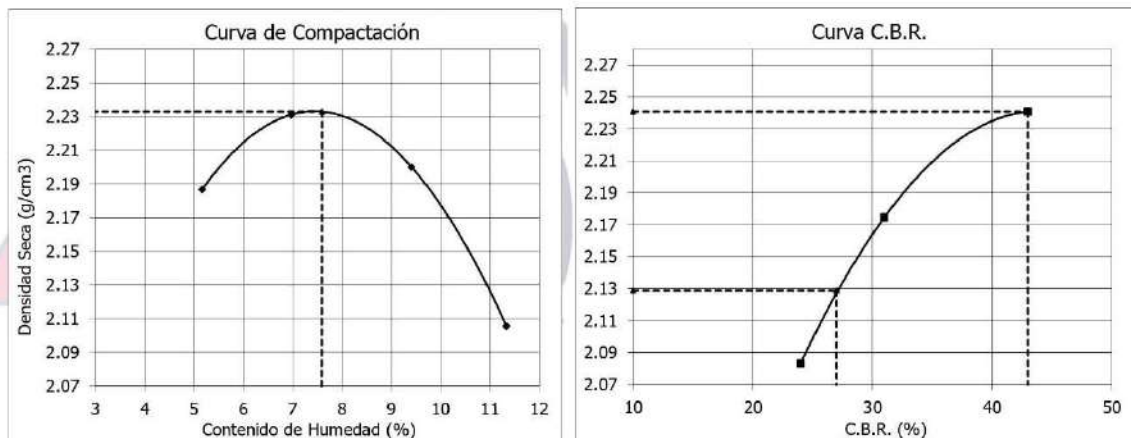



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
 PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
 UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
 FECHA EMISION : 16/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 018-21

MÉTODO DE ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 1883

Muestra C-2 M 1 Patrón




Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
 El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.
 Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 018-21

MÉTODO DE ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 1883

Muestra	Muestra C-2 M 1 + Polímero 4.2 litros/metro cúbico			
Muestra (Golpes)	Densidad seca (g/cm ³)	Penetración (")	C.B.R. (%)	Expansión
56	2.241	0.1	46	NO PRESENTA
25	2.174	0.1	34	
10	2.083	0.1	27	
C.B.R. al 100 % de la Máxima Densidad Seca				46.0 %
C.B.R. al 95 % de la Máxima Densidad Seca				30.0 %
Máxima Densidad Seca Próctor			2.236	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad Próctor			8.00	%

Observaciones:

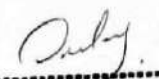
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

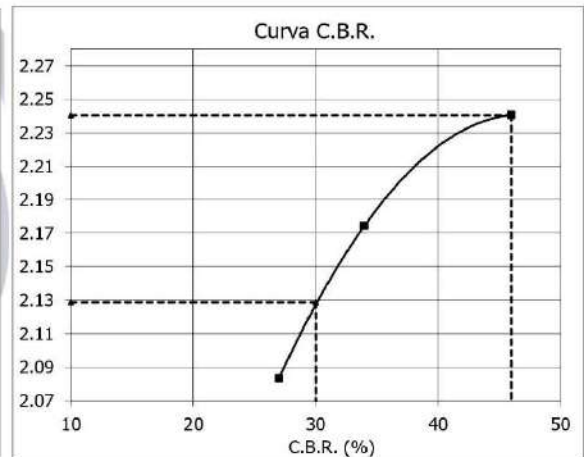
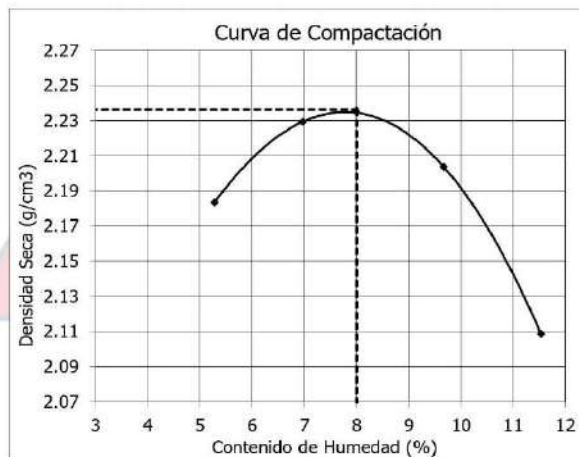



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 018-21

MÉTODO DE ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 1883

Muestra C-2 M 1 + Polímero 4.2 litros/metro cúbico



Observaciones:

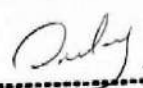
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMÍREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 018-21

MÉTODO DE ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 1883

Muestra	Muestra C-2 M 1 + Polímero 6.1 litros/metro cúbico			
Muestra (Golpes)	Densidad seca (g/cm ³)	Penetración (")	C.B.R. (%)	Expansión
56	2.239	0.1	49	NO PRESENTA
25	2.215	0.1	44	
10	2.103	0.1	29	
C.B.R. al 100 % de la Máxima Densidad Seca				49.0 %
C.B.R. al 95 % de la Máxima Densidad Seca				31.7 %
Máxima Densidad Seca Próctor				2.233 g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad Próctor				7.6 %

Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

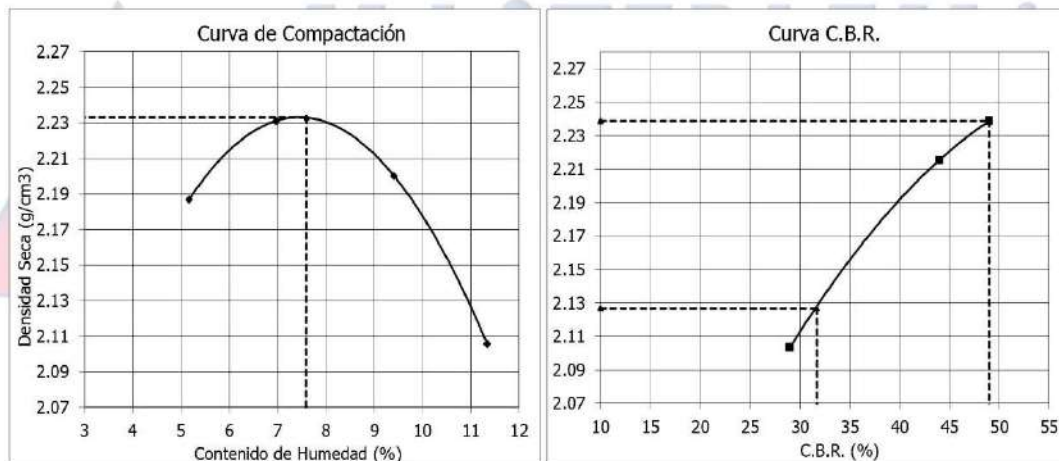



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
 PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
 UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
 FECHA EMISION : 16/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 018-21

MÉTODO DE ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 1883

Muestra C-2 M 1 + Polímero 4.2 litros/metro cúbico



Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 018-21

MÉTODO DE ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 1883

Muestra	Muestra C-2 M 1 + Polímero 8.2 litros/metro cúbico			
Muestra (Golpes)	Densidad seca (g/cm ³)	Penetración (")	C.B.R. (%)	Expansión
56	2.247	0.1	54	NO PRESENTA
25	2.215	0.1	46	
10	2.103	0.1	32	
C.B.R. al 100 % de la Máxima Densidad Seca			54.0	%
C.B.R. al 95 % de la Máxima Densidad Seca			35.3	%
Máxima Densidad Seca Próctor			2.247	g/cm ³
Óptimo Contenido de Humedad Próctor			8.0	%

Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286

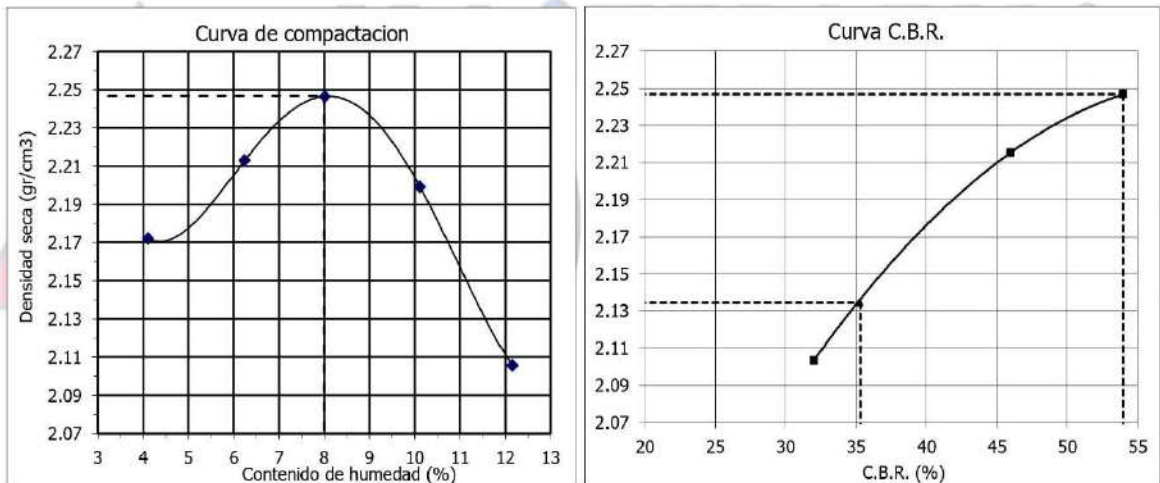



OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTES : LUCERO JUDITH ARELLAN FARFAN - ZIDANI DENILSON OSCCO GARRIAZO
PROYECTO : " DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021".
UBICACIÓN : AV. CIRCUNVALACIÓN S/N – HUACHIPA (PARADERO RAMIRO PRIALE).
FECHA EMISION : 16/06/21
EXPEDIENTE : ITT 018-21

MÉTODO DE ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) DE SUELOS COMPACTADOS EN EL LABORATORIO AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 1883

Muestra C-2 M 1 + Polímero 8.2 litros/metro cúbico



Observaciones:


El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

Anexo 22.-Certificado de calibración de equipos.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CCB-014-2021

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : OHAUS Clase : I

Número de serie : SND05732704 Tipo : Electrónica

Modelo : TS200S Código : No Indica.

Capacidad máxima : 200 g División de escala (d) : 0,001 g

División de verificación (e) : 0,001 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23.2°C / 66%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23.4°C / 64%

Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 20 mg con certificados de calibración N° M-0300-2021, M-0307-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 mg con certificado de calibración N° M-0299-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 50 mg con certificado de calibración N° M-0301-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 100 mg con certificado de calibración N° M-0302-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 200 mg con certificado de calibración N° M-0303-2021 y M-0304-2021 y 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 500 mg con certificado de calibración N° M-0305-2021. Con trazabilidad METROIL.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2021-05-03

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-05-10	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN
INSPECCIÓN VISUAL

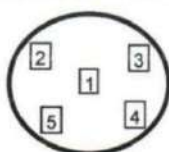
Ajuste a cero	Si	Escala	No
Oscilación Libre	Si	Cursor	No
Plataforma	Si	Nivelación	Si
Sistema de Traba	No		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	23.2	23.2		66	66

Medición N°	Carga L1 = 100,000 g			Carga L2 = 200,000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
2	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
3	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
4	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
5	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
6	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
7	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
8	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
9	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000
10	100.000	0.0000	0.0001	200.000	0.0000	0.0000

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD


Posición de las cargas

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	23.2	23.3		66	65

Posición de carga	Determinación de Eo				Determinación del error corregido Ec				
	carga en cero* (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0.010	0.010	0.0000	0.0000	70.0000	70.000	0.0000	0.0001	0.0000
2	0.010	0.010	0.0000	0.0000	70.0000	70.000	0.0000	0.0001	0.0000
3	0.010	0.010	0.0000	0.0000	70.0000	70.000	0.0000	0.0001	0.0000
4	0.010	0.010	0.0000	0.0000	70.0000	70.000	0.0000	0.0001	0.0000
5	0.010	0.010	0.0000	0.0000	70.0000	70.000	0.0000	0.0001	0.0000

* valor entre 0 y 10e

$$E = I + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$Ec = E - Eo$$



ENSAYO DE PESAJE

T. (°C)	Inicial	Final	H. R. (%)	Inicial	Final
	23.3	23.4		65	64

Carga L (g)	Crecientes				Decrecientes				E.M.P.* (g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0.010	0.010	0.0000	0.0000	(*)					
0.100	0.100	0.0000	0.0001	0.0001	0.100	0.0000	0.0001	0.0001	0.001
0.500	0.500	0.0000	0.0000	0.0000	0.500	0.0000	0.0000	0.0000	0.001
1.000	1.000	0.0000	0.0001	0.0000	1.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.001
5.000	5.000	0.0000	0.0000	0.0000	5.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.001
10.000	10.000	0.0000	0.0000	0.0000	10.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.001
20.000	20.000	0.0000	0.0001	0.0000	20.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.001
40.000	40.000	0.0000	0.0002	0.0001	40.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.001
60.000	60.000	0.0000	0.0002	0.0001	60.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.002
100.000	100.000	0.0000	0.0001	0.0000	100.000	0.0000	0.0001	0.0000	0.002
150.000	149.999	0.0000	-0.0010	-0.0010	149.999	0.0000	-0.0010	-0.0010	0.002
200.000	200.000	0.0000	0.0000	0.0000	200.000	0.0000	0.0000	0.0000	0.003

(*) Carga para determinar Eo

$$E = l + \frac{1}{2} d - \Delta L - L$$

$$E_c = E - E_o$$

E.M.P.* = Error máximo permisible

INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN	$U = 0,000020g + (0,00000076)l$
------------------------------	---------------------------------

l = Indicación de la balanza
Eo = Error en cero

E = Error de la balanza
Ec = Error corregido

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-016-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 10457556

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 19,000 mm (3/4")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-22

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

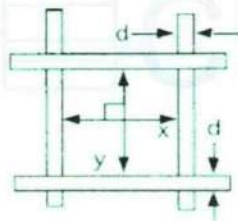
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Toite TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

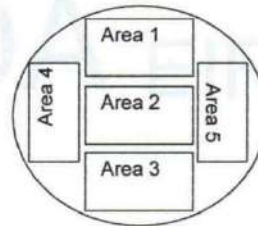
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	18.982	0.002	19.129	0.002	18.400	19.600	20.100
2	18.976	0.002	18.873	0.002	18.400	19.600	20.100
3	18.789	0.002	19.119	0.002	18.400	19.600	20.100
4	18.909	0.002	18.888	0.002	18.400	19.600	20.100
5	19.096	0.002	18.979	0.002	18.400	19.600	20.100

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 19,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	3.403	0.002	3.405	0.002	2.678	3.623
2	3.414	0.002	3.414	0.002	2.678	3.623
3	3.390	0.002	3.412	0.002	2.678	3.623
4	3.405	0.002	3.412	0.002	2.678	3.623
5	3.426	0.002	3.409	0.002	2.678	3.623



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-016-2021

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-017-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 06468154

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 9,500 mm (3/8")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-22

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

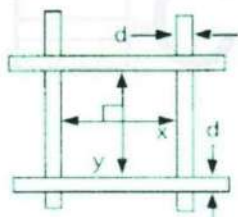
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

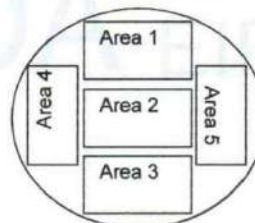
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X	ABERTURA EJE X	PROMEDIO EJE Y	ABERTURA EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	9.494	0.002	9.487	0.002	9.200	9.800	10.160
2	9.507	0.002	9.470	0.002	9.200	9.800	10.160
3	9.501	0.002	9.503	0.002	9.200	9.800	10.160
4	9.495	0.002	9.511	0.002	9.200	9.800	10.160
5	9.498	0.002	9.459	0.002	9.200	9.800	10.160

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 9,500 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X	DIAMETRO EJE X	PROMEDIO EJE Y	DIAMETRO EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2.354	0.002	2.348	0.002	1.904	2.576
2	2.349	0.002	2.346	0.002	1.904	2.576
3	2.350	0.002	2.342	0.002	1.904	2.576
4	2.352	0.002	2.345	0.002	1.904	2.576
5	2.349	0.002	2.347	0.002	1.904	2.576



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-017-2021

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-018-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 11445529

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 12,500 mm (1/2")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-22

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

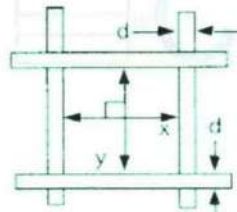
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

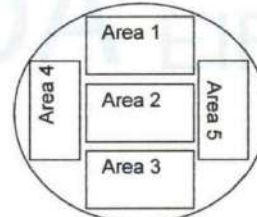
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	12.395	0.002	12.376	0.002	12.110	12.890	13.310
2	12.365	0.002	12.411	0.002	12.110	12.890	13.310
3	12.377	0.002	12.390	0.002	12.110	12.890	13.310
4	12.402	0.002	12.376	0.002	12.110	12.890	13.310
5	12.384	0.002	12.299	0.002	12.110	12.890	13.310

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 12,500 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	2.738	0.002	2.75	0.002	2.125	2.875
2	2.745	0.002	2.747	0.002	2.125	2.875
3	2.748	0.002	2.746	0.002	2.125	2.875
4	2.737	0.002	2.748	0.002	2.125	2.875
5	2.740	0.002	2.731	0.002	2.125	2.875



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-018-2021

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-019-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : W.S. TYLER

Número de serie : 97412373

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 25,000 mm (1")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-22

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello-Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

CCT-019-2021

Página 1 de 2

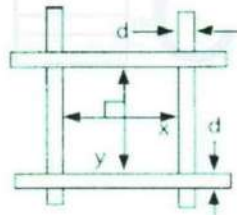
Av. Brasil 1361 Int. 602 - Jesús María - Lima Telf: (01)4371145 - 3322711 web: www.celdaairl.com email: celda@celdaairl.com

RESULTADOS DE MEDICIÓN

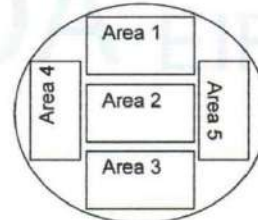
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	24.986	0.002	24.994	0.002	24.200	25.800	26.400
2	24.934	0.002	25.016	0.002	24.200	25.800	26.400
3	24.976	0.002	24.967	0.002	24.200	25.800	26.400
4	24.964	0.002	24.969	0.002	24.200	25.800	26.400
5	24.950	0.002	25.018	0.002	24.200	25.800	26.400

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 25,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	3.761	0.002	3.737	0.002	3.018	4.080
2	3.757	0.002	3.754	0.002	3.018	4.080
3	3.756	0.002	3.743	0.002	3.018	4.080
4	3.755	0.002	3.730	0.002	3.018	4.080
5	3.747	0.002	3.741	0.002	3.018	4.080



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-019-2021

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-020-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : W.S. TYLER

Número de serie : 97332159

Código de identificación : No Indica

Abertura de Tamiz : 37,500 mm (1 1/2")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-22

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

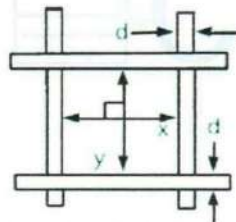
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

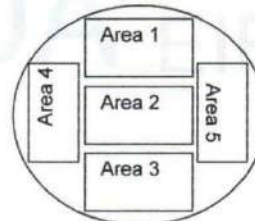
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X	ABERTURA EJE X	PROMEDIO EJE Y	ABERTURA EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	37.526	0.002	37.713	0.002	36.400	38.600	39.500
2	37.483	0.002	37.619	0.002	36.400	38.600	39.500
3	37.495	0.002	37.655	0.002	36.400	38.600	39.500
4	37.508	0.002	37.633	0.002	36.400	38.600	39.500
5	37.506	0.002	37.629	0.002	36.400	38.600	39.500

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 37,500 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X	DIAMETRO EJE X	PROMEDIO EJE Y	DIAMETRO EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	4.472	0.002	4.454	0.002	3.825	5.175
2	4.482	0.002	4.493	0.002	3.825	5.175
3	4.463	0.002	4.469	0.002	3.825	5.175
4	4.467	0.002	4.454	0.002	3.825	5.175
5	4.491	0.002	4.476	0.002	3.825	5.175



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-020-2021

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-021-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 11524814

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 75,000 mm (3")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.2°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-22

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

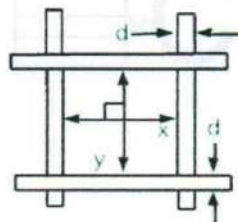
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

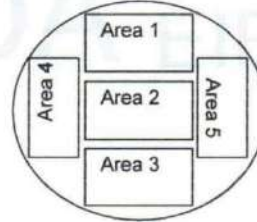
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	75.160	0.002	75.010	0.002	72.800	77.200	78.700
2	75.020	0.002	75.070	0.002	72.800	77.200	78.700
3	75.180	0.002	75.050	0.002	72.800	77.200	78.700
4	75.140	0.002	75.210	0.002	72.800	77.200	78.700
5	75.050	0.002	74.961	0.002	72.800	77.200	78.700

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 75,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	5.770	0.002	5.720	0.002	5.355	7.245
2	5.810	0.002	5.660	0.002	5.355	7.245
3	5.860	0.002	5.770	0.002	5.355	7.245
4	5.670	0.002	5.650	0.002	5.355	7.245
5	5.730	0.002	5.655	0.002	5.355	7.245



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.

CCT-021-2021



Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-022-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 07267472

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 50,000 mm (2")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.3°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.3°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

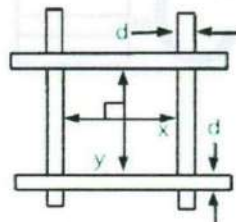
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMENO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

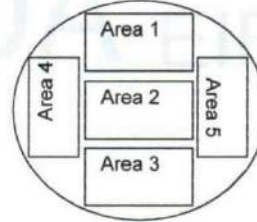
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X	ABERTURA EJE X	PROMEDIO EJE Y	ABERTURA EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO	
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	51.363	0.002	50.589	0.002	48.500	51.500	52.600
2	51.172	0.002	51.136	0.002	48.500	51.500	52.600
3	50.854	0.002	50.683	0.002	48.500	51.500	52.600
4	50.855	0.002	51.284	0.002	48.500	51.500	52.600
5	50.669	0.002	51.294	0.002	48.500	51.500	52.600

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 50,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X	DIAMETRO EJE X	PROMEDIO EJE Y	DIAMETRO EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	4.888	0.002	4.896	0.002	4.250	5.750
2	4.888	0.002	4.890	0.002	4.250	5.750
3	4.879	0.002	4.891	0.002	4.250	5.750
4	4.882	0.002	4.930	0.002	4.250	5.750
5	4.897	0.002	4.891	0.002	4.250	5.750



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-022-2021

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-023-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 11525107

Código de identificación : No Indica

Abertura de Tamiz : 63,000 mm (2 1/2")

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.3°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.3°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

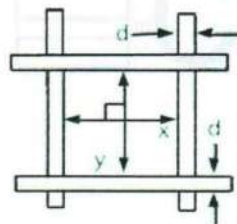
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

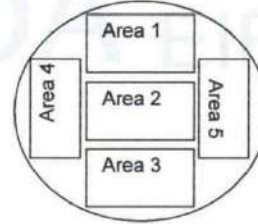
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	62.934	0.002	63.061	0.002	61.100	64.900	66.200
2	62.867	0.002	62.700	0.002	61.100	64.900	66.200
3	63.173	0.002	63.210	0.002	61.100	64.900	66.200
4	62.806	0.002	63.243	0.002	61.100	64.900	66.200
5	62.840	0.002	62.680	0.002	61.100	64.900	66.200

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 63,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	5.273	0.002	5.275	0.002	4.760	6.440
2	5.273	0.002	5.273	0.002	4.760	6.440
3	5.270	0.002	5.264	0.002	4.760	6.440
4	5.273	0.002	5.261	0.002	4.760	6.440
5	5.274	0.002	5.260	0.002	4.760	6.440



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-023-2021

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-024-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 142221058

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 4,750 mm (N°4)

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.3°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.3°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

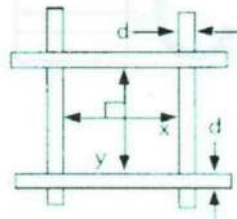
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

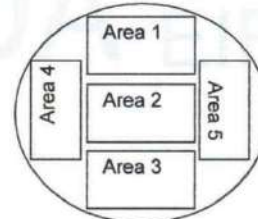
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (mm)
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	4.753	0.002	4.771	0.002	4.600	4.900	5.140
2	4.759	0.002	4.770	0.002	4.600	4.900	5.140
3	4.754	0.002	4.764	0.002	4.600	4.900	5.140
4	4.743	0.002	4.777	0.002	4.600	4.900	5.140
5	4.774	0.002	4.760	0.002	4.600	4.900	5.140

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 4,750 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	1.603	0.002	1.597	0.002	1.360	1.840
2	1.591	0.002	1.599	0.002	1.360	1.840
3	1.603	0.002	1.604	0.002	1.360	1.840
4	1.603	0.002	1.595	0.002	1.360	1.840
5	1.581	0.002	1.597	0.002	1.360	1.840



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-024-2021

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-025-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 11224818

Código de identificación : No indica

Abertura de Tamiz : 2 mm (N° 10)

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.3°C / 54%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.3°C / 54%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

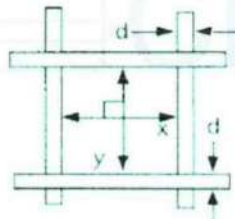
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre <small>TÉCNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

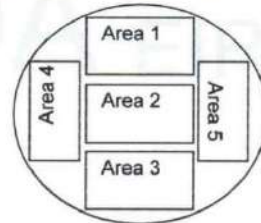
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X (mm)	ABERTURA EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	ABERTURA EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)	
1	2.012	0.002	1.979	0.002	1.930	2.070	2.215
2	2.014	0.002	1.984	0.002	1.930	2.070	2.215
3	2.015	0.002	2.004	0.002	1.930	2.070	2.215
4	2.025	0.002	2.006	0.002	1.930	2.070	2.215
5	2.016	0.002	1.997	0.002	1.930	2.070	2.215

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 2,000 mm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X (mm)	DIAMETRO EJE X (mm)	PROMEDIO EJE Y (mm)	DIAMETRO EJE Y (mm)	MÍNIMO (mm)	MÁXIMO (mm)
1	0.985	0.002	0.905	0.002	0.765	1.035
2	0.989	0.002	0.904	0.002	0.765	1.035
3	0.984	0.002	0.904	0.002	0.765	1.035
4	0.985	0.002	0.909	0.002	0.765	1.035
5	0.984	0.002	0.900	0.002	0.765	1.035



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-025-2021

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-026-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
 Atención : MASTERLEM SAC
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
 Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
 Marca : ELE - INTERNATIONAL
 Número de serie : 145128643
 Código de identificación : No indica
 Abertura de Tamiz : 850 µm (N° 20)
 Procedencia : USA
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.3°C / 54%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.3°C / 54%
 Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
 Número de páginas : 2
 Fecha de calibración : 2021-02-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

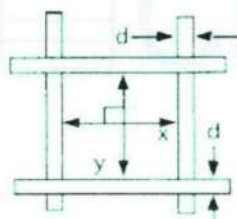
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimír Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

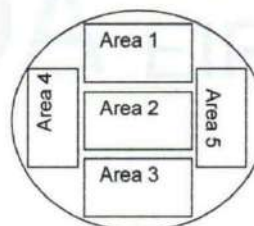
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X	ABERTURA PROMEDIO EJE Y	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)	
1	869	2	868	2	815	885	970
2	874	2	880	2	815	885	970
3	878	2	860	2	815	885	970
4	873	2	872	2	815	885	970
5	873	2	881	2	815	885	970

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 850 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y	ERROR PERMISIBLE	
	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)
1	501	2	498	2	425	575
2	498	2	497	2	425	575
3	503	2	501	2	425	575
4	497	2	502	2	425	575
5	501	2	503	2	425	575



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-029-2021

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-027-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro

Marca : W.S. TYLER

Número de serie : 98260855

Código de identificación : No Indica

Abertura de Tamiz : 425 µm (N° 40)

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.2°C / 55%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 55%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 18973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Numero de paginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

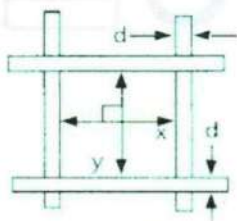
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimif-Tello Torre <small>TECNICO DE LABORATORIO</small>	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

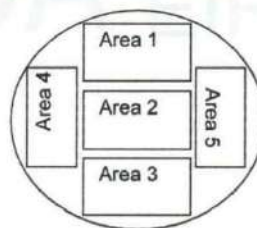
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (μm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (μm)
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)	
1	428	2	447	2	406	444	502
2	430	2	438	2	406	444	502
3	420	2	433	2	406	444	502
4	425	2	438	2	406	444	502
5	423	2	432	2	406	444	502

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 425 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (μm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)
1	287	2	258	2	238	322
2	282	2	261	2	238	322
3	291	2	268	2	238	322
4	288	2	266	2	238	322
5	289	2	275	2	238	322



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



OCT-027-2021

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-028-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.

Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro

Marca : ELE - INTERNATIONAL

Número de serie : 08146578

Código de identificación : No Indica.

Abertura de Tamiz : 150 μ m (N° 100)

Procedencia : USA

Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.2°C / 55%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 55%

Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A. N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa JIS B7450

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2021-02-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

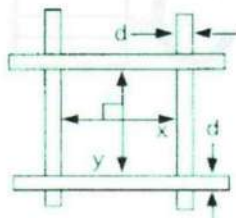
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

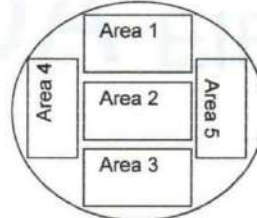
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X	ABERTURA EJE X	PROMEDIO EJE Y	ABERTURA EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO	
	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)
1	155	2	152	2	142	158	192
2	150	2	152	2	142	158	192
3	153	2	154	2	142	158	192
4	153	2	151	2	142	158	192
5	151	2	154	2	142	158	192

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 150 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X	DIAMETRO EJE X	PROMEDIO EJE Y	DIAMETRO EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO
	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)
1	89	2	89	2	85	115
2	92	2	91	2	85	115
3	94	2	91	2	85	115
4	94	2	91	2	85	115
5	92	2	92	2	85	115



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



CCT-028-2021

Página 2 de 2

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-029-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
 Atención : MASTERLEM SAC
 Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
 Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
 Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
 Marca : FORNEY
 Número de serie : 200BS8W45711824
 Código de identificación : No indica
 Abertura de Tamiz : 75 µm (N° 200)
 Procedencia : USA
 Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
 Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.2°C / 55%
 Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 55%
 Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
 utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
 16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
 certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
 N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
 JIS B7450
 Numero de paginas : 2
 Fecha de calibración : 2021-02-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
 El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

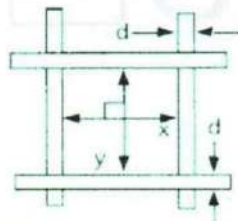
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

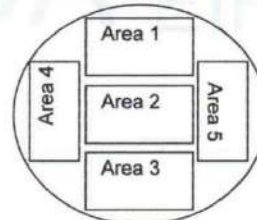
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ABERTURA	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO
	PROMEDIO EJE X	ABERTURA EJE X	PROMEDIO EJE Y	ABERTURA EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO	
	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)
1	78	2	78	2	70	80	103
2	77	2	78	2	70	80	103
3	77	2	78	2	70	80	103
4	77	2	77	2	70	80	103
5	78	2	78	2	70	80	103

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 75 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	DIAMETRO (d)	INCERTIDUMBRE	ERROR PERMISIBLE	
	PROMEDIO EJE X	DIAMETRO EJE X	PROMEDIO EJE Y	DIAMETRO EJE Y	MÍNIMO	MÁXIMO
	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)	(μm)
1	46	2	45	2	43	58
2	49	2	45	2	43	58
3	45	2	46	2	43	58
4	45	2	46	2	43	58
5	45	2	45	2	43	58



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-030-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diametro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 98131610
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 250 µm (Nº 60)
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL Nº PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.2°C / 55%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.2°C / 55%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-24

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

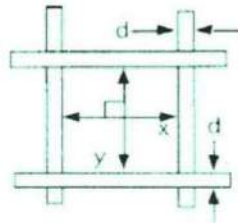
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

RESULTADOS DE MEDICIÓN

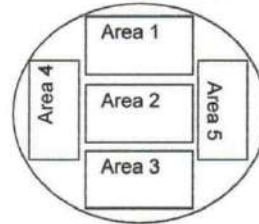
ABERTURAS Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04							
ÁREA DE MEDICIÓN	ABERTURA PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE X (μm)	ABERTURA PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE ABERTURA EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE		ABERTURA INDIVIDUAL DEL TAMIZ - MÁXIMO (μm)
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)	
1	258	2	251	2	238	262	306
2	255	2	256	2	238	262	306
3	256	2	249	2	238	262	306
4	255	2	250	2	238	262	306
5	255	2	252	2	238	262	306

Valor estandar según norma ASTM E 11 - 04 = 250 μm

DIAMETRO DEL ALAMBRE Y TOLERANCIAS DE ACUERDO A LA NORMA ASTM E 11 - 04						
ÁREA DE MEDICIÓN	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE X (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE X (μm)	DIAMETRO (d) PROMEDIO EJE Y (μm)	INCERTIDUMBRE DIAMETRO EJE Y (μm)	ERROR PERMISIBLE	
					MÍNIMO (μm)	MÁXIMO (μm)
1	147	2	162	2	136	184
2	151	2	163	2	136	184
3	151	2	162	2	136	184
4	148	2	163	2	136	184
5	148	2	161	2	136	184



Correcto dimensionamiento de malla metálica



Áreas exploradas referenciales

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$ y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación al que este expuesto.



CCT-030-2021

Página 2 de 2

Av. Circunvalación s/n Mz. B Lt. 1 Urb. Praderas de Huachipa Lurigancho - Chosica Telf.: (01) 540 7661 e-mail: servicios@celda.com.pe

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CMI-006-2020**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.

Atención : MASTERLEM S.A.C.

Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima

Tipo de instrumento : Horno de secado para muestras

Marca : Despatch

Nº de serie : 164802

Modelo : LEB1-76-4

Alcance : 400 °F

Selector de temperatura : Analógico

Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi: 2ª Edición.

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18.2 °C / 72%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18.2 °C / 74%

Patrones de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 19-0728, certificado de calibración 3000MBW2019

Número de páginas : 6

Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMERO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

CALIBRACIÓN PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	121.1	111.6	111.7	112.2	113.0	111.5	111.6	111.8	112.2	112.4	111.2	111.9	1.8
2	121.1	111.5	111.7	112.2	113.1	111.4	111.6	111.7	112.1	112.3	111.2	111.9	1.9
4	121.1	111.5	111.6	112.1	113.1	111.2	111.5	111.6	112.0	112.3	111.1	111.8	2.0
6	121.1	111.4	111.5	112.0	113.0	111.2	111.4	111.6	112.0	112.2	111.1	111.7	1.9
8	121.1	111.3	111.5	112.0	113.0	111.1	111.3	111.5	111.9	112.3	111.0	111.7	2.0
10	121.1	111.2	111.4	111.9	112.9	111.0	111.2	111.4	111.8	112.1	110.9	111.6	2.0
12	121.1	111.2	111.3	111.8	112.8	111.0	111.1	111.4	111.8	112.1	110.8	111.5	2.0
14	121.1	111.1	111.2	111.8	112.8	111.0	111.1	111.3	111.7	112.0	110.8	111.5	2.0
16	121.1	111.1	111.2	111.7	112.9	111.1	111.0	111.2	111.7	112.0	110.7	111.5	2.2
18	121.1	111.0	111.1	111.7	112.9	111.1	111.0	111.0	111.6	111.9	110.6	111.4	2.3
20	121.1	111.0	111.1	111.6	112.9	111.0	110.9	111.1	111.6	111.9	110.6	111.4	2.3
22	121.1	111.1	111.2	111.6	112.8	111.0	111.1	111.2	111.7	112.0	110.5	111.4	2.3
24	121.1	111.2	111.2	111.7	112.9	111.2	111.1	111.3	111.7	112.0	110.6	111.5	2.3
26	121.1	111.2	111.3	111.8	112.8	111.3	111.2	111.4	111.8	112.1	110.8	111.6	2.0
28	121.1	111.3	111.4	111.9	113.0	111.3	111.3	111.4	111.9	112.1	110.9	111.7	2.1
30	121.1	111.4	111.5	111.9	113.1	111.4	111.3	111.5	112.0	112.2	111.1	111.7	2.0
32	121.1	111.5	111.6	112.0	113.2	111.5	111.4	111.5	112.0	112.3	111.1	111.8	2.1
34	121.1	111.6	111.6	112.0	113.0	111.5	111.4	111.6	112.1	112.4	111.2	111.8	1.8
36	121.1	111.6	111.6	112.2	113.0	111.6	111.5	111.7	112.2	112.4	111.2	111.9	1.8
38	121.1	111.6	111.7	112.2	112.8	111.6	111.5	111.7	112.3	112.5	111.3	111.9	1.5
40	121.1	111.7	111.8	112.3	113.0	111.7	111.6	111.7	112.4	112.5	111.4	112.0	1.6
42	121.1	111.7	111.8	112.3	112.9	111.6	111.7	111.8	112.4	112.6	111.3	112.0	1.6
44	121.1	111.7	111.7	112.2	112.9	111.4	111.7	111.8	112.2	112.4	111.2	111.9	1.7
46	121.1	111.6	111.7	112.2	113.0	111.3	111.6	111.7	112.3	112.4	111.2	111.9	1.8
48	121.1	111.5	111.6	112.1	113.0	111.3	111.6	111.7	112.3	112.3	111.1	111.9	1.9
50	121.1	111.5	111.5	112.1	113.0	111.2	111.5	111.6	112.2	112.3	111.2	111.8	1.8
52	121.1	111.5	111.5	112.0	113.1	111.2	111.5	111.6	112.1	112.2	111.0	111.8	2.1
54	121.1	111.4	111.5	112.0	113.0	111.1	111.4	111.5	112.1	112.2	111.0	111.7	2.0
56	121.1	111.4	111.4	111.9	113.0	111.1	111.3	111.4	112.0	112.3	110.9	111.7	2.1
58	121.1	111.3	111.4	111.8	113.1	111.0	111.4	111.5	112.0	112.2	110.9	111.7	2.2
60	121.1	111.3	111.4	111.9	113.0	111.0	111.4	111.5	111.9	112.2	111.0	111.7	2.0
T.PROM	121.1	111.4	111.5	112.0	113.0	111.3	111.4	111.5	112.0	112.2	111.0	111.7	
T.MAX	121.1	111.7	111.8	112.3	113.2	111.7	111.7	111.8	112.4	112.6	111.4		
T.MIN	121.0	111.0	111.1	111.6	112.8	111.0	110.9	111.0	111.6	111.9	110.5		
DTT	0.0	0.7	0.7	0.7	0.4	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.9		

Temperatura ambiental promedio : 18.2 °C

Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	113.2	0.3
Mínima Temperatura Medida	110.5	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0.9	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	2.0	0.3
Estabilidad Medida (±)	0.45	0.02
Uniformidad Medida	2.3	0.3

Para alcanzar el valor esperado de 110 °C ± 5 °C dentro de la cámara, el controlador fue marcado.

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

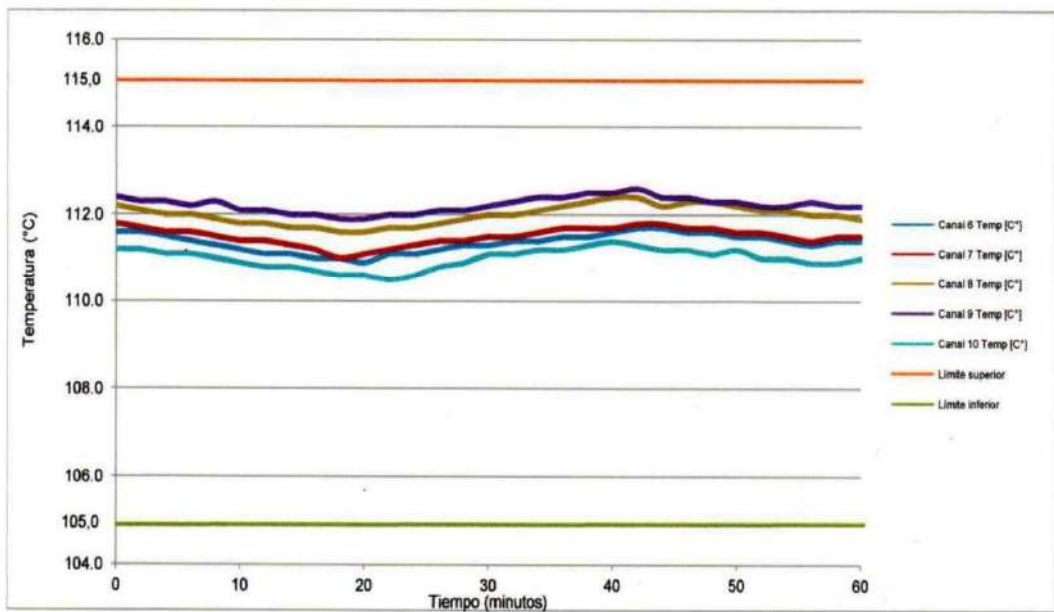
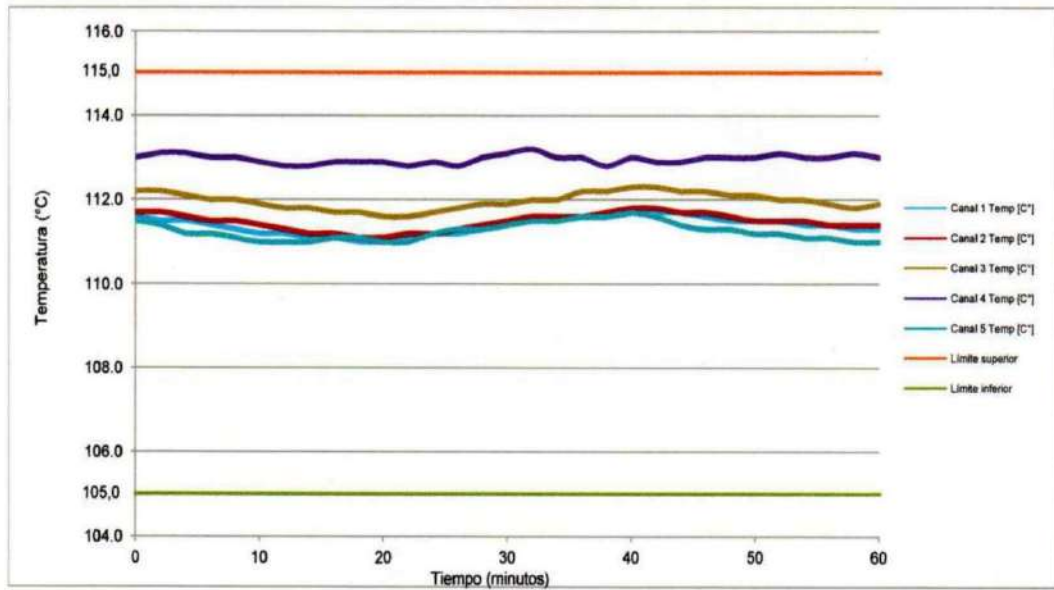
T.MIN : Temperatura mínima

DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C ± 5 °C



PARA LA TEMPERATURA DE 180 °C

Tiempo (min)	Indicador (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	T máx. - T mín. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	204.4	180.0	179.1	179.5	178.8	180.2	179.2	180.1	179.4	179.4	179.4	179.5	1.4
2	204.4	180.1	179.0	179.8	179.7	180.1	179.1	180.0	179.5	179.2	179.1	179.6	1.1
4	204.4	180.4	179.7	179.9	180.0	180.3	179.5	180.4	180.1	179.0	180.0	179.9	1.4
6	204.4	180.7	180.1	180.2	180.3	181.2	180.0	181.0	181.4	180.4	180.8	180.6	1.4
8	204.4	180.7	180.4	180.4	181.2	181.2	180.2	181.3	181.5	181.0	180.7	180.9	1.3
10	204.4	180.8	180.4	180.6	180.6	181.1	180.4	181.4	181.4	181.2	181.3	180.9	1.0
12	204.4	180.3	180.0	180.5	181.3	181.1	180.6	181.3	181.2	181.1	181.4	180.9	1.4
14	204.4	180.9	179.8	180.1	179.6	181.0	180.0	180.3	181.4	180.8	181.2	180.5	1.8
16	204.4	180.5	179.6	180.0	179.4	180.8	179.9	180.1	181.0	180.4	180.6	180.2	1.6
18	204.4	179.8	179.1	179.5	179.2	180.6	179.6	180.4	180.4	180.0	180.3	179.9	1.5
20	204.4	179.9	179.3	179.7	179.4	180.4	179.3	180.3	180.3	179.4	179.6	179.8	1.1
22	204.4	180.1	179.1	179.7	179.6	180.4	179.2	180.1	179.9	179.3	179.6	179.7	1.3
24	204.4	181.0	180.0	180.3	180.1	181.0	180.3	181.0	180.3	180.1	180.1	180.4	1.0
26	204.4	180.8	180.3	180.5	180.8	181.2	180.6	181.2	180.3	180.6	181.2	1.0	0.9
28	204.4	180.7	181.1	181.0	181.3	181.0	181.1	181.1	181.2	181.0	180.7	181.0	0.6
30	204.4	180.1	181.2	181.2	181.4	181.1	181.1	181.2	180.6	181.1	180.4	180.9	1.3
32	204.4	180.4	181.1	181.3	181.5	181.2	181.3	181.4	181.5	181.3	181.0	181.2	1.1
34	204.4	180.5	181.0	181.0	181.2	181.3	181.2	181.3	181.3	181.2	181.0	181.1	0.8
36	204.4	180.5	180.7	180.7	181.2	181.4	181.5	181.4	181.0	181.1	181.2	181.1	1.0
38	204.4	180.6	180.4	180.5	181.0	181.0	180.4	181.2	181.5	180.9	181.4	180.9	1.1
40	204.4	180.5	180.2	180.3	180.7	180.8	180.0	180.9	181.4	181.2	181.3	180.7	1.4
42	204.4	180.0	180.1	180.0	180.4	180.7	179.5	180.4	181.2	180.3	180.5	180.3	1.7
44	204.4	180.3	179.9	180.0	180.3	180.4	179.4	180.4	180.3	180.4	180.1	180.2	1.0
46	204.4	179.8	179.9	179.8	180.0	180.3	179.3	180.3	180.2	181.0	180.2	180.1	1.7
48	204.4	180.0	179.7	179.7	180.1	180.1	179.2	180.3	180.5	180.4	180.4	180.0	1.3
50	204.4	180.1	179.6	179.9	180.0	180.3	179.2	180.4	180.3	180.2	180.3	180.0	1.2
52	204.4	180.0	179.8	180.1	180.3	180.6	179.5	180.5	180.0	180.3	180.3	180.1	1.1
54	204.4	180.3	180.4	180.4	181.0	181.0	180.0	181.0	181.0	180.0	180.6	180.6	1.0
56	204.4	180.3	181.2	181.3	181.3	181.0	180.1	181.1	180.2	181.5	181.5	181.0	1.4
58	204.4	181.0	181.1	181.2	181.2	181.1	181.1	181.3	180.3	181.4	181.4	181.1	1.1
60	204.4	181.1	181.0	181.1	181.0	181.1	181.2	181.1	180.4	181.0	181.2	181.0	0.8
T.PROM	204.4	180.4	180.1	180.3	180.4	180.8	180.1	180.8	180.7	180.5	180.6	174.7	
T.MAX	204.4	181.1	181.2	181.3	181.5	181.4	181.5	181.4	181.5	181.5	181.5		
T.MIN	204.4	179.8	179.0	179.5	178.8	180.1	179.1	180.0	179.4	179.0	179.1		
DTT	0	1.3	2.2	1.8	2.7	1.3	2.4	1.4	2.1	2.5	2.4		

Temperatura ambiental promedio : 18.4 °C

Tiempo de calibración del equipo : 60 minutos



PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	181.5	0.3
Mínima Temperatura Medida	178.8	0.3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	2.7	0.1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0.7	0.3
Estabilidad Medida (±)	1.35	0.04
Uniformidad Medida	1.8	0.3

Para alcanzar el valor esperado de 180 °C ± 2 °C dentro de la cámara, el controlador fue marcado.

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.

T prom. : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

T.MAX : Temperatura máxima

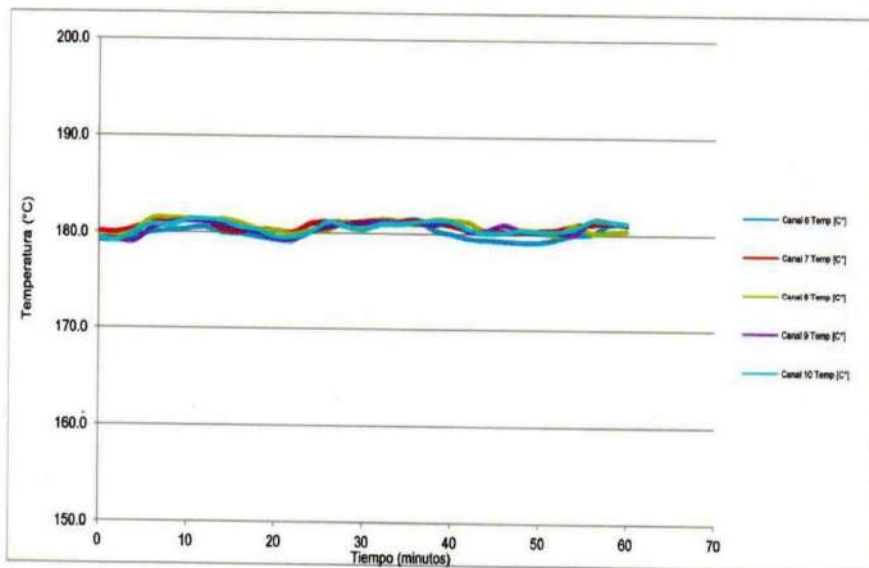
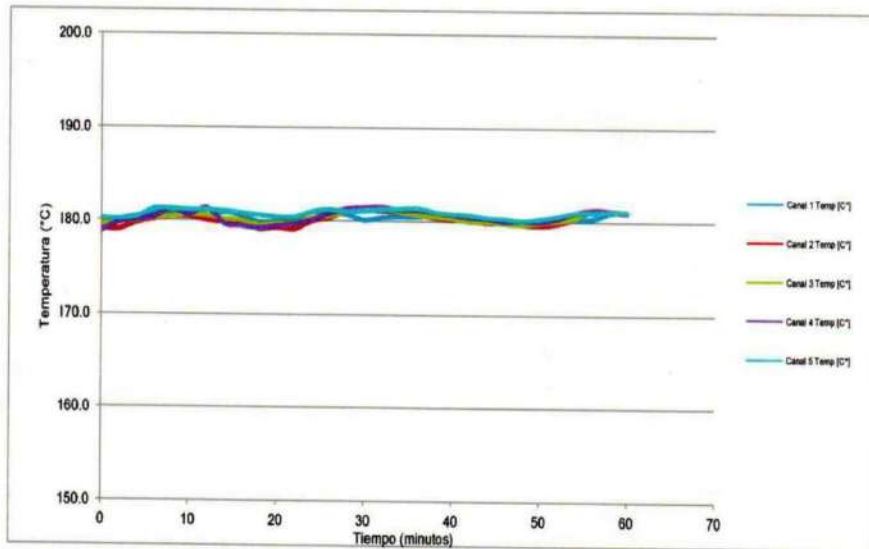
T.MIN : Temperatura mínima

DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

TEMPERATURA DE TRABAJO 180 °C

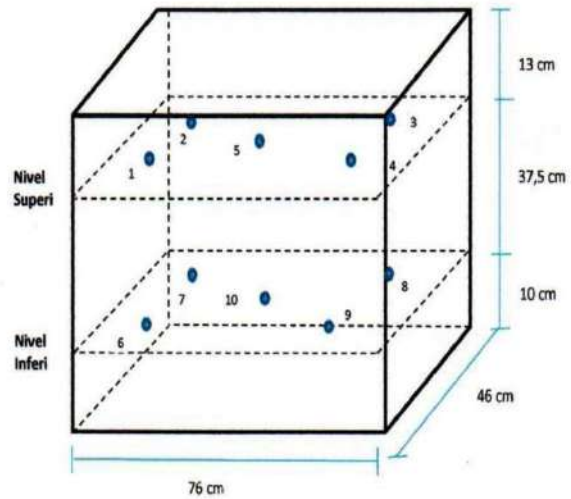


CEI-006-2020



Página 5 de 6

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES DE TEMPERATURA



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivas parrillas.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 18 cm de las paredes laterales.
Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 están ubicados a 10 cm del frente y fondo de la estufa.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CAC-010-2021**

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de Calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Tipo de equipo : Anillo de Carga
Capacidad del equipo : 10,000 lbf (45 kN ó 4,500 Kgf)
División de escala : 0,0001" (pulgadas)
Marca : LUFKIN
Modelo : P22A-200
Nº de serie del anillo : 122
Tipo dial indicador : Analógico
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23.5 °C / 52%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23.5 °C / 52%
Procedencia : USA
Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing Machines"
Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado HBM, C18/100 kN, N° de serie 00283T00, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18, método B, certificado de calibración reporte N° 822023841(ASRET)L1820
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-01-18

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-01-21	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

Resultados de Medición

Dirección de Carga: Compresión

Def. unitaria del anillo de carga (0,0001")	Indicación de fuerza de la celda patrón			Promedio de fuerza (N)	Fuerza obtenida con los factores (N)	Error (%)	Incertidumbre K=2 U (%)
	1° ascenso (N)	2° ascenso (N)	3° ascenso (N)				
0	0	0	0	0	0	0	0.1
100	4351.92	4335.24	4284.71	4324.0	4490	-3.8	0.2
200	8586.31	8570.97	8570.97	8576.1	8596	-0.2	0.1
300	12752.21	12742.87	12741.04	12745.4	12701	0.3	0.1
400	16982.11	16938.65	16827.98	16916.2	16806	0.7	0.1
500	21017.98	20997.16	20929.46	20981.5	20911	0.3	0.1
600	25071.83	25053.85	25099.18	25075.0	25016	0.2	0.1
700	29154.80	29135.28	29186.83	29159.0	29122	0.1	0.1
800	33234.09	33223.41	33249.70	33235.7	33227	0.0	0.1
900	37366.98	37241.00	37282.91	37297.0	37332	-0.1	0.1
1000	41387.95	41274.21	41323.63	41328.6	41437	-0.3	0.1

Coefficientes de regresión y correlación obtenidos en diferentes unidades de fuerza

Unidad de fuerza	Newtons (N)	Libras (lbf)	Kilogramos (kgf)
Coef. regresión A	385.13003	86.58067	39.35481
Coef. regresión B	41.05220	9.22890	4.19495
Coef. correlación r	0.999977	0.999977	0.999977

Ecuación para obtención de fuerza en diferentes unidades

Fuerza = (Def. unitaria del anillo de carga x Coef. regresión B) + Coef. regresión A

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2 y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

Notas

El usuario esta obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

Se adjunta adicionalmente 03 cartas de calibración de 03 hojas cada una, las cuales estan en Libras, Kilogramos y Newtons.



Anexo 11.-Cotizacion de los ensayos realizados para la presente investigación.



Av. Circunvalación s/n Huachipa
(paradero Ramiro Priale)

950 270 955 – 054 76 61

Web: www.masterlem.com.pe

Email: servicios@masterlem.com.pe

COTIZACION TESIS 052-21

Lima, 10 de mayo del 2021

Atención:

Sr. Zidani Denilson Oscco Garriazo – Lucero Judith Arellan Farfan

Celular 987 781 4321

Estudiante de la Universidad UCV Universidad Cesar Vallejo

Tesis: "Diseño estructural de pavimento flexible aplicando estabilización química con el polímero acrílico de estireno a nivel de sub- rasante, Huarochirí 2021"

Estimado Señor:

De acuerdo a lo solicitado, le cotizamos el servicio de laboratorio:

Ítem	Descripción Equipos	Cantidad	Precio Unitario Soles	Precio Nuevos Soles
1	Análisis Granulométrico del suelo ASTM D422	2	40.00	80.00
2	Limite líquido y plástico ASTM D 4318	2	40.00	80.00
3	Ensayo de CBR Muestra Patrón ASTM D 1883	1	288.00	288.00
4	Ensayo de CBR Muestra con Polímero dosis 3.8 l/m3 ASTM D 1883	1	288.00	288.00
5	Ensayo de CBR Muestra con Polímero dosis 5.7 l/m3 ASTM D 1883	1	288.00	288.00
6	Ensayo de CBR Muestra con Polímero dosis 6.1 l/m3 ASTM D 1883	1	288.00	288.00
7	Asesoramiento	1	200.00	200.00
8	Perfil estratigráfico	2	100	200.00
	PRECIO TOTAL SIN I.G.V.			1,712.00

Condiciones Técnicas:

- 1) Las ejecuciones de los servicios de ensayo del laboratorio se realizan de acuerdo a normas nacionales y/o internacionales: ASTM, AASTHO, ISO, EFNARC, NTP, MTC, etc.
- 2) Se emplearán equipos calibrados con trazabilidad de INACAL
- 3) Personal calificado, nuestro personal son técnicos de laboratorio con capacitación técnica egresados de SENCICO de la carrera de suelos, concretos y asfaltos. Los informes emitidos son membretados con logos de la empresa y firmados por ingeniero colegiado.
- 4) Asesoría y seguimientos en los procedimientos de ensayo, el solicitante podrá presenciar los ensayos previa solicitud y coordinación permitiéndose el ingreso siguiendo nuestros protocolos de bioseguridad COVID 19 y SSOMA. Nuestro laboratorio cuenta con 350m2 de área para la realización de los trabajos de laboratorio.
- 5) Los ensayos de laboratorio se realizarán en nuestras instalaciones ubicados en Av. Circunvalación Manzana B Int. 1 Lote 1 FND. Huachipa Parcela 13, de la MZ. B de la parcelación. En google maps encuéntranos como MASTERLEM

Anexo 23.-Panel fotográfico



Carretera LM-117
(Progresiva 10+000 km a 11+000 km)



Carretera LM-117
(Progresiva 10+000 km a 11+000 km)



Carretera LM-117
(Progresiva 11+000 km a 12+000 km)



Carretera LM-117
(Progresiva 11+000 km a 12+000 km)



Inspección PCI Carretera LM-117
(Progresiva 10+000 km a 11+000 km)



Inspección PCI Carretera LM-117
(Progresiva 10+000 km a 11+000 km)



Inspección PCI Carretera LM-117
(Progresiva 11+000 km a 12+000 km)



Inspección PCI Carretera LM-117
(Progresiva 11+000 km a 12+000 km)



CALICATA N° 1 Carretera LM – 117
(Progresiva 10+000 km a 11+000 km)



CALICATA N° 1
Coordenadas UTM:
N: 8666169
E: 310090



CALICATA N° 2
Coordenadas UTM:
N: 8666790.40
E: 310196.39



CALICATA N° 2 Carretera LM – 117
(Progresiva 11+000 km a 12+000 km)



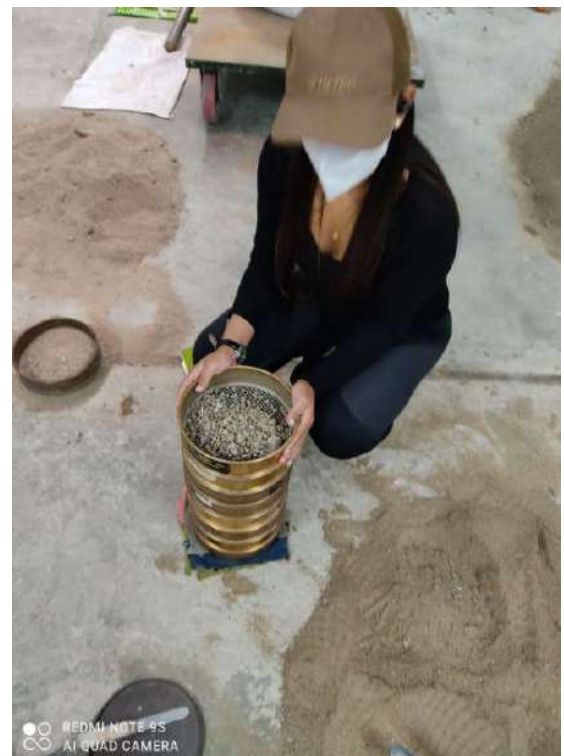
Muestra de suelo para el análisis Granulométrico - Análisis Granulométrico



Vertiendo la muestra de suelo para el tamizado - Análisis Granulométrico



Tamizado de la muestra del suelo - Análisis Granulométrico ASTM D422



Retención en la malla N°4 de la muestra de suelo- Análisis Granulométrico



Retención en la malla N°60 de la muestra de suelo - Análisis Granulométrico



Retención en la malla N°100 de la muestra de suelo - Análisis Granulométrico



Para el ensayo PROCTOR, se necesitará 6 kg de muestra de suelo



Se vierte sobre los 6kg de la muestra de suelo pesada y se homogeniza para realizar el cuarteo-Ensayo PROCTOR



Cuarteo de la muestra de suelo, para proceder al ensayo PROCTOR.



Cuarteo de la muestra, molde y el apisonador de suelo-Ensayo PROCTOR.



Apisonando la primera capa de 56 golpes hasta la capa 5-Ensayo PROCTOR.



Apisonando la tercera capa de 56 golpes hasta la capa 5-Ensayo PROCTOR.



Rasando la última capa de la muestra de suelo -Ensayo PROCTOR



Peso total de las 5 capas compactadas con 56 golpes por cada capa - Ensayo PROCTOR



Peso de la muestra de suelo para llevar al horno, es el suelo que queda del molde donde se compactaron las 5 capas de suelo - Ensayo PROCTOR



Secado de la muestra en el horno- Ensayo PROCTOR



Secado de las muestras de suelo en el horno, con las diferentes cantidades de agua-Ensayo PROCTOR



Secado de las 4 muestras de suelo en el horno, con las diferentes cantidades de agua-Ensayo PROCTOR



Se tiene los 3 moldes para sumergirlos en la poza previa y cada molde se medirá su expansión- Ensayo de CBR.



Midiendo la expansión del molde - Ensayo de CBR.



Una vez tomado las medidas y su peso respectivos midiendo la expansión de los moldes, se procede a sumergirlos por 72 horas- Ensayo de CBR.



Después del 3 día de haber estado sumergido se saca de la poza los moldes y nuevamente se toma la lectura midiendo la expansión de los 3 moldes y anotando la penetración, se utilizó la máquina de 3 toneladas para tomar la lectura del Dial - Ensayo de CBR.



Preparando la dosificación para verterlo sobre la muestra de los 6 kg- Ensayo de CBR.



Vertiendo sobre la muestra de los 6 kg para homogenizar- Ensayo de CBR.



Muestra de los 6 kg homogenizada-
Ensayo de CBR.



Cuarteo de la muestra de suelo homogenizada
con el polímero- Ensayo de CBR.



Compactando a los 56 golpes con el pisón-
Ensayo de CBR.



Dosificación de 6.1 Lt/m³ de polímero
acrílico de estireno - Ensayo de CBR.



Muestra del suelo sometida a la compresión del terreno natural- Ensayo de CBR.



Muestra del suelo sometida a la compresión del terreno con el polímero acrílico de estireno- Ensayo de CBR.



Se terminó de realizar los ensayos para obtener los resultados en gabinete (Muestra de suelo natural)- Ensayo de CBR.



Se terminó de realizar los ensayos para obtener los resultados en gabinete (Muestra de suelo natural y suelo con polímero acrílico de estireno)- Ensayo de CBR.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ARELLAN FARFAN JUDITH LUCERO, OSCCO GARRIAZO ZIDANI DENILSON estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO FLEXIBLE APLICANDO LA ESTABILIZACIÓN QUÍMICA CON EL POLÍMERO ACRÍLICO DE ESTIRENO PARA LA SUBRASANTE, HUAROCHIRÍ 2021.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
ARELLAN FARFAN JUDITH LUCERO DNI: 71454718 ORCID 0000-0003-2087-9764	Firmado digitalmente por: JARELLAN el 22-07-2021 23:03:04
OSCCO GARRIAZO ZIDANI DENILSON DNI: 73590333 ORCID 0000-0002-9107-0674	Firmado digitalmente por: ZOSCCOG el 22-07-2021 22:37:39

Código documento Trilce: INV - 0297888

