



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño de Pavimento Flexible Adicionando Policloruro de Vinilo
Reciclado en la Capa Base de la Avenida Huáscar, Jicamarca
2021.**

TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTORES:

Tinoco Villanueva Edwar Ronal (ORCID: 0000-0001-8718-5682)

Villena Gabriel Leinder Antonio (ORCID: 0000-0002-7601-7728)

ASESOR:

Mag. Sigüenza Abanto Robert Wilfredo (ORCID: 0000-0001-8850-8463)

LINEA DE INVESTIGACIÓN

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis docentes, quienes, gracias a sus enseñanzas, dedicación y experiencias narradas, han inculcado en mis grandes conocimientos que hoy en día me permiten afrontar y desenvolverme en el campo laboral.

Se los dedico a mis padres, ya que, son los primeros en creer en mí, además, han sido el apoyo desde que empezamos este nuevo reto y podemos decir que hoy en día el esfuerzo constante va dando sus frutos.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer al padre Dios todo poderoso, por darme las fuerzas suficientes para terminar el camino de mi carrera universitaria, a pesar de las grandes dificultades que se presentaron en la vida, me demostró que soy su hijo y nunca nos abandona.

Siempre estaré agradecido a mis padres, porque han sido el gran apoyo en todo el camino de mi vida universitaria, porque han hecho hasta lo imposible para poder cumplir mi sueño, estoy sumamente agradecido con ellos ya que me alentaron a no dejarme vencer ante las adversidades.

Dar gracias a mis docentes no solo por sus conocimientos sino también por la calidad de personas maravillosas, quienes dándose el tiempo de contarnos sus experiencias nos alimentan el ego de ser grandes profesionales.

A mi casa de estudios la Universidad Cesar Vallejo, donde me deja gratos recuerdos por los talleres, la biblioteca, los campeonatos, etc. ha sido un entorno muy motivador en mi día a día.

Índice De Contenido

Dedicatoria.....	II
Agradecimiento	III
Índice de contenido.....	IV
Índice de tablas.....	V
Índice de figuras.....	VII
Resumen	IX
Abstract.....	X
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	13
III.METODOLOGÍA	41
3.1. TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	42
3.2. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN	44
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	45
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	47
3.5. PROCEDIMIENTOS.....	47
3.6. MÉTODO DE ANÁLISIS DE DATOS.....	58
3.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	59
IV.RESULTADOS	60
V.DISCUCIÓN	92
VI.CONCLUSIONES.....	96
VII.RECOMENDACIONES.....	99
REFERENCIAS	101
ANEXOS.....	106

Índice De Tablas

Tabla 1	Requisitos para el número de calicatas.....	26
Tabla 2	Cantidad de ensayos de mr y cbr por tipo de carretera	28
Tabla 3	Factor de distribución direccional y de carril.....	30
Tabla 4	Factor de crecimiento anual para un periodo de año.	31
Tabla 5	Nomenclatura y configuración de ejes.	32
Tabla 6	Relación de cargas por ejes para determinar ejes equivalentes.....	33
Tabla 7	Propiedades térmicas del policloruro de vinilo.	35
Tabla 8	Coeficientes de policloruro de vinilo.	35
Tabla 9	Características del policloruro de vinilo.	36
Tabla 10	Técnicas e instrumentos.	47
Tabla 11	Propiedades del policloruro de vinilo (pvc) reciclado.	52
Tabla 12	Ensayos sobre la estructura del pavimento flexible.....	55
Tabla 13	Ensayo de proctor modificado con adición del policloruro de vinilo reciclado.	56
Tabla 14	Ensayo del cbr con adición del policloruro de vinilo reciclado.	57
Tabla 15	Granulometría de la sub rasante, calicata I.....	61
Tabla 16	Granulometría de la sub rasante, calicata II.....	63
Tabla 17	Ensayos de proctor modificado sin policloruro de vinilo reciclado.	65
Tabla 18	Ensayo del valor relativo de soporte (cbr), sin policloruro de vinilo reciclado.	66
Tabla 19	Categorías de la sub rasante.	66
Tabla 20	Resumen de las propiedades de la subrasante.	67
Tabla 21	Granulometría del afirmado.	68
Tabla 22	Resumen de las propiedades del afirmado.	70

Tabla 23 Máxima densidad seca y óptimo contenido de humedad.	71
Tabla 24 Resumen de los ensayos de cbr con adición del policloruro de vinilo reciclado.	73
Tabla 25 Zona de conteo vehicular.....	77
Tabla 26 Promedio diario semanal del tráfico vehicular.	78
Tabla 27 Resumen del crecimiento de tráfico vehicular.	80
Tabla 28 Cálculo de los ejes equivalentes para el IMDa 2024.	81
Tabla 29 Cálculo del esal para la av. huáscar – jicamarca.	82
Tabla 30 Clasificación del tráfico según el volumen de vehículos.	83
Tabla 31 Módulo resiliente de la subrasante.....	84
Tabla 32 Nivel de confiabilidad (%R) y desviación estándar (Z_r) para 1 y 2 etapas de diseño.	85
Tabla 33 Valores recomendados para la serviciabilización inicial (p_i), final (p_f) y diferencia (Δpsi).	86
Tabla 34 Resumen de los valores estructurales de los coeficientes.	87
Tabla 35 Resumen de los datos para el cálculo del número estructural requerido.	88
Tabla 36 Espesor de la estructura del pavimento flexible convencional.....	89
Tabla 37 Espesor de la estructura del pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado.	89
Tabla 38 Presupuesto del pavimento flexible para ambos diseños, tradicional y con policloruro de vinilo reciclado.....	91

Índice De Figuras

Figura 1. La av. huáscar, jicamarca.....	8
Figura 2. Estructura del pavimento flexible.	19
Figura 3. Esquema del pavimento rígido.	23
Figura 4. Esquema del pavimento flexible.	24
Figura 5. Cadena de producción del pvc	34
Figura 6. Estructuración molecular del policloruro de vinilo	35
Figura 7. Identificación mediante códigos internacionales	40
Figura 8. Av. huáscar – jicamarca	46
Figura 9. Organigrama de procedimientos de estudio	48
Figura 10. Avenida huáscar, ingreso por la av. cusco	49
Figura 11. Ficha de observación diaria.....	50
Figura 12. Conteo vehicular en la av. huáscar - jicamarca	51
Figura 13. Policloruro de vinilo reciclado pasante final por el tamiz n°100.....	52
Figura 14. Primera calicata en la zona de la av. huáscar	53
Figura 15. Cantera minera de san antonio de jicamarca	54
Figura 16. Obtención de la muestra, material granular	54
Figura 17. Curva granulométrica de la calicata I.....	62
Figura 18. Curva granulométrica de la calicata II.....	64
Figura 19. Resultado del cbr de la sub rasante	68
Figura 20. Curva granulométrica del afirmado.....	69
Figura 21. Curvas de ensayos del proctor modificado con adición de policloruro de vinilo reciclado	72
Figura 22. Densidad seca del afirmado con adición del policloruro de vinilo reciclado	74

Figura 23. Porcentaje del cbr con adición del policloruro de vinilo reciclado.....	75
Figura 24. Variación del cbr respecto al porcentaje del pvc reciclado.....	76
Figura 25. Comparación de las estructuras del pavimento flexible.....	90

RESUMEN

Nuestro Objetivo fue determinar de qué manera influye la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar - Jicamarca. La investigación fue de tipo aplicada, diseño cuasi experimental y de enfoque cuantitativo. Para este fin, el pvc reciclado fue debidamente molido, pasante por la malla N°100, los materiales obtenidos fueron analizados y caracterizados en el laboratorio geotécnico mediante ensayos de granulometría, contenido de humedad y límites de Atterberg. Se procedió con el mezclado del material afirmado de cantera debidamente pesado en tres ejemplares similares, para luego ser adicionado con el pvc reciclado molido en porcentajes que variaron en 0%, 3% y 6%, de esta manera quedaron conformados nuestras probetas para los respectivos análisis en el laboratorio, cuyos estudios determinaron que el óptimo porcentaje de adición de pvc reciclado fue del 6% con densidad seca de 2.206 g/cm³, óptimo contenido de humedad de 8.40%, en el estudio de tráfico vial de la avenida Huáscar, el resultado del IMDa fue de 3339 Veh/día, el ESAL fue de 3.44E+06. Finalmente, nuestra capa base disminuyó 3 cm. Con respecto a la capa base del pavimento convencional. Obteniendo un ahorro de S/ 9,880.79 soles.

Palabras clave: diseño, pavimento flexible, policloruro de vinilo, reciclaje, capa base.

ABSTRACT

Our objective was to determine how the addition of recycled polyvinyl chloride influences the base layer of the flexible pavement design of Huáscar Avenue - Jicamarca. The research was of an applied type, a quasi-experimental design and a quantitative approach. For this purpose, the recycled PVC was duly ground, passing through mesh No. 100, the materials obtained were analyzed and characterized in the geotechnical laboratory by means of granulometry tests, moisture content and Atterberg limits. We proceeded with the mixing of the affirmed quarry material duly weighed in three similar specimens, to then be added with the ground recycled pvc in percentages that varied in 0%, 3% and 6%, in this way our specimens were formed for the respective analysis in the laboratory, whose studies determined that the optimal percentage of addition of recycled pvc was 6% with a dry density of 2.206 g / cm³, optimal moisture content of 8.40%, in the study of road traffic of Huáscar Avenue, the The result of the IMDa was 3339 Veh / day, the ESAL was 3.44E + 06. Finally, our base coat decreased 3 cm. With respect to the base layer of conventional flooring. Obtaining a saving of S / 9,880.79 soles.

Key words: design, flexible flooring, polyvinyl chloride, recycling, base coat.

I. INTRODUCCIÓN

Los problemas que presentan los pavimentos flexibles a nivel internacional son tan comunes del modo como se manifiestan en nuestra localidad, hacemos mención de dos citas internacionales que nos dan a conocer lo siguiente:

En los estudios viales, se han encontrado pocos símbolos visibles acerca de las limitaciones del avance sudamericano como el mal estado de sus pavimentos. No obstante, ha quedado demostrado que en los países subdesarrollados y desarrollados que también pueden encontrarse una gran variedad de condiciones que afectan a la infraestructura y no siempre debe resultar específicamente que es en función de su riqueza o pobreza relativa. En la actualidad otros países enfrentan problemas para mantener sus carreteras, y una demostración tenemos a Haití que construyó 4.266 kilómetros de carreteras, por otro lado, los países de Colombia y Paraguay los pobladores se muestran inconformes con el estado de sus carreteras. En su índice del Banco Mundial, menciona que los países de Bolivia y Nicaragua tienen una infraestructura con la peor valoración. (Británica British Broadcasting Corporation, 2016)

Estos temas que son parte de nuestra realidad problemática y en donde nosotros buscamos la manera de poder mejorar la calidad del pavimento que nos menciona la empresa británica, aunque hay estudios realizados con distintos materiales, intentamos de mejorar y aprovechar los recursos que son desechados por las fábricas o construcciones, con ello siempre buscamos la manera de poder sobrepasar esos límites y aminorar el presupuesto de ejecución y mantenimiento, cada país a nivel mundial desarrolla sus propias investigaciones incorporando variedades de materiales con la finalidad de superar los límites ya alcanzado sobre la tecnología asfáltica, que hace referencia a las mezclas modificadas, sabemos que estas, varían su comportamiento debido a las propiedades mecánica, químicas y otros, nosotros como estudiantes o los investigadores que residen en diferentes países intentan encontrar y mejorar las propiedades a diferencia de los pavimentos tradicionales, estos mismos que son sometidos a una variabilidad de cargas y a diferentes temperaturas. La rigidez es parte del factor importante a evaluar, la resistencia a cargas con ensayos de menos a más, ahuellamiento, fatiga, envejecimiento, etc.

Varias investigaciones se han podido desarrollar en el sureste de Asia, así como al sur de África, se pudo llegar a un consenso donde todo va a depender de los factores tales como el tránsito, el clima y la topografía, el gran incremento de pérdida de grava de la superficie de la vía se encuentra comúnmente entre los 30 y 50 mm por año, y si no tomamos en consideración la ejecución de la reparación oportuna con adición de agregar más material, podemos llegar a obtener una pérdida por capa de 100 a 120 mm de grava entre un tiempo promedio de tres a cinco años. Otro punto sumamente también importante, va a depender del ancho y del espesor de la capa, de la calidad del material como en nuestro caso de la grava, la distancia recorrida de transporte, la evaluación de las condiciones de acarreo, la aplicación de la tecnología a ser usada y de la ubicación exacta de la vía, la variación de los costos para el incremento de grava sumamente la necesaria y para el mantenimiento debidamente planificado para este tipo de superficie, pueden llegar a sobrepasar su valor, quedándose con escasos recursos económicos para solventar la capacidad de financiación, esta es la realidad de muchos países que se encuentran aún en desarrollo. (Corporación Andina de Fomento, 2010, p. 16)

Uno de los grandes problemas más comunes a nivel internacional, son los deterioros de nuestra vías porque no llegan a cumplir con la meta establecida, el tiempo de finalidad para lo cual fue diseñado, se han convertido en un pequeño obstáculos para la planificación estratégica de los gobiernos internacionales que se encuentran en desarrollo, la CAF (Corporación andina de fomento) nos intenta dar a conocer las posibles razones, porque varios de los caminos son abandonados sin el mantenimiento respectivo ya que el principal recurso económico escapa del presupuesto, podemos pensar que si se darán a ejecutar esos mantenimientos no serían los adecuados, ya que, solo lo harían de manera figurativa o de otra manera dicha sólo al gusto de la perspectiva del pueblo para ganar simpatía entre ellos, desde de nuestro punto de vista, la mejor manera de contribuir ante debido problema es invirtiendo en tiempo, dedicación y rescatando los recursos existentes que son desechados en nuestra localidad, recursos que pueden ser reciclados para su respectivo estudio.

A nivel nacional los problemas de nuestro pavimento flexible también se hacen presentes, poniendo en énfasis nuestras variaciones de climas que tiene nuestro

ámbito nacional, el incremento poblacional acelerado en algunos sectores que sin el mantenimiento pertinente no llegan a cumplir el ciclo de diseño, seguidamente hacemos mención de algunos antecedentes:

Si bien se ha podido recibir información del notable crecimiento económico a favor de nuestro país en estos últimos años, es un caso contradictorio que Nuestro país aún no haya podido mejorar o implementar una mejora que favorezca nuestras infraestructuras en lo que es concerniente a las vías de comunicación terrestre. Este problema retrasa el desarrollo y hace del país que siga no solamente incomunicado e invertebrado, sino, además, que avance a pasos lento y sea visto moroso en gestiones administrativas, productiva y económica, por consecuencia se vea afectado al retraso del desarrollo de muchas de sus provincias, esto podría traer algunas secuelas que pueden preservar bolsones de pobreza. Nuestro territorio nacional, enfocándonos principalmente en las vías de comunicación terrestre, vemos que se nos presenta una continuación de dificultades a consecuencia del territorio accidentado y variado. Las altas diferencias de accidentes morfológicos constituyen un desafío consecuente que es conllevado a la desintegración nacional; por ello, es sumamente importante la innovación de nueva infraestructura vial como parte de una estrategia por la unión, integración política, social y económica de nuestro territorio nacional. (Vega Perrigo, 2018, pp. 1 - 2)

Es de suma importancia cuidar nuestras infraestructuras viales y atender a su mantenimiento a un más importantes las vías rurales que conectan a los pueblos más alejados, en varios de mis viajes en el 2019 pude observar caminos que han sido hechos por las ruedas de los vehículos, asfaltos desgastados o deteriorados, e incluso pude notar que en otras vías están compuestas de ripios, esto último no asegura la tranquilidad a que no sufra alguna lesión el peatón, uno de estos accidentes podría ser por la fricción que hacen los neumáticos a los tipos de ripios que encuentra en su recorrido y como resultado salgan disparados a cualquier dirección.

En nuestras provincias es posible de deducir algunos de los problemas más consecuentes, entre estos, está la variación del clima, los tiempos lluviosos llegan

a tal punto de que los caminos sean inaccesibles, a esto le agregamos el peso de toneladas de distintos vehículos que hacen el recorrido de ida y vuelta, la calidad de estas vías se va deteriorando por la falta de conservación, y al ser deteriorado los caminos, los productos de primera necesidad demoran en llegar a su destino, si estos productos no se llegan a malograr, el precio se incrementa para los posibles consumidores, todo estos problemas parten desde la importancia de conservación de nuestros caminos, si logramos agregar residuos de policloruro de vinilo a nuestra capa base podríamos dar solución a reforzar la infraestructura vial ya que sería más resistente a la abrasión y junto a ello contribuiremos a la conservación de nuestro medio ambiente, con el acto del reciclado a nivel de nuestro territorio nacional.

La obra ejecutada en la región Lambayeque que ejecutó el gobierno regional con un presupuesto de 53 millones 666 mil soles, tiene varios errores en su concepción, pues no se consideró los aspectos necesarios como la prevención y seguridad social sólo tomaron en cuenta la necesidad de tener una vía para poder transitar rápidamente, esto convierte en una bomba de tiempo para los pobladores y un problema más de una infraestructura vial. Si en caso se registra precipitación pluvial esta carretera dejaría incomunicado aproximadamente 25 mil habitantes de la región. Comenzando de estas premisas sabemos que las infraestructuras viales construidas permiten el desarrollo, crecimiento social y económico de los 20 pueblos aledaños del distrito y esto permitirá mejorar la condición de vida de los residentes. De alguna manera la infraestructura vial construida ya sea que se encuentre en mal o buen estado ayuda al crecimiento y al desarrollo de los habitantes, permitiendo el traslado de sus mercaderías a mercados internos y externos. Además, las provincias de Chiclayo que se encuentran conectadas con los departamentos aledaños tienen un 60 % de carreteras en mal estado y estas obras no tienen un gran periodo de vida útil. A pesar de estas deficiencias técnicas es posible analizar nuevas herramientas y materiales que no permitan mejorar el diseño asfáltico más duradero y con bajos costos. (Grupo La República, 2020, <https://larepublica.pe/sociedad/2020/10/23/gobierno-regional-interviene-en-mantenimiento-de-16-vias-en-la-libertad-lrnd/>)

Nos podemos encontrar en varias ocasiones que al ejecutar un proyecto, así como carreteras y explanaciones donde la estructura recibe cargas sobre los suelos

naturales que no llegan a cumplir los requisitos mínimos de sometimiento, otro es que determinadas carreteras no alcanzan el ciclo de vida establecido para lo cual fue diseñado, las causas pueden ser debido a fallas al momento de su ejecución porque no es considerado el tipo de suelo que se le agregara ya sea con material propio o de préstamos sin prever o analizar las propiedades para mejorar la sub base, y estos se deterioran antes de lo previsto, por ello es la necesidad de satisfacer o mejorar la calidad del suelo modificándolo, con el objetivo de alcanzar una mayor resistencia. (Pari Pari, 2013, pp. 2-3)

En nuestra localidad podemos ser parte de estos problemas que se observan en el día a día, ya sea caminando por las calles, viajando en el bus, anécdotas penosas que son contadas por nuestros familiares o amigos, a continuación, algunos autores nos dan a conocer los problemas que han podido encontrar:

El conductor Walter Salvatierra que manejaba el bus de la empresa Escandalo S.A. paso repentinamente sobre el bache ocasionando inesperadamente que todos los pasajeros que iban a bordo saltarán al aire, aunque quien se llevó la peor parte fue la Srta. Gigi Centurión de 18 años de edad que viajaba junto a ellos, ella se ubicaba sentada en la parte posterior cuando cayó violentamente protegiendo a su mascota que viajaba junto a ella, una de sus vértebras se encuentra fracturada y necesita S/. 18 000 mil soles para cubrir su intervención quirúrgica. (Eugenia Sáenz, 2019, <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/brena-joven-podria-quedar-paraplejica-tras-accidente-con-bache-en-pista-video-903518/?ref=dcr>)

Casos como estos o formas de accidentes podemos ver en las noticias y se puede sentir lo estresante, lo incómodo que es para el ciudadano viajar sobre los pavimentos en mal estado. Debido a esta realidad del problema que hace muy común sus pistas, nos hemos encontrado con algunas investigaciones realizadas en diferentes partes de nuestras avenidas con el objetivo de diseñar mejores condiciones de vías y otorgar viajes confortables para el ciudadano.

El pavimento sufre siempre algunas fallas superficiales que pueden consistir en unas constantes manifestaciones sobre la capa de rodadura que es ocasionado por el aumento del tráfico, clima o también por la cantidad de años, siempre será un gran problema para la circulación vehicular ocasionando baja seguridad, esto se traduce a un diseño irregular para la superestructura, fallas en los taludes o inestabilidad en los terraplenes, malas construcciones, mantenimientos de los mismos pero totalmente inadecuados. (Echaveguren, De Solminihac, & Chamorro (2018, p.52)

La salida principal que tiene el distrito de San Antonio de Jicamarca para poder llegar al centro de Lima es pasar de todas maneras por el distrito de San Juan de Lurigancho, este distrito cuenta con la mayor cantidad de personas, según la publicación del INEI que dio a conocer en su página institucional y redactó unas estimaciones y proyecciones de población para este año, donde pudimos apreciar que el distrito cuenta con 1 117 629 habitantes, la población diariamente necesita movilizarse a diferentes puntos del distrito o como también hacia otros, por ello hoy en día es muy notable la gran demanda vehicular que transita por las avenidas principales de la localidad de Jicamarca, en cada viaje que es realizado por las personas sufren accidentes, golpes y fuertes sacudidas e incluso los mismos choferes realizan maniobras para poder esquivar algunos baches que aparecen en el camino originando pérdida de tiempo y falta de seguridad, podemos observar en la figura 1, También podemos ser testigo que los vehículos suelen sufrir desperfecciones mecánicas a consecuencia de los deterioros viales o caminos sin pavimentar, estas formas de averías o accidentes mortifican el estado emocional, afectan la baja economía con que cuentan para poder llevar el diario económico a su hogar y contaminan el medio ambiente. Es importante que en los presupuestos de pavimentación deben estar considerado los mantenimientos en un tiempo planificado para su aprovechamiento, duración y brindar una mejor calidad de vida a las personas, sin embargo, la sociedad y las autoridades no siempre suelen acordarse de la importancia del tema.

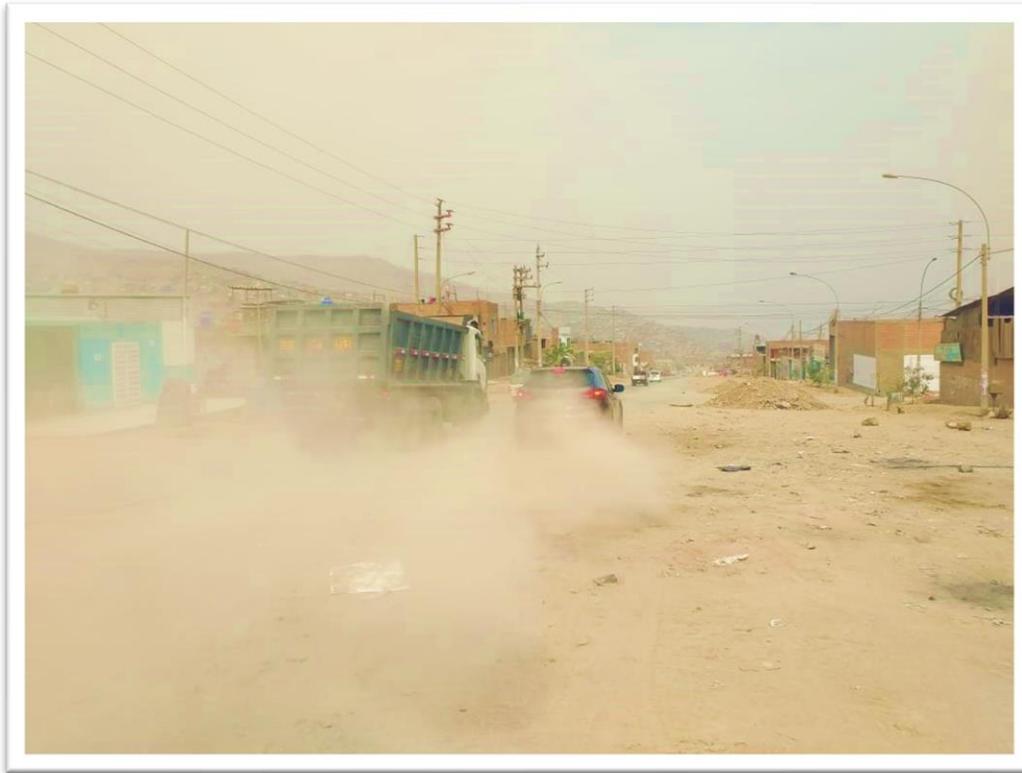


Figura 1. La Av. Huáscar, Jicamarca. (Elaboración propia, 2021)

Nota: La figura muestra la contaminación diaria que enfrenta la población que residen alrededor de la Av. Huáscar. Fuente: Elaboración propia (2021).

A consecuencia que va aumentando la población, el nivel de consumo va incrementando ocasionando contaminación en el medio ambiental a una velocidad que la naturaleza no es capaz de asumir. En nuestras manos está las formas de poder encontrar soluciones para poder disminuir, siendo responsables o reutilizando materiales reciclados, diseñando alternativas de solución, pero a su vez que sean eficientes para no malgastar en el tiempo y la economía, por tal motivo nos centramos en el reciclaje y hemos analizado basándonos en bibliografías para obtener la elección del posible material, por tal razón creímos conveniente elegir el policloruro de vinilo reciclado, ya que es un material altamente consumido para las instalaciones en edificaciones.

Seguidamente, hacemos conocer nuestra formulación del problema general planteando de la siguiente manera. ¿De qué manera influye la adición del

policloruro de vinilo reciclado en la capa base del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?

Este problema general nos conlleva a desagregar y formular otros sub problemas, pero estos problemas son aún más específicos:

- ¿De qué manera la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base mejora las propiedades físicas del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?
- ¿Cuál es el espesor de la capa base que se obtiene con la adición al 6% del policloruro de vinilo reciclado en el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?
- ¿En qué medida la altura de la capa base de un diseño de pavimento flexible tradicional varía de otro adicionando el policloruro de vinilo reciclado en la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?
- ¿Cuánto es el monto de un presupuesto de diseño de pavimento flexible tradicional a comparación de otro con adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?

La presente Justificación de estudio tiene el propósito de contribuir al establecimiento del conocimiento científico, proponiendo una alternativa para disminuir el espesor de la capa base de nuestro pavimento flexible con un material reciclado, en nuestro caso como el policloruro de vinilo, cuyo material nos servirá para realizar un nuevo diseño, y además de disminuir los costos por obra con la ventaja de obtener un producto que cumpla con los años de diseño.

La inserción de los materiales usados como agregados a diferentes capas del pavimento flexible han dado buenos resultados, y aunque este tema no es muy manejado en nuestro país, porque, conlleva a un estudio previo análisis para cumplir con todos los requisitos mínimos que se necesita, la calidad de las

especificaciones viales para cada caso es una inversión. Es motivo por el cual se hace necesaria su investigación. Seguidamente, el uso expansivo de los aditivos que son limitadamente comunes y a su vez difíciles de poder encontrar en el ámbito local, estos productos suelen tener costos muy excesivos. Es una práctica muy poco común en nuestro país, lo cual nos dirige a buscar otras alternativas fundamentales en nuestra investigación sobre soluciones nuevas que sean básicas, pero también económicas, aún mejor, si las soluciones que buscamos provienen de los subproductos industriales o de los materiales desechados, que nos ayuden a optimizar la estabilización del suelo perfeccionando las propiedades mecánicas, sean rentables en los costos y sean pertinentes en la colaboración de preservación del medio ambiente.

Además con estos estudios estamos contribuyendo en el progreso para las condiciones de circulación de las redes viales, para contribuir en la reducción del gasto excesivo de las actividades de mantenimiento, además, la rehabilitación de las pistas pavimentadas de toda nuestra línea vial, incluso con todas estas ventajas conseguimos el beneficio social para los que viven alrededor y los productores del distrito, logramos cuidar y cooperar con el medio ambiente al poner en énfasis la operación reciclaje de los plásticos que son contaminantes en nuestra ciudad, este trabajo explica la importancia de realizar el presente proyecto.

Ya teniendo en claro lo que pretendemos aportar, hemos planteado nuestro objetivo general de la siguiente manera: “Determinar de qué manera influye la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021”.

Para poder llegar a cumplir con nuestro objetivo, nos hemos planteado objetivos mucho más específicos que nos conducirán a lo general, por este motivo nuestros objetivos específicos son:

- Establecer como la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base mejora las propiedades mecánicas del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.
- Determinar el espesor de la capa base que se obtiene con la adición al 6% del policloruro de vinilo reciclado en el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.
- Comparar la altura de la capa base de un diseño de pavimento flexible tradicional con otro adicionando el policloruro de vinilo reciclado en la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.
- Determinar el monto de un presupuesto de diseño de pavimento flexible tradicional y comparar con otro adicionando el policloruro de vinilo reciclado en la capa base de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.

La siguiente hipótesis que hemos formulado de acuerdo a las informaciones encontradas es que: “La adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base da mejores resultados en el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021”.

Aun contando con una hipótesis generalizada, de ella hacemos hincapié a otras hipótesis más explícitas con el propósito de tener una orientación mejor para resolver nuestra investigación, de las cuales son:

- Con la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base mejoramos significativamente las propiedades mecánicas del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.
- El espesor de la capa base disminuye considerablemente con la adición al 6% del policloruro de vinilo reciclado en el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.

- La altura de la capa base de un diseño de pavimento flexible tradicional es mayor que otro adicionando policloruro de vinilo reciclado en la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.
- El presupuesto de un diseño de pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base es más económico que el presupuesto del diseño de pavimento flexible tradicional en la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Mencionamos algunos antecedentes internacionales que tienen alguna similitud con nuestro proyecto de investigación, porque nos encaminan a lograr mejores resultados para nuestra investigación:

Bejarano Espitia & Salgado Ariza, (2018) desde Colombia nos menciona en su trabajo de investigación. El aumento de los vehículos y el cambio climático conlleva a que las vías se deterioren antes que cumplan su periodo de vida a la que fue diseñado, comprometiendo a que las vías son dañadas y requieren una reparación y/o un mantenimiento costoso. Estos problemas nos hacen plantear soluciones para mejorar las características de los agregados y del asfalto. En los últimos tiempos hemos recurrido A nuevas tecnologías para que no ayuden a mejorar los comportamientos de los asfaltos tradicionales para tratar de combatir los problemas ambientales y condiciones de carga. Se tiene como finalidad de este estudio la investigación de poder analizar los efectos del policloruro de vinilo como transformador de cemento asfáltico. este asfalto se modifica incrementando 1.0 % - 1.5 % - 2.0 % y 2.5 % de PVC reciclado. Para poder evaluar las propiedades físicas del asfalto se ejecutó varias pruebas de ensayo, incorporando el punto de ablandamiento, penetración y luego se determinó la susceptibilidad térmica. también, se realizó los ensayos de adherencia en bandeja e interacción agregado asfalto. Los resultados nos muestran que las propiedades mejoran con la adición de poli cloruro de vinilo reciclado. Además, el asfalto modificado tiene grandes cambios en su propiedad física, esto le ayuda a mejorar el grado de penetración e incrementa la temperatura máxima empírica de su servicio.

Ramírez Triviño & Hincapié Olano, (2018) en su trabajo de tesis de la presente investigación pretende realizar y constatar la recomendación que tiene la adición de tereftalato de polietileno en la sub base para los pavimentos; de la misma forma que participe junto con todos los materiales plásticos para disipar las cargas que se ocasionan por el tráfico vehicular. El objetivo es aplicar las variedades de materiales reciclados PET en la sub base de las vías. La investigación que se realizó es experimental, en lo cual el porcentaje del PET varían al momento de mezclar con la sub base, donde el valor de CBR debería estar en los rangos establecidos por el INVIAS para su realización. Existe muchas razones para poder reutilizar este material reciclado, como sus propiedades químicas y físicas, y así ver cómo ejerce

el producto respecto al arriostamiento debido a la alta contaminación a causa de los desechos de los plásticos, el uso de estos desechos PET nos pueden favorecer económicamente y también así poder ayudar a reducir la contaminación del medio ambiente. En el futuro es muy posible que se llenen las calles de estos materiales, y por eso buscamos reducir estos materiales.

A nivel nacional también encontramos trabajos de investigación que se han desarrollado intentando encontrarle la solución a nuestra realidad problemática, de tal manera tenemos el interés de conocer estos resultados finales de las investigaciones, por lo cual nos menciona:

Mejia Burga & Zavala Segura, (2020) En su trabajo de tesis tiene como objetivo general diseñar la infraestructura vial cuyo tramo va desde la ciudad La Peca hasta el caserío de San Martín con cruce del sector Almendra. El pilar de la investigación científica hace referencia al excelente diseño geométrico del pavimento en estudio. Esta investigación es de tipo descriptivo. la población está conformada por varias carreteras del departamento de Amazonas y la muestra está definida por el diseño de infraestructura vial tramo ciudad la peca, caserío san Martín, cruce con el sector almendra, distrito la peca, Amazonas. a manera que todo el intervalo de estudio está ubicado en la comunidad campesina cuyo nombre es la peca, se realizó un diálogo con las autoridades y sus respectivos comuneros que estas afectados directamente con el diseño de la vía y así conocer su inquietud y luego proceder a realizar el estudio. El segundo instrumento empleado fue el conteo vehicular del MTC. Los resultados con mayor importancia no indican que la carretera está considerada de tercera clase tipo 4 (escarpa según orografía), se consiguió la imagen gráfica del terreno planimetría y altimetría del pavimento cuyo tramo está ubicado en la comunidad La Peca, caserío San Martín, cruce con el sector Almendra que cuenta con 10.5 km de distancia , los resultados obtenidos después de analizar 5 ensayos de CBR en diferentes lugares del tramo nos señalan que se encuentra con un CBR de 8% y este porcentaje nos quiere decir que no se requiere mejoramiento de suelo. Luego se diseñó alcantarillas y cuneta triangular cuya media es de 36" de diámetro y de 0.35m x 0.75m respectivamente. Por último,

se ejecutó el diseño geométrico apropiado para la carretera con una velocidad de 30km/h que cumple con las características mínimas de diseño según la normativa actual. De la misma forma se realizó el diseño de pavimento flexible con el método AASHTO 93 para que así pueda cumplir con el respectivo ESAL.

Pérez Diaz & Vergel Olano, (2019) en el presente estudio de su tesis tiene como propósito diseñar una infraestructura vial, para así poder renovar y mejorar el servicio que nos brinda la carretera de Incahuasi –Cp. La Tranca (16km), Ferreñafe. En la actualidad observamos que los accidentes de tránsito en el Perú son muy abundantes, para poder comprender el problema, es necesario evaluar distintos casos predominando la importancia al mal diseño de autovías. Con este estudio de investigación proponemos ejecutar un buen proyecto que tendrá un diseño geométrico de la pista en estudio basándonos en el Manual de Diseño Geométrico DG 2018. Esta investigación es de tipo aplicativo y será no experimental, se ejecutó estudios topográficos, lo cual confirmó que es un campo accidentado (tipo 3), que tiene 51 % a 100 % de pendientes transversales y también tiene 3% de pendiente longitudinal mínima y 9% de pendiente longitudinal máxima ; también hemos realizado un estudio de tráfico IMDA que nos arrojó 129 vehículos por día y así se clasificó a la autovía como de 3ra clase; asimismo se ejecutó el estudio del terreno con la que conseguimos que es un suelo de tipo arcilloso con poca flexibilidad, y un CBR de 5.5 , y así poder diseñar un pavimento que tendrá un grosor 40 centímetros lo cual la sub base será de 20 centímetros, la base será de 15 centímetros y carpeta rodadura será de 5 centímetros. Luego de esto analizaremos los parámetros de diseño geométrico. Finalmente analizaremos los parámetros del diseño geométrico para así poder diseñar geométricamente en perfil, planta y secciones transversales con la actual norma.

Del Castillo Ruiz (2017) en su trabajo de investigación tiene el objetivo general de analizar el comportamiento en cuanto a resistencia de un suelo grueso o material granular tipo sub base en su estado natural, y a la misma muestra añadiendo desecho de PVC. Con ese fin, Empleó una muestra granular tipo sub base procedente desde la cantera del distrito de Huanchaco y el reciclado del PVC en

polvo que necesariamente tuvo que pasar por el tamiz N° 200; esta muestra granular fue clasificado mediante los ensayos de granulometría, tipo de suelo, contenido de humedad, Próctor, CBR, límites, y abrasión estos ensayos concluyeron que la muestra granular cumpla los parámetros definidos en la norma para la estructura de pavimento; luego se realizaron los ensayos de Próctor modificado, Abrasión y CBR para hacer comparaciones del comportamiento de la muestra natural versus el comportamiento de mezclas en distintas proporciones de reciclados del PVC (4, 6 y 8%). Los efectos finales de estos ensayos dieron como resultado que el CBR de la mezcla de una muestra granular tipo subbase, y por otra parte la muestra con material de reciclaje, presenten un incremento notable; se logró deducir que el desgaste promedio para la muestra con 0% de agregado de PVC llegó a un 41.41%, reduciendo hasta un 27.85% a diferencia de la siguiente muestra que se incorporó el 8% de PVC, para los ensayos de Próctor modificado su máxima densidad seca promedio para la muestra con 0% de agregado de PVC resultó de 2.16 g/cm³ mientras que para la siguiente muestra con una incorporación del 8% disminuyó a 2.04 g/cm³. Finalmente, la contribución realizada de este trabajo investigativo fundamento que la incorporación de los reciclajes de policloruro de vinilo perfecciona el CBR de una muestra granular tipo subbase al iniciar en un 3%, la resistencia aumenta considerablemente y el peso unitario al contrario tiende a disminuir.

Quispe Supo (2014) En su trabajo de tesis, cuyo objetivo general fue de evaluar las propiedades mecánicas del suelo estabilizado con policloruro de vinilo reciclado, para su aplicación como capa base y sub base en pavimentos. Para esta finalidad se obtuvieron muestras extraídas de la zona, para lo cual se eligieron dos maneras de muestreo: calicatas en zonas sin alteraciones y de los taludes una representación de muestra de corte visible de las canteras; con estas muestra ya seleccionadas para los estudios de clasificación, Próctor, límites de consistencia, abrasión y CBR; seguidamente, se empezó a elaborar probetas combinando la muestra granular con porcentajes distintas de PVC: 0, 4, 6 y 8% este análisis fue dependiendo del peso de las combinaciones para posteriormente ser sometidos a los ensayos de CBR, Próctor y Abrasión. Cuyo análisis determinó que la estabilización de suelo con policloruro de vinilo reciclado produce resultados

óptimos cuando las características físicas de la muestra representativa de cantera tiene bajo índice de plasticidad ($IP \leq 7$), por obtener en su estructura material finolimo, que ocasiona fricción entre el suelo y el material reciclado; pero el resultado es distinto cuando el índice de plasticidad es alto ($IP = 11.27$), cuando existe en su estructura material fino-arcilla, que ocasiona el deslizamiento entre el suelo y el material reciclado no habiendo fricción. Finalmente, la contribución realizada de este trabajo investigativo se fundamenta que: en base a los ensayos de Proctor Modificado, Abrasión y CBR y diferenciándolo con los requerimientos normados por la EG - 2013 y para su utilización como capa base y sub base de pavimentos, finaliza esta investigación mencionándonos que el porcentaje más eficiente de incorporación del policloruro de vinilo reciclado sobre la muestra granular representativa es de 6% ya que eleva considerablemente las propiedades mecánicas de la muestra extraída de la cantera, efectuando buenos resultados para la utilización en el estructuramiento de la sub base y de la capa base del pavimento.

Seguidamente tenemos las teorías y enfoques que son relacionados a nuestro trabajo de investigación frente al desarrollo del tema, nos damos cuenta de la rigurosidad científica en cada avance del presente proyecto de investigación.

El policloruro de vinilo reciclado es un material rescatado de los productos inservibles, aunque para algunas personas puede ser de buen provecho su composición química para desarrollar o mejorar otros trabajos. “Los plásticos y tubos intravenosos empleados a nivel mundial en los hospitales se encuentran fabricado con policloruro de vinilo, este material contiene sustancias químicas llamada ftalatos, perteneciente a la familia de aditivos químicos industriales usados como flexibilizantes para PVC” (Madrueno, 2021, p.152)

En cuanto al diseño (Sinnott & Towler, 2019) nos mencionan que: “El diseño es propiamente conocido como un arte inexacto con todos sus errores que lo acontecen y que surgen de los datos de diseño disponibles y además también de

las aproximaciones necesarias para los cálculos que se manifiestan en el diseño.”
(p. 18)

Según Garcia Aladín, Ordóñez Silva, & Llano Muñoz (2019), nos explican que el pavimento flexible es: “Este tipo de pavimento contiene una capa de rodadura conformada por concreto asfáltico, posteriormente se encuentran las capas, base y sub base cuya estructura reposa sobre la subrasante, que propiamente dicha puede ser de manera natural o elaborada.” (p.3)

Por lo expuesto anteriormente, podemos deducir que el pavimento flexible está compuesto por una estructura, y esta estructura está constituido por un conjunto de capas continuas y ordenadas de forma horizontal llamadas: carpeta asfáltica, capa base o granular, capa sub base y la sub rasante que comprende el suelo natural. Entonces esta estructura habrá que ser diseñadas para resistir las cargas originadas por los vehículos y de los fenómenos ambientales que amenazan en el lugar según los antecedentes geo climático, con la finalidad de poder brindar seguridad a la población y comodidad a los vehículos durante el periodo de tiempo para cual fue diseñado nuestro pavimento flexible.

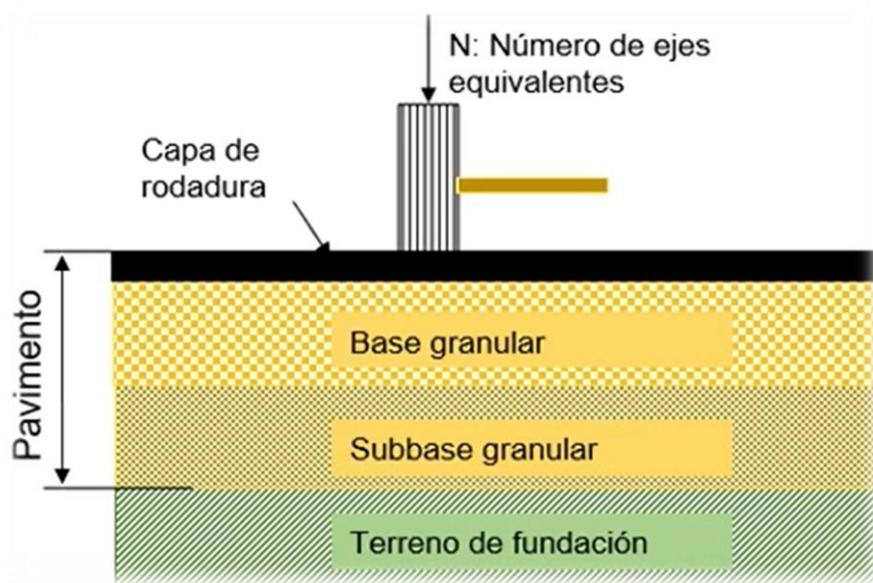


Figura 2. Estructura del pavimento flexible. (<https://www.youtube.com/watch?v=kH-7b6Wtw9A>)

La entidad de Ministerio de transportes y telecomunicaciones (2018) nos explica, ¿Qué es el DG -2018? Cuyas siglas son:

Es un documento o llamado también manual de carreteras que ordena, realiza las recopilaciones de las técnicas y los pasos a seguir para los diseños de las infraestructuras viales, dependientemente al desarrollo y concepción, sin dejar de escapar determinados parámetros. Este documento sustenta la información precisa para distintos procedimientos en la elaboración del DG de los proyectos, dependiendo la clase (categoría) y el nivel de función del servicio, en conformidad con otras normas vigentes referentes a gestión de las infraestructuras viales. (p. 8)

Según el manual de carreteras (2014) nos indica que la Intensidad media diaria anual (IMDA):

hace referencia al promedio cuantitativo del total diarios realizado todos los días en el año, realizados en un carril determinado. Estos resultados son apoyos para que el proyectista determine el diseño de las vías en cuanto su característica, clasificación y para elaborar programaciones de mejoras y de mantenimiento. Los resultados del IMDA vehículo/día definen la planeación de confianza y miden el servicio que está establecido por el transporte en vías. (p. 62)

el ingeniero de geodesia y topografía Izquierdo Purizaga (2018) docente de la prestigiosa casa de estudios Sencico nos menciona que:

La topografía es una disciplina que entra al principio de todo tipo de proyecto no se puede conseguir un proyecto de ingeniería sin no hay un proceso topográfico, se puede decir que la topografía está en los tres procesos: antes que inicie un proyecto, durante la ejecución y al culminar. (<https://www.youtube.com/watch?v=69hjEle1boE>)

Dirección general de caminos y ferrocarriles (2018) Nos indica que:

El levantamiento topográfico es un conjunto de procesos que se debe de seguir en el campo para recoger información gráfica del estado natural del terreno, incluyendo las características, la hidrología y la verificación de construcciones. Esto permitirá realizar una secuencia de trazos con el propósito de alcanzar nuevas características naturales que sean de la zona, como son los trazos definitivos, trazo de la Subrasante y los planos de secciones transversales. (p. 279)

En cuanto a las muestras a extraer del terreno en estudio, El manual de carreteras (2014) nos mención que:

Los estudios de mecánica de suelo abarcan los trabajos relacionados en el campo, en el laboratorio y también en gabinete con la finalidad de poder evaluar en qué condiciones físicas mecánicas se encuentra el suelo. Esto comprende varias gráficas que dependen de la calidad del suelo, nivel freático, espesor de los estratos y otras. Nos indica que el suelo está conformado por minerales y cuya partícula están agrupadas debido a la fuerza de cohesión. Para desarrollar el estudio de mecánica de suelo se deben hacer excavaciones hasta 1.50 m. de profundidad como mínimo, empezando la medida desde la Subrasante según nos menciona y recomienda la AASHTO. (p. 26)

El Manual de carreteras (2014) en cuanto a la granulometría no hace mención que:

Está contemplado en la norma MTC E 107 esto consiste en clasificar los agregados por tamaños haciendo el uso de los tamices de diferentes medidas, este análisis nos indica la determinación en proporciones los elementos que lo componen a través de su tamaño. (p. 30)

Según el Manual de ensayo de materiales (2016) nos indica que mediante la norma establecida en el MTC E 108:

El contenido de humedad está representado en porcentaje dependiendo del peso del líquido constituido en un sector de la masa del suelo. La temperatura que son sometidos para el secado es de $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$. a la disminución del peso es considerado a la pérdida de líquido. El contenido líquido es sustraído en relación de la masa del líquido y la masa de los materiales secos. (p. 49)

Según el Manual de ensayo de materiales (2016) menciona que:

El ensayo de CBR de suelos está determinado en la normativa MTC E132, es un procedimiento que tiene por finalidad determinar el índice que resiste el suelo, las siglas de CBR hacen referencia a California Bearing Ratio. Normalmente estos estudios se analizan en laboratorio para determinar la humedad y la densidad. (p. 248)

Para el Manual de carreteras (2014) Nos menciona una pequeña definición acerca de los pavimentos rígidos, cuyo manual nos dice que:

Las vías construidas a partir de concreto reciben el nombre de “rígidos” por el contenido de concreto que conforma la losa. Debido a este contenido rígido, la estructura absorbe la mayoría de esfuerzos que son producidos a consecuencia de las repeticiones de cargas vehiculares, influyendo en la más mínima intensidad de los esfuerzos que se transmiten interiormente, llegando hasta la Subrasante. (p. 261)

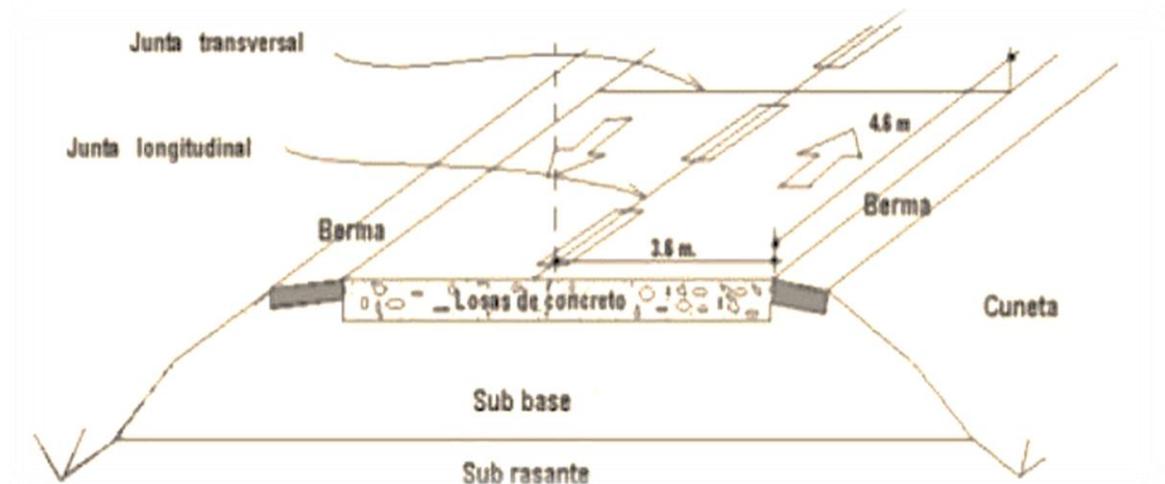


Figura 3. Esquema del pavimento rígido. (Ingeniería & Construcción, 2020)

Para poder definir el material afirmado nos dirigimos al manual de carreteras (2014), cuyo manual nos define que el afirmado es: “Un material granular ya sea de forma natural o procesada en una capa debidamente compactada con capacidad de poder soportar las cargas vehiculares, constituido por un cantidad apropiada de finos cohesivos que permiten mantener la aglutinación de las partículas.” (p. 21).

Para los investigadores Fienco Jalca, Bravo Mera, Guachisaca Contenido, Jaramillo Pintado, & Fienco Jalca (2017) definen el pavimento flexible como:

Un conjunto de materiales pétreos con o sin asfalto. Pueden ser moldeados ya que se adaptan con facilidad a mínimos asentamientos diferenciales de explanación sin producirse el asentamiento además mantiene su conjunto estructural sin perder la capacidad de las transmisiones de cargas. (p. 14)

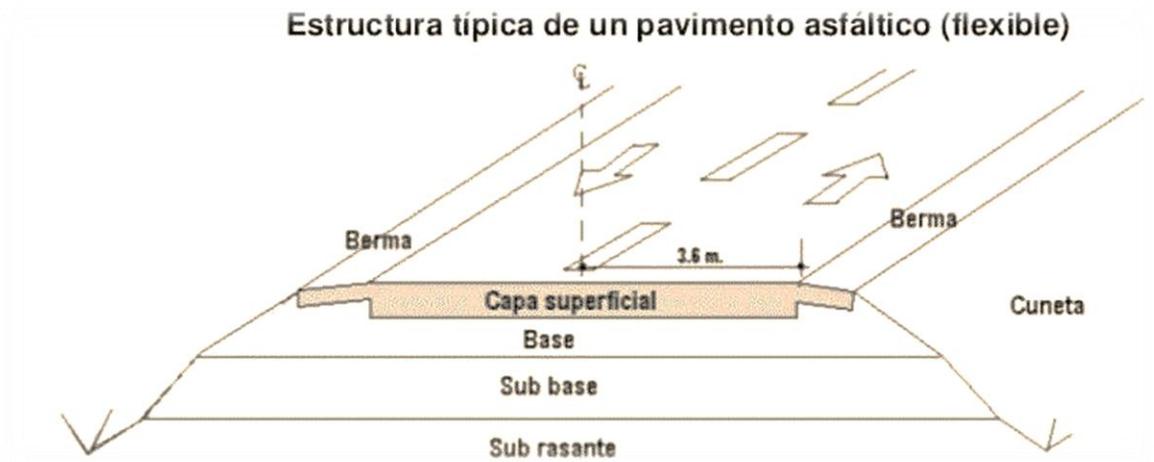


Figura 4. Esquema del pavimento flexible. (Ingeniería & Construcción, 2020)

En cuanto a las bermas, La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2018), nos hace mención que:

La berma sirve de confinamiento para la carpeta asfáltica, se encuentra ubicado en paralelo o forma una franja longitudinal, es aprovechado como zona de seguridad provisional para vehículos o estacionamiento para casos de emergencia. El nivel de inclinación de la berma es la misma a la capa de rodadura y dependiendo del diseño técnico y económico del proyecto, los materiales son similares al de la carpeta asfáltica. (p. 192)

Para obtener una definición clara y precisa acerca de la estabilización de suelos, el Manual de carreteras (2013) nos indica que:

Es la acción de mejorar las propiedades físicas del suelo empleando procedimientos mecánicos e incluyendo productos sintéticos, naturales o químicos. Esta estabilización del suelo es frecuentemente realizada en la sub rasante inestable o también que este pobre, o más conocido como estabilización de suelos con algún producto ya sea con cal, asfalto, suelo cemento y otros productos. A diferencia de la estabilización de una base granular o sub base granular con finalidad de mejorar el material en cuanto a calidad son llamados como base granular o sub base granular tratada con asfalto, cemento, cal y otros materiales. (p. 107)

La Dirección General de Caminos y Ferrocarriles (2018) en cuanto a la seguridad vial de los caminos vehiculares, nos señala que: “La seguridad vial está comprendido por los estudios de los dispositivos y la seguridad vial del proyecto en conformidad de la entidad pertinente contratado, va ligado junto a los manuales de seguridad vial y los dispositivos de control de tránsito automotor” (p.281)

La Dirección general de caminos y ferrocarriles (2018), también nos hace mención acerca de los estudios de impacto ambiental (EIA) nos define como: “Un instrumento usado para el análisis, es pertinente revisar los indicadores que estarán presentes a lo largo del proyecto, además, que darán lugar a nuevos resultados acerca del nivel de impacto que genera la obra en ejecución” (p.20)

Para poder entender mejor el estructuramiento del pavimento flexible, el manual de carreteras (2014) nos aclara y describe cada una de las capas, en tal sentido nos dice que:

La capa superficial se encuentra situado en la parte superior del pavimento de tipo bituminoso. La capa base se encuentra ubicado posteriormente de la capa superficial encargada de soportar, distribuir y transmitir cargas, deberá estar compuesto por un material granular drenante con un CBR mayor o igual a 80% caso contrario deberá ser tratada con cemento, cal o asfalto. En cuanto a la sub base contiene un material especificado y el espesor varía dependiendo el diseño, su función es de soportar las cargas superiores que complementa el pavimento flexible, dependiendo del diseño podría no ser incorporado dentro de la estructura, para esta sub base deberá usarse un material granular con CBR mayor o igual al 40% caso contrario habrá que ser tratada al igual que la capa base. (p.21)

El manual de carreteras (2014) nos comenta acerca de la caracterización de la sub rasante, en ello nos manifiesta que: “Para poder determinar las características físicas y mecánicas deberá realizarse excavaciones no menores a 1.50 m. de

profundidad, ubicados dentro de la calzada en estudio en espaciamiento uniformes tal como se describe en la figura 5" (p. 26)

Tabla 1

Requisitos para el número de calicatas.

Tipo de carretera	Profundidad (m)	N° mínimo de calicatas	Observación
Autopista: de carreteras IMDA mayor de 6000 Veh/día, de calzadas separadas, cada uno o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido. • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido. • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x Km x sentido. 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido. • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x Km x sentido. • Calzada 4 carriles por sentido: 6 	

calicatas x Km x
sentido.

Carreteras de 1.50 m respecto al • 4 calicatas x Km
Primera Clase: nivel de sub
carreteras con un rasante del
IMDA entre 4000- proyecto.
2001 Veh/día, de
unas calzadas de
dos carriles.

Carreteras de 1.50 m respecto al • 3 calicatas x Km
segunda Clase: nivel de sub
carreteras con un rasante del
IMDA entre 2000- proyecto.
401 Veh/día, de
unas calzadas de
dos carriles.

Las calicatas se
ubicarán
longitudinalmente
y en forma
alternada

Carreteras de 1.50 m respecto al • 2 calicatas x Km
tercera Clase: nivel de sub
carreteras con un rasante del
IMDA entre 400- proyecto.
201 Veh/día, de
unas calzadas de
dos carriles.

Carreteras de bajo 1.50 m respecto al • 1 calicatas x Km
volumen de nivel de sub
transito: rasante del
carreteras con un proyecto.

IMDA =< Veh/día,
de una calzada.

Fuente: Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos (2014).

En cuanto a los registros de las excavaciones recurrimos al manual de carreteras (2014), de tal manera que nos indica lo siguiente:

Cada muestra extraída de la calicata deberá estar identificado con la ubicación de la calicata con coordenadas UTM, # de muestra, profundidad y transportadas en sacos de polietileno hacia el laboratorio. Así como también, se deberá ir tomando apuntes de las medidas de cada estrato del subsuelo, características de gradación y el estado del material. Con estos materiales extraídos se desarrollarán pruebas de módulos de resiliencia o ensayos de CBR para su debido cálculo de diseños, dependiendo del tipo de vía se desarrollarán la cantidad de ensayos. (p.28) ver en la figura 6.

Tabla 2

Cantidad de ensayos de Mr y CBR por tipo de carretera.

Tipo de carretera	N° Mr y CBR
Autopistas: carretera de IMDA mayor de 6000 Veh/día, de calzadas separadas, cada una dos o más carriles.	<ul style="list-style-type: none">•Calzadas 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 Km x sentido y CBR cada 1 Km x sentido.•Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 Km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido.•Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 Km y 1 CBR cada 1 Km x sentido.
Carreteras duales o multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001	<ul style="list-style-type: none">•Calzadas 2 carriles por sentido: 1 Mr cada 3 Km x sentido y CBR cada 1 Km x sentido.

Veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles.

- Calzada 3 carriles por sentido: 1 Mr cada 2 Km x sentido y 1 CBR cada 1 Km x sentido.
- Calzada 4 carriles por sentido: 1 Mr cada 1 Km y 1 CBR cada 1 Km x sentido.

Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 Veh/día, de una calzada de dos carriles.

- 1 Mr cada 3 Km y 1 CBR cada 1 Km

Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 Veh/día, de una calzada de dos carriles.

- Cada 1.5 Km se realizará un CBR. (*)

Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 Veh/día, de una calzada de dos carriles.

- Cada 1.5 Km se realizará un CBR. (*)

Carreteras con un IMDA \leq 200 Veh/día, de una calzada.

- Cada 3 Km se realizará un CBR.

Fuente: (Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

En relación a los estudios de tráfico viales, el manual de carreteras (2014), nos menciona que:

El estudio del tráfico es un aspecto fundamental que se necesita conocer para diseñar el pavimento y la plataforma de la vía. Existe dos puntos de vistas: el diseño estructural y la capacidad el volumen de tráfico en cada tramo con demanda de aumento para cierta cantidad de años, conocido como el índice medio diario anual. (p. 62)

Tabla 3*Factor de distribución direccional y de carril.*

N° de calzadas	N° de sentidos	N° de carriles por sentido	Factor direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada	1 sentido	1	1.00	1.00	1
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.8
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.6
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.5
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.5
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.4
2 calzadas	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.5
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.4
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.3
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: (Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

En cuanto la tasa de crecimiento y su proyección lo tomaremos del manual de carreteras (2014), donde nos señala que:

Es posible calcular el crecimiento de tráfico vehicular usando la fórmula que nos brinda a continuación. la tasa anual de crecimiento de tránsito tiene una relación dinámica de crecimiento socio-económico. Aunque también es relacionado la tasa de incremento de vehículos pasajeros con la tasa anual de incremento poblacional. Además, La tasa de incremento de vehículos de carga con la tasa de incremento económico, conocido como el PBI. Estas tasas de incremento de tráfico se encuentran en una variación entre 2% y 6%. (p. 64)

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

En donde:

Tn = Proyección del tránsito en “n” años (Veh/día)

To = Es el tránsito actual respecto al año base en (Veh/día)

n= Periodo del diseño en años.

r= Se refiere a la tasa anual de crecimiento del tránsito.

Tabla 4

Factor de crecimiento anual para un periodo de año.

Periodo de análisis (años)	Factor sin crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	3.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49
8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

Fuente: (Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

La fórmula para el factor de crecimiento acumulado (Fca), según el manual de carreteras (2014), es la siguiente:

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

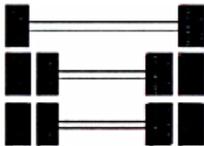
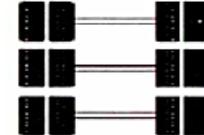
Donde:

r= es la tasa anual de crecimiento.

n= es el periodo del diseño.

Tabla 5

Nomenclatura y configuración de ejes.

Conjunto de eje	Nomenclatura	N° de neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con Rueda Simple)	1RS	O2	
EJE SIMPLE (Con Rueda Doble)	1RD	O4	
EJE TANDEM (1 Eje Rueda Simple + 1 eje Rueda Doble)	1RS + 1RD	O6	
EJE TANDEM (2 ejes Rueda Doble)	2RD	O8	
EJE TRIDEM (1 Rueda Simple + 2 ejes Rueda Doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 ejes Rueda Doble)	3RD	12	

Fuente: (Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos,2014).

El manual de carreteras (2014), nos brinda las fórmulas para el cálculo de los ejes equivalentes, de esta manera ponemos en práctica el desarrollo de nuestro estudio de tránsito vehicular con la siguiente tabla 2.

Tabla 6

Relación de cargas por ejes para determinar ejes equivalentes.

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EE_{8.2 tn})
Eje simple de ruedas simples (EE _{s1})	$EE_{s1} = (P/6.6)^4$
Eje simple de ruedas dobles (EE _{s2})	$EE_{s2} = (P/8.2)^4$
Eje tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{TA1})	$EE_{TA1} = (P/14.8)^4$
Eje tándem (1 eje ruedas dobles) (EE _{TA2})	$EE_{TA2} = (P/15.1)^4$
Eje trídem (3 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EE _{Tr1})	$EE_{Tr1} = (P/20.7)^{3.9}$
Eje trídem (3 eje ruedas dobles) (EE _{Tr2})	$EE_{Tr2} = (P/21.8)^{3.9}$

P = Peso real por eje en toneladas

Fuente: (Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos,2014).

En su block Hábasit (2020), hace referencia a la definición del policloruro de vinilo, de tal manera que nos dice: “El policloruro de vinilo, es también abreviado como PVC, además de ser uno de los plásticos más elaborados después del polipropileno y el polietileno. Su procedencia es de la obtención de la polimerización del monómero de cloruro de vinilo.” (<https://www2.habasit.com/es/policloruro-vinilo.htm>)

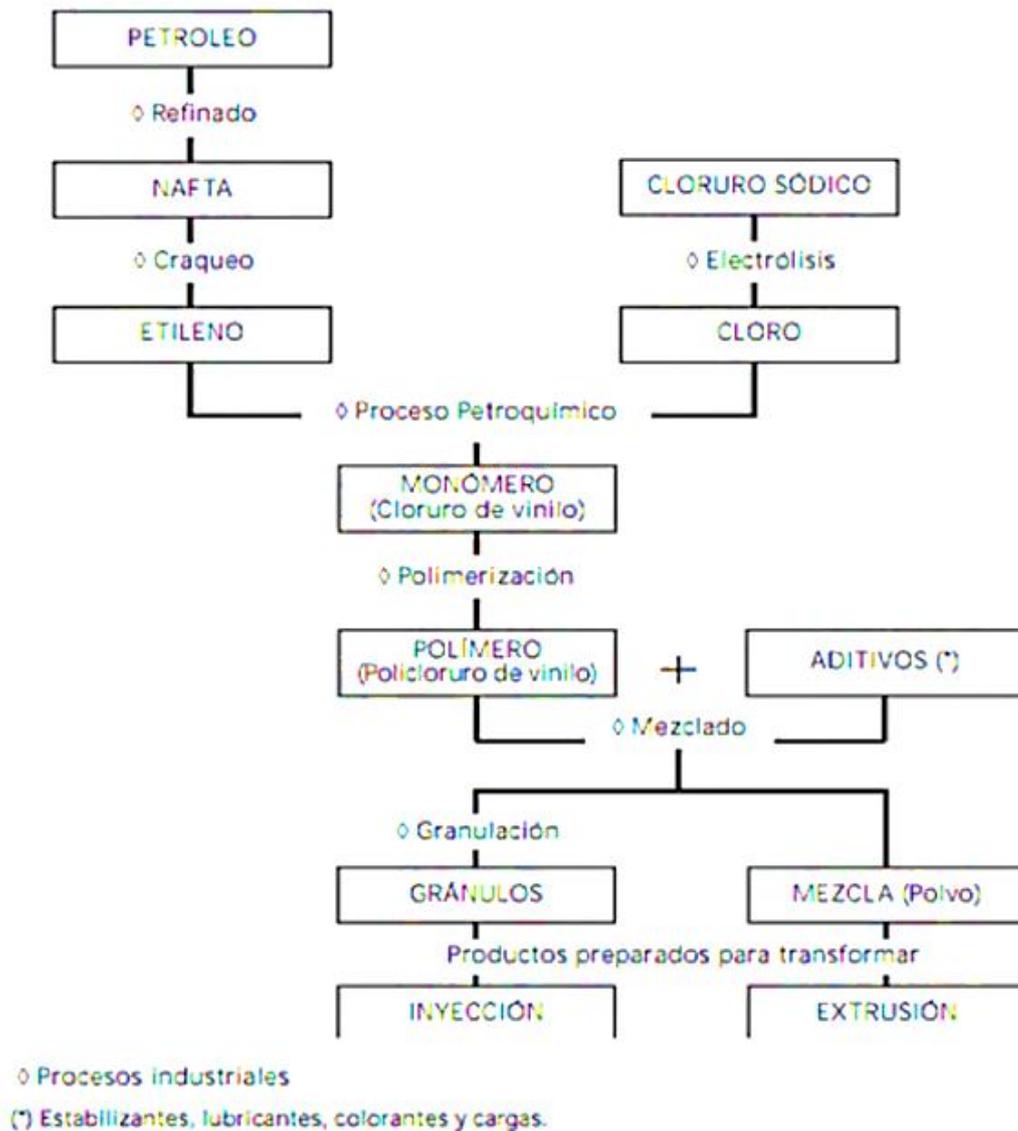


Figura 5. Cadena de producción del PVC. (<https://www.youtube.com/watch?v=E46hcQ9o-N0&t=634s>).

En su libro de preguntas resueltas acerca de química, López Picazo (2015), nos menciona un pequeño concepto acerca del policloruro de vinilo, diciendo que:

Se denomina policloruro de vinilo al resultado del cloruro de vinilo ($\text{CH}_2 = \text{CHCl}$). Es uno de los tipos de plásticos que son derivados del petróleo tiene como característica principal la impermeabilidad, rigidez y es muy resistente ante agentes químicos, es una muy buena alternativa para la fabricación de tuberías, láminas y recubrimiento de suelos. (p. 18).

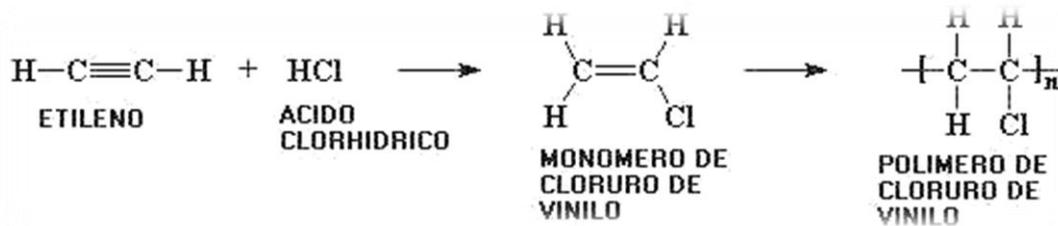


Figura 6. Estructuración molecular del policloruro de vinilo. (González, 2012)

En cuanto a las propiedades del policloruro de vinilo la empresa Plasticbages Industrial (2020), nos presenta los siguientes datos en la siguiente tabla 7:

Tabla 7

Propiedades Térmicas del policloruro de vinilo.

Descripción	Valores
Calor específico (J k ⁻¹ Kg ⁻¹)	1000 - 1500
Coefficiente de expansión Térmica (x10 ⁻⁶ K ⁻¹)	75 - 100
Conductividad térmica a 23C (W m ⁻¹ K ⁻¹)	0.12 – 0.25
Temperatura máxima de utilización (C)	50 - 75
Temperatura mínima de utilización (C)	-30
Temperatura de delación en caliente -0.45 MPa (C)	70
Temperatura de delación en caliente -1.8MPa (C)	67

Fuente: (<http://www.plasticbages.com/caracteristicaspvc.html>, 2020).

Tabla 8

Coefficientes de policloruro de vinilo.

Descripción	Valores
Densidad	1.37 a 1.42 Kg/dm ³
Coefficiente de dilatación lineal	0000.060 a 0000.080 m/C°.
Coefficiente térmico	20C° a 50C°
Coefficiente de fricción	N=0.009 c=150 Manning Hazen- Williams (unidades)

Temperatura de ablandamiento	>80C°
Módulo de elasticidad a 20 C°	>28.000 Kg/Cm ²
Tensión de rotura a tracción	>500 Kg/cm ²

Fuente: <http://www.plasticbages.com/caracteristicaspvc.html>, 2020).

Tabla 9

Características del policloruro de vinilo.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	VALOR	UNIDADES
Peso específico	-	
Variación longitudinal máx.	1.36 – 1.40	gr/cm ³ a 25C°
Coefficiente de dilatación térmica	0.08	Mm/(mC°)
Inflamabilidad	Autoextinguible	-
Factor de disipación	0.02 – 0.04	800 mil a 1 millón de ciclos
Resistencia dieléctrica	20	Kw/mm
Conductividad térmica	35 x 10 ⁻⁵	Cal x cm/(Cm ² x s XC°)
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS		
Tensión de diseño	100	Kg/cm ²
Resistencia a la tracción	450 a 550	Kg/cm ²
Resistencia a la compresión	610	Kg/cm ²
Módulo de elasticidad	30 000	Kg/cm ²
Elongación hasta la rotura	15	%

Fuente: (<http://www.plasticbages.com/caracteristicaspvc.html>, 2020).

En su investigación Leos Ortiz (2011) nos explica más al detalle acerca de las propiedades que nos ofrece este material, a través de su tesis para su obtención del grado de maestra en tecnología de polímeros, en lo cual hace mención que:

- Cuanto a su propiedad química el policloruro de vinilo presenta un conjunto de unidades de cloruro de vinilo, de lo cual presenta una estructura helicoidal presentada en la figura 3, La alta rigidez de esta estructura es debida al cloro que da como resultado un polímero rígido.

- La propiedad térmica del policloruro de vinilo es mayormente de una forma no definida por una fusión cristalina. Su degradación depende a temperaturas que los parámetros nos indica como tamaño de partículas, peso molecular, porosas y no porosas, impureza, etc. La degradación del PVC es aproximadamente a 195°C, temperatura de servicio entre 65-80 °C, Valor de calor específico es 0.25 cal/g °C.
- En cuanto a las propiedades mecánicas dependen de sus propios componentes, a continuación, hace muestra de algunas propiedades típicas del Policloruro de vinilo.

Es necesario conocer las ventajas que nos ofrece el material de policloruro de vinilo para aprovechar al máximo el diseño. Para eso Leos Ortiz (2011, p. 9) nos indica las siguientes ventajas:

- Excelente durabilidad y tiene aproximadamente una vida útil de 40 o más años.
- Propiedades eléctricas y de aislamiento en un amplio intervalo de temperaturas.
- Resistencia al fuego. (ignífugo por naturaleza).
- Versatilidad. - materiales rígidos y flexibles.
- Buenas propiedades mecánicas (rigidez y/o buena resistencia al impacto).
- Resistencia a la abrasión.
- Es resistente a la acción de químicos, corrosión, y abrasión.
- Bajo Costo y Reciclable.

En cuanto al reciclaje, San Martín Ramón, Zhigüe Luna, & Alaña Castillo (2017), no explican que el reciclaje es: “Una acción de aprovechamiento hacia los residuos sólidos que sirven para ser usados como materia prima y que, además, puedan ser adicionados a un nuevo ciclo de producción o consumo. Mayormente suele ser

llevado esta operación por las empresas recicladoras.”
(<http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus051117.pdf>)

Entonces nosotros podemos deducir que también es la acción de volver a recuperar y someter un producto o material a un proceso de tratamiento en su totalidad o parcialmente para conseguir el inicio de la materia prima y de esa manera tener la elección de desarrollar un nuevo producto. De tal manera que, puedan existir diferentes maneras más saludables de contribuir en la disminución de cantidades excesivas de desperdicios, se manifiesta enfáticamente el poder reutilizar los objetos que fueron desechados, y darles un nuevo valor agregado ya sea elaborando diferentes productos, lo que nuestra creatividad nos invoque a compartir.

En cuanto al reciclaje del policloruro de vinilo es posiblemente viable, cuenta con una cantidad de variedades para su uso, esto es posible debido a fácil adaptación y a termo plasticidad, para esto se divide en un conjunto de formas de reciclar el policloruro de vinilo.

Según Arístegui Maquinaria (2016, <https://www.aristegui.info/metodos-de-reciclaje-de-tuberias-de-pvc/>) nos menciona las distintas técnicas de reciclado que puedan existir, de las cuales nos dice que:

- El más utilizado y común es el reciclaje mecánico cuyo paso es seleccionar el material y paso siguiente triturarlos o molerlos, paso siguiente añadirles si es posible aditivos necesarios para culminar en el resultado de un nuevo material.
- También nos indica por otro lado que el reciclaje energético que está basado en la quema de los desechos para obtener energía térmica, esta técnica debe desarrollarse con suma responsabilidad ya que es técnicamente compleja pretender rescatar toda la energía, es común en Europa, Asia y en EE.UU.

- Esta última técnica es conocida como reciclaje por disolvencia que consiste en disolver químicamente el policloruro de vinilo agregando solventes determinados que disgregan los componentes del PVC cuya finalidad es provocar la precipitación. Esta técnica es altamente costosa y necesariamente se emplea gran demanda de control.

Guía de Reciclaje de Plásticos

 PET	Botellas de bebida Botellas de agua Envases de aceite	
 PEAD	Bolsas de supermercado Implementos de aseo	
 PVC	Tubos y cañerías Cables eléctricos Envases de detergentes	
 PEBD	Manteles, envases de crema y shampoo, bolsas para basura	
 PP	Mamaderas Tapas de botellas Vasos no desechables Contenedores de alimentos	
 PS	Vasos, platos y cubiertos desechables Envases de yogurt Envases de helado Envases de margarina	
 Otros	Teléfonos Artículos médicos Juguetes	

Figura 7. Identificación mediante códigos internacionales. (Asociación Nacional del Envase de PET, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Según Rodríguez Cunill (2018), nos menciona que existe dos tipos o formas de investigación, de tal manera que:

En primer lugar, tenemos la investigación pura o llamada también básica, este tipo de investigación se apoya dentro de un contexto sumamente teórico y cuyo objetivo fundamental es de desarrollar las teorías mediante el descubrimiento de amplios principios o generalizaciones, desarrolla el conocimiento científico en una rama del saber, se basa principalmente en el desarrollo de teorías siempre basada en leyes y principios. Y en segundo lugar tenemos la investigación aplicada que está principalmente dirigida a buscar la utilización o la aplicación de los conocimientos ya demostrados o realizados, donde estos conocimientos nos conducen a las indagaciones rápidas, análisis a pequeña escala que cubran la necesidad de proveer resultados prácticos y sirvan de desarrollos en el corto plazo. El interés del investigador es definitivamente a través de las consecuencias prácticas. (<https://www.youtube.com/watch?v=fN0sUTaQapA&t=1612s>)

Considerando las siguientes definiciones ya aclaradas por el doctor Rodríguez Cunill, nos damos cuenta que nuestro proyecto va dirigido a la investigación aplicada, ya que buscamos indagar y recopilar la información necesaria para el desarrollo de nuestra investigación, con la finalidad de encontrar las soluciones pertinentes a nuestros problemas planteados en nuestra tesis presente.

Enfoque de la investigación

Además, el Dr. Rodríguez Cunill (2018), también nos indica la existencia de dos tipos de enfoques, de tal manera que:

En primer lugar, las de tipo cuantitativa cuyo modelo abarca la línea completa de la investigación, su objetivo es de recolectar los datos para poder probar la hipótesis de la investigación, a los datos se le denomina variable por adoptar valores de acuerdo al fenómeno que se estudia, miden numéricamente y esto permite que se realicen análisis estadísticos. Mientras las cualitativas tienen características distintas a la cuantitativa, no se sigue un proceso definido y secuencial, los datos no se recopilan y sus valores no son numéricos, predominan las opiniones de los participantes en el problema de investigación, se registran de manera verbal, en sus actuaciones, las interacciones entre los individuos o los grupos de personas. (p. <https://www.youtube.com/watch?v=fN0sUTaQapA&t=1612s>)

Por los conceptos ya aclarados entre las diferencias que existen entre los enfoques mencionados, hemos decidido optar por el enfoque cuantitativo, ya que es la más indicada para realizar el proceso de los datos y seguidamente poder hacer el análisis, de esta manera poder probar nuestra teoría a través de nuestros experimentos.

Diseño de investigación:

Nuestro diseño de investigación es cuasi experimental porque es necesario mejorar nuestra variable dependiente y porque nos permite evaluar el efecto de una variable sobre la otra. Por esta razón, según Sáez López (2017) nos explica acerca de este diseño cuasi experimental, donde nos argumenta que:

Suelen presentarse en situaciones sociales donde al investigador se le complica establecer los valores de la variable independiente a manera natural y le es complicado crear el conjunto de grupos experimentales de manera aleatoria, pero que si le resulta factible integrar algo parecido en cuanto al diseño experimental en la programación del desarrollo para la extracción de datos. (p.19)

3.2. Variables y Operacionalización

Variable dependiente

Según Sánchez Carlessi, Reyes Romero & Mejía Sáenz (2018) nos explica que la variable dependiente:

Forma parte de una variable de estudio donde sus valores dependen de la variable independiente, la variable dependiente es el objeto de estudio en toda la investigación y es el fenómeno por el cual se intenta explicar, es usado en su gran mayoría en estudios explicativos, estudios experimentales o causales. (p. 126)

Para nuestro proyecto de investigación la variable dependiente es, el diseño del pavimento flexible.

Variable Independiente

Para Sánchez Carlessi, Reyes Romero & Mejía Sáenz (2018) Nos explican que: “El investigador observa esta variable cuando realiza el diseño, él es el encargado de controlar o manipular esta variable para conocer las consecuencias que puede generar en la variable dependiente, es llamado por algunos autores variable manipulativa o experimental.” (p. 126)

En nuestro proyecto la variable independiente es, el policloruro de vinilo reciclado.

Operacionalización de la variable

Reyes & Boente (2019) mencionan que:

La Operacionalización de las variables está sumamente vinculado al tipo de técnica o metodología que el investigador emplea en la recolección de los datos. Teniendo en cuenta que estas son compatibles con los

objetivos de la investigación, al tipo de enfoque y al tipo de investigación que se está empleando, para el desarrollo de esta técnica pueden ser planteadas de forma cuantitativas o cualitativas. (P. 37)

Definición operacional

Variable dependiente: Diseño de pavimento flexible

Consiste en determinar los espesores de cada capa mediante el diseño estructural de la sección para el pavimento flexible, de lo cual permitirá soportar el total de las cargas durante el tiempo de años que fue diseñado y va relacionado con los estudios, como el análisis del tránsito, estudio de las características del suelo, estudio de las características de los materiales a usar para cada capa, los agentes ambientales y por último el periodo de diseño. (Proccsa, 2016, <https://www.proccsa.com.mx/disenio-de-pavimentos.html>)

Variable Independiente: Policloruro de vinilo reciclado

Arístegui maquinaria, (2016) nos dice que: “Consiste en la recuperación y la selección de los residuos para después molerlos, triturarlos y si es preciso añadirles algún aditivo para transfórmalos en algún nuevo producto, así como tuberías, mangueras, suelos laminados, etc.” (<https://www.aristegui.info/metodos-de-reciclaje-de-tuberias-de-pvc/>)

3.3. Población y muestra

Población

Es un conjunto cuyos elementos están integrados por una lista de características muy parecidas, este conjunto puede estar relacionado a individuos, objetos o acontecimientos que dan lugar a una similitud de características similares y que pueden ser de suma importancia para el caso de algún estudio, de esta manera serán integrados en la formulación de alguna hipótesis de investigación, en caso de ser

relacionado a objetos es preferible llamarlo universo de estudio y cuando sea el caso de algún estudio con personas es preferible denominarlo con población. (Sánchez Carlessi, Reyes Romero & Mejía Sáenz, 2018, p.102)

- Nuestra población comprende la av. Huáscar.
- Cuya longitud es de 1779.02 m.
- Ancho de la calle entre los límites de las viviendas son de 30 m.

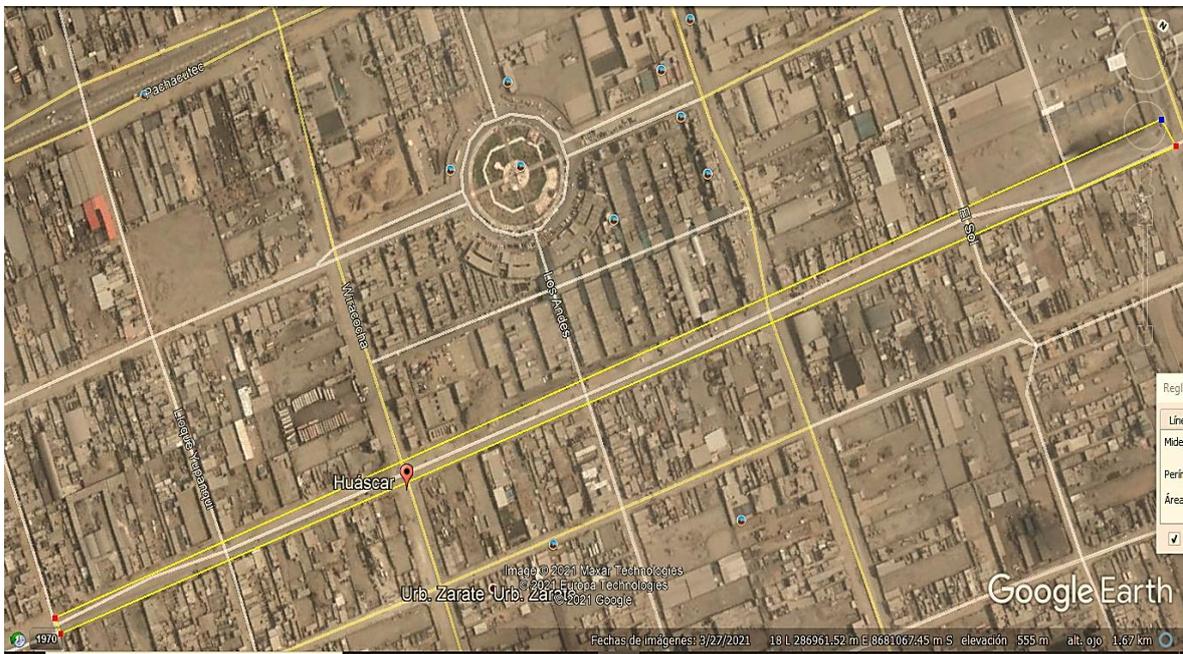


Figura 8. Av. Huáscar – Jicamarca. (Google Earth, 2020)

Muestra

Para Sánchez Carlessi, Reyes Romero & Mejía Sáenz (2018), hacen mención que: “La muestra viene hacer el conjunto de individuos o casos que son sustraídos de la población ya sea por un sistema de muestreo no probabilístico o probabilístico.” (p.93)

En el caso de nuestro proyecto para un mejor trato de nuestras variables hemos designado para nuestra muestra una parte de la Av. Huáscar, que consta de 1 km comprendido entre la Av. Inca Wiracocha hasta llegar hacia

la Av. Cusco, de esta manera estaríamos incurriendo al sistema de muestreo no probabilístico intencional.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

“La técnica de recogida de datos en una investigación es sumamente necesario para lograr el propósito de recopilar información, estas técnicas pueden ser: Directas, como las entrevistas y las observaciones. Indirectas, como las escalas, los test, cuestionarios y los inventarios.” (Sánchez Carlessi, Reyes Romero & Mejía Sáenz, 2018, p.120)

Instrumentos de recolección de datos

“Estos instrumentos vienen hacer las herramientas que se aplican en una técnica para la recopilación de los datos, también pueden darse de diferentes formas, por ejemplo: un test, guía, una prueba, un manual, cuestionario, etc.” (Sánchez Carlessi, Reyes Romero & Mejía Sáenz, 2018, p. 78)

Tabla 10

Técnicas e instrumentos.

Técnica	Instrumentos
Observación	Ficha de observación
Conteo	Ficha de observación
Registro de datos	Ficha de registro
Revisión bibliográfica	Ficha de presupuesto

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

3.5. Procedimientos

De acuerdo a nuestros objetivos planteados en nuestro proyecto de investigación y en base a nuestra Operacionalización de nuestra variable, así como revisiones bibliográficas y mediante los ensayos necesarios del

laboratorio de suelos, procederemos analizar y mencionar los pasos para el desarrollo de nuestra investigación, mediante la figura 9.

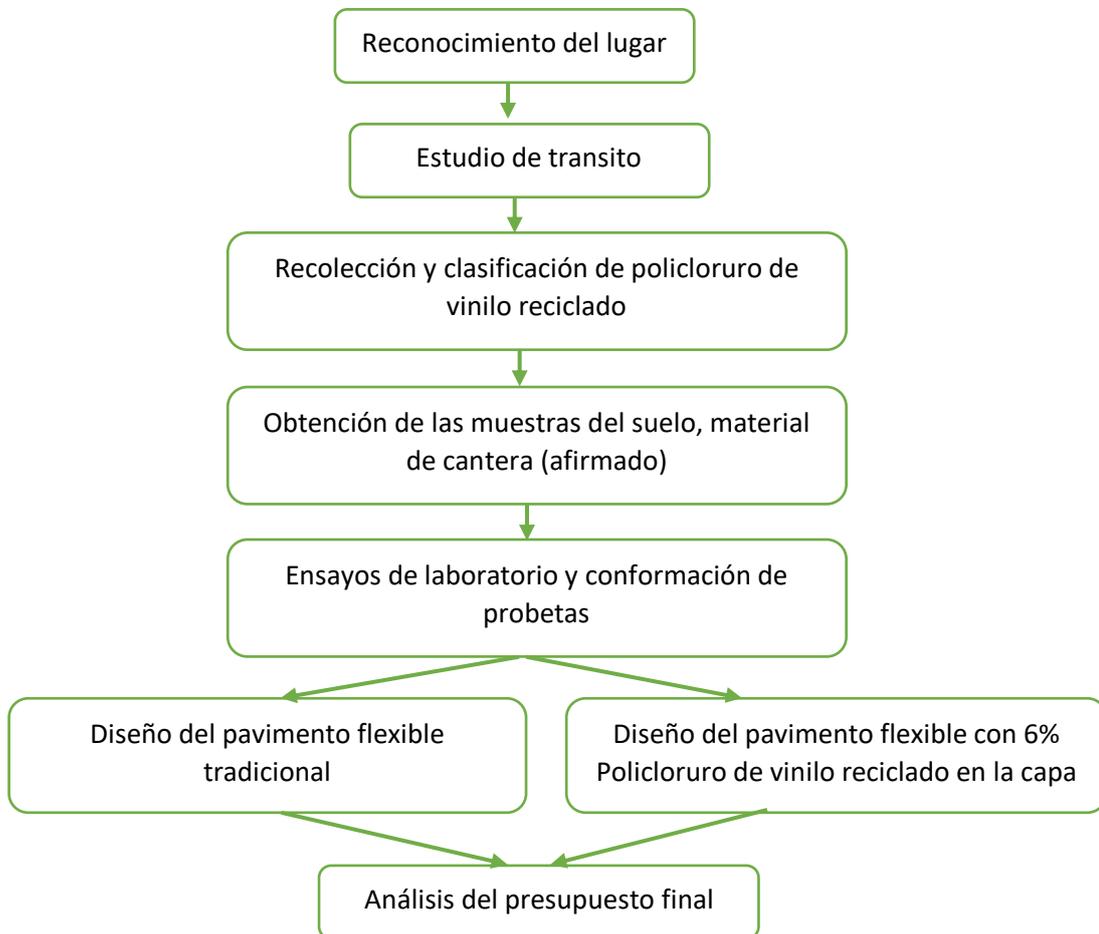


Figura 9. Organigrama de procedimientos de estudio. (Elaboración propia, 2020).

En cuanto al reconocimiento del lugar será mediante la observación iremos recopilando algunas informaciones necesarias para nuestro diseño del pavimento flexible, así mismo iremos registrando en una ficha de observación que será elaborada por nosotros, con la finalidad de contar los datos resultantes para nuestra investigación, ver figura 11.



Figura 10. Avenida Huáscar, Ingreso por la av. Cusco. (Elaboración propia, 2021).

Dentro del reconocimiento del lugar se encuentra la realización del estudio de tráfico que iremos desarrollando mediante el conteo de vehículos, en donde los registros obtenidos serán desde una ubicación estratégica y para este fin, nos apoyaremos de una ficha de registro o un plan de estudio vial, los resultados serán en cantidad total y clasificados por tipo de vehículos, este trabajo será realizado en un tiempo determinado de 7 días continuos, como podemos apreciar en la figura 10 y figura 11.

Tramo de la carretera:		Avenida Huascar																	Estación	Mercado paradiita
Sentido		← Ambos sentidos →																	Día	Domingo
Ubicación		Jicamarca																	Fecha	11/04/2021

Hora	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS				MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				Total	%
			PICKUP 	PANEL 	RURAL Combi 	2 E 		3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S1/2S2 	2S3 	3S1/3S2 	≥3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 			
00-01	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0.5%
01-02	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0.1%
02-03	1	0	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1.0%
03-04	8	6	4	1	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	2.5%
04-05	4	0	10	7	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	3.1%
05-06	13	4	8	8	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	4.7%
06-07	24	8	12	4	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63	5.8%
07-08	23	1	11	5	17	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	5.5%
08-09	22	1	8	3	14	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	4.7%
09-10	21	1	6	0	22	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	51	4.7%
10-11	13	1	9	8	24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56	5.2%
11-12	18	2	8	6	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	52	4.8%
12-13	15	4	4	0	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	3.7%
13-14	25	2	9	0	24	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	62	5.8%
14-15	8	1	10	3	32	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	5.1%
15-16	20	6	8	0	20	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	5.1%
16-17	11	2	15	4	31	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64	5.9%
17-18	47	4	5	2	14	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74	6.9%
18-19	29	5	8	3	12	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	59	5.5%
19-20	41	1	8	1	18	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	71	6.6%
20-21	36	2	4	1	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	5.1%
21-22	27	1	8	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43	4.0%
22-23	17	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1.8%
23-00	19	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	1.9%
Total	443	57	160	62	333	10	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1078	100.0%
%	41.1%	5.3%	14.8%	5.8%	30.9%	0.9%	0.8%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	

Figura 11. Ficha de observación diaria. (Elaboración propia, 2021).



Figura 12. Conteo vehicular en la av. Huáscar - Jicamarca. (Elaboración propia, 2021).

La obtención del policloruro de vinilo reciclado será mediante la empresa recicladora Afac Perú, cuyo material reciclado es proveniente de las tuberías recicladas para uso de redes de agua potable y de las redes sanitarias e incluso provenientes de los protectores o aislamientos de cables eléctricos, el diámetro de trituración que se va adquirir para realizar los ensayos de laboratorio, deberán ser menores o igual a la malla N° 100, este diámetro es optada a criterio propio para el mejor desempeño de nuestras combinaciones con el material de cantera y obtener mejores resultados.

El material reciclado de policloruro de vinilo que se obtendrá, tendrá que ser clasificado según la procedencia para verificar con que material de desecho viene acompañado y por tanto tendrá que pasar por una limpieza con la finalidad de estar libres de sustancias inapropiadas que no afecten a sus propiedades naturales y sean eficientes para el ensayo de laboratorio.



Figura 13. Policloruro de vinilo reciclado pasante final por el tamiz N°100. (Elaboración propia, 2021).

En cuanto a sus propiedades mecánicas, físicas y químicas del policloruro de vinilo reciclado, hemos establecido intervalos estándares según la bibliografía obtenida de las empresas Elaplas S.A. Molecor S.A.C. Coplastic S.R.L. Estas empresas se encuentran especializadas en la comercialización y fabricación de tuberías, así como también de los accesorios de policloruro de vinilo.

Tabla 11

Propiedades del policloruro de vinilo (PVC) reciclado.

Propiedades del PVC		Eurotubo S.A.C.	Tigre Perú S.A.C	Kinduit S.A.C
Físicas	Peso específico	1.46 gr/cm ³ a 25° C	1.43 gr/cm ³ a 25° C	1.44 gr/cm ³ a 25° C
	Absorción de agua	< 40 gr/m ²	< 40 gr/m ²	< 40 gr/m ²

Químicas	Resistencia ácidos	Excelente	---	Excelente
	Resistencia álcalis	Excelente	---	Excelente
Mecánicas	Tensión de diseño	100 kg/cm ²	100 kg/cm ²	100 kg/cm ²
	Resistencia a la tracción	500 kg/cm ²	500 kg/cm ²	400 – 560 kg/cm ²
	Resistencia a la compresión	610 – 650 kg/cm ²	610 – 650 kg/cm ²	610 – 650 kg/cm ²

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Para la obtención de las muestras representativas de la Subrasante y obtención de datos lo realizaremos mediante calicatas a cielo abierto, con el apoyo de una ficha de registro iremos anotando algunos datos mediante la observación, datos como la Identificación de la calicata, ubicación, el espesor de cada estrato del subsuelo, así como las características de gradación, el estado de comportamiento u otras características. La cantidad de calicatas que realizaremos será dependiendo de los resultados de la IMDA o del tipo de carretera según nos menciona el manual de carreteras y a una profundidad mínima de 1.50 m.



Figura 14. Primera calicata en la zona de la av. Huáscar. (Elaboración propia, 2021).

Para la obtención de la muestra del material granular será de la cantera del distrito de San Antonio de Chaclla, que se encuentra a la altura de la avenida Cuzco. La muestra representativa extraída lo transportaremos en costales hasta el laboratorio de suelos para su respectivo estudio de mecánica de suelos.



Figura 15. Cantera minera de San Antonio de Jicamarca. (Google Earth, 2020).



Figura 16. Obtención de la muestra, material granular. (Elaboración propia, 2021).

Mediante los ensayos de laboratorio determinaremos la naturaleza y sus respectivas propiedades mecánicas del material tanto para el suelo propio del terreno y de las muestras extraídas del material de la cantera, en este sentido, para cada tipo de muestra se someterán a los ensayos de mecánica de suelos de laboratorio y con el fin de asegurar la correcta evaluación, realizaremos 3 números de ensayos o repeticiones por suelo como se menciona en nuestro indicador de Operacionalización de variable. Cuyos ensayos de caracterización serán los siguientes a realizar.

Tabla 12

Ensayos sobre la estructura del pavimento flexible.

Ensayos de laboratorio	Subrasante	Afirmado	Material granular con adición de policloruro de vinilo reciclado	Normativa
Análisis granulométricos de suelos por tamizados	SI	SI	NO	Norma MTC E 107-2008 MTC E 204-2008
Ensayo valor de relación de soporte (CBR)	SI	SI	SI	Norma MTC E 132-2008
Ensayo Próctor modificado	SI	SI	SI	Norma MTC E 115-2008

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

continuyendo con el proceso de las etapas del proyecto, se realizarán algunas conformaciones de probetas para el análisis, en caso para el ensayo Proctor

modificado se conformará probetas de 6” de diámetro y 5” de altura, en donde se adicionará el policloruro de vinilo reciclado al 0%, 3% y 6%. Para el tema de las cantidades del material lo tomaremos a criterio propio ya que si existe algún inconveniente lo iremos modificando para este proceso experimental, estas cantidades están tomadas en gramos por ser la unidad estándar de laboratorio.

Tabla 13

Ensayo de Proctor modificado con adición del policloruro de vinilo reciclado.

% Adición	Cantidad por unidad de probeta.			Totales	
	Material granular (gr.)	Policloruro de vinilo reciclado (gr.)	Nro de probetas	Material Granular (gr.)	Policloruro de vinilo reciclado (gr.)
0%	5000	0	4	20000	0
3%	5000	150	4	20000	600
6%	5000	300	4	20000	1200
Total	15000	450	12	60000	1800

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

De la misma manera, emplearemos la misma técnica para determinar el índice de CBR del material granular con adición de policloruro de vinilo reciclado, pasaremos a conformar probetas de 6” de diámetro y 7” de altura con la inclusión del policloruro de vinilo reciclado al 0%, 3% y 6%, cada uno de estas probetas serán conformadas con el óptimo contenido de humedad, a continuación, detallamos estas cantidades en relación a los materiales.

Tabla 14*Ensayo del CBR con adición del policloruro de vinilo reciclado.*

Adición %	Cantidad por unidad de probeta.			Totales	
	Material granular (gr.)	Policloruro de vinilo reciclado (gr.)	Nro de probetas	Material Granular (gr.)	Policloruro de vinilo reciclado (gr.)
0%	5000	0	3	15000	0
3%	5000	150	3	15000	450
6%	5000	300	3	15000	900
Total	15000	450	9	45000	1350

Fuente: (Elaboración propia, 2020).

Una vez realizada la conformación de probetas, el laboratorio procederá a realizar los ensayos pertinentes para determinar el comportamiento del material extraído de la cantera junto a la inclusión del policloruro de vinilo reciclado, de esta manera podremos obtener la resistencia al punzonamiento y la resistencia al desgaste.

Una vez realizado los procedimientos anteriores, pasaremos a diseñar el pavimento flexible mediante los volúmenes determinados en el Índice Medio Diario Anual (IMDA) a través de la fórmula.

$$IMD = IMD_s \times FC_m$$

$$IMD_s = \frac{\sum(VI+V_S+V_d)}{7}$$

En donde:

IMD_s: Es la determinación del promedio de la semana de toda la cantidad clasificada.

FC_m: Es un factor de corrección que está en función del mes que se desarrolla mediante el aforo.

V_i: Es la cantidad clasificada por día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

V_m : Es la cantidad clasificada por días no laborales, está incluido los días sábados (V_s) y los días domingos (V_d).

Seguidamente debemos de calcular el número de repeticiones de ejes equivalentes para un periodo de 20 años a través de la siguiente fórmula.

$$N^{\circ} \text{ rep de EE}_{8.2 \text{ tn}} = \sum [EE_{\text{día-carril}} \times Fca \times 365]$$

En donde:

$EE_{\text{día-carril}}$: Estos son los ejes equivalentes por cada tipo de vehículo pesado.

Fca : Esta variable hace referencia al factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado.

Seguidamente obtendremos los cálculos de los espesores de diseño, si no antes haber determinado el número estructural, estos espesores estarán conformado por capas de subbase granular, base granular modificada con el policloruro de vinilo reciclado y la capa asfáltica lo determinaremos mediante la siguiente fórmula:

$$SN = \sum_{i=1} a_i D_i m_i$$

A_i : coeficiente de la capa, en función de las propiedades de los materiales

D_i : Espesores

M_i : Coeficientes de drenaje

3.6. Método de análisis de datos

Según Sánchez C., Reyes R., & Mejía S. (2018) Nos indican que: El método de análisis de datos es una parte del proceso acerca de la investigación que se está realizando con la finalidad de organizar toda la información recogida,

para posteriormente ser posible el tratamiento del análisis, describir, caracterizar e interpretar la data. Este análisis puede ser de forma cualitativa, cuantitativo o ambos procedimientos.

Para nuestra investigación del diseño de la infraestructura vial hacemos uso del método experimental porque procesamos los datos obtenidos de los ensayos de mecánica de suelos, además haremos la síntesis de los datos que será elaborado con programas técnicos tales como: los Softwares de AutoCAD civil 3d, AutoCAD, S10 costos y presupuestos, ms Project y hojas de Ms. Excel. A si determinaremos finalmente el mejor desarrollo para nuestro proyecto, incluyendo la estabilización de la capa base con el policloruro de vinilo reciclado dentro de nuestra estructura del pavimento flexible.

3.7. Aspectos éticos

Uno de los aspectos éticos fundamentales, es que todos los autores utilizados están referenciados respetando sus ideas y concepciones a través del parafraseo y síntesis. Se está respetando estrictamente los datos identificados en el trabajo de campo, de tal manera son tratados los resultados que se presentan producto de la investigación que son válidos y certeros.

Hacemos mención de la Ley N° 30220. Ley universitaria, decreto legislativo N° 822 y su modificación Ley N° 30276. Ley sobre el derecho del autor.

IV. RESULTADOS

Sub rasante

Análisis granulométrico por tamizado para la sub rasante. En la tabla 15 y la tabla 16, presentamos los datos granulométricos obtenidos por los respectivos ensayos de nuestra muestra de suelo, estas muestras fueron obtenidos de las dos calicatas realizadas en la av. Huáscar – Jicamarca, y como apoyo presentamos las curvas granulométricas en la figura 17 y figura 18 para una mejor interpretación de los datos, el desarrollo de los ensayos estuvo a cargo del laboratorio geotécnico JCH SAC, cuyos resultados se los presentamos a continuación:

Tabla 15

Granulometría de la sub rasante, calicata I.

Tamiz	Abertura (mm)	Muestra calicata I		
		Peso Ret. (gr)	Ret. (%)	Pasa (%)
3"	76.200	0.00	0.0	100.0
2"	50.800	123.20	5.0	95.0
1 1/2"	38.100	176.00	7.1	87.9
1"	25.400	249.60	10.1	77.9
3/4"	19.050	167.40	6.8	71.1
3/8"	9.525	328.10	13.2	57.9
N° 4	4.760	256.60	10.4	47.5
N° 10	2.000	240.40	9.7	37.8
N° 20	0.840	214.80	8.7	29.2
N° 40	0.425	165.70	6.7	22.5
N° 60	0.260	113.20	4.6	17.9
N° 140	0.106	131.80	5.3	12.6
N° 200	0.074	27.20	1.1	11.5
Base		284.90	11.5	0.0
Total		2478.9	100.00	

Fuente: (Laboratorio geotécnico JCH SAC, 2021)

Por los datos obtenidos del laboratorio geotécnico JCH SAC, en cuanto a nuestra tabla 15, nos menciona que el porcentaje retenido entre las mallas N° 4 y de 3", pertenecen a un material gravoso cuyo resultado retenido es de 52.4 %. Mientras el material retenido entre las mallas N° 200 y N° 4, pertenecen a un material arenoso cuyo resultado retenido es de 36.1%, y por último el material pasante a la malla N° 200, representan a un material fino, cuyo resultado final dan a un 11.5%. No

presentan límite líquido y límite plástico, por lo tanto, el límite de consistencia es cero.

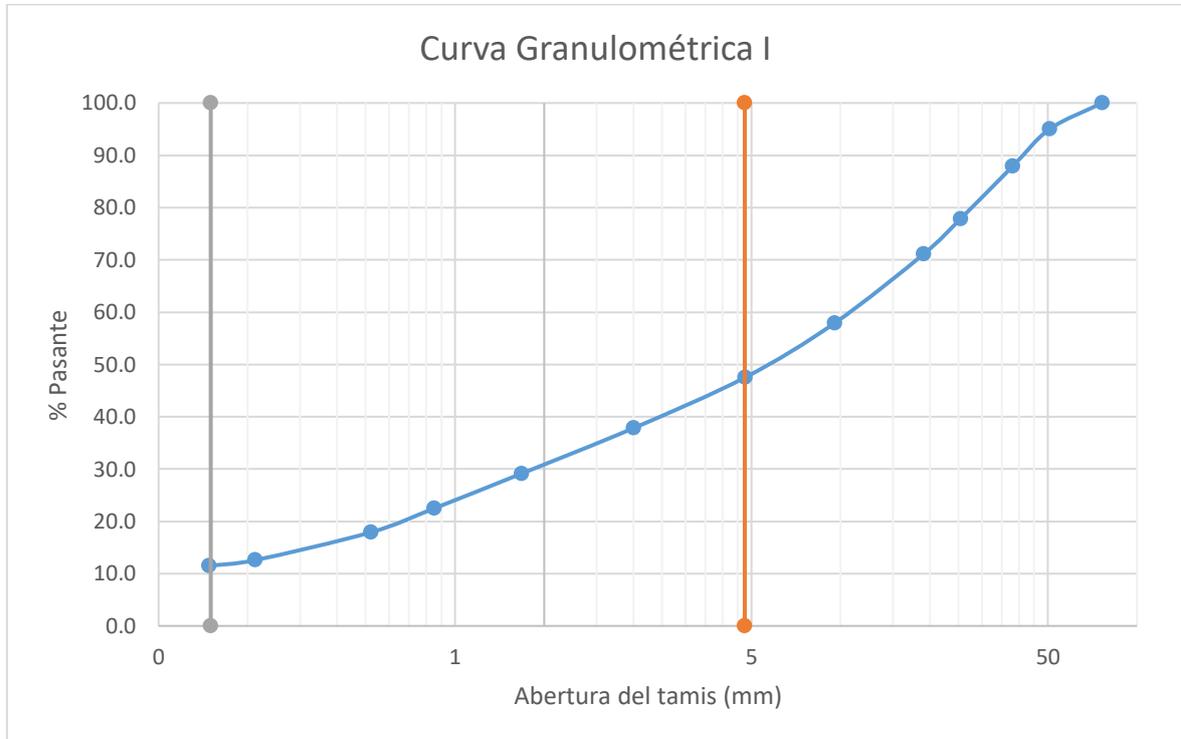


Figura 17. Curva granulométrica de la calicata I. (Elaboración propia, 2021).

Dentro de la figura 17, podemos observar que la línea de color naranja representa el límite de los que separa a las gravas de las arenas, por lo tanto, a partir de la línea naranja, (malla N° 4 o de abertura de 4.75 mm.) hacia la derecha **está** representado por la cantidad de gravas en un 52.4% y de la línea naranja hacia la izquierda nos separa los grupos de arena en un 36.1%, del mismo modo, la línea gris (malla N° 200 o de abertura de 0.075 mm.) es el límite de los que separan a las arenas de los finos, por lo tanto, a partir de la línea gris hacia la izquierda son pertenecientes a los finos en una menor cantidad de 11.5%, casi poco apreciable en nuestra figura 17.

Tabla 16*Granulometría de la sub rasante, calicata II.*

Tamiz	Abertura (mm)	Muestra calicata II		
		Peso Ret. (gr)	Ret. (%)	Pasa (%)
3"	76.200	0.00	0.0	100.0
2"	50.800	390.40	12.0	88.0
1 1/2"	38.100	166.50	5.1	82.8
1"	25.400	408.80	12.6	70.2
3/4"	19.050	180.90	5.6	64.6
3/8"	9.525	285.40	8.8	55.8
N° 4	4.760	226.50	7.0	48.9
N° 10	2.000	320.50	9.9	39.0
N° 20	0.840	359.50	11.1	27.9
N° 40	0.425	272.10	8.4	19.5
N° 60	0.260	180.70	5.6	13.9
N° 140	0.106	156.20	4.8	9.1
N° 200	0.074	29.20	0.9	8.2
-200		266.10	8.2	0.0
Total		3242.8	100.00	

Fuente: Laboratorio geotécnico JCH SAC. (Elaboración propia, 2021).

Por los datos obtenidos del laboratorio geotécnico JCH SAC, en cuanto a nuestra tabla 16, nos menciona que el porcentaje retenido entre las mallas N° 4 y de 3", pertenecen a un material gravoso cuyo resultado retenido es de 51.1%. Mientras el material retenido entre las mallas N° 200 y N° 4, pertenecen a un material arenoso cuyo resultado retenido es de 40.7%, y por último el material pasante a la malla N° 200, representan a un material fino, cuyo resultado final dan a un 8.2%. No presentan límite líquido y límite plástico, por lo tanto, el límite de consistencia es cero.

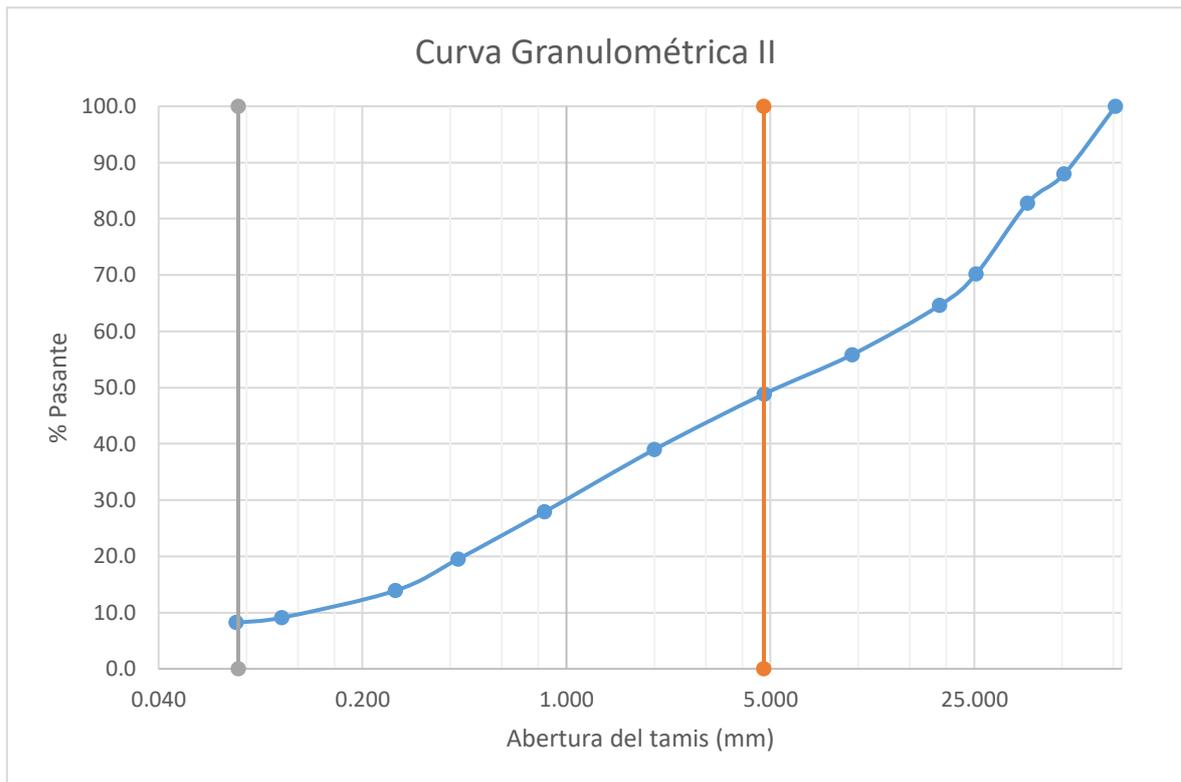


Figura 18. Curva granulométrica de la calicata II. (Elaboración propia, 2021).

Dentro de la figura 18, podemos observar que la línea de color naranja representa como el límite de los que separa a las gravas de las arenas, por lo tanto, a partir de la línea naranja, (malla N° 4 o de abertura de 4.75 mm.) hacia la derecha, está representado por la cantidad de gravas en un 51.1% y de la línea naranja hacia la izquierda nos separa los grupos de arena en un 40.7%, del mismo modo, la línea gris (malla N° 200 o de abertura de 0.075 mm.) es el límite de los que separan a las arenas de los finos, por lo tanto, a partir de la línea gris hacia la izquierda son pertenecientes a los finos en una menor cantidad de 8.2%, casi poco apreciable en la figura 18.

En cuanto a los resultados del Proctor modificado recibidos por el laboratorio Geotécnico JCH SAC, se determinó que el promedio de la máxima densidad seca es igual a 2.269 gr/cm³, teniendo como resultados de ensayo para la muestra I 2.272 gr/cm³ y para la muestra II en un 2.266 gr/cm³. Mientras que el promedio del óptimo contenido de humedad es igual a 7.15%, teniendo como resultados de

ensayo para la muestra I en un 7.20% y para la muestra II en un 7.10%. Cuyos resultados se encuentran muy cercanos del uno al otro, como se puede observar en la tabla 17.

Tabla 17

Ensayos de Proctor modificado sin policloruro de vinilo reciclado.

Muestra	PVC Retenido (%)	Máxima densidad seca (gr/cc)	Optimo contenido de H. (%)
I	0	2.272	7.2
II	0	2.266	7.1
Promedio	0	2.269	7.15

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

En cuanto al resultado de los ensayos de CBR requerido por el EG-2013 para la conformación de nuestra capa sub base, nos muestra que los resultados obtenidos por el Laboratorio Geotécnico JCH SAC, llegan hacer superiores como se muestra en la tabla 18, por lo tanto, es considerado como material apto para la conformación de nuestra capa sub base de la avenida Huáscar – Jicamarca, en cuanto a los resultados de la propiedad del Valor Relativo de Soporte, pero como todas las propiedades trabajan en conjunto, bastaría que una sola propiedad no cumpla con el requerimiento mínimo que establece la EG-2013, para que el material no se apto para la conformación de nuestra capa sub base (granulometría, CBR, Proctor modificado), en nuestro caso las propiedades ensayadas por el Laboratorio Geotécnico JCH SAC, en sus resultados nos muestran que si cumplen con el requerimiento mínimo establecido por el EG-2013, para la conformación de nuestra capa sub base, dicho esto el valor promedio de nuestro CBR fue de 50.75% en 56 golpes entre la variación de los valores de 51.40% y 50.10%.

Tabla 18

Ensayo del Valor relativo de soporte (CBR), sin policloruro de vinilo reciclado.

Muestra	N° de golpes			Policloruro de vinilo Rec. (%)
	10	25	56	
I	32.10	43.40	51.40	0.00
II	31.30	42.30	50.10	0.00
Promedio	31.70	42.85	50.75	0.00

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Tabla 19

Categorías de la sub rasante.

Categorías	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%

Fuente: Esta tabla muestra las características de la subrasante dividiéndola en seis categorías. (Manual de carreteras suelos geología, geotecnia y pavimentos, 2014).

En resumen, en la tabla 20 se puede observar que en cuanto a la metodología SUCS el material que más predominó de la sub rasante fueron los suelos gravosos con poco o nada de partículas finas, siendo en la calicata I un suelo bien gradado con limo (GW-GM) y de la calicata II suelo pobremente gradado con limo (GP-GM), y en cuanto a la metodología AASHTO, en ambas calicatas se determinaron suelos con predominio de gravas, con o sin material fino bien graduado, siendo la clasificación (A-1-a (0)).

Tabla 20*Resumen de las propiedades de la subrasante.*

Sector	Progresiva	Calicata	Límite de consistencia		Humedad Natural %	Clasificación		Proctor modificado		C.B. R. 0.1" 100 % MDS
			L.L.	L.P.		SUCS	AASH TO	MDS (g/cm ³)	OCH (%)	
I	00+200 Km	C-01	NP	NP	2.3	GW-GM	A-1-a (0)	2.272	7.2	51.4
II	00+900 Km	C-02	NP	NP	1.5	GP-GM	A-1-a (0)	2.266	7.1	50.1

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

La tabla 20, nos muestra los valores de humedad natural de cada una de nuestras muestras ensayadas, cuyos valores son de 2.3% y 1.5%, estas muestras no presentan plasticidad. Del ensayo Próctor modificado se pudo determinar de la máxima densidad seca (MDS) que los valores variaron de 2.272 gr/cm³ a 2.266 gr/cm³, obteniendo un promedio de 2.269 gr/cm³. Así como también, de los resultados del CBR al 100% y a una penetración de 0.1" los valores variaron de 51.4% a 50.1% siendo en promedio de 50.75%.

En la figura 19, podemos observar los valores del CBR a 0.1" de penetración y a un 100% de la MDS de nuestras dos muestras, estos datos varían de un 51.4% a un 50.1%. dado que las muestras obtenidas de la sub rasante presentan características homogéneas, así como los valores al 100% del CBR respecto a la MDS siendo casi similares en ambos sectores homogéneos, estos datos han sido promediados y como resultado obtuvimos un 50.75%, entonces de acuerdo a la tabla 15, ambas de nuestras muestras estarían dentro de la categoría S₅ (sub rasante excelente) por que el CBR es mayor que el 30%.

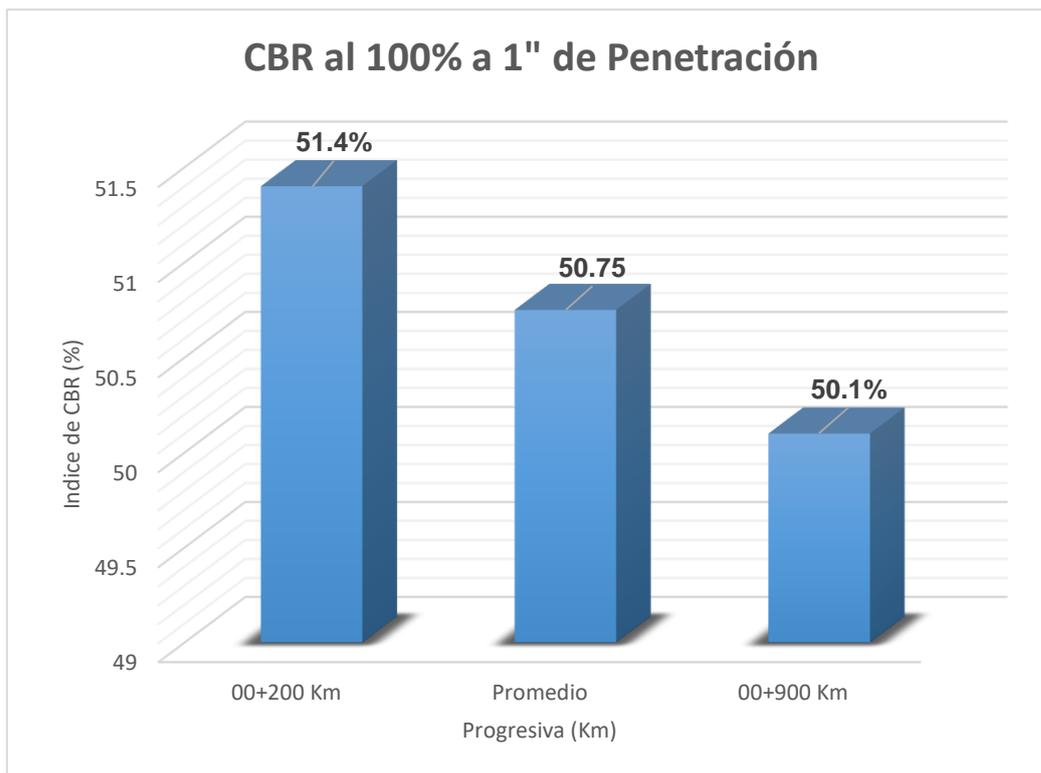


Figura 19. Resultado del CBR de la sub rasante. (Elaboración propia, 2021).

Afirmado de cantera

Análisis granulométrico por tamizado para el afirmado. En la tabla 21, presentamos los valores granulométricos obtenidos por los respectivos ensayos realizado en el Laboratorio Geotécnico JCH SAC, esta muestra fue obtenido inmediatamente después de su descarga en la av. Huáscar, procedente de la cantera de Jicamarca, de esta manera, presentamos también la curva granulométrica en la figura 20.

Tabla 21

Granulometría del afirmado.

Tamiz	Abertura (mm)	Peso Ret. (gr)	Ret. (%)	Pasa (%)
3"	76.200	--	--	100.0
2"	50.800	--	--	100.0
1 1/2"	38.100	177.30	10.2	89.8
1"	25.400	432.00	24.8	65.0
3/4"	19.050	212.40	12.2	52.8
3/8"	9.525	22.50	1.3	51.5

N° 4	4.760	2.80	0.2	51.4
N° 10	2.000	162.70	9.3	42.0
N° 20	0.840	170.30	9.8	32.3
N° 40	0.425	117.20	6.7	25.5
N° 60	0.260	81.00	4.6	20.9
N° 140	0.106	103.30	5.9	15.0
N° 200	0.074	24.40	1.4	13.6
-200		236.30	13.6	0.0
Total		1742.2	100.00	

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

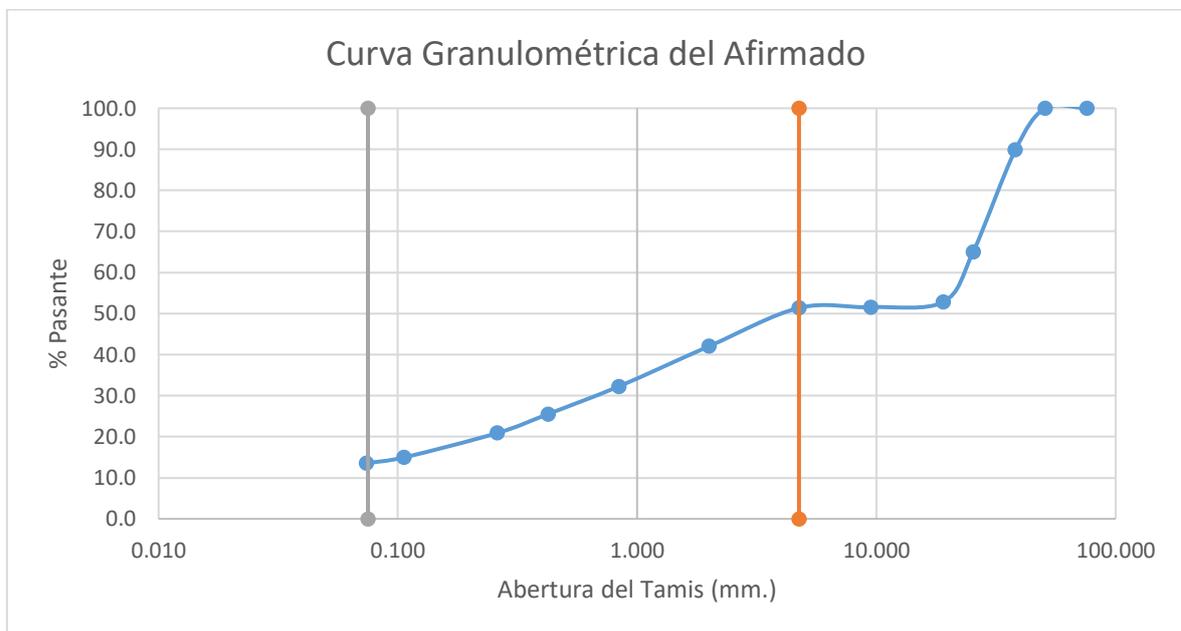


Figura 20. Curva granulométrica del afirmado. (Elaboración propia, 2021).

En la figura 20, podemos observar que la línea de color naranja representa como el límite de los que separa a las gravas de las arenas, por lo tanto, a partir de la línea naranja, (malla N° 4 o de abertura de 4.75 mm.) hacia la derecha, está representado por la cantidad de gravas en un 48.7% y de la línea naranja hacia la izquierda nos separa los grupos de arena en un 37.7%, del mismo modo, la línea gris (malla N° 200 o de abertura de 0.075 mm.) es el límite de los que separan a las arenas de los finos, por lo tanto, a partir de la línea gris hacia la izquierda son pertenecientes a los finos en una menor cantidad de 13.6, casi poco apreciable.

Tabla 22*Resumen de las propiedades del afirmado.*

Ensayos de laboratorio		Resultado
Análisis granulométrico	% de grava	48.7
	% de arena	37.7
	% de finos	13.6
Clasificación	SUCS	GM
	AASHTO	A-1-a (0)
Límites de consistencia	Límite líquido (%)	NP
	Límite plástico (%)	NP
	Índice de plasticidad (%)	NP
Humedad natural		4.40
Próctor modificado	Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.256
	Óptimo contenido de Humedad (%)	5.50
CBR 0.1" de penetración	CBR al 100% de MDS	75.1
	CBR al 95% de MDS	58.5

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

En la tabla 22, nos muestra el valor de humedad natural de nuestra muestra ensayada, cuyo resultado fue de 4.40%, el afirmado no presenta plasticidad, tiene una clasificación SUCS de GM (Grava limosa) y clasificación AASHTO de A-1-a (0). En cuanto al ensayo de Próctor modificado se pudo determinar que la máxima densidad seca (MDS) obtuvo un resultado de 2.243 gr/cm³ y cuyo óptimo contenido de humedad fue de 6.0%. también nos presenta el resultado del CBR al 100% de la MDS y a una penetración de 0.1" cuyo valor dio como resultado de 75.10%.

Ensayos con la adición del policloruro de vinilo reciclado

Los análisis para el ensayo de nuestro material afirmado con adición del policloruro de vinilo reciclado, para la capa sub base fueron ensayados en el Laboratorio Geotécnico JCH SAC, estos estudios fueron con la adición al 0%, 3%, y 6% con la finalidad de encontrar el mejor porcentaje que nos ayude a mejorar nuestra estructura del pavimento flexible, además que sea posible la disminución del presupuesto de ejecución y cumpla con el tiempo de diseño.

Ensayo de Proctor Modificado

En la tabla 23, hemos agrupado los resultados del ensayo Próctor Modificado. Para obtener un mejor análisis acerca de los resultados.

Tabla 23

Máxima Densidad Seca y Óptimo Contenido de Humedad.

Cantera Jicamarca	% de Policloruro de vinilo reciclado		
	0%	3%	6%
Máxima densidad seca (g/cm ³)	2.256	2.246	2.206
Óptimo cont. De humedad (%)	5.50	6.20	8.40

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

En la figura 21, se puede observar las curvas que se forman para cada propiedad al adicionar el policloruro de vinilo reciclado en nuestro afirmado obtenido de la cantera. En cuanto a nuestra máxima densidad seca del afirmado es de 2. 256 g/cm³, pero notamos que este valor va disminuyendo cuando el porcentaje del policloruro de vinilo reciclado va incrementando en 3% y 6%, cuyos valores de densidad son 2.246 g/cm³ y 2.206g/cm³, respectivamente. Podemos notar que el policloruro de vinilo reciclado tiene menos densidad que el material obtenido de la cantera, entonces que, al ocupar los espacios del material granular, la densidad va descendiendo.

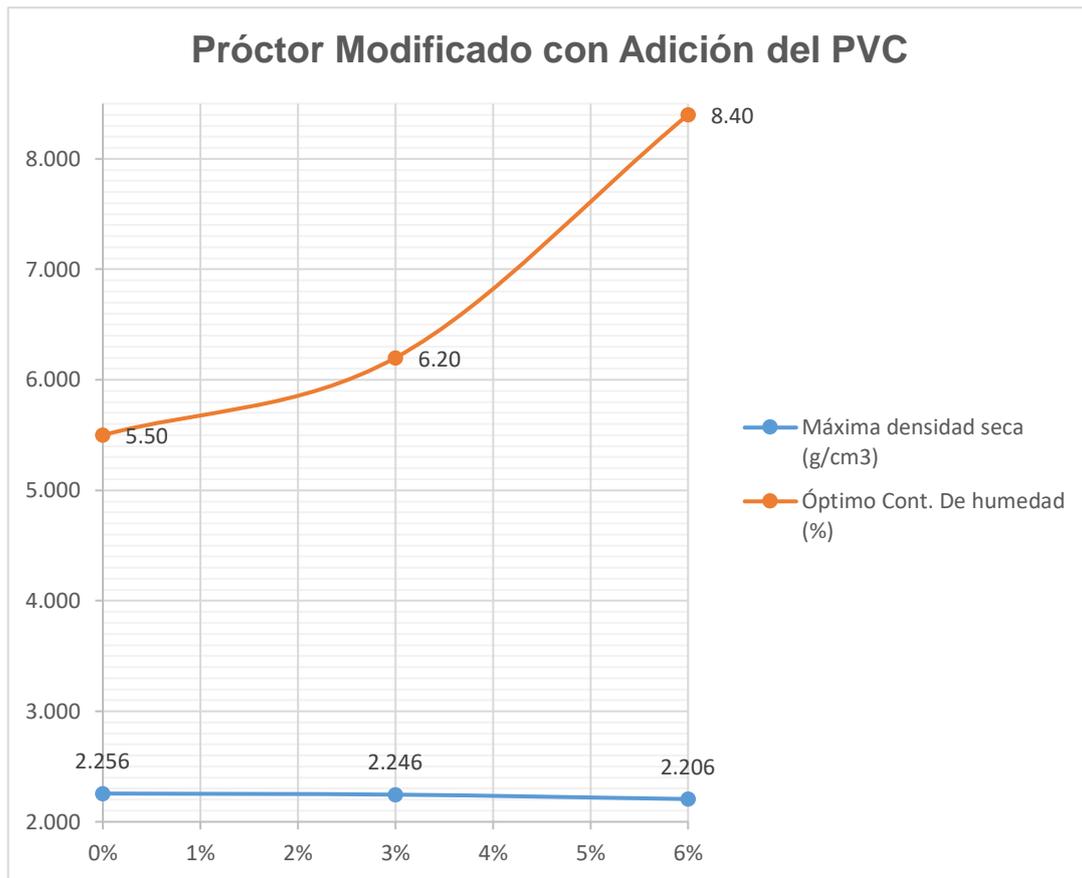


Figura 21. Curvas de ensayos del Proctor modificado con adición de policloruro de vinilo reciclado. (Elaboración propia, 2021).

En la misma figura 21, podemos observar que el óptimo contenido de humedad es totalmente diferente a la máxima densidad seca, ya que mientras esta propiedad iba en descenso, el óptimo contenido de humedad va en forma ascendente respecto al incremento de porcentaje del policloruro de vinilo reciclado. Así mismo, para un 0% de PVC el óptimo contenido de humedad llegó a un 5.50 g/cm³ y fue aumentando gradualmente para un 3% y 6%, en valores de 6.20% y 8.40% del óptimo contenido de humedad. Esto se debe a que el factor que interviene para este incremento es la textura del policloruro de vinilo reciclado, en este sentido, según Saravia Alvarez & Vejarano Ferrer (2019), al tener las superficies lisas respecto a los lados del policloruro de vinilo reciclado, hacen que el material resvale y pueda acomodarse, obteniendo mejor resultado al adicionar agua, ya que, al obtener el suelo mayor humedad, le permitirá mejor adherencia con el policloruro de vinilo reciclado.

Ensayo de valor relativo de soporte (CBR)

En la tabla 24, hemos agrupado los resultados de los ensayos del CBR según el grado de compactación. Para obtener mejor análisis acerca de los resultados de la densidad seca y su relación respecto al CBR.

Tabla 24

Resumen de los ensayos de CBR con adición del policloruro de vinilo reciclado.

Cantera Jicamarca		% de Policloruro de Vinilo Reciclado		
Propiedad	N° de golpes	0%	3%	6%
Densidad seca (g/cm ³)	10.00	2.120	2.111	2.104
	25.00	2.200	2.193	2.185
	56.00	2.265	2.258	2.250
CBR (%)	10.00	49.00	54.50	59.30
	25.00	67.50	75.00	81.70
	56.00	75.10	83.40	90.90

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

En la figura 22, podemos observar la agrupación de barras en tres colores distintos que relacionan la densidad seca con el porcentaje de la adición del policloruro de vinilo reciclado, el color celeste identifica a un grado de compactación a los 10 golpes, el color naranja a los 25 golpes y el color gris a los 56 golpes del material granular. Entonces, de la figura 22 se puede observar que en cada grupo empezando desde el 0% de adición del policloruro de vinilo reciclado va en disminución hasta el último porcentaje de la adición, mientras mayor sea el porcentaje de la adición de policloruro de vinilo reciclado, la densidad seca del material irá descendiendo, esto se debe a que la densidad del policloruro de vinilo reciclado es menor que la densidad del material de la cantera.

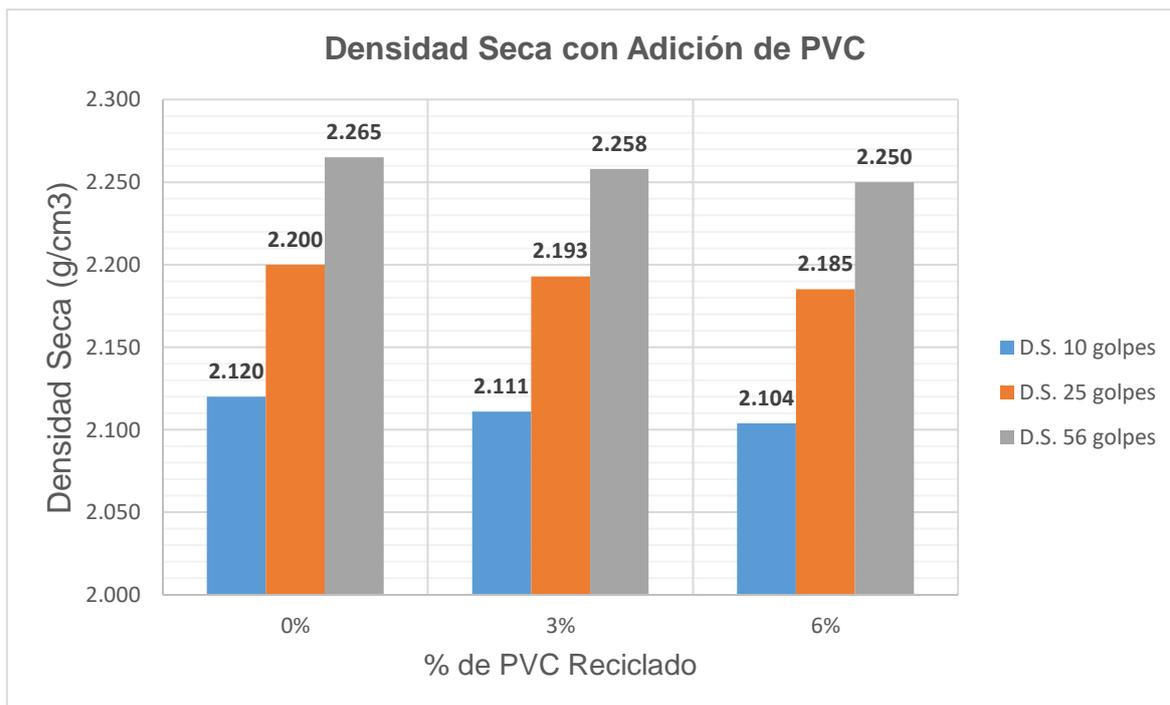


Figura 22. Densidad seca del afirmado con adición del policloruro de vinilo reciclado. (Elaboración propia, 2021).

En la figura 23, se observa la influencia de la adición del policloruro de vinilo reciclado, sobre índice de CBR de nuestro material granular de la cantera de Jicamarca, así mismo, observamos que en cada grado de compactación hay un cambio positivo en nuestro índice de CBR, el color celeste representa a los 10 golpes de compactación, el color naranja a los 25 golpes y el color gris a los 56 golpes. Se puede observar que el color celeste en cada grupo va ascendiendo su valor de índice de CBR, en cuanto se va adicionando un mayor porcentaje de policloruro de vinilo reciclado, de la misma forma sucede con el color naranja y el color gris. Siendo para las barras de color celeste, el 6% mayor adición de policloruro de vinilo reciclado y con un aumento de índice de CBR hasta 10.3% respecto a la diferencia de nuestra muestra patrón.

Del mismo modo podemos observar que las barras de color naranja van incrementando el valor del índice de CBR, en cuanto se va adicionando el policloruro de vinilo reciclado en los porcentajes de 3% y 6%, siendo el valor de 6%

la mayor adición, podemos observar que logra aumentar hasta un 14.2% respecto a nuestra muestra patrón a los 25 golpes de compactación.

En cuanto a las barras grises que representan los 56 golpes de compactación, muestran valores que van en forma ascendente para el valor relativo de soporte (CBR), para una adición de policloruro de vinilo reciclado de 3% y 6% aumentó considerablemente hasta un 8.3% y 15.8% respecto a nuestra muestra patrón. De tal manera que mejora la estructura de nuestro pavimento flexible.

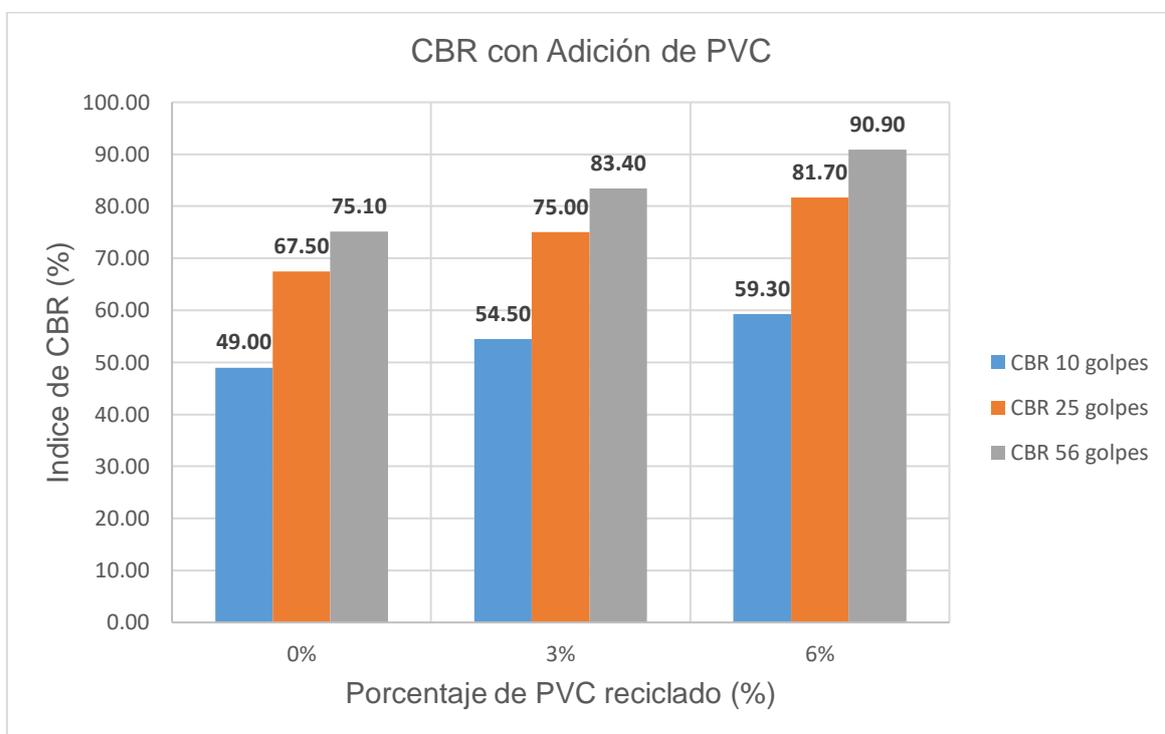


Figura 23. Porcentaje del CBR con adición del policloruro de vinilo reciclado. (Elaboración propia, 2021).

Entonces de la figura 22 y la figura 23, se observa la relación que existe, en cuanto la densidad seca y el índice de CBR, siendo el resultado a un 100% de la máxima densidad seca y a una penetración de 0.1" (carga), estos datos fueron obtenidos de los resultados del Laboratorio Geotécnico JCH SAC, para los valores obtenidos del ensayo Próctor modificado de nuestro material afirmado de la cantera y con la adición del policloruro de vinilo reciclado.

De la figura 24, hemos desarrollado unas barras que representan los valores de los índices de CBR a un 100% de la máxima densidad seca y a una penetración de carga a 0.1”, se puede precisar que con la adición del policloruro de vinilo para los porcentajes de 3% y 6%, existe un mejor índice de CBR siendo el máximo valor de 90.9%. Saravia Alvarez & Vejarano Ferrer, (2019) mencionaron que la utilización del policloruro de vinilo reciclado dentro del rango 2% y 4% es mas notorio la disminución de la máxima densidad seca, pero no perjudica en cuanto a la resistencia del material. Simplemente la reacción es que mientras la máxima densidad seca va en descenso, la resistencia del material va en un aumento considerable.

En consecuencia, queremos precisar que, para nuestra investigación, con un 6% de adición del policloruro de vinilo reciclado a nuestro material afirmado obtenido de la cantera de Jicamarca, nos permite obtener un material con mayor resistencia y a la vez más ligero, con un índice de CBR al 90.9%, de lo cual consideramos el uso correcto como capa base de nuestro diseño del pavimento flexible.

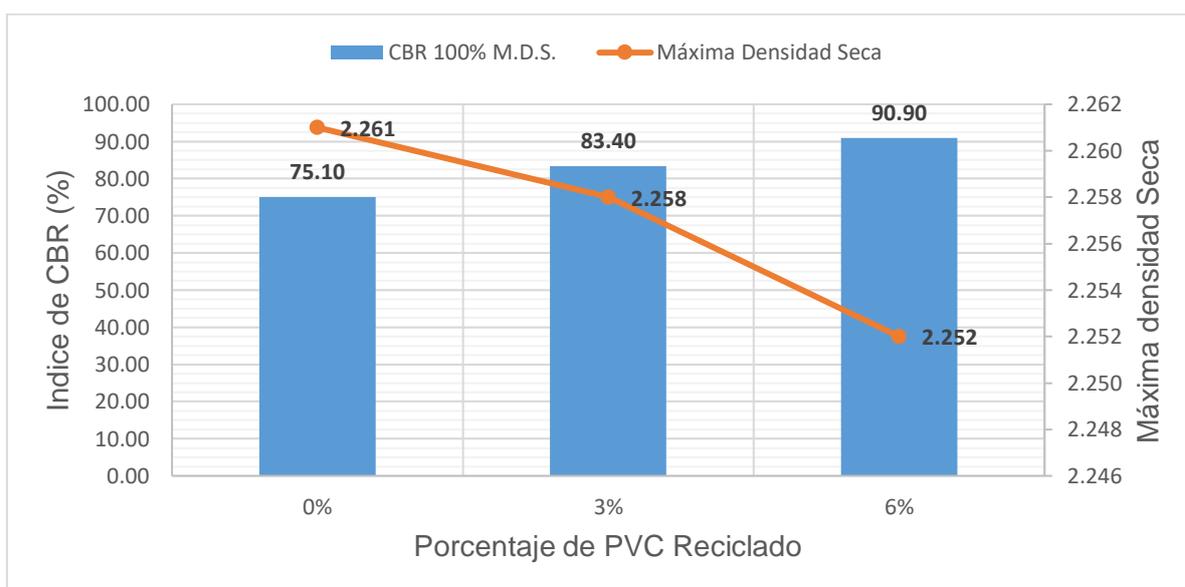


Figura 24. Variación del CBR respecto al porcentaje del PVC reciclado. (Elaboración propia, 2021).

Análisis de tráfico

En cuanto a nuestro estudio de tráfico fue desarrollado en base al Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos, dicho manual nos permitió usar la mayor información necesaria que requeríamos para nuestro tipo de tránsito que circula por nuestra avenida Huáscar – Jicamarca.

En la tabla 25, se puede describir el conteo de los vehículos que circulan por la avenida Huáscar – Jicamarca, donde llegamos a situarnos en el paradero de la paradita que está ubicado a 00+ 900 Km de dicha avenida, logramos contabilizar los vehículos pasantes durante 7 días empezando del día lunes 05 de abril hasta el día domingo 11 del mismo mes y del presente año. De esta manera pudimos obtener el volumen y la clasificación de los vehículos.

Tabla 25

Zona de conteo vehicular.

Estación	Ubicación	Sentido	Días	Inicio	Termino	Horario
Est. 01	00+ 900 Km	Cápac	07	05/04/2021	11/05/2021	00 : 00
		Yupanqui – Av. Huayna				Am – 24 : 00 Pm
Est. 02	00+ 900 Km	Cápac				
		Yupanqui				

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Para los registros de los vehículos diarios durante la semana, se usó una ficha de observación indicada en la figura 11, para el índice medio diario semanal se sumó el total de vehículos de cada día y así mismo del total por día fue promediado entre 7, dando la suma total para el IMDs sin el factor de corrección estacional.

$$IMDs = \frac{\sum(Vl + Vs + Vd)}{7}$$

Siendo:

IMDs: Volumen del promedio durante la semana.

Vl: Sumatoria total de lunes a viernes durante las 24 horas.

Vs: Sumatoria total de todo el día sábado durante las 24 horas.

Vd: Sumatoria total de todo el día domingo durante las 24 horas.

En la tabla 26, hemos desarrollado un resumen de los vehículos que circulan en ambos sentidos por la av. Huáscar – Jicamarca, dando como resultado un promedio de 2955 Veh/día en la semana de registro.

Tabla 26

Promedio diario semanal del tráfico vehicular.

Tipo de vehículos		Lun	Mar	Mie	Jue	Vie	Sáb	Dom	semanal	IMDs
Camión etas	Auto	572	683	627	543	546	682	443	4096	585.14
	Station Wagon	350	339	418	406	402	267	57	2239	319.86
	Pick up	550	473	365	445	521	635	160	3149	449.86
	Panel	714	443	291	290	210	295	62	2305	329.29
	Combi (rural)	710	711	724	791	853	670	333	4792	684.57
Bus	Micro	266	427	455	359	407	371	10	2295	327.86
	2 E	37	72	80	178	226	215	9	817	116.71
	3 E	4	6	18	4	19	4	4	59	8.43
Camión	2 E	63	45	8	163	100	118	0	497	71.00
	3 E	26	17	33	26	27	26	0	155	22.14
	4 E	3	8	28	8	3	3	0	53	7.57
Semi tráiler	2S2	11	9	9	11	11	11	0	62	8.86
	2S3	1	3	9	4	5	1	0	23	3.29
	3S2	6	7	6	7	6	6	0	38	5.43
	3S3	4	7	9	4	5	4	0	33	4.71
	2T2	5	0	8	5	5	5	0	28	4.00
Tráiler	2T3	0	4	5	0	0	0	0	9	1.29
	3T2	3	7	5	5	3	3	0	26	3.71
	3T3	0	3	3	3	0	0	0	9	1.29
Total		3325	3264	3101	3252	3349	3316	1078	20685	2955.00

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Para el cálculo del índice medio diario anual al 2021 (IMDa 2021) viene hacer el resultado del producto entre el IMDs multiplicado por un factor de corrección estacional (Fe), el factor de corrección estacional es el resultado de unos trabajos previos que nos indica el manual de carreteras (2014). Pero también nos da la opción de utilizar valores que varían ente 10% y 14%, para nuestro caso usamos el valor de 13% ya que un antecedente uso el mismo factor de corrección estacional. De esta manera obtuvimos 3 339 Veh/día que transitarán por la av. Huáscar durante todo el año 2021. para este caso usamos la siguiente formula:

$$Fe = \frac{IMDa}{IMDm(\text{Del mes de estudio})}$$

Siendo:

Fe: Factor de corrección estacional

IMDa: Volumen promedio diario anual clasificado de la unidad de peaje.

IMDm: Volumen promedio diario del mes de la unidad de peaje.

Debido a que en el 2021 no empezará a funcionar la av. Huáscar terminada al 100% pavimentada, sino que será aun en 3 años que es nuestra variable “n” por la demora de los estudios generales, licitaciones, presupuestos, construcciones, etc. la tasa anual de crecimiento “r” también es obtenido mediante algunos trabajos previos, sino fuera el caso entonces el manual de carreteras (2014), nos brinda como alternativa a usar valores que están entre 2% y 6%, para nuestro caso estamos usando el 3%. Es necesario calcular el índice medio diario anual al 2024 (IMDa 2024) para tener en consideración el incremento vehicular cuando empiece a funcionar la av. Huáscar ya pavimentada, para ese año nos da como resultado 3630 Veh/día, para este cálculo se procedió a usar la siguiente formula que nos brinda el manual de carreteras (2014).

$$T_n = T_o(1+r)^{n-1} \text{ donde:}$$

Tn: Transito proyectado al año “n” en Veh/día.

To: Transito actual (año base) en Veh/día.

n: Numero de años del periodo de diseño

r: Tasa anual de crecimiento del tráfico.

Ya que sabemos, la apertura del año en que el pavimento flexible estará listo y empezarán a circular los vehículos desde el 2024, el periodo de serviciabilidad para el diseño del pavimento flexible será de 20 años, entonces, debemos saber el índice medio diario anual al 2044, cuyo valor para el IMDa 2044 sería 35 599 739, este resultado representa la cantidad de pasadas de los vehículos por la av. Huáscar – Jicamarca, durante la vida útil del diseño del pavimento flexible. En la tabla 27 presentamos el resumen de los IMD para cada año.

Tabla 27

Resumen del crecimiento de tráfico vehicular.

Tipo de vehículos		IMDs	IMDa 2021 (IMDs x Fe=13%)	IMDa 2024	IMDa 2044
Camionetas	Auto	585.14	661.21	721.52	7076477.22
	Station Wagon	319.86	361.44	393.95	3863774.32
	Pick up	449.86	508.34	554.48	5438119.84
	Panel	329.29	372.09	405.60	3977957.62
	Combi (rural)	684.57	773.57	844.30	8280592.04
	Micro	327.86	370.48	403.83	3960657.12
Bus	2 E	116.71	131.89	143.12	1403643.18
	3 E	8.43	9.52	9.41	92265.26
	2 E	71.00	80.23	86.67	850027.18
Camión	3 E	22.14	25.02	26.34	258350.07
	4 E	7.57	8.56	8.35	81884.96
	2S2	8.86	10.01	9.94	97455.41
Semi trailer	2S3	3.29	3.71	3.06	29983.46
	3S2	5.43	6.13	5.70	55934.21
	3S3	4.71	5.33	4.82	47283.96
Trayler	2T2	4.00	4.52	3.94	38633.71
	2T3	1.29	1.45	0.59	5762.76
	3T2	3.71	4.20	3.59	35173.61
	3T3	1.29	1.45	0.59	5762.76
Total		2955.00	3339	3630	35599739

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Cálculo de ejes equivalentes

En la tabla 28, podemos observar los ejes equivalentes para cada tipo de vehículo pesado según el estudio de tráfico. Los vehículos que son considerado ligeros por la EG-2013 fueron agrupados, ya que, se toma en consideración el peso máximo

para dichos vehículos de 1 ton. Mientras el resto de los vehículos según el tipo de eje fueron calculados por la fórmula correspondiente que el manual de carreteras (2014), nos indica. De esta manera obtuvimos el resultado para el factor de índice medio diario, cuyo resultado para los ejes equivalentes es de 1 401.585, este dato es necesario para obtener el cálculo del ESAL.

Tabla 28

Cálculo de los ejes equivalentes para el IMDa 2024.

Símbolo	IMDa 2024	Carga de vehículo por eje (Tn)	Factor de equivalencia de carga	Factor IMDa 2024
Auto + Pickup + combi	3324	1	0.00053	1.752
	3324	1	0.00053	1.752
2E	143	7	1.26537	181.095
	143	11	3.23829	463.453
3E	9	7	1.26537	11.904
	9	16	1.36594	12.850
2E	87	7	1.26537	109.669
	87	11	3.23829	280.661
3E	26	7	1.26537	33.332
	26	18	2.01921	53.189
4E	8	7	1.26537	10.565
	8	25	1.70603	14.244
T2s2	10	7	1.26537	12.573
	10	11	3.23829	32.178
T2s3	10	18	2.01921	20.064
	3	7	1.26537	3.868
T3s2	3	11	3.23829	9.900
	3	25	1.70603	5.216
T3s3	6	7	1.26537	7.217
	6	18	2.01921	11.516
C2R2	6	18	2.01921	11.516
	5	7	1.26537	6.100
C2R3	5	18	2.01921	9.735
	5	25	1.70603	8.225
C2R2	4	7	1.26537	4.984
	4	11	3.23829	12.756
C2R3	4	11	3.23829	12.756
	4	11	3.23829	12.756
C2R3	1	7	1.26537	0.743
	1	11	3.23829	1.903

	1	11	3.23829	1.903
	1	18	2.01921	1.186
	4	7	1.26537	4.538
C3R2	4	18	2.01921	7.242
	4	11	3.23829	11.614
	4	11	3.23829	11.614
	1	7	1.26537	0.743
C3R3	1	18	2.01921	1.186
	1	11	3.23829	1.903
	1	18	2.01921	1.186
Factor IMDa 2024				1401.585

Fuente: (Elaboración propia, 2021)

Después de completar los datos necesarios para el cálculo del ESAL, procedemos a desarrollar según nos menciona el manual de carreteras (2014) para un periodo de duración de 20 años, ver tabla 29 para verificación de los resultados.

Tabla 29

Cálculo del Esal para la av. Huáscar – Jicamarca.

Factor de IMDa 2024	Tiempo (365 días)	F.d	F.c	F.ca	ESAL
1401.59	365.00	0.50	0.50	26.87	3,436,576.81

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

El manual de carreteras pone en consideración la clasificación del tipo de vía según el volumen de vehículos que transcurren por el pavimento, es por ello que en la tabla 30 se muestra la clasificación de vía para el tipo de tránsito, para nuestra investigación sabemos que el resultado fue de 3 436 577 Veh. Entonces este volumen se encontraría dentro del rango de 3 000 0001 y 5 000 000 por lo tanto es considerado un tipo de tráfico TP₇.

Tabla 30*Clasificación del tráfico según el volumen de vehículos.*

Expresados en ejes equivalentes (E.E.)		
Tipo de tráfico pesado	> Rangos =<	
TP0	75,000	150,000
TP1	150,001	300,000
TP2	300,001	500,000
TP3	500,001	750,000
TP4	750,001	1,000,000
TP5	1,000,001	1,500,000
TP6	1,500,001	3,000,000
TP7	3,000,001	5,000,000
TP8	5,000,001	7,500,000
TP9	7,500,001	10,000,000
TP10	10,000,001	12,500,000
TP11	12,500,001	15,000,000
TP12	15,000,001	20,000,000
TP13	20,000,001	25,000,000
TP14	25,000,001	30,000,000
TP15	30,000,001	

Fuente: (Manual de carreteras, 2014)

Diseño estructural del pavimento.

Para diseñar el pavimento flexible de la av. Huáscar – Jicamarca hemos propuesto dar una solución a nivel de ingeniería, para ello hemos obtenido los resultados del laboratorio Geotécnico JCH SAC, ya que viene hacer nuestro sustento técnico para la conformación de los resultados hacia la estructura del pavimento flexible, que ha sido elegido como una mejor alternativa.

Se utilizó como parte de nuestra base y se fundamenta a través de nuestra guía AASHTO 1993 de lo cual es aplicable para el diseño de pavimentos en nuestro país, así como también nos apoyamos al manual de carreteras de suelos Geología, geotecnia y pavimentos (2014) sujeto en la (R.D. N° 10 – 2014 – MTC/14).

Periodo de diseño

El manual de carreteras nos da 2 alternativas para elegir las etapas del periodo de diseño de los cuales son: para 1 etapa esta comprendo para un periodo de 20 años, mientras que para 2 etapas comprende de 0 a 10 años y de 10 a 20 años, para

nuestra investigación el periodo de diseño es de 1 sola etapa que esta comprendido para 20 años.

VARIABLES DE DISEÑO

Modulo resiliente (Mr.)

Para el cálculo de esta variable perteneciente a la subrasante se procedió a usar la formula $Mr=2555 \times CBR^{0.64}$ que incluye al índice de CBR, dicha ecuación se encuentra en la guía de diseño empírico AASHTO 2008 y lo repite el manual de carreteras (2014), de esta forma, obtuvimos como resultado para el Módulo resiliente (Mr.) 31 521 psi, ver tabla 31.

Tabla 31

Módulo resiliente de la subrasante.

Tramo	Sector	CBR (promedio)	Mr. (Psi)
Av. Huáscar - Jicamarca	I II	50.70	31 521

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Confiabilidad (%R)

Esta variable viene hacer la probabilidad que alguna sección del pavimento flexible, cumpla satisfactoriamente el tiempo de diseño, según las pasadas de tráfico determinadas y para ello, el manual de carreteras nos brinda en la tabla 32, el nivel de confiabilidad según el tipo de tráfico, sabemos que el tipo de transito de nuestra investigación es TP₇ de esta manera para una sola etapa de diseño nos corresponde el valor de R=85%.

Tabla 32

Nivel de confiabilidad (%R) y desviación estándar (Zr) para 1 y 2 etapas de diseño.

TRÁFICO PESADO	1 ETAPA DE DISEÑO		2 ETAPA DE DISEÑO	
	10 o 20 AÑOS (%R)	Desviación Estándar normal (Zr)	10 AÑOS C/U (%R)	Desviación Estándar normal (Zr)
TP0	65%	-0.878	81%	-0.385
TP1	70%	-0.994	84%	-0.524
TP2	75%	-1.126	87%	-0.674
TP3	80%	-1.227	89%	-0.842
TP4	80%	-1.227	89%	-0.842
TP5	85%	-1.405	92%	-1.036
TP6	85%	-1.405	92%	-1.036
TP7	85%	-1.405	92%	-1.036
TP8	90%	-1.645	95%	-1.282
TP9	90%	-1.645	95%	-1.282
TP10	90%	-1.645	95%	-1.282
TP11	90%	-1.645	95%	-1.282
TP12	95%	-1.881	97%	-1.645
TP13	95%	-1.881	97%	-1.645
TP14	95%	-1.881	97%	-1.645
TP15	95%	-1.881	97%	-1.645

Fuente: (Manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y pavimentos, 2014)

Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)

Según el manual de carreteras (2014), y la guía de diseño AASHTO, nos muestra los valores que necesitamos, esta información lo podremos ver en la tabla 32, se puede extraer el dato que nos correspondería para el coeficiente estadístico de la desviación estándar normal para una sola etapa de diseño comprendido en 20 años, con un tipo de tráfico TP₇, con una confiabilidad de 85% y basándonos a la tabla la desviación estándar normal para nuestra investigación es de Zr= -1.036.

Desviación combinada (S₀)

Tanto la guía AASHTO y el manual de carreteras (2014), nos brinda rangos entre 0.40 y 0.50 para adoptar este valor de desviación combinada en el diseño del pavimento flexible, nosotros hemos considerado para nuestra investigación el valor de 0.45.

Variación del índice de serviciabilidad (Δ PSI)

De la tabla 33, podemos sustraer los valores necesarios para la serviciabilidad inicial (P_i), serviciabilidad final (P_f) y la variación de serviciabilidad (ΔPSI), entonces según nuestro tipo de tráfico para nuestro diseño, ya antes conocido es de tipo TP₇, obtendríamos de la tabla 33 que: $P_i = 4.00$, $P_f = 2.50$, existiendo una variación de serviciabilidad de $\Delta PSI = 1.50$.

Tabla 33

Valores recomendados para la serviciabilización inicial (P_i), final (P_f) y diferencia (ΔPSI).

Tráfico Pesado	Serviciabilidad Inicial (P_i)	Serviciabilidad final o terminal	Diferencia de serviciabilidad (ΔPSI)
TP0	3.80	2.00	1.80
TP1	3.80	2.00	1.80
TP2	3.80	2.00	1.80
TP3	3.80	2.00	1.80
TP4	3.80	2.00	1.80
TP5	4.00	2.50	1.50
TP6	4.00	2.50	1.50
TP7	4.00	2.50	1.50
TP8	4.00	2.50	1.50
TP9	4.00	2.50	1.50
TP10	4.00	2.50	1.50
TP11	4.00	2.50	1.50
TP12	4.20	3.00	1.20
TP13	4.20	3.00	1.20
TP14	4.20	3.00	1.20
TP15	4.20	3.00	1.20

Fuente: (Manual de carreteras: Suelos Geología, Geotecnia y pavimentos, 2014)

Coefficiente de drenaje

Para las condiciones de drenaje de la zona en estudio para nuestra investigación, decidimos usar los coeficientes de drenajes que fueron asumido por el manual de carreteras (2014), de lo que nos recomienda el uso para $m_2=1.0$ (Base) y $m_3=1.0$ (sub base).

Coefficiente de aporte estructural

Coefficiente estructural para la capa asfáltica

En cuanto el coeficiente estructural para la capa asfáltica es asumido de acuerdo a los ejes equivalentes (E.E.), entonces la carpeta asfáltica será en caliente, con un módulo de 2935 Mpa (430 000 PSI) a 20 °c, para nuestro estudio usaremos $a_1 = 0.170$ cm. De espesor

Coeficiente para la capa granular base con adición de policloruro de vinilo reciclado
 Para el coeficiente de la capa base adicionando el policloruro de vinilo reciclado usaremos una formula de correlación siendo para $a_2 = 0.032 \times \text{CBR}^{0.32}$ el resultado del CBR a un 6% de policloruro de vinilo reciclado es de 90.9% al 100% con 0.1” de penetración, nos da un valor de $a_1 = 0.031$ cm de espesor según la AASHTO. El manual de carreteras (2014) nos brinda usar la alternativa de 0.054 cuando el CBR llega hacer mayor o igual al 100%. En tal modo usaremos el factor que el manual de carreteras nos recomienda.

Coeficiente estructural para la capa granular sub base

Para la capa sub base el coeficiente estructural estará dado por el material propio del lugar, para este fin hemos recurrido al manual de carreteras (2014), para el valor de soporte de CBR a 40%, al 100% de la máxima densidad seca y además a 0.1” de penetración, nos da como dato el valor de 0.047 cm. de espesor.

Tabla 34

Resumen de los valores estructurales de los coeficientes.

COMPONENTES	COEFICIENTE	VALOR DEL COEFICIENTE ESTRUCTURAL
CAPA ASFÁLTICA		
Carpeta asfáltica en caliente	a_1	0.17 cm
CAPA BASE		
Base granular CBR 80% Compactada al 100% MDS	a_2	0.052
Base modificada con policloruro de vinilo	a_2	0.054

reciclado, CBR 90.9%
 Compactada al 100%
 MDS

SUB BASE

Sub base granular, CBR
 40% compactada al a_3 0.047 cm
 100% de la MDS

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Espesores del pavimento flexible (diseño en una etapa)

En la tabla 35, hemos agrupado los datos desarrollados con anterioridad, con la finalidad de tener en cuenta para el cálculo del número estructural (SNr), para un periodo de 20 años. El SNr. calculado es de 2.147 para un índice de CBR al 70.10% y de 2.018 para un índice de CBR al 90.90%.

Tabla 35

Resumen de los datos para el cálculo del número estructural requerido.

SECTOR 00+100 Km. – 00+700 Km. AASHTO 93	
ESAL (W18)	3.43 E+06
Tipo de tráfico (TP)	TP7
CBR (%)	75.1
MR Subrasante (Psi)	40532
Número de etapas	1
Nivel de confiabilidad R (%)	85
Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (ZR)	-1.036
Desviación estándar combinada (So)	0.45
Serviciabilidad inicial (Pi)	4.00
Serviciabilidad Final o terminal (Pt)	2.5
Variación de serviciabilidad (Psi)	1.50

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

En la tabla 36 se muestra los resultados de los cálculos de espesores para cada capa de la estructura del diseño del pavimento flexible convencional construido en 1 sola etapa para un periodo de 20 años.

Tabla 36

Espesor de la estructura del pavimento flexible convencional.

Sector	SNr	CARPETA ASFÁLTICA		CAPA BASE			CAPA SUB BASE			SN
		a ₁ (l/cm)	D ₁ (cm)	a ₂ (l/cm)	m ₂	D ₂ (cm)	a ₃ (l/cm)	m ₃	D ₃ (cm)	
I	2.15	0.170	9.00	0.052	1.00	25	0.047	1.00	0.00	2.8

Fuente: (Elaboración propia,2021).

Espesor del pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado.

En la tabla 37 se muestra los resultados de los cálculos de espesores para cada capa de la estructura del diseño del pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado construido en 1 sola etapa para un periodo de 20 años.

Tabla 37

Espesor de la estructura del pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado.

Sector	SNr	CARPETA ASFÁLTICA		CAPA BASE			CAPA SUB BASE			SN
		a ₁ (l/cm)	D ₁ (cm)	a ₂ (l/cm)	m ₂	D ₂ (cm)	a ₃ (l/cm)	m ₃	D ₃ (cm)	
I	2.04	0.170	9.00	0.054	1.00	22	0.047	1.00	0.00	2.7

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

Estructuramiento del pavimento flexible

Finalmente podemos observar en la siguiente figura 25, las diferentes estructuras del pavimento flexible diseñado para una sola etapa del proyecto, con un periodo de duración de 20 años, según los resultados de los estudios se puede apreciar las diferencias que existen entre el pavimento flexible convencional y del

pavimento flexible adicionado con policloruro de vinilo reciclado, esta diferencia enmarca a la capa base granular con una diferencia de 3 cm en menor espesor que la capa base modificada con policloruro de vinilo reciclado al 6%.

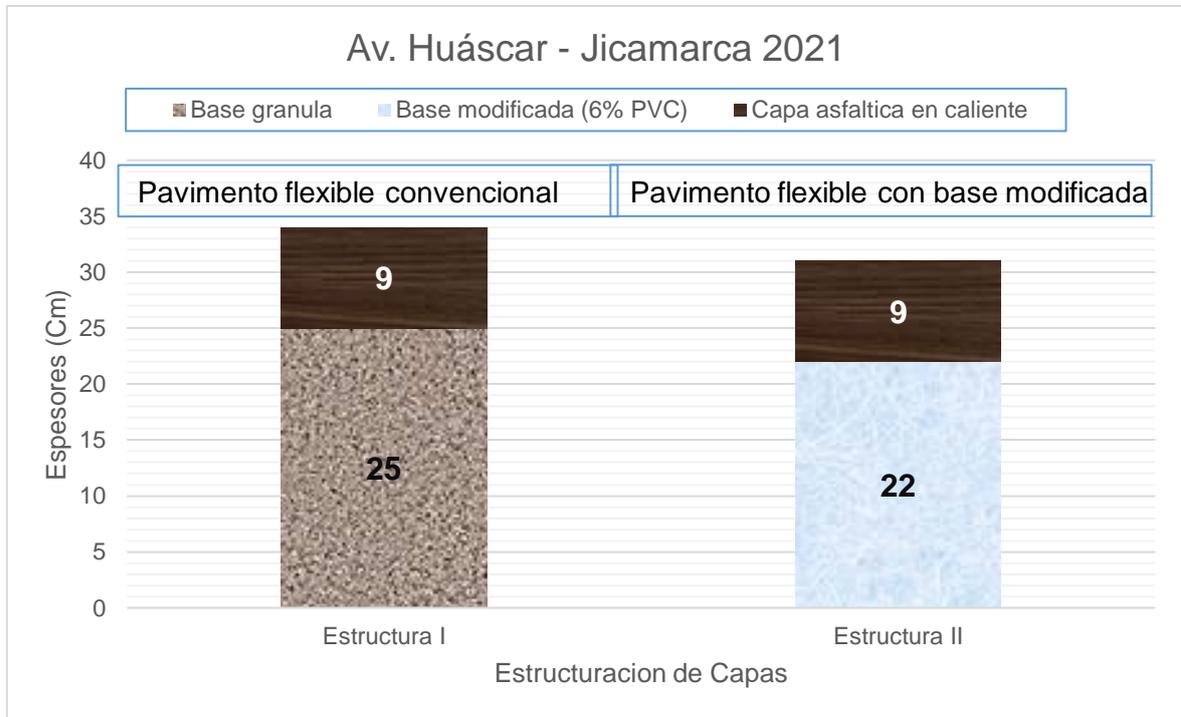


Figura 25. Comparación de las estructuras del pavimento flexible. (Elaboración propia, 2021)

Análisis de costos para los pavimentos flexibles.

En cuanto a la viabilidad económica entre el pavimento flexible convencional y el pavimento flexible con adición de policloruro de vinilo reciclado, hemos pasado a determinar los costos de toda nuestra muestra de estudio que consta de 1 km de tramo, este tramo consta de dos calzadas y cada calzada con un ancho de 6.60 m. como nos menciona la DG-2018.

De la tabla 38, se puede observar la diferencia de presupuesto en cuanto al valor de construcción del pavimento flexible tradicional y el pavimento flexible con adición de policloruro de vinilo reciclado, según estas comparaciones se puede determinar que el pavimento con adición de policloruro de vinilo reciclado viene resultando más económico en comparación del pavimento flexible tradicional, obteniendo un ahorro de S/. 9,880.79 para 1 km de pavimentación de la Av. Huáscar – Jicamarca.

Tabla 38

Presupuesto del pavimento flexible para ambos diseños, tradicional y con policloruro de vinilo reciclado.

Ítem	Descripción	Unid.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<i>Pavimento flexible</i>					
1.00	<i>convencional</i>				<i>S/922,790.48</i>
1.01	Perfilado y compactado de la sub rasante	m2	13860.00	S/1.63	S/22,591.80
1.02	Base granular sin adición de policloruro de vinilo reciclado	m3	3465.00	S/69.67	S/241,406.55
1.03	Imprimación asfáltica	m2	13860.00	S/3.26	S/45,183.60
1.04	Concreto asfáltico en caliente	m3	1247.40	S/491.91	S/613,608.53
<i>Pavimento flexible con base</i>					
2.00	<i>modificada</i>				<i>S/912,909.69</i>
2.01	Perfilado y compactado de la sub rasante	m2	13860.00	S/1.63	S/22,591.80
2.02	Base granular con adición de policloruro de vinilo reciclado	m3	3049.20	S/75.93	S/231,525.76
2.03	Imprimación asfáltica	m2	13860.00	S/3.26	S/45,183.60
2.04	Concreto asfáltico en caliente	m3	1247.40	S/491.91	S/613,608.53

Fuente: (Elaboración propia, 2021).

V. DISCUSIÓN

Según Saravia Alvarez & Vejarano Ferrer (2019), en el estudio para objetar en cuanto al comportamiento mecánico del material granular existente, en su estudio de evaluación granulométrica pasaron el material por los tamices de 2", 1 1/2", 3/4", 3/8", N°4, N°10, N°40, N°200 obteniendo como resultado 41.13% de grava, 53.72% de arena y un 5.15% de finos, resultando una clasificación AASHTO A-1-a y clasificación SUCS "Sw" siendo un terreno de arena bien graduada con grava. Sin embargo en nuestra investigación se usó las mismas aberturas de los tamices en cuanto a los análisis granulométricos, resultando de menor calidad nuestro material granular obtenido de la cantera de Jicamarca, por que se obtuvo un contenido de 48.7% de grava, 37.7% de arena y un 13.6% de finos con una clasificación AASHTO A-1-a(0) y clasificación SUCS GM, siendo un terreno con alto contenido de grava limosa.

Según supo Quispe (2014), debido a su interés en estabilizar o modificar el suelo, se basó en métodos tradicionales, pero pudo crear métodos mejorados utilizando una variedad de aditivos y procesos. Siguiendo esta tendencia, se presenta este estudio al comportamiento de las propiedades mecánicas del suelo en su estado natural y adicionando policloruro de vinilo (PVC) Utilizado como agente estabilizador. Al estabilizar estos suelos con residuos de policloruro de vinilo (PVC) es una alternativa no muy utilizada en Perú. Ya que el policloruro de vinilo (PVC) es el polímero más utilizado en el mundo debido a su versatilidad y excelentes propiedades, también tiene alta resistencia a la tracción y resistencia química; también tiene una amplia gama de aplicaciones en la vida moderna, como tuberías, conductos, perfiles de ventanas, aislamiento de pisos, techos y membranas de revestimiento, cables de alimentación aislantes, tableros de instrumentos de automóviles, contenedores, etc. Debido a la variedad de utilidades, es posible recolectar grandes cantidades de desechos y usarlos de manera eficiente.

Pérez Díaz & Vergel Olano (2019), realizaron los estudios correspondientes a los materiales para poder diseñar la carretera Incahuasi – La Tranca en Ferreñafe lo cual obtuvieron características del lugar siendo un terreno accidentado de tipo 3 con pendientes entre 3% y 9%, para los resultados de los estudios de tráfico obtuvieron un IMDA de 129 Veh/día lo cual les dio para diseñar una carretera de

tercera clase, los resultados de laboratorio concluyeron que la zona cuenta con un suelo tipo arcilloso de poca flexibilidad y un CBR de 5.5%, de tal manera que los espesores para la estructura del diseño del pavimento flexible les resulto una capa subbase de 20 cm, una capa base de 15 cm y con una carpeta de rodadura de 5 cm de esta manera la estructura de su diseño ocupo 40 cm de espesor. En cambio, para nuestra investigación para la av. Huáscar – Jicamarca, obtuvimos la misma clasificación del terreno, con las mismas pendientes, pero con un IMDA de 3339 Veh/día por lo que nuestra carretera se encuentra considerada de primera clase, los estudios de CBR para la subrasante dieron un resultado de 50.70% y al adicionar el policloruro de vinilo reciclado al material granular para la capa base obtuvimos mejores resultados, obteniendo un espesor de 31 cm para la estructura del diseño del pavimento flexible. Obteniendo una diferencia de 9 cm de espesor en nuestras estructuras de pavimento flexible.

El resultado del índice del CBR llegó a ser superior a la requerida por el manual de carreteras, para la conformación de la capa Base de Pavimentos flexible, por tanto, si se consideraría como apto para la conformación de la capa Base del Pavimentos flexible, así mismo; como todas las propiedades trabajan en conjunto para la conformación de la capa Base del Pavimentos, basta que una propiedad no cumpla con los requerimientos de la norma para que sea considerado como un material no apto. Sin embargo en este caso todas las propiedades cumplen con los requerimientos requerido, por ende, se considera apto para la conformación de la capa Base del Pavimento flexible. El valor encontrado del índice de CRB fue de 90.9 % a los 56 golpes de penetración a 1" del material afirmado adicionando 6% de policloruro de vinilo reciclado. Esto concuerda con lo mencionado en el Manual de carreteras, puesto que tiene un índice de CBR de 90,9% mayor que los requerimientos de la norma (80% mínimo). en cambio, Castillo Ruiz (2017), señala en el desarrollo de su proyecto de tesis que la inserción del desecho de policloruro de vinilo reciclado mejora el índice de CBR frente a un material granular tipo base utilizando porcentajes iguales o mayores al 2%, esto mejora significativamente la resistencia del pavimento.

Según Saravia Alvarez & Vejarano Ferrer (2019), en su investigación de acidión de policloruro de vinilo reciclado a un material granular para la capa base del pavimento flexible, diseñado para una sola etapa y para un periodo de 20 años, determinaron que con un adición de 4% de policloruro de vinilo reciclado obtuvieron una disminución significativa sobre los costos del presupuesto de ejecución, ellos tomaron una muestra de 1 km para analizar los precios y obtuvieron una diferencia de S/ 12,038.68 soles menos que el diseño del pavimento flexible convencional. Mientras que en nuestra de investigación con una mayor adición de un 6% de policloruro de vinilo reciclado a la capa base y con el mismo periodo de diseño y con la misma distancia para nuestra muestra de investigación, llegamos a obtener una diferencia de S/ 9,880.79 soles a comparación del presupuesto del pavimento flexible tradicional. Estas diferencias variaron ya que, el material obtenido de la cantera no nos favoreció en cuanto a sus propiedades macacinas.

VI. CONCLUSIONES

Se pudo determinar mediante los ensayos de laboratorio el mejoramiento de las propiedades con la adición del policloruro de vinilo reciclado sobre el material granular, en cuanto a la compactación y la capacidad de soporte de la capa base del diseño del pavimento flexible para la avenida Huáscar – Jicamarca. en cuanto a los ensayos de Proctor modificado pudimos comprobar que la máxima densidad seca varia de forma descendente, al incrementar el porcentaje del policloruro de vinilo reciclado, menorando hasta un 2.206 gr/cm^3 al 6% de adición del policloruro de vinilo reciclado. A diferencia del optimo contenido de humedad pudimos distinguir que su valor va en ascenso al incrementar el porcentaje del policloruro de vinilo reciclado, cuyo tope llego hasta un 8.40% al adicionar en un 6% el policloruro de vinilo reciclado. Con los ensayos del CBR pudimos concluir que la capacidad de soporte, va aumentando de forma favorable mientras se adicione más porcentaje de policloruro de vinilo reciclado, teniendo como resultado máximo en nuestra investigación de un 90.9% al adicionar un 6% de policloruro de vinilo reciclado.

Para poder determinar el espesor de la capa base, nos apoyamos a los resultados del laboratorio ya resumidos y pasamos a la etapa de diseño del pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado, para una sola etapa y para un periodo de 20 años, de tal manera que llegamos a concluir que, al adicionar un 6% de policloruro de vinilo reciclado sobre la capa base, el resultado llego hacer favorable ya que, disminuyó hasta 3 cm de espesor sobre el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar – Jicamarca.

Se realizaron y analizaron los resultados del diseño del pavimento flexible tradicional y el otro con adición del policloruro de vinilo reciclado, para una sola etapa de diseño y para un periodo de 20 años, cuyos resultados fueron favorables en nuestra investigación, ya que, se obtuvo una reducción hasta de 3 cm de espesor entre las diferencias de alturas de las capas bases de los pavimentos flexibles. Siendo para el pavimento flexible tradicional una carpeta asfáltica de 0.09 m. y para la capa base de 0.25 m mientras que, para el diseño del pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado, la carpeta asfáltica fue también de 0.09 m y para la capa base de 0.22 m respectivamente.

Finalmente se realizaron los respectivos análisis de precios para determinar el presupuesto final del pavimento flexible, para una sola etapa de diseño y para un periodo de 20 años, entonces, de esta manera concluimos que el presupuesto para el pavimento flexible tradicional fue siendo de S/ 922,790.48 soles, mientras que, para el presupuesto del pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado llegó siendo un total de S/ 912,909.69 soles. Cuyo margen de diferencia abarca a los S/. 9,880.79 soles, en cuanto corresponde a nuestra muestra de 1 km.

VII. RECOMENDACIONES

Recomiendo desarrollar nuevos estudios con la adición del policloruro de vinilo reciclado a partir de otras canteras, para analizar los efectos que inciden en la capa base, usando como referencia las proporciones porcentuales que usamos en nuestra investigación.

Recomendamos que se tome a prueba un tramo de la vía, para que, de esta manera, se pueda garantizar que los equipos cumplan con la precisión necesaria, en la combinación del policloruro de vinilo reciclado, con el material afirmado obtenido de la cantera y de la misma manera evaluar el comportamiento funcional.

Es recomendable que crezca la demanda de la constitución de entidades o empresas que se dediquen a las actividades del reciclado del policloruro de vinilo, con la finalidad de generar mayores competencias y garantizar el abastecimiento de un proyecto de pavimentación.

Para las próximas investigaciones, recomendamos realizar la evaluación del diseño del pavimento flexible, adicionando el policloruro de vinilo reciclado en la capa base granular de las vías de bajo tránsito, con la finalidad de encontrar una propuesta o una alternativa al uso del policloruro de vinilo reciclado como una solución básica para los proyectos de pavimentación, según los niveles de servicio.

REFERENCIAS

Arístegui Maquinaria. (12 de enero de 2016). *Seleccionamos soluciones en maquinaria de moldura*. Obtenido de Método de reciclaje de tuberías de pvc: <https://www.aristegui.info/metodos-de-reciclaje-de-tuberias-de-pvc/>

Bejarano Espitia, J. C., & Salgado Ariza, M. F. (2018). Análisis de las características físicas de un cemento asfáltico CA 60-70 modificado con policloruro de vinilo (PVC) pulverizado. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil. Universidad de Ibagué, Ibagué. Obtenido de <https://repositorio.unibague.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12313/738/1/Trabajo%20de%20grado.%20pdf>

Fienco Jalca, M. A., Bravo Mera, B. S., Guachisaca Contento, V. E., Jaramillo Pintado, E. A., & Fienco Jalca, V. E. (2017). Elementos originales en el diseño geométrico de carreteras. Quito: área de innovación y desarrollo.

Asociación Nacional del Envase de PET. (abril de 2020). *Bulo sobre el PET y los plásticos*. Obtenido de Conocer y diferenciar los plásticos: <https://www.anep-pet.com/informes/bulos-sobre-el-pet-y-los-plasticos-razones/>

García Aladín, M. F., Ordóñez Silva, L. M., & Llano Muñoz, J. L. (2019). Identificación de fuentes de agregados para pavimentos. Santiago de Cali: Javeriano.

Grupo La República. (23 de octubre de 2020). Gobierno regional interviene en mantenimiento de 16 vías en La Libertad. Recuperado el 15 de 06 de 2021, de Sociedad LR: <https://larepublica.pe/sociedad/2020/10/23/gobierno-regional-interviene-en-mantenimiento-de-16-vias-en-la-libertad-lrnd/?ref=lre>

Madrueno, L. (2021). *Somos agua*. Madrid: Aguilar.

Mejía Burga, E., & Zavala Segura, J. W. (2020). Diseño de infraestructura vial tramo ciudad La Peca – caserío San Martín - Cruce Sector. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil. Universidad César Vallejo, Chiclayo.

Pérez Díaz, H. O., & Vergel Olano, G. (2019). Diseño de infraestructura vial para mejorar el nivel de servicio de la carretera de Incahuasi – CP. La Tranca (16+00km), Ferreñafe. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad César Vallejo, Chiclayo.

Proccsa. (2016). Diseño de pavimentos. Recuperado el 15 de 06 de 2021, de Ingeniería civil/ vías terrestres: <https://www.proccsa.com.mx/disenio-de-pavimentos.html>

Ramírez Triviño, V., & Hincapié Olano, J. C. (2018). Evaluación CBR de subbase granular mezclada con tereftalato de polietileno (PET); para uso en vía terciarias. Programa de ingeniería civil. Universidad Libre, Colombia.

San Martín Ramón, G. s., Zhigüe Luna, R. A., & Alaña Castillo, T. P. (enero de 2017). El reciclaje: un nicho de innovación y emprendimiento con enfoque ambientalista. (S. y. Universidad, Editor) Recuperado el 11 de 06 de 2021, de El Reciclaje: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus05117.pdf>

Saravia Álvarez, P. E., & Vejarano Ferrer, F. G. (2019). Influencia de la adición de policloruro de vinilo reciclado sobre la compactación, captación de soporte y resistencia a la abrasión de un material granular para capa base del pavimento flexible de la carretera Huanchaco-Santiago de CAO. Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo.

Sinnott, R., & Towler, G. (2019). Diseño en ingeniería química (5 ed.). Barcelona: Reverte.

Becerra Salas, M. (2012). *Tópico de concreto diseño, construcción y supervisión*. Lima: Flujo libre.

Boccardo, R. (2006). *Creatividad en la Ingeniería de diseño*. Caracas: Equinoccio.

Corporación Andina de Fomento. (2010). *Soluciones e innovaciones tecnológicas de mejoramiento de vías de bajo tránsito*. (CAF, Ed.) Obtenido de Scioteca Espacio de conocimiento abierto: <https://scioteca.caf.com/handle/123456789/401>

Del Castillo Ruiz, B. R. (2017). Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el cbr de un material granular tipo subbase. *Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el cbr de un material granular tipo subbase*. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.

Dirección general de caminos y ferrocarriles. (2018). *Manual de carreteras: Diseño geométrico DG-2018*. Lima, Perú: Dirección general de caminos y ferrocarriles.

Echaveguren, T., De Solminihac, H., & Chamorro, A. (2018). *Gestión de infraestructura vial*. Santiago: Universidad Católica de Chile.

E-Cultura group. (2020). *definición y etimología*. Obtenido de Vial: <https://definiciona.com/vial/>

Eugenia, S. B. (10 de 08 de 2019). *Breña: Joven podría quedar parapléjica tras accidente con bache en pista*. Obtenido de Diario correo: <https://diariocorreo.pe/edicion/lima/brena-joven-podria-quedar-paraplejica-tras-accidente-con-bache-en-pista-video-903518/?ref=dcr>

García Bastida, J. L., Ruíz Moreno, M., Real Rodríguez, F., Romero Días, J. M., Sanpedro Sánchez, D., & Vásquez Flores, A. (2010). *El reciclaje en la sociedad actual*. Sevilla, España: Wanceulen S.L.

Gonzáles, M. (4 de febrero de 2012). *Mgmdenia's Blog*. Obtenido de PVC (Coluro de polivinilo): <https://mgmdenia.wordpress.com/category/1r-batxillerat-culcient/>

Habasit. (2020). *Habasit*. Obtenido de Policloruro de vinilo PVC): <https://www.habasit.com/es/policloruro-vinilo.htm>

Ingeniería & Construcción. (2 de abril de 2020). *Tipos de pavimento. Conoce sus características y clasificación*. Obtenido de Tipos (clasificación) de pavimento: <https://www.ingenieriaayconstruccioncolombia.com/tipos-de-pavimento/>

Izquierdo Purizaga, L. (25 de abril de 2018). Geodesia y Topografía. (D. d. Sencico, Entrevistador)

Leos Ortiz, L. E. (2011). *Estudio del efecto de la modificación superficial de cargas nanométricas sobre las propiedades físico-mecánicas y estabilidad térmica de nanocompuestos de PVC entrecruzados*. Centro de investigación en química aplicada, Saltillo.

López Picazo, S. M. (2014). *E.S.P.A.D. ámbito científico - tecnológico*. España: Cultiva libros S.L.

Manual de carreteras. (2013). *Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos*. Lima: MTC.

Manual de ensayo de materiales. (03 de junio de 2016). Manual de ensayo de materiales. Lima, Perú.

María del pópulo, P., & Gil Delgado, R. (2002). *La exposición universal de Sevilla 1992: Efectos sobre el crecimiento económico Andaluz*. Sevilla: Fundación Focus- Abengoa.

Minaya Gonzáles, S., & Ordóñez Huamán, A. (2006). *Diseño Moderno de pavimento asfálticos*. Lima: ICG.

Pari Pari, E. R. (2013). Influencia de la inclusión de desecho de policloruro de vinilo (PVC) sobre la capacidad de soporte de un material granular tipo subbase en la ciudad de Juliaca. (*Tesis Para obtener el título profesional*). Universidad Nacional del Altiplano, PUNO, Perú.

Planeta formación y universidades. (25 de diciembre de 2019). *EAE Business School*. Obtenido de Retos en Supply Chain: <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/cronograma-de-actividades-que-es-y-como-hacerlo/>

Quispe Supo, F. (2014). Estabilización de suelos no aptos con desechos de policloruro de vinilo para su uso en la conformación de la capa base y sub base de pavimentos. *Para obtar el título profesional de Ingeniero Civil*. Universidad Nacional del altiplano, Puno, Perú.

Reyes, N., & Boente, A. (2019). *Metodología de la investigación compilación total*. Lima: Network Marketing.

Rodríguez Cunill, R. L. (26 de diciembre de 2017). Investigación básica y aplicada. Lima, Lima, Perú.

Rodríguez Rincón, E., Rondón Quintana, H. A., Vélez Pinzón, D. M., & Aguirre, L. C. (2006). Influencia de la inclusión de desecho de PVC sobre el cbr de un material granular tipo subbase. *Revistas Ingenierías Universidad de Medellín*,

5(9), 21-30. Recuperado el 30 de Setiembre de 2020, de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75050903>

Rondón Quintana, H. A., & Guzmán Millán, M. L. (2010). *Influencia de la granulometría sobre la resistencia mecánica de una mezcla asfáltica modificada con desecho de policloruro de vinilo (PVC)*. Bogotá: Studiositas. Recuperado el 19 de octubre de 2020

Sáez López, J. M. (2017). *Investigación educativa. Fundamentos teóricos, procesos y elementos prácticos*. Madrid: Digital.

Sánchez Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Sáenz, K. (2018). *Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística* (primera ed.). (U. R. Palma, Ed.) Lima, Lima, Perú: Bussiness Support Aneth.

UNED. (2012). *Reciclado y tratamiento de residuos*. Madrid: UNED.

Vega Pérrigo, D. A. (2018). Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (KM 1+000 a 2+000). *Diseño de los pavimentos de la carretera de acceso al nuevo puerto de Yurimaguas (KM 1+000 a 2+000)*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Lima, Perú.

Vinylplus. (2019). *Informe de avances 2019*. Obtenido de La industria europea del PVC: https://vinylplus.eu/uploads/VinylPlus%20Progress%20Report%202019_ES_s p.pdf

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Diseño de Pavimento Flexible adicionando Policloruro de Vinilo Reciclado en la Capa base de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADO
<p>Problema General: ¿De qué manera influye la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?</p> <p>Problemas Específicos: ¿De qué manera la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base mejora las propiedades físicas del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?</p> <p>¿Cuál es el espesor de la capa base que se obtiene con la adición al 6% del policloruro de vinilo reciclado en el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?</p> <p>¿En qué medida la altura de la capa base de un diseño de pavimento flexible tradicional varía de otro adicionando el policloruro de vinilo reciclado en la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?</p> <p>¿Cuánto es el monto de un presupuesto de diseño de pavimento flexible tradicional a comparación de otro con adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021?</p>	<p>Objetivo General: Determinar de qué manera influye la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021</p> <p>Objetivos Específicos: Determinar las propiedades mecánicas que se obtienen con la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base del diseño de la infraestructura vial de la avenida Huáscar, Jicamarca 2020.</p> <p>Determinar el espesor de la capa base que se obtiene con la adición al 6% del policloruro de vinilo reciclado en el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.</p> <p>Comparar la altura de la capa base de un diseño de pavimento flexible tradicional con otro adicionando el policloruro de vinilo reciclado en la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.</p> <p>Determinar el monto de un presupuesto de diseño de pavimento flexible tradicional y compararlo con otro adicionando el policloruro de vinilo reciclado en la capa base de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.</p>	<p>Hipótesis General: La adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base da mejores resultados en el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.</p> <p>Hipótesis Específicas: Con la adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base mejoramos significativamente las propiedades mecánicas del diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.</p> <p>El espesor de la capa base disminuye considerablemente con la adición al 6% del policloruro de vinilo reciclado en el diseño del pavimento flexible de la avenida Huáscar, Jicamarca 2021</p> <p>La altura de la capa base de un diseño de pavimento flexible tradicional es mayor que otro adicionando policloruro de vinilo reciclado en la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.</p> <p>El presupuesto de un diseño de pavimento flexible con adición del policloruro de vinilo reciclado en la capa base es más económico que el presupuesto del diseño de pavimento flexible tradicional en la avenida Huáscar, Jicamarca 2021.</p>	<p>Variable Independiente: Policloruro de vinilo reciclado</p> <p>DIMENSIONES: Propiedades mecánicas.</p> <p>Proporción</p> <p>Policloruro de vinilo</p> <p>Variable Dependiente: Diseño del pavimento flexible</p> <p>DIMENSIONES: AASHTO</p> <p>Estructura del pavimento</p> <p>Estudios básicos</p> <p>Costo y presupuesto</p>	<p>*densidad</p> <p>*Resistencia a tracción</p> <p>*Módulo de elasticidad.</p> <p>*Porcentaje del material</p> <p>*Tipo</p> <p>*Tamizado.</p> <p>*Serviciabilidad</p> <p>*Confiabilidad</p> <p>*Desviación estándar</p> <p>*Transito</p> <p>*Drenaje</p> <p>*Sub rasante</p> <p>*Sub base</p> <p>*Base</p> <p>*Carpeta asfáltica</p> <p>*Estudio de suelos</p> <p>*Pavimento flexible</p> <p>*Pavimento flexible con adición de PVC.</p>	<p>Tipo de Investigación: Aplicada</p> <p>Enfoque de Investigación: Cuantitativo</p> <p>Metodología de la Investigación: -----</p> <p>Diseño de la Investigación: *Cuasi experimental *corte transversal *Correlacional - causal</p> <p>Universo: La avenida Huáscar, Jicamarca.</p> <p>Muestra: 1 km de la avenida Huáscar</p>	<p>*Observación directa</p> <p>*Revisión bibliográfica</p> <p>*Observación</p> <p>*Conteo</p> <p>*Fotografía</p> <p>*Revisión Bibliográfica.</p> <p>*Ensayo de laboratorio.</p> <p>*Revisión de costos Capeco</p>	<p>*Ficha de observación</p> <p>*Ficha Bibliográfica</p> <p>*Ficha de observación.</p> <p>*ficha de conteo</p> <p>*Panel Fotográfico</p> <p>*Ficha bibliográfica</p> <p>*Ficha de laboratorio</p> <p>*Ficha de presupuesto</p>	<p>*Figuras</p> <p>*Tablas</p> <p>*Diagramas</p> <p>*Cuadros</p> <p>*Gráficos</p>

OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Diseño De Pavimento Flexible Adicionando Policloruro De Vinilo Reciclado En La Capa Base De La Avenida Huáscar, Jicamarca
2021.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	ESCALAS
<p>Variable Independiente:</p> <p>Policloruro de vinilo reciclado.</p>	<p>Según Madrueño, (2021) nos dice que es un material rescatado de los productos inservibles, aunque para algunas personas puede ser de buen provecho su composición química para desarrollar o mejorar otros trabajos., este material contiene sustancias químicas llamada ftalatos, perteneciente a la familia de aditivos químicos industriales usados como flexibilizantes para PVC</p>	<p>Se medirá las concentraciones de policloruro de vinilo y consecutivamente se determinará el porcentaje adecuado a utilizar en la capa base.</p>	<p>Propiedades mecánicas.</p> <p>Proporción de policloruro de vinilo reciclado.</p> <p>Policloruro de vinilo reciclado.</p>	<p>*Resistencia a la compresión *Resistencia a tracción *Módulo de elasticidad.</p> <p>*Porcentaje de policloruro de vinilo reciclado</p> <p>*Tipo *Tamizado</p>	<p>*Observación directa *Revisión bibliográfica *Reciclaje</p>	<p>*Ficha de observación *Ficha Bibliográfica *Ficha de clasificación</p>	<p>*Nominal</p> <p>*Tabulación de información</p>
<p>Variable Dependiente:</p> <p>Diseño pavimento flexible</p>	<p>Según Garcia Aladín (2019), nos dice que consiste en la determinación de los espesores de cada capa que constituye la sección estructural del pavimento, la cual permitirá soportar las cargas durante un periodo de tiempo determinado. Existen diferentes métodos de diseño de pavimentos, los cuáles toman en cuenta principalmente los siguientes factores: tránsito o condiciones de carga, características del suelo de cimentación, características de los materiales que constituyen las capas del pavimento, agentes ambientales y periodo de diseño.</p>	<p>Se evaluará la metodología mediante el método AASHTO, y paralelamente se irá determinando los procesos de diseños con los respectivos presupuestos de ejecución.</p>	<p>AASHTO</p> <p>Estructura del pavimento</p> <p>Estudios básicos</p> <p>Costo y presupuesto</p>	<p>*Serviciabilidad *Confiabilidad *Desviación estándar *Transito *Drenaje</p> <p>*Sub rasante *Sub base *Base *Carpeta asfáltica</p> <p>*Estudio de suelos</p> <p>*Pavimento flexible *Pavimento flexible con adición de PVC</p>	<p>*Observación *Conteo *Fotografía *Revisión Bibliográfica. *Ensayos de laboratorio. *Revisión de precios Capeco</p>	<p>*Ficha de observación *Ficha de conteo *Panel Fotográfico *Ficha Bibliográfica. *Ficha de laboratorio *Ficha de presupuesto</p>	<p>*Razón</p>

Visita a la avenida Huáscar – Jicamarca (Trocha)



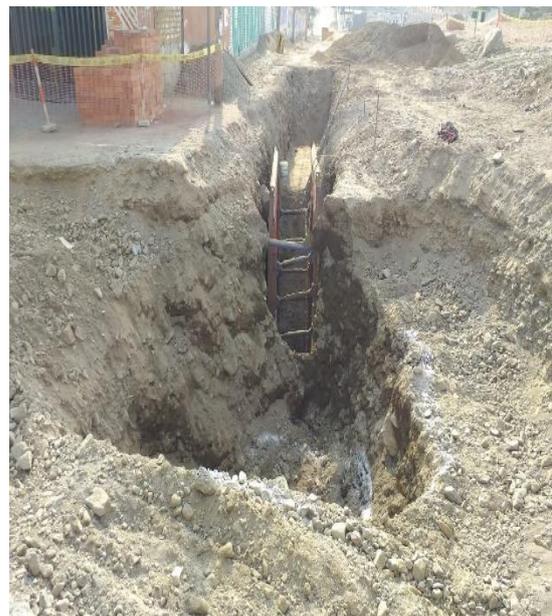
Calicata I

Intersección entre la Av. Inca Wiracocha con Av. Huáscar.

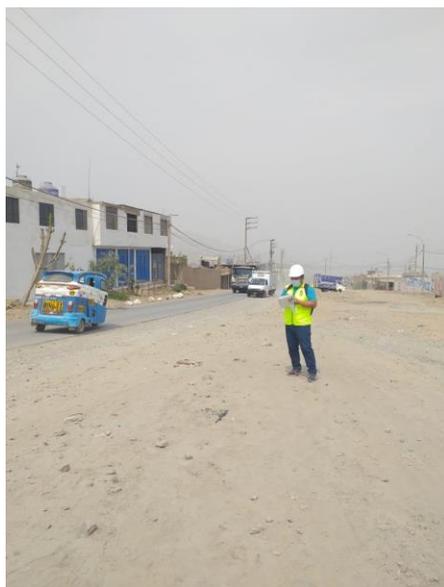


Calicata II

Intersección entre la Av. Cusco con Av. Huáscar.



Conteo vehicular (durante siete días)



Ensayo Granulométrico De Las Calicatas



Ensayo De Proctor Modificado Y CBR



CALICATA N° 1

Análisis Granulométrico Por Tamizado.

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra:

Centers : -
Calicata : C-1
Muestra : -
Prof. (m) : 1,50
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 30/04/2021
Fecha de Ejecución : 03/05/2021
Fecha de Emisión : 05/05/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-E107

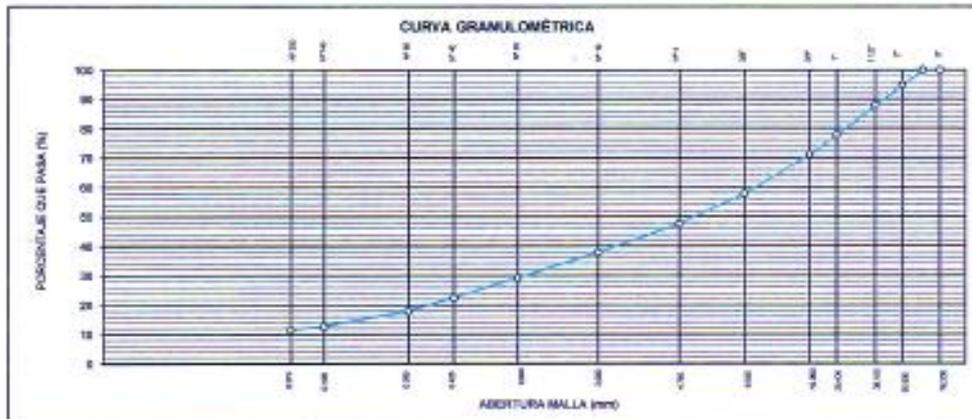
Peso Global (seco) (g) 2480,9

TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)	% Grava (N° 4 < 1 < 3")	% Arena (N° 200 < 1 < N° 4)	% Fines (= N° 200)
3"	76,20	---	---	100,0	92,4	36,1	11,5
2"	50,80	123,2	5,0	95,0			
1 1/2"	38,10	178,0	7,1	92,9			
1"	25,40	249,6	10,1	89,9			
3/4"	19,05	187,4	7,6	92,4			
3/8"	9,525	328,1	13,2	86,8			
N° 4	4,760	256,6	10,3	89,7			
N° 10	2,000	240,4	9,7	90,3			
N° 20	0,840	214,8	8,7	91,3			
N° 40	0,425	185,7	7,5	92,5			
N° 60	0,250	113,2	4,6	95,4			
N° 140	0,106	131,8	5,3	94,7			
N° 200	0,074	21,2	0,9	99,1			
-200		284,9	11,5	88,5			

LIMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	---
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2914-05	
Humedad (%)	2,3

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUELOS ASTM D 3497-05	GW-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3282-04	A-1-a(0)
Descripción de la muestra : GRAVA, BIEN GRADADA, CON LIMO	



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por : Tec. JCH

- Equipos Usados**
- Bal-TA-14501-NP1
 - Hoi-01-jch
 - Equipo de Casagrande ELE
 - Bal-S6402F-NP2



Francisco
FRANCISCO
 DE LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193687

Ensayo De Límite De Consistencia.

 LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

INFORME N° : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLEN A GABRIEL LEINDER
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -		
Calicata	: C-1		
Muestra	: -		
Prof. (m)	: 1,50	Fecha de Recepción	: 30/04/21
Progresiva	: -	Fecha de Ejecución	: 03/05/21
Coordenadas	: -	Fecha de Emisión	: 05/05/21

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	1260,0	1536,0
Peso de suelo seco + tara g	1234,9	1502,2
Peso de tara g	82,3	80,5
Peso de agua g	25,1	33,6
Peso de suelo seco g	1152,6	1421,7
Contenido de agua %	2,2	2,4
Contenido de Humedad (%)	2,3	

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante

Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1

Hor-01-jch




JAVIER FRANCISCO
 EN LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Perfil Estratigráfico.

	FORMULARIO	Código	IS-7
	REGISTRO DE EXCAVACIONES	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 1

INFORME : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA C-1
Prof(m). 1,50
Nivel Freático NP

Profundidad (m)	Tipo Excavación	Muestra	Simbología	Descripción	Clasificación BUCB
0.00	Tipo Excavación	M-1		Material grava bien gradada limosa, color beige, con gravas semiangulosa TM. 3". plasticidad no presenta, humedad de 1,8% en estado semicomacto.	GW-GM
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					




JAVIER FRANCISCO DE LA CRUZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Ensayo de Proctor Modificado.

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-058
 SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLENIA GABRIEL LEINDER
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2021

Fecha de Recepción : 30/04/21
 Fecha de Ejecución : 03/05/21

Calicata : C-1
 Muestra : -
 Prof.(m) : 1,50

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GW-GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

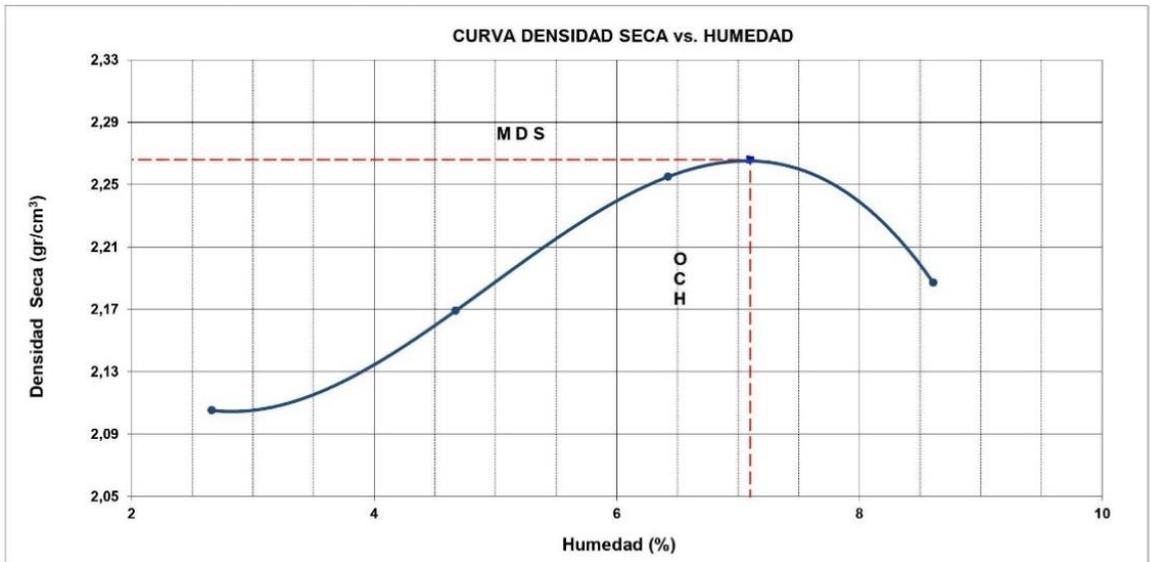
Peso específico :
 Metodo : C **COMPACTACIÓN**

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11013	11244	11518	11466
Peso del Molde (gr)	6440	6440	6440	6440
Peso suelo compacto (gr)	4573	4804	5078	5026
Volumen del Molde (cm ³)	2116,0	2116,0	2116,0	2116,0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,161	2,270	2,400	2,375
Densidad seca (gr/cm ³)	2,105	2,169	2,255	2,187

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	339,0	428,0	531,2	505,0
Tara + suelo seco (gr)	331,5	410,6	502,5	469,9
Peso del agua (gr)	7,5	17,4	28,7	35,1
Peso de tara (gr)	49,7	38,1	55,6	62,2
Peso suelo seco (gr)	281,8	372,5	446,9	407,7
Contenido de humedad(%)	2,7	4,7	6,4	8,6

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,272 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 7,2 (%)

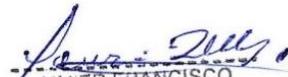


Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn




 JAVIER FRANCISCO
 M. LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Ensayo de California Bearing Ratio CBR, 1.

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP 339.145 / ASTM D-1883

Nº INFORME : JCH 21-058
 SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021

Fecha de Recepción : 30/04/21
 Fecha de Ejecución : 03/05/21

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2021

Calicata : C-1
 Muestra : -
 Prof.(m) : 1,50

Cantera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -

Clasificación SUCS : GW-GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

MDS (gr/cm3) : 2,272
 OCH (%) : 7,2

COMPACTACIÓN

Nº molde	A-1		E-5		B-1	
	56		25		10	
Nº de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12896	12924	12829	12869	12617	12681
Peso del Molde (gr)	7696	7696	7795	7795	7832	7832
Peso suelo compacto (gr)	5202	5228	5034	5074	4785	4849
Volumen del Molde (cm3)	2144	2144	2140	2140	2123	2123
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,427	2,439	2,352	2,371	2,254	2,284
Densidad seca (gr/cm3)	2,266	2,266	2,196	2,195	2,104	2,105

HUMEDAD

Tara Nº	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	531,3	521,3	534,1	579,6	556,1	550,0
Tara + suelo seco (gr)	499,6	488,8	502,2	541,2	523,3	512,5
Peso del agua (gr)	31,7	32,5	31,9	38,4	32,8	37,5
Peso de tara (gr)	52,5	62,2	55,3	63,3	62,6	71,2
Peso suelo seco (gr)	447,1	426,6	446,9	477,9	460,7	441,3
Contenido de humedad(%)	7,1	7,6	7,1	8,0	7,1	8,5

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
			0,000								
04/05/2021		13:07:00 a.m.	0,000					0,000			
			0,000								
			0,000								
04/05/2021		13:07:00 a.m.	0,000								

N.P.

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	A-1		E-5		MOLDE Nº CARGA Lb/pulg2	B-1	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)	Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0				0			
0,025		10,9			9,2				
0,050		33,8			28,5				
0,075		78,4			66,2				
0,100	1000	154,5	514,3	51,4	130,3	433,9	43,4	96,5	321,4 32,1
0,125		241,3			203,6			150,8	
0,150		356,0			300,3			222,5	
0,175		467,0			394,0			291,9	
0,200	1500	610,6	1020,0	68,0	515,2	888,0	59,2	381,6	650,0 43,3
0,300		1122,2			946,8			701,4	
0,400		1629,0			1374,5			1018,1	
0,500		1997,0			1685,0			1248,1	

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Sé aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Equipo usados
 Bal-R31P30-Nº3
 Bal-TAJ4001-Nº1
 Hor-01-JCH
 Maq. Ensayo 50Kn

Realizado por



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 TH LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Ensayo de California Bearing Ratio CBR, 2.

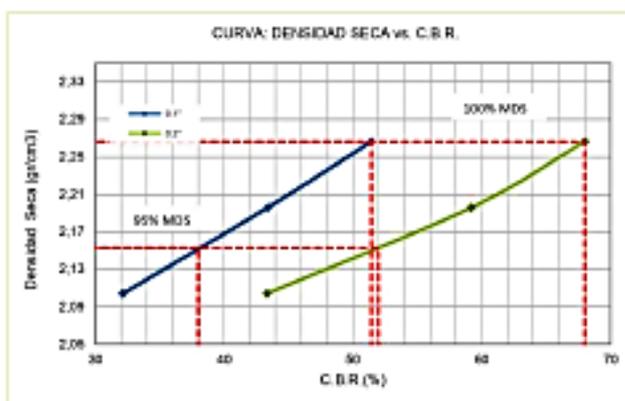
	FORMULARIO	Código : 0-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISTAS TINDCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
UBICACION : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2021

Fecha de Recepción : 30/04/21
Fecha de Ejecución : 03/05/21

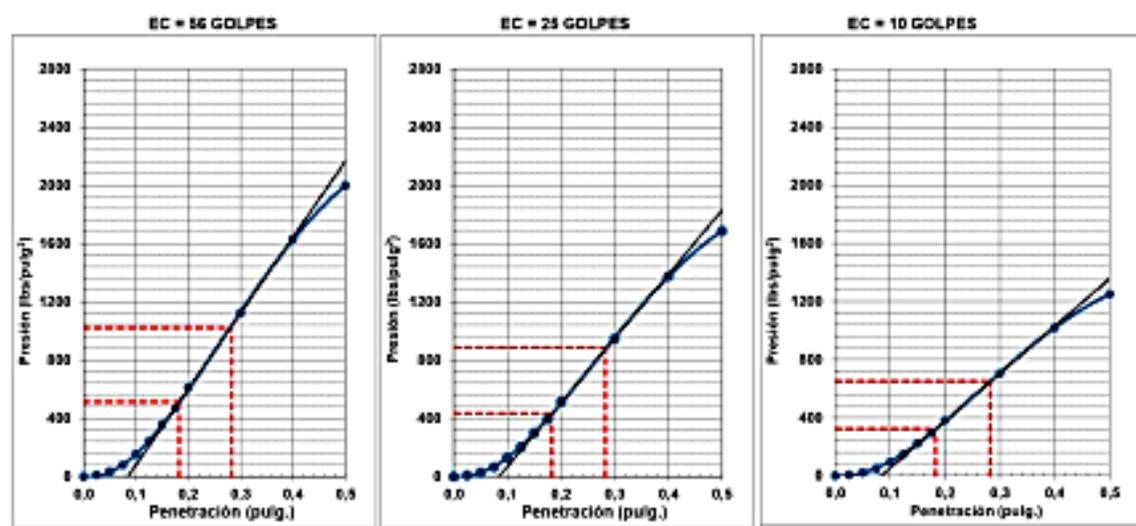
Calicata : C-1 **Cartera** : - **Clasificación SUCS** : GW-GM
Muestra : - **Progresiva** : - **Clasificación AASHTO** : A-1-a(0)
Prof.(m) : 1,50 **Coordenadas** : -



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,272
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7,2
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,161

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	=	51,4	0.2"	=	66,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	=	35,0	0.2"	=	52,0

RESULTADOS:
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 51,4
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 35,0
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 66,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 52,0



Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Equipo usado:
Bal-R31P30-Nº3
Bal-TAJ4031-Nº1
Hor-01-JCH
Mag. Emayo 50Kn




JAVIER FRANCISCO
 LA LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

CALICATA N° 2

Análisis Granulométrico Por Tamizado.

	FORMULARIO	Código : D-03
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3-3

INFORME N° : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENAS GABRIEL LEINDER
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra:

Cantón : -
Calicata : C-2
Muestra : -
Prof. (m) : 2,00
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 30/04/2021
Fecha de Ejecución : 03/05/2021
Fecha de Emisión : 05/05/2021

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422 / MTC-IE107

Peso Global (seco) (g) 3257,1

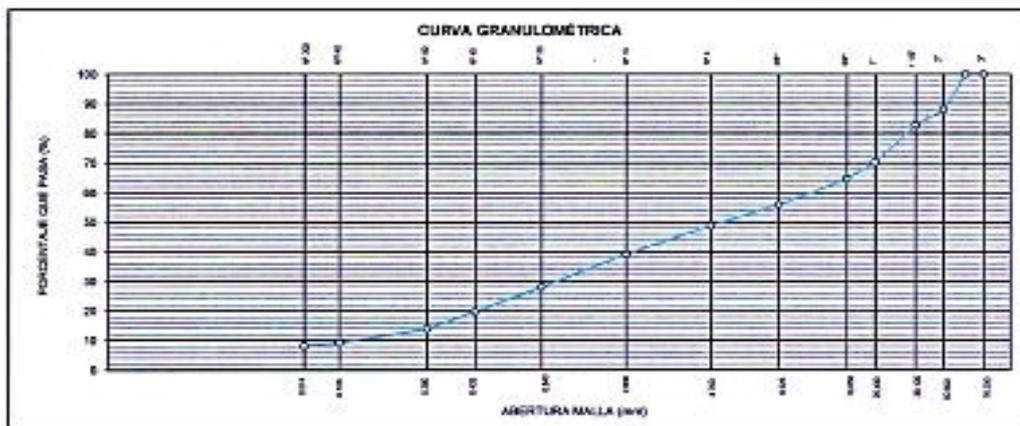
TAMIZ	ABERTURA (mm)	P. RET. (gr)	RET. (%)	PASA (%)
3"	76.20	--	--	100.0
2"	50.80	320.4	12.0	88.0
1 1/2"	38.10	158.5	5.1	94.9
1"	25.40	458.8	12.8	87.2
3/4"	19.05	180.9	5.6	94.4
3/8"	9.525	215.4	6.6	93.4
N° 4	4.750	238.5	7.3	92.7
N° 10	2.000	320.5	9.8	90.2
N° 20	0.840	358.6	11.0	89.0
N° 40	0.425	272.1	8.4	91.6
N° 60	0.250	189.7	5.8	94.2
N° 100	0.150	156.2	4.8	95.2
N° 200	0.075	29.2	0.9	99.1
-250		295.1	9.2	90.8

% Grava [N° 4 < F < 3"]	51.3
% Arena [N° 200 < F < N° 4]	40.7
% Fines [< N° 200]	8.2

LÍMITES DE CONSISTENCIA	
Límite Líquido (%) ASTM D4318-05	--
Límite Plástico (%) ASTM D4318-05	NP
Índice de Plasticidad (%) ASTM D4318-05	NP

Contenido de Humedad ASTM D-2216-05	
Humedad (%)	1.5

CLASIFICACIÓN	
CLASIFICACIÓN SUCS ASTM D 2487-05	GP-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO ASTM D 3283-04	A-1-a(0)
Descripción de la muestra :	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO



Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante.
Realizado por : Tec. JCH

- Equipos Usados**
- Bal-TAJ4001-N°1
 - Tam-01-jch
 - Equipo de Cosagranda ELE
 - Bal-SE402F-N°2



Acceso 2021
JAVIER FRANCISCO
VALLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Ensayo De Límite De Consistencia.

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

INFORME N° : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021

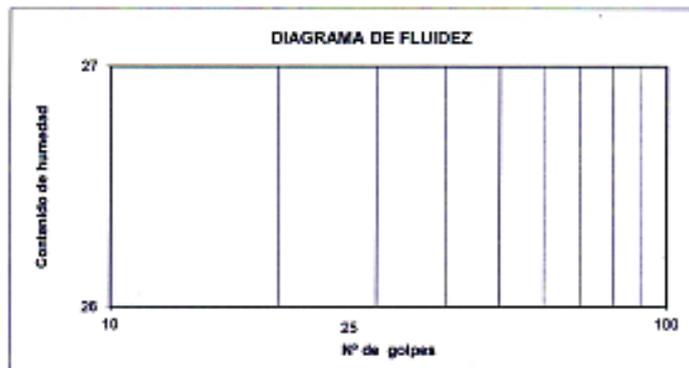
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 30/04/21
Calicata	: C-2	Fecha de Ejecución	: 03/05/21
Muestra	: -	Fecha de Emisión	: 05/05/21
Prof. (m)	: 2,00		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HÚMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. JCH

- Equipos Usados**
- Bal-SE402F-N°2
 - Hor-01-jch
 - Vidrio esmerilado
 - Equipo de Casagrande ELE



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
 EN LDA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

Ensayo De Contenido De Humedad.

	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2-3

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

INFORME N°	: JCH 21-058
SOLICITANTE	: TESISITAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
ENTIDAD	: -
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
UBICACIÓN	: AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
DIRECCIÓN DEL CLIENTE	: -

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera	: -	Fecha de Recepción	: 30/04/21
Calicata	: C-2	Fecha de Ejecución	: 03/05/21
Muestra	: -	Fecha de Emisión	: 05/05/21
Prof. (m)	: 2,00		
Progresiva	: -		
Coordenadas	: -		

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	983,5	1323,2
Peso de suelo seco + tara g	971,2	1304,2
Peso de tara g	83,7	90,2
Peso de agua g	12,3	19,0
Peso de suelo seco g	887,5	1214,0
Contenido de agua %	1,4	1,6
Contenido de Humedad (%)	1,5	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. JCH

Equipos Usados
Bal-TA.H001-N°1
Hor-01-jch



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
19 LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 153687

Perfil estratigráfico de la calicata N° 2.

	FORMULARIO	Código	IS-7
	REGISTRO DE EXCAVACIONES	Revisión	1
		Fecha	-
		Página	1 de 1

INFORME : JCH 21-056
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2021

CALICATA C- 2
Prof(m). 2,00
Nivel Freático NP

Profundidad (m)	Tipo Excavación	Muestra	Simbología	Descripción	Clasificación SUCS
0.00	Tipo Excavación	M-1		Material grava pobremente gradada limosa, color beige, con gravas semiangulosas TM 3°, plasticidad no presenta, humedad de 1,8% en estado semicompato.	GP-GM
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					




JAVIER FRANCISCO
 EN LOA GLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Ensayo De Próctor Modificado.

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO NTP 399.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-458
 SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENIA GABRIEL LEINDER
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2021

Fecha de Recepción : 30/04/21
 Fecha de Ejecución : 03/05/21

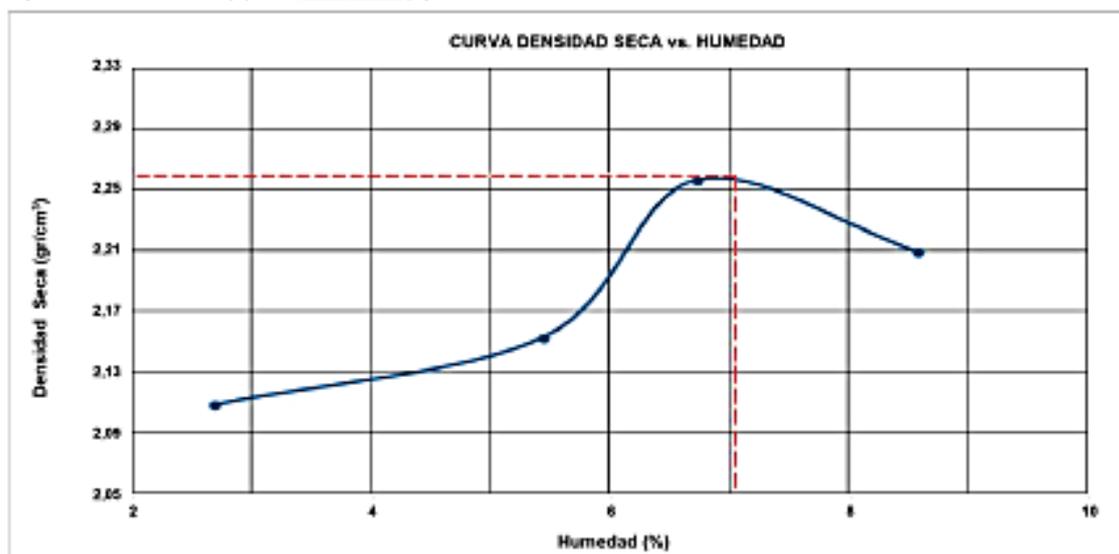
Calicata : C-2
 Muestra : -
 Prof (m) : 3,03
 Carretera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : GP-GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

Peso específico :
 Método : G

Prueba N°	COMPACTACIÓN			
	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11027	11249	11542	11522
Peso del Molde (gr)	6442	6442	6442	6442
Peso suelo compacto (gr)	4585	4807	5100	5080
Volumen del Molde (cm ³)	2116,0	2116,0	2116,0	2116,0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,165	2,270	2,408	2,398
Densidad seca (gr/cm ³)	2,108	2,152	2,256	2,209

Tara N°	HUMEDAD			
	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr)	339,3	431,1	637,8	506,1
Tara + suelo seco (gr)	331,7	419,8	592,7	470,1
Peso del agua (gr)	7,6	20,4	30,1	35,0
Peso de tara (gr)	49,8	35,2	56,5	62,4
Peso suelo seco (gr)	281,9	372,6	447,2	407,7
Contenido de humedad (%)	2,7	5,4	6,7	8,6

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,266 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad (%) : 7,1 (%)



Observaciones : La muestra fue recibida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usado
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TA4001-N°1
 Mol-01-JCH
 Mol. Ensayo 50Kn



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 N. LOA CLAVUJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

Ensayo de California Bearing Ratio CBR, 1.

	FORMULARIO	Código : 0-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP 339.146 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-058
 SOLICITANTE : TESISIAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
 Fecha de Recepción : 30/04/21
 Fecha de Ejecución : 03/05/21

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2021

Calicaba : C-2
 Muestra : -
 Prof.(m) : 2,00
 Carretera : -
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : GP-GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)

MDS (gr/cm3) : 2,266
 OCH (%) : 7,1

COMPACTACIÓN

N° molde	B-6		B-4		E-1	
	65		25		10	
N° de golpes por capa	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (g)	12896	12924	12828	12869	12817	12881
Peso del Molde (gr)	7696	7696	7796	7795	7832	7832
Peso suelo compacto (gr)	5200	5229	5034	5074	4785	4949
Volumen del Molde (cm3)	2144	2144	2140	2140	2123	2123
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,427	2,439	2,352	2,371	2,264	2,284
Densidad seca (gr/cm3)	2,258	2,258	2,195	2,195	2,104	2,105

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo húmedo (gr)	531,3	521,3	534,1	579,6	556,1	559,0
Tara + suelo seco (gr)	498,6	488,6	502,2	541,2	523,3	512,5
Peso del agua (gr)	31,7	32,5	31,9	38,4	32,8	37,5
Peso de tara (gr)	62,6	62,2	65,3	63,3	62,8	71,2
Peso suelo seco (gr)	447,1	426,5	445,9	477,9	460,7	441,3
Contenido de humedad(%)	7,1	7,6	7,1	8,0	7,1	8,6

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%

N.P.

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	B-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	B-4		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	E-1	
			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)		Lb	CBR (%)
0,000		0			0			0		
0,025		10,6			8,9			6,6		
0,050		32,9			27,5			20,6		
0,075		76,4			64,4			47,7		
0,100	1000	150,4	500,7	50,1	125,9	432,5	42,3	94,0	313,0	31,3
0,125		235,0			198,3			146,9		
0,150		340,6			292,4			216,5		
0,175		454,7			393,7			284,2		
0,200	1500	594,5	1000,0	66,7	501,6	822,0	54,8	371,6	630,0	62,0
0,300		1092,7			922,0			682,9		
0,400		1586,2			1338,3			991,4		
0,500		1944,6			1640,7			1215,3		

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se tiro.

Realizado por



Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
 TH LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

Equipo usados
 Bal-R31P30-N°3
 Bal-TA.M001-N°1
 Hor-01-JCH
 Mag. Ensayo 50Kn

Ensayo de California Bearing Ratio CBR, 1.

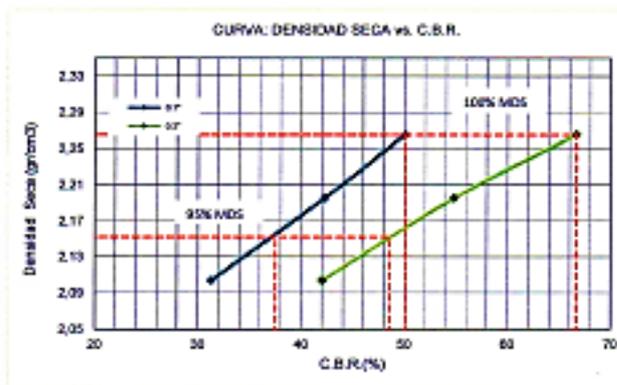
	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-058
 SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
 Fecha de Recepción : 30/04/21
 Fecha de Ejecución : 03/05/21

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2021

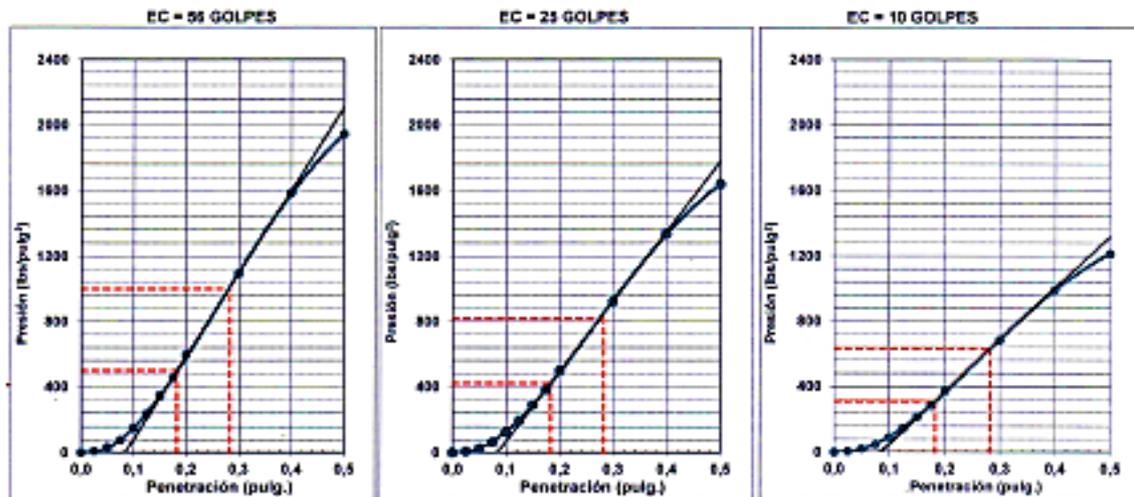
Calicata : C-2
 Muestra : -
 Prof.(m) : 3,00
 Cartera : -
 Progresiva : -
 Georreferencia : -
 Clasificación SUCS : GP-GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,266
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 7,1
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³) : 2,183

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	50,1	0.2"	66,7
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	37,5	0.2"	48,5

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 50,1
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 37,5
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 66,7
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 48,5



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.



Javier Clavijo
 JAVIER FRANCISCO
 S/N LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usado:
Bal-R31P30-N°3
Bal-TA4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn

Ensayo de Límite de Consistencia.

	FORMULARIO	Código : D-04
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1 Fecha : - Página : 1-3

ENSAYO DE LÍMITE DE CONSISTENCIA ASTM D4318, MTC E 110 - E 111

INFORME N° : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISITAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA

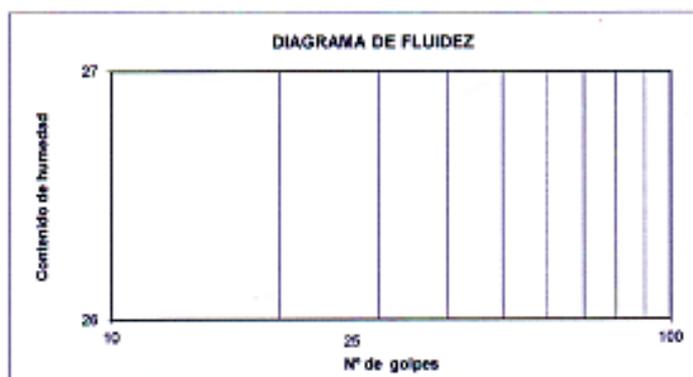
DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

Datos de la Muestra

Cantera : -
Calicata : -
Muestra : Afirmado
Prof. (m) : -
Progresiva : -
Coordenadas : -

Fecha de Recepción : 30/04/21
Fecha de Ejecución : 03/05/21
Fecha de Emisión : 05/05/21

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.		
NÚMERO DE GOLPES		
PESO DE LA LATA (gr)		
PESO LATA + SUELO HUMEDO (g)		
PESO LATA + SUELO SECO (g)		
PESO AGUA (g)		
PESO SUELO SECO (g)		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		



LÍMITE LÍQUIDO (%)	---
LÍMITE PLÁSTICO (%)	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP

Pasante de la malla N°40

Observación : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

- Equipos Usados**
- Bal-SE402F-N°2
 - Hor-01-jch
 - Vidrio esmerilado
 - Equipo de Casagrande ELE




 JAVIER FRANCISCO
 ULDA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Ensayo De Contenido De Humedad.

 LABORATORIO GEOTÉCNICO	FORMULARIO	Código : D-01
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYO	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2-3

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D2216, MTC E 108

INFORME N° : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
ENTIDAD : -
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA

DIRECCIÓN DEL CLIENTE : -

DATOS DE LA MUESTRA

Cantera : JICAMARCA
Calicata : -
Muestra : Afirmado
Prof. (m) : - **Fecha de Recepción** : 30/04/21
Progresiva : - **Fecha de Ejecución** : 03/05/21
Coordenadas : - **Fecha de Emisión** : 05/05/21

Recipiente N°	1	2
Peso de suelo humedo + tara g	647,4	1252,0
Peso de suelo seco + tara g	623,8	1202,2
Peso de tara g	77,5	75,6
Peso de agua g	23,6	49,8
Peso de suelo seco g	546,3	1126,6
Contenido de agua %	4,3	4,4
Contenido de Humedad (%)	4,4	

Observacion : El uso de esta información es exclusiva del solicitante
Realizado por Tec. J.CH

Equipos Usados

Bal-TAJ4001-N°1
 Hor-01-jch




JAVIER FRANCISCO
ULLOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Ensayo de Proctor Modificado.

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO
NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-058
 SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLENIA GABRIEL LEINDER
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
 Fecha de Recepción : 15/05/21
 Fecha de Ejecución : 18/05/21

UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA Jicamarca
 FECHA : MAYO DEL 2021

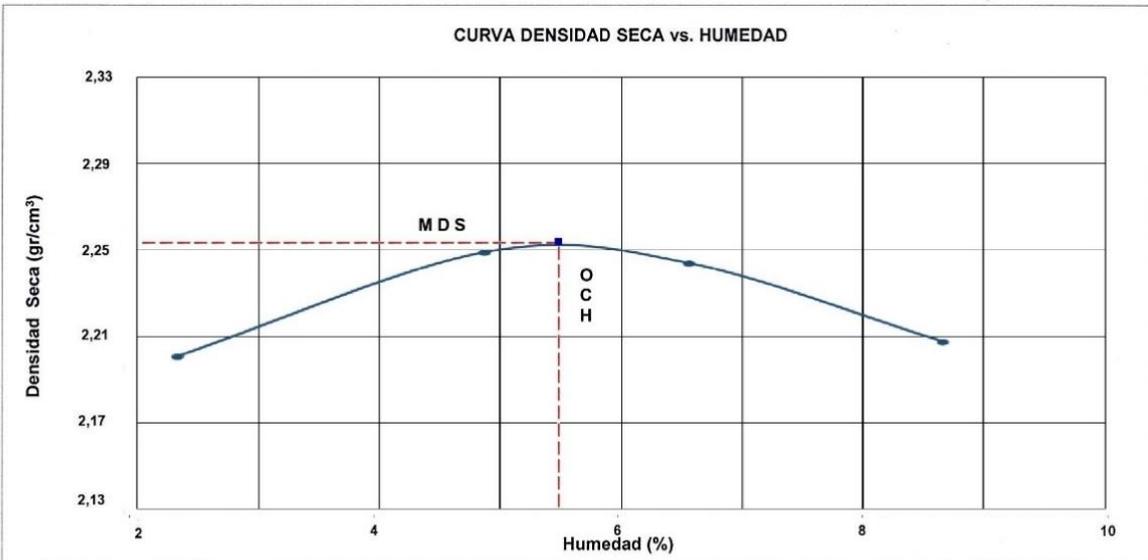
Calicata : - Cantera : Jicamarca Clasificación SUCS : GM
 Muestra : Afirmado Progresiva : - Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
 Prof.(m) : - Coordenadas : -

Peso específico : -
 Metodo : C **COMPACTACIÓN**

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11465	11690	11759	11775
Peso del Molde (gr)	6702	6702	6702	6702
Peso suelo compacto (gr)	4763	4988	5057	5053
Volumen del Molde (cm ³)	2120,0	2120,0	2120,0	2120,0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,253	2,358	2,391	2,399
Densidad seca (gr/cm ³)	2,201	2,249	2,244	2,208

HUMEDAD				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	376,2	447,1	530,7	362,4
Tara + suelo seco (gr)	369,0	429,9	503,0	337,2
Peso del agua (gr)	7,2	17,2	27,7	25,2
Peso de tara (gr)	60,1	76,6	80,7	46,1
Peso suelo seco (gr)	308,9	353,3	422,3	291,1
Contenido de humedad(%)	2,3	4,9	6,6	8,7

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,256 (gr/cm³)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 5,5 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch




 JAVIER FRANCISCO
 ULI DA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. OIP N° 193667

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn

California Bearing Ratio CBR, 2.

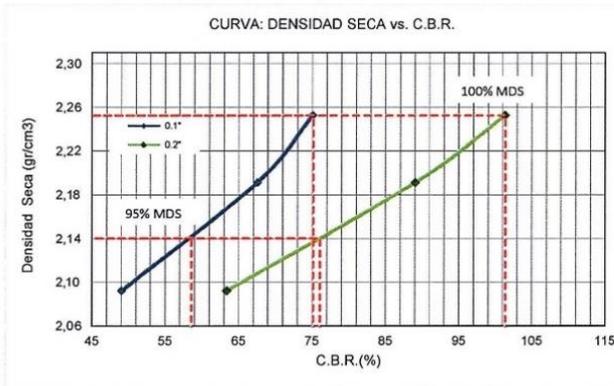
	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 3 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-058
 SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLEN A GABRIEL LEINDER
 PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
 UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
 FECHA : MAYO DEL 2021

Fecha de Recepción : 15/05/21
 Fecha de Ejecución : 18/05/21

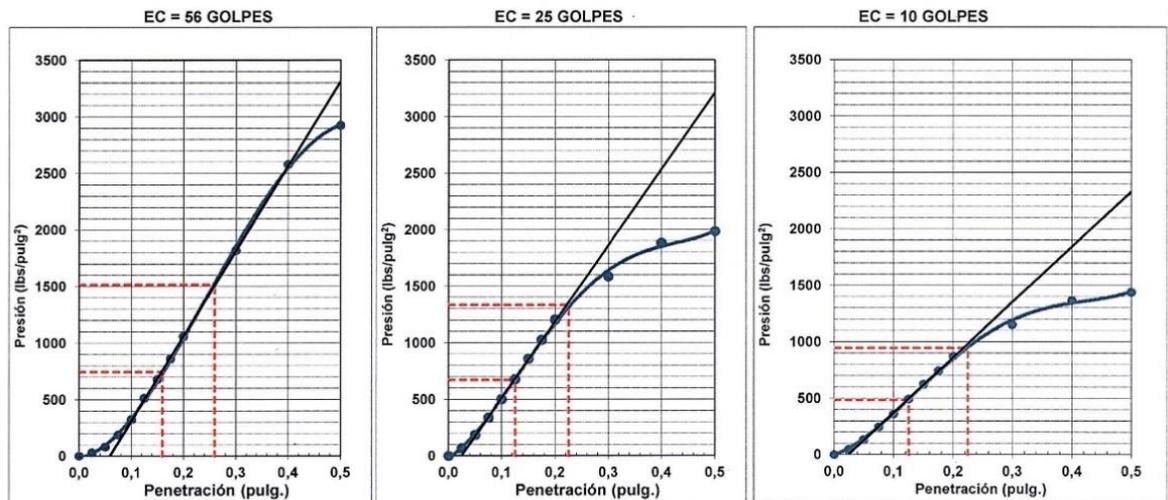
Calicata : -
 Muestra : Afirmado
 Prof.(m) : -
 Cantera : Jicamarca
 Progresiva : -
 Coordenadas : -
 Clasificación SUCS : GM
 Clasificación AASHTO : A-1-a(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,256
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 5,5
 95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,131

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	75,1	0.2"	101,3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	58,5	0.2"	76,0

RESULTADOS:
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 75,1
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 58,5
 C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 101,3
 C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 76,0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn



Javier Francisco
 JAVIER FRANCISCO
 UGO CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Ensayo de Proctor Modificado.

	FORMULARIO	Código : 0-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO NTP 398.141 / ASTM D-1557

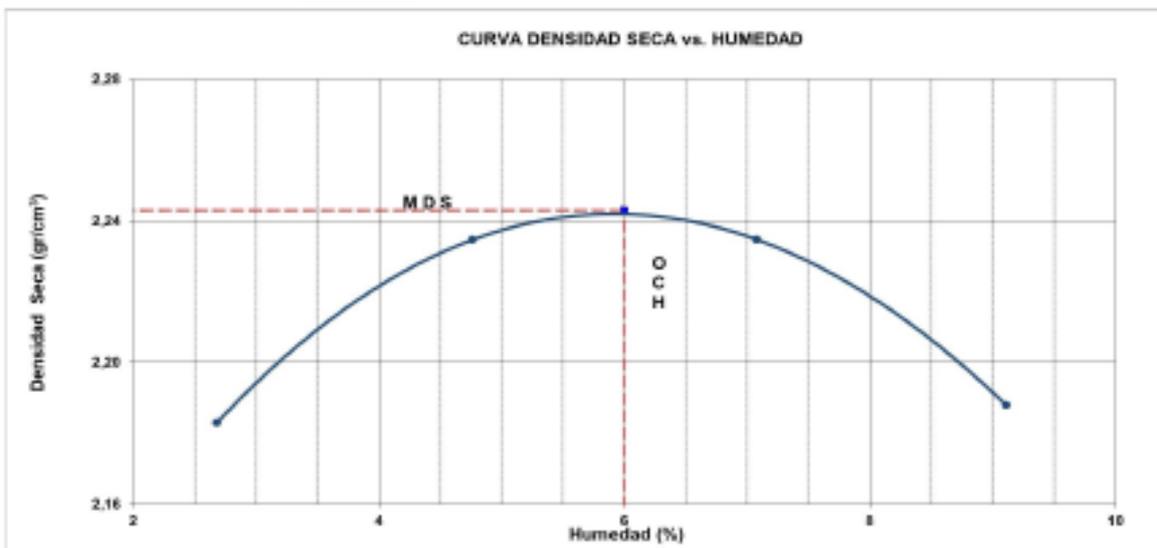
N° INFORME : JCH 21-858	Fecha de Recepción : -
SOLICITANTE : TESISITAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLEN GABRIEL LEIDER	Fecha de Ejecución : 18/05/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA - 2021	
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR - 2021	
FECHA : MAYO DEL 2021	

Calicata : -	Cantera : -	Clasificación SUCS : -
Muestra : Afirmado + 3% PVC	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : -
Prof (m) : -	Coordenadas : -	

Peso específico : -		COMPACTACIÓN				
Metodo : C		1	2	3	4	
Prueba N°						
Peso del molde + Suelo compacto (gr)		11454	11665	11775	11763	
Peso del Molde (gr)		6702	6702	6702	6702	
Peso suelo compacto (gr)		4752	4963	5073	5061	
Volumen del Molde (cm3)		2120,0	2120,0	2120,0	2120,0	
Densidad Humeda (gr/cm3)		2,242	2,341	2,393	2,387	
Densidad seca (gr/cm3)		2,183	2,235	2,235	2,188	

		HUMEDAD			
Tara N°		1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)		426,3	490,6	609,4	412,3
Tara + suelo seco (gr)		417,0	472,1	547,4	382,0
Peso del agua (gr)		9,3	18,4	33,0	30,3
Peso de tara (gr)		79,2	85,7	81,3	49,5
Peso suelo seco (gr)		346,8	386,4	465,1	332,5
Contenido de humedad(%)		2,7	4,8	7,1	9,1

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,246 (gr/cm3)
 Optimo Contenido Humedad(%) : 6,2 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usado	Fecha Calibración
Bal-R31P30-N°3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-N°1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Mag. Ensayo 50Kn	Ene.-2020




JAVIER FRANCISCO LA LOZA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

California Bearing Ratio CBR, 1.

	FORMULARIO	Código : 0-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP 339.145 / ASTM D-1083

N° INFORME : JCH 21-058	Fecha de Recepción : -
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILLENIA GABRIEL LEINDER	Fecha de Ejecución : 18/06/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA - 2021	
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR - 2021	
FECHA : MAYO DEL 2021	

Calicata : -	Carriera : -	Clasificación SUCS : -
Muestra : Afirmado + 3% PVC	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : -
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	
MDS (gr/cm ³) : 2.246		
OCH (%) : 6.2		

COMPACTACIÓN

N° molde	A-2		A-6		C-6	
	56	25	25	19	19	19
N° de golpes por capa						
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12979	13039	12747	12817	13180	13310
Peso del Molde (gr)	7906	7906	7792	7792	8491	8491
Peso suelo compacto (gr)	5084	5124	4955	5025	4689	4819
Volumen del Molde (cm ³)	2129	2129	2142	2142	2126	2126
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2.379	2.407	2.314	2.346	2.208	2.267
Densidad seca (gr/cm ³)	2.243	2.258	2.182	2.193	2.082	2.111

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	623.3	580.6	623.3	619.1	572.6	565.5
Tara + suelo seco (gr)	497.5	547.6	591.5	574.2	544.3	521.3
Peso del agua (gr)	25.8	32.9	31.8	35.9	28.3	33.7
Peso de tara (gr)	72.1	50.9	65.7	62.3	65.9	63.9
Peso suelo seco (gr)	425.4	496.7	525.8	511.9	478.4	457.9
Contenido de humedad(%)	6.1	6.6	6.0	7.0	5.9	7.4

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/05/2021	0	8:09:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
19/05/2021	24	8:07:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
20/05/2021	48	8:05:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
21/05/2021	72	8:06:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
22/05/2021	96	8:04:00 a. m.	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg ²	MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	A-2		A-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg ²	C-6	
			CORRECCIÓN Lb/pulg ²	CBR (%)	CORRECCIÓN Lb/pulg ²	CBR (%)		CORRECCIÓN Lb/pulg ²	CBR (%)
0.000		0					0		
0.025		32.3					54.9		
0.050		91.8					150.9		
0.075		212.2					275.6		
0.100	1000	362.8	834.1	83.4	558.1	750.4	75.0	405.2	54.9
0.125		570.6			754.9			548.1	
0.150		754.9			954.6			693.1	
0.175		958.3			1140.4			827.9	
0.200	1500	1174.9	1620.0	106.0	1336.5	1450.0	96.7	970.3	70.0
0.300		2019.4			1762.4			1278.5	
0.400		2863.9			2086.4			1516.2	
0.500		3247.2			2203.0			1699.4	

Observaciones : La muestra fue remida e identificada por el Solicitante.
Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por




JAVIER FRANCISCO
 1ª LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193867

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-Nº1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Mag. Ensayo 50Kn	Ene.-2020

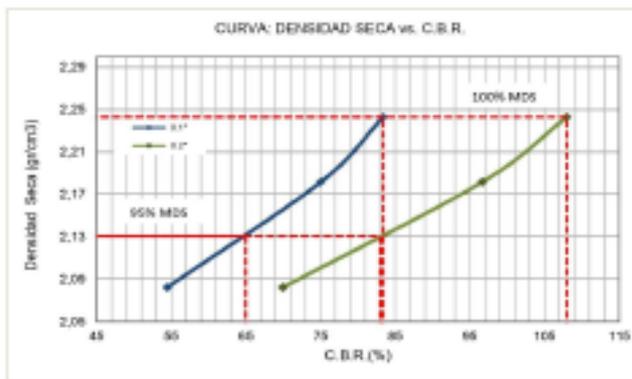
California Bearing Ratio CBR, 2.

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 3 de 3

**CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)
NTP 339.145 / ASTM D-1883**

N° INFORME : JCH 21-058	Fecha de Recepción : -
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDUAR / VILENA GABRIEL LEINDER	Fecha de Ejecución : 18/05/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA - 2021	
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR - 2021	
FECHA : MAYO DEL 2021	

Calicata : -	Cantera : -	Clasificación SUCS : -
Muestra : Afimado + 3% PVC	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : -
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

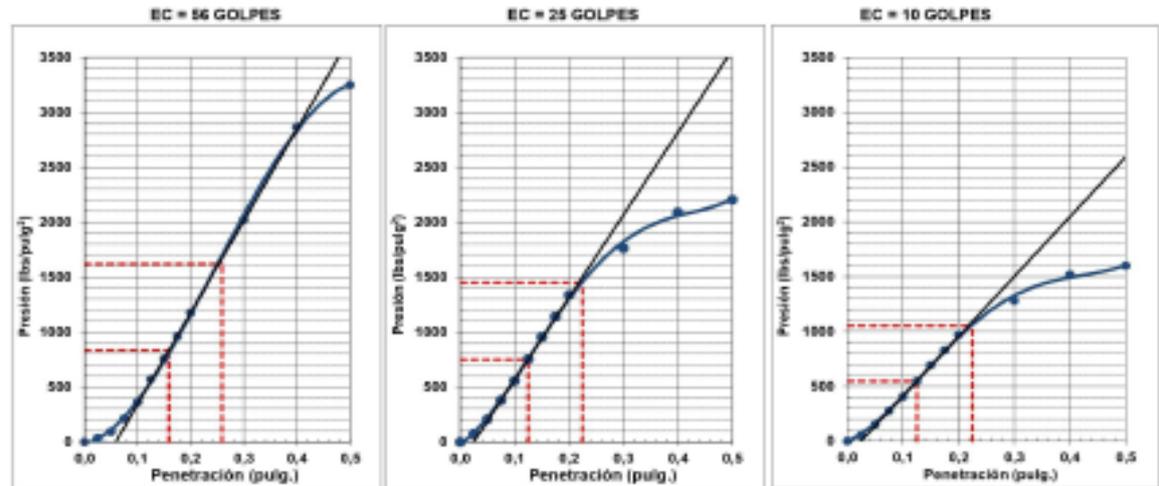


MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2,246
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	: 6,2
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2,130

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	: 83,4	0.2"	: 168,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	: 65,0	0.2"	: 83,0

RESULTADOS:

C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1"	= 83,4
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1"	= 65,0
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2"	= 168,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2"	= 83,0



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipo usado	Fecha Calibración
Bal-R31P30-Nº3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-Nº1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Mec. Ensayo 50Kn	Ene.-2020




JAVIER FRANCISCO
 1ª LOA CLAVILLO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 183667

Ensayo de Proctor Modificado.

	FORMULARIO	Código : D-19
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1
		Fecha : -
		Página : 1 de 3

PRÓCTOR MODIFICADO NTP 339.141 / ASTM D-1557

N° INFORME : JCH 21-058	Fecha de Recepción : -
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLENA GABRIEL LEINDER	Fecha de Ejecución : 18/05/21
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO REICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA - 2021	
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR - 2021	
FECHA : MAYO DEL 2021	

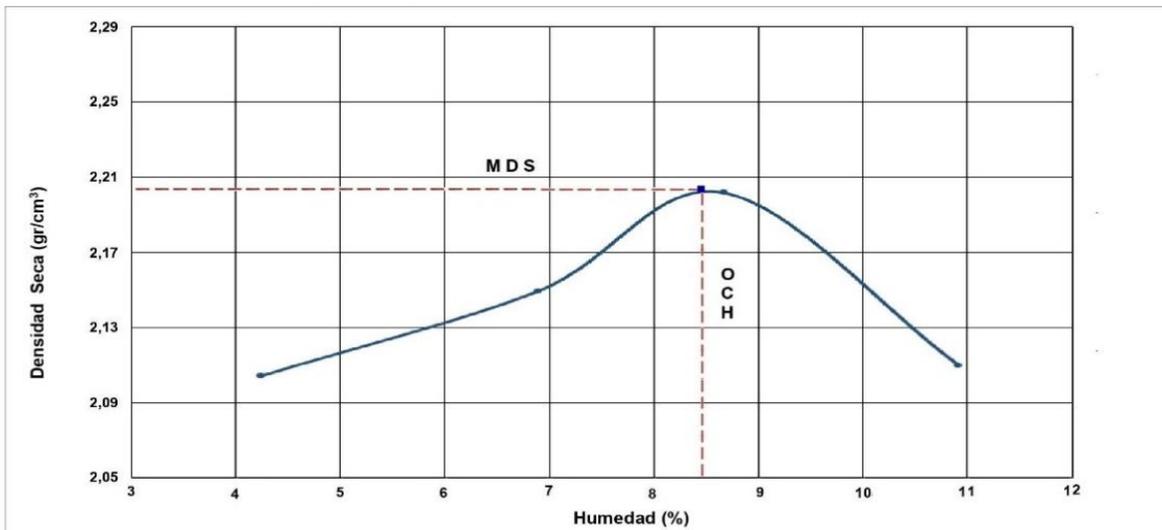
Calicata : -	Cantera : Jicamarca	Clasificación SUCS : GM
Muestra : Afirmado + 6% PVC	Progresiva : -	Clasificación AASHTO : A-1-a(0)
Prof.(m) : -	Coordenadas : -	

Peso específico : -
Metodo : C **COMPACTACIÓN**

Prueba N°	1	2	3	4
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	11460	11681	11882	11771
Peso del Molde (gr)	6810	6810	6810	6810
Peso suelo compacto (gr)	4650	4963	5073	5069
Volumen del Molde (cm ³)	2120,0	2120,0	2120,0	2120,0
Densidad Humeda (gr/cm ³)	2,192	2,298	2,392	2,341
Densidad seca (gr/cm ³)	2,103	2,149	2,202	2,110

HUMEDAD				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo humedo (gr)	427,0	491,0	578,9	411,9
Tara + suelo seco (gr)	412,5	464,9	539,9	376,3
Peso del agua (gr)	14,5	26,1	39,0	35,6
Peso de tara (gr)	71,0	86,6	89,9	50,1
Peso suelo seco (gr)	341,5	378,4	450,0	326,5
Contenido de humedad(%)	4,2	6,9	8,6	10,9

Maxima Densidad Seca (gr/cm³) : 2,206 (gr/cm³)
Optimo Contenido Humedad(%) : 8,4 (%)



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Realizado por : Tec. J.Ch

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-N°3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-N°1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020




JAVIER FRANCISCO DE LA OJA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

California Bearing Ratio CBR, 1.

	FORMULARIO	Código : D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 1 Fecha : - Página : 2 de 3

CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA - 2021
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR - 2021
FECHA : MAYO DEL 2021
Fecha de Recepción : -
Fecha de Ejecución : 18/05/21

Calicata : - **Cantera** : Jicamarca **Clasificación SUCS** : GM
Muestra : Afirmado + 6% PVC **Progresiva** : - **Clasificación AASHTO** : A-1-a(0)
Prof.(m) : - **Coordenadas** : -

MDS (gr/cm3) : 2,206
OCH (%) : 8,4

COMPACTACIÓN

N° molde	A-9		E-6		A-5	
	56		25		10	
Condición de la muestra	No saturado	Saturado	No saturado	Saturado	No saturado	saturado
Peso del molde + Suelo compacto (gr)	12982	13042	12759	12827	13192	13322
Peso del Molde (gr)	7912	7912	7798	7792	8497	8497
Peso suelo compacto (gr)	5070	5130	4961	5031	4695	4825
Volumen del Molde (cm3)	2132	2132	2145	2145	2129	2129
Densidad Humeda (gr/cm3)	2,378	2,406	2,345	2,345	2,205	2,266
Densidad seca (gr/cm3)	2,234	2,250	2,185	2,185	2,076	2,104

HUMEDAD

Tara N°	1	2	3	4	5	6
Tara + suelo humedo (gr)	518,4	575,6	618,4	605,2	567,7	550,6
Tara + suelo seco (gr)	491,5	541,6	585,5	568,2	538,3	515,8
Peso del agua (gr)	26,9	34,0	32,9	37,0	29,4	34,8
Peso de tara (gr)	73,9	52,7	67,5	64,1	67,7	65,7
Peso suelo seco (gr)	417,6	488,9	518,0	504,1	470,6	450,1
Contenido de humedad(%)	6,4	7,0	6,4	7,3	6,2	7,7

EXPANSIÓN

FECHA	T	HORA	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
18/05/2021	0	8:06:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
19/05/2021	24	8:07:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
20/05/2021	48	8:05:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
21/05/2021	72	8:06:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00
22/05/2021	96	8:04:00 a. m.	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00	0,000	0,00	0,00

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN (pulg)	CARGA ESTÁNDAR Lb/pulg2	MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-9		E-6		MOLDE N° CARGA Lb/pulg2	A-5	
			CORRECCIÓN		CORRECCIÓN			CORRECCIÓN	
			Lb pulg2	CBR (%)	Lb pulg2	CBR (%)		Lb pulg2	CBR (%)
0,000		0				0			
0,025		35,2				82,3			59,7
0,050		100,0				226,1			164,2
0,075		231,2				413,1			299,9
0,100	1000	395,1	908,6	90,9	607,3	816,6	81,7	440,9	592,9
0,125		621,5			821,4			596,3	
0,150		822,3			1038,7			754,1	
0,175		1043,9			1240,9			900,9	
0,200	1500	1279,8	1800,0	120,0	1454,2	1600,0	106,7	1055,8	1150,0
0,300		2199,7			1917,7			1392,2	
0,400		3119,6			2272,4			1649,8	
0,500		3537,1			2397,1			1740,3	

Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.
 Se aplico una carga de asiento de 4.54 kg y luego se taro.

Realizado por




JAVIER FRANCISCO
 LA LOA CLAVIJO
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 193667

Equipo usados	Fecha Calibración
Bal-R31P30-N°3	Ene.-2020
Bal-TAJ4001-N°1	Ene.-2020
Hor-01-JCH	Ene.-2020
Maq. Ensayo 50Kn	Ene.-2020

California Bearing Ratio CBR, 2.

	FORMULARIO	Código :	D-20
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión :	1
		Fecha :	-
		Página :	3 de 3

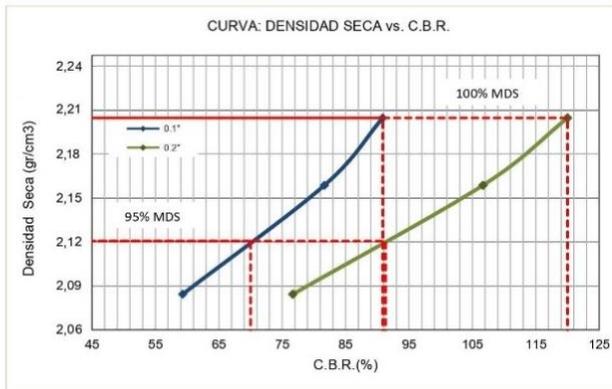
CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) NTP 339.145 / ASTM D-1883

N° INFORME : JCH 21-058
SOLICITANTE : TESISTAS TINOCO VILLANUEVA EDWAR / VILLENA GABRIEL LEINDER
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO RECICLADO EN LA CAPA BASE DE LA AVENIDA HUASCAR JICAMARCA 2021
UBICACIÓN : AVENIDA HUASCAR JICAMARCA
FECHA : MAYO DEL 2021

Fecha de Recepción : 15/05/21
Fecha de Ejecución : 18/05/21

Calicata : - **Cantera** : Jicamarca
Muestra : Afirmado + 6% PVC **Progresiva** : -
Prof.(m) : - **Coordenadas** : -

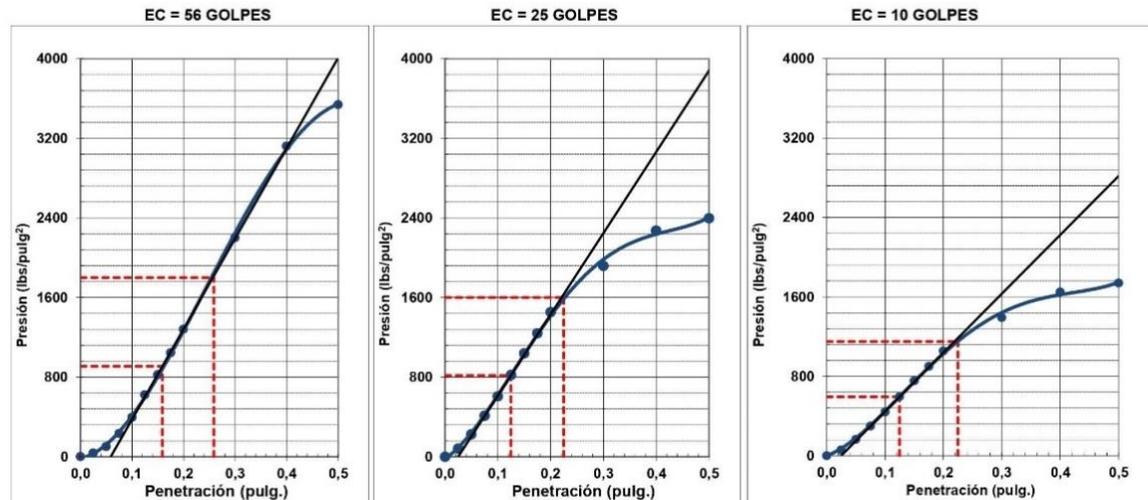
Clasificación SUCS : GM
Clasificación AASHTO : A-1-a(0)



MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,206
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 8,4
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 2,131

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1"	90,9	0.2"	120,0
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1"	70,0	0.2"	91,3

RESULTADOS:
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.1" = 90,9
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.1" = 70,0
C.B.R. al 100% de la M.D.S. 0.2" = 120,0
C.B.R. al 95% de la M.D.S. 0.2" = 91,3



Observaciones : La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Equipo usados
Bal-R31P30-N°3
Bal-TAJ4001-N°1
Hor-01-JCH
Maq. Ensayo 50Kn

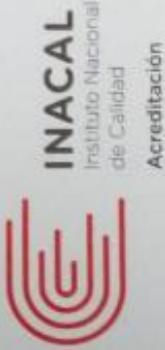


Javier Francisco
JAVIER FRANCISCO
LA LOA CLAVIJO
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 193667

Certificado De Calibración Del Laboratorio De Suelos.



Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224, OTORGA el presente certificado de Acreditación a

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Laboratorio de Calibración

En su sede ubicada en: Sector 1, Grupo 10, Mz. M Lote 23, distrito Villa El Salvador, provincia Lima, departamento Lima.

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Certificados de Calibración con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el DA-acr-05P-21F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo.

Fecha de Acreditación: 09 de abril de 2019

Fecha de Vencimiento: 08 de abril de 2022

ESTELA CONTRERAS JUCO
Directora, Dirección de Acreditación - INACAL

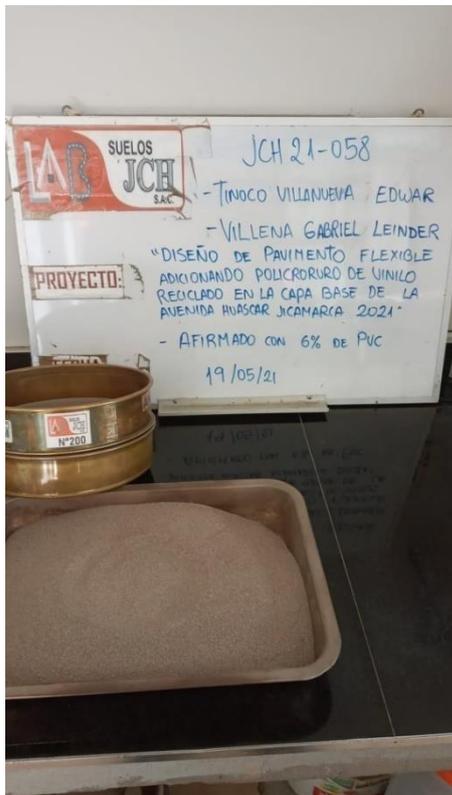
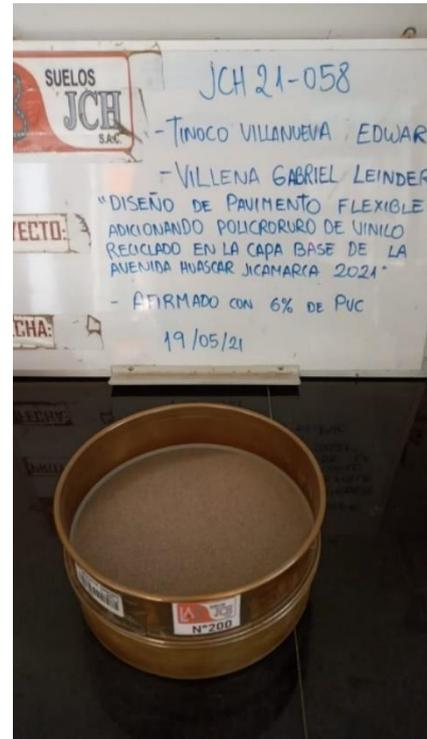
Cédula N° : 221-2019-INACAL/DA
Código N° : 066-2019-INACAL/DA
Registro N° : LC-033

Fecha de emisión: 12 de abril de 2019

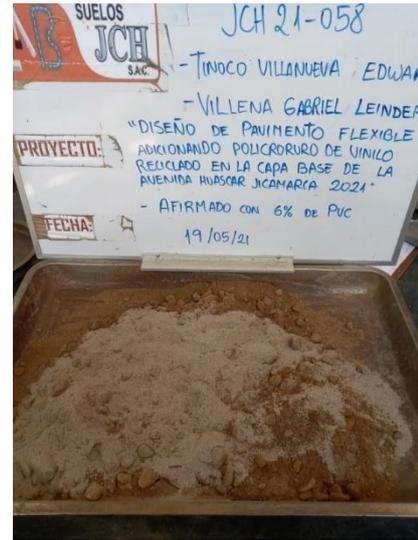
El presente certificado tiene validez solo en el correspondiente alcance de Acreditación y validez de certificación, todo para el alcance autorizado dentro de las condiciones, condiciones, instrucciones y restricciones contempladas. El alcance y vigencia de las calibraciones de la página web www.inacal.gob.pe para cada actividad autorizada en el presente certificado.
La Dirección de Acreditación del INACAL, es el organismo acreditado por el Comité de Acreditación del Perú (CAPE) del Instituto de Acreditación y Certificación de Perú (IACAP) y el organismo de Acreditación del Perú (OAP) y el organismo de Acreditación del Perú (OAP) y el organismo de Acreditación del Perú (OAP).

DA-acr-05P-02M-Vol. 02

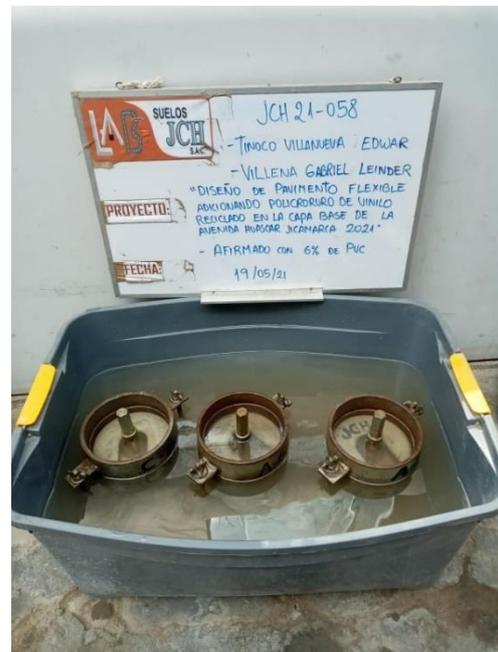
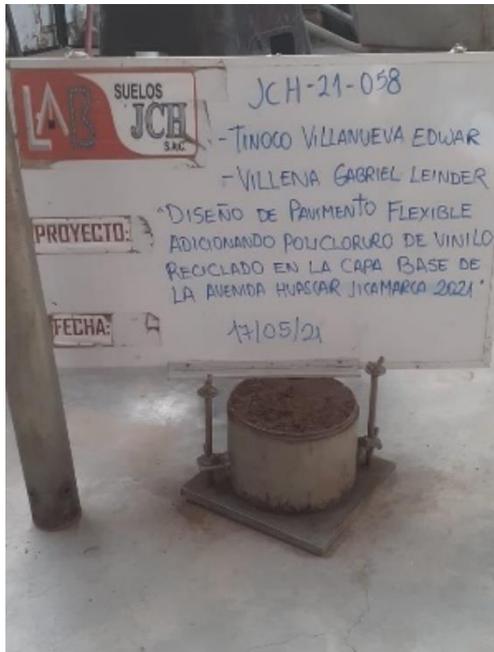
Tamizado Del Policloruro De Vinilo Reciclado.



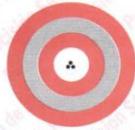
Combinación Del Material Granular Con Policloruro De Vinilo Reciclado.



Preparación De Los Ensayos Del California Bearing Ratio CBR.



Certificado De Calibración Balanza 30,000 G. 1.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-611-2020

Página: 1 de 3

Expediente : 172-2020
Fecha de Emisión : 2020-11-16

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV.
SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS
Modelo : R31P30
Número de Serie : 8338210058

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : BAL-R31P30 - N° 3

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2020-11-13

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.
AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

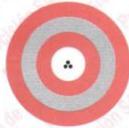
Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado De Calibración De La Balanza, 2.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-611-2020

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	24,0	24,1
Humedad Relativa	53,9	53,9

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0529-2020

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 30 000 g
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 996 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial 24,0			Final 24,0		
N°	Carga L1= 15 000 g			Carga L2= 30 000 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,4
2	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,2
3	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,2
4	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	-0,1
5	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,4
6	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,2
7	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,5
8	15 000	0,6	-0,1	30 000	0,6	-0,2
9	15 000	0,9	-0,4	30 001	0,6	0,8
10	15 000	0,7	-0,2	30 000	0,8	-0,4
Diferencia Máxima	0,4			1,3		
Error máximo permitido ±	2 g			3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado De Balanza - Ensayo De Excentricidad Y De Pesaje, 3.



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-611-2020

Página: 3 de 3

2	5
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₂				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10	10	0,5	0,0	10 000	10 000	0,7	-0,2	-0,2
2		10	0,5	0,0		10 000	0,5	0,0	0,0
3		10	0,6	-0,1		10 000	0,8	-0,3	-0,2
4		10	0,8	-0,3		10 000	0,6	-0,1	0,2
5		10	0,9	-0,4		10 000	0,6	-0,1	0,3

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido: ± 2 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,6	-0,1						
50,0	50	0,6	-0,1	0,0	50	0,7	-0,2	-0,1	1
500,0	500	0,5	0,0	0,1	500	0,8	-0,3	-0,2	1
2 000,0	2 000	0,9	-0,4	-0,3	2 000	0,8	-0,3	-0,2	1
5 000,0	5 000	0,6	-0,1	0,0	5 000	0,5	0,0	0,1	1
7 000,0	7 000	0,8	-0,3	-0,2	7 000	0,8	-0,3	-0,2	2
10 000,0	10 000	0,6	-0,1	0,0	10 000	0,7	-0,2	-0,1	2
15 000,0	15 000	0,7	-0,2	-0,1	15 000	0,6	-0,1	0,0	2
20 000,0	20 000	0,5	0,0	0,1	20 000	0,9	0,6	0,7	2
25 000,0	25 000	0,8	-0,3	-0,2	25 000	0,6	-0,1	0,0	3
30 000,1	30 000	0,9	-0,5	-0,4	30 000	0,9	-0,5	-0,4	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 9,06 \times 10^{-6} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{3,32 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 1,11 \times 10^{-9} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E₀: Error en cero E_c: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado De Calibración De Copa Casagrande, 1.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1351 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 172-2020
Fecha de emisión : 2020-11-16

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Copa : NO INDICA
Serie de Copa : NO INDICA
Código de Identificación : 1

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
13 - NOVIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	26,1	25,9
Humedad %	53	52

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado De Precisión De Copa Casagrande, 2.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1351 - 2020

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE			EXTREMO CURVADO			
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDAD DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
MEDIDA TOMADA	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
	54,45	1,83	26,36	47,87	50,54	150,13	125,12	10,00	2,20	13,40
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	0,45	-0,17	-0,64	0,87	0,54	0,13	0,12	0	0,2	-0,1

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Cápcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado De Calibración De Prensa CBR, 1.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 450 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 172-2020
Fecha de emisión : 2020-11-16

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : PRENSA CBR

Marca de Prensa : SOILTEST
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : 1383
Código de Identificación : NO INDICA

Marca de Celda : KELI
Modelo de Celda : A-FED
Serie de Celda : 5X70860
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de indicador : OHAUS
Modelo de Indicador : T32XW
Serie de Indicador : B719098045
Procedencia de Indicador : CHINA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
13 - NOVIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

La Calibración se realizo de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,4	25,1
Humedad %	55	56

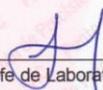
7. Resultados de la Medición

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado De Precisión De Prensa CBR, 2



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 450 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	504,95	504,80	-0,99	-0,96	504,88	-0,97	0,03
1000	1009,25	1009,80	-0,93	-0,98	1009,53	-0,94	-0,05
1500	1504,20	1508,35	-0,28	-0,56	1506,28	-0,42	-0,28
2000	2004,15	2005,65	-0,21	-0,28	2004,90	-0,24	-0,08
2500	2493,55	2496,60	0,26	0,14	2495,08	0,20	-0,12
3000	2988,75	2989,85	0,38	0,34	2989,30	0,36	-0,04
3500	3477,05	3484,60	0,66	0,44	3480,83	0,55	-0,22
4000	3968,10	3972,50	0,80	0,69	3970,30	0,75	-0,11

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,0107x - 19,204$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRÁFICO N° 1

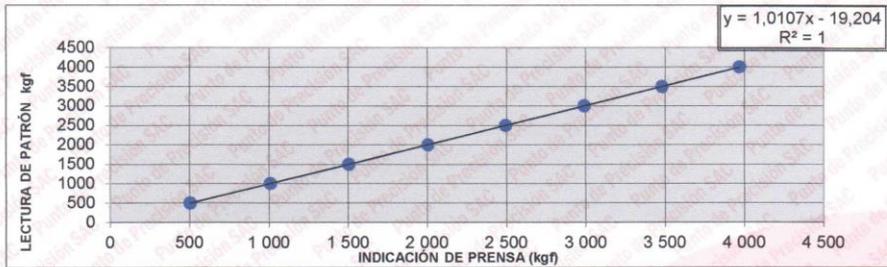


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado De Comparador De Cuadrante Analógico, 1.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1352 - 2020

Página : 1 de 2

Expediente : 172-2020
Fecha de emisión : 2020-11-16

1. Solicitante : LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.

Dirección : AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Instrumento de Medición : COMPARADOR DE CUADRANTE

Tipo de Indicación : ANALÓGICO

Alcance de Indicación : 0 pulg a 1 pulg

División de Escala : 0,001 pulg

Marca : ELE INTERNATIONAL

Modelo : 88-4100

Serie : 101471768

Procedencia : USA

Código de Identificación : NO INDICA

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración

AV. PROCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
13 - NOVIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el Procedimiento de calibración de Comparadores de cuadrante PC-014 (2da Edición 2001) del servicio nacional de metrología, del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
BLOQUES PLANOPARALELOS	INSIZE	LLA - 011 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	25,2	25,1
Humedad %	56	56

7. Observaciones

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "CALIBRADO"



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Certificado De Comparador De Cuadrante Analógico, 2.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 1352 - 2020

Página : 2 de 2

Resultados

ALCANCE DEL ERROR DE INDICACIÓN (f_e)

VALOR PATRÓN (pulg)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg)
0,000	0,000	0,000
0,100	0,100	0,000
0,200	0,201	0,001
0,300	0,301	0,001
0,400	0,401	0,001
0,500	0,501	0,001
0,600	0,602	0,002
0,700	0,703	0,003
0,800	0,801	0,001
0,900	0,901	0,001
1,000	1,002	0,002

Alcance de error de indicación (f_e) : 0,003 pulg
Incertidumbre del error de indicación : $\pm 0,0005$ pulg

ERROR DE REPETIBILIDAD (f_w)

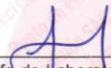
VALOR PATRÓN (pulg)	INDICACIÓN DEL COMPARADOR (pulg)	ERROR DE INDICACIÓN (pulg)
0,500	0,501	0,001
	0,501	0,001
	0,502	0,002
	0,502	0,002
	0,501	0,001

Error de Repetibilidad (f_w) : 0,002 pulg
Incertidumbre de medición : $\pm 0,0005$ pulg

La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k = 2$ que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

FIN DEL DOCUMENTO




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 698-9620

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

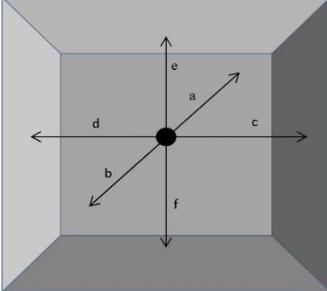
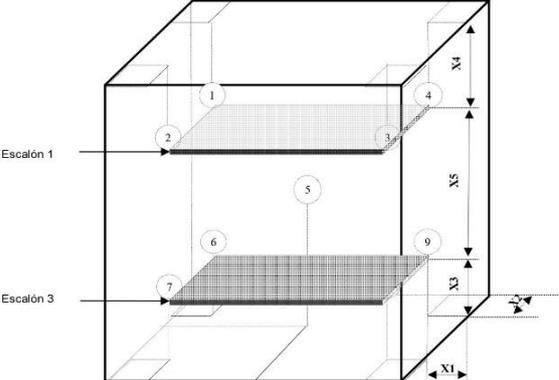
Certificado De Estudio De Estabilidad Y Uniformidad En 9 Localizaciones.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0193-001-21

						
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	LABORATORIO DE SUELOS JCH S.A.C.					
DIRECCIÓN:	AV. PRÓCERES DE LA INDEPENDENCIA NRO. 2236 APV. SAN HILARION LIMA - LIMA - SAN JUAN DE LURIGANCHO					
TELÉFONO:	976 331 849 / 01 6935014					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	JEAN CARLOS CHÁVEZ RODRÍGUEZ					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
EQUIPO:	HORNO	TIPO:	CONVECCIÓN NATURAL			
MARCA:	A&A INSTRUMENTS	UNIDAD DE MEDIDA:	°C			
MODELO:	STHX-3A	RESOLUCIÓN:	0,1			
SERIE:	181046	INTERVALO DE MEDIDA:	(50 a 300) °C			
CÓDIGO :	HOR-001	UBICACIÓN:	ÁREA ESPECIAL			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PT.014	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000522	2021-08-25	CC-0104-108-20
ELP.PT.015	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000560	2021-08-25	CCP-0104-112-20
ELP.PT.016	TERMÓMETRO DIGITAL	CENTER	309	171000512	2021-08-25	CCP-0104-116-20
ELP.PT.041	FLEXÓMETRO	TRUPER	FH-5M	NO ESPECÍFICA	2021-07-03	CCP-0104-027-20
ELP.PT.079	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	6530	192445055	2021-08-30	6530-10674043
ELP.PT.055	TERMOHIGRÓMETRO	ELC	TH-0510	NO ESPECÍFICA	2021-10-26	CCP-0104-096-20
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del CENAM (Centro Nacional de Metrología - México) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
MÉTODO Y CONDICIONES DE LA CALIBRACIÓN						
CALIBRACIÓN:	ESTUDIO DE ESTABILIDAD Y UNIFORMIDAD EN 9 LOCACIONES (VOLUMEN ÚTIL)					
MÉTODO:	MEDICIÓN Y COMPARACIÓN DIRECTA CON REGISTRADORES DE TEMPERATURA					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	DKD-R 5-7, EDITION 07/2004 (ENGLISH TRANSLATION 02/2009), MÉTODO A					
PROCEDIMIENTO:	PEC.ELP.35					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	ÁREA ESPECIAL					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	27,1 °C	±0,3 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	46,3 %HR	±0,2 %HR				
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	986 hPa	±0 hPa				
OBSERVACIONES						
La incertidumbre reportada en el presente certificado corresponde a la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó el calibración.						
NOTAS:						
- Los resultados indicados son válidos solamente para el volumen de trabajo delimitado por los 8 sensores, el resto de la cámara no se considera caracterizada.						
- Las influencias debidas al efecto de la carga y la radiación no han sido estudiadas y por lo tanto tampoco fueron consideradas en la estimación de la incertidumbre.						
- La temperatura media de los sensores patrón han sido corregidas tomando en cuenta las desviaciones indicadas en sus certificados de calibración y representa a la mejor estimación del valor verdadero.						
- La temperatura media en el indicador del equipo bajo prueba y su corrección han sido redondeadas de acuerdo a las cifras decimales que posee la incertidumbre expandida reportada (véase 7.2.6 de la GUM).						
- La temperatura del aire se obtiene sumando la lectura del indicador más la corrección de la indicación.						

Certificado De Temperatura Requerida Y De Tolerancia.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0193-001-21

		
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
Ventilación:	NATURAL	
No de Puertos:	1	
Posición de los puertos:	ABIERTO	
Ubicación del sensor de Referencia:	CENTRO GEOMÉTRICO	
Sobre escalón No:	3	
Calibración (vacío/carga):	VACÍO	
UBICACIÓN DEL SENSOR DE REFERENCIA		
<p>tramo</p> <p>a= 28,0 cm</p> <p>b= 28,0 cm</p> <p>c= 30,0 cm</p> <p>d= 30,0 cm</p> <p>e= 39,0 cm</p> <p>f= 39,0 cm</p> <p>● sensor de referencia</p>		
UBICACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS 8 SENSORES Y EL SENSOR DE REFERENCIA		
<p>Escalón 1</p> <p>Escalón 3</p> 	<p>Medidas de ubicación de sensores en las 8 esquinas</p> <p>x1= 3,0 cm</p> <p>x2= 3,0 cm</p> <p>x3= 35,0 cm</p> <p>x4= 4,0 cm</p> <p>x5= 39,0 cm</p>	
INFORMACIÓN SOBRE DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD		
<p>Regla de Decisión (Aceptación Simple): El ítem de calibración se acepta como conforme con la temperatura requerida y con la tolerancia (requisitos especificados por el cliente) si cumple los siguientes criterios:</p> <p>a) La mejor estimación de la temperatura (registrada por el sensor 5 o de referencia) se encuentra en el intervalo de trabajo proporcionado por el cliente (nominal de prueba \pm la tolerancia).</p> <p>b) La incertidumbre expandida de medición (U) asociada a la estimación de la temperatura es menor o igual a la tolerancia: $U \leq Tol$.</p> <p>DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD: De acuerdo a los resultados reportados en este CERTIFICADO, el ítem de CALIBRACIÓN se considera como CONFORME con los requisitos especificados (temperatura requerida y tolerancia).</p>		
CALIBRACIÓN REALIZADO POR:	Richard Díaz	FECHA DE EMISIÓN: 2021-03-01
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-02-26	
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-02-26	



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:

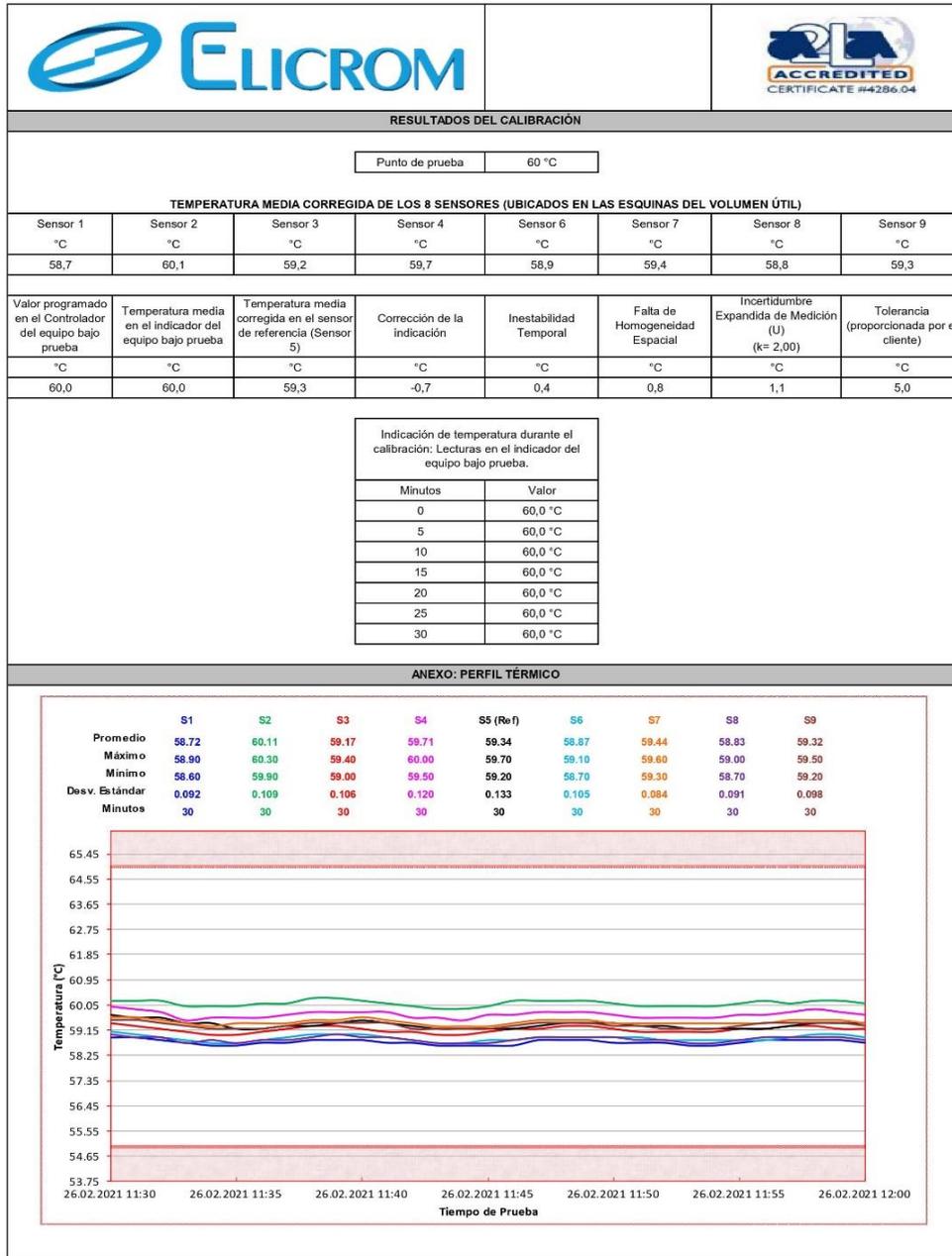
Gerente general - Autorización PE270319SP



Sustento legal de firma electrónica

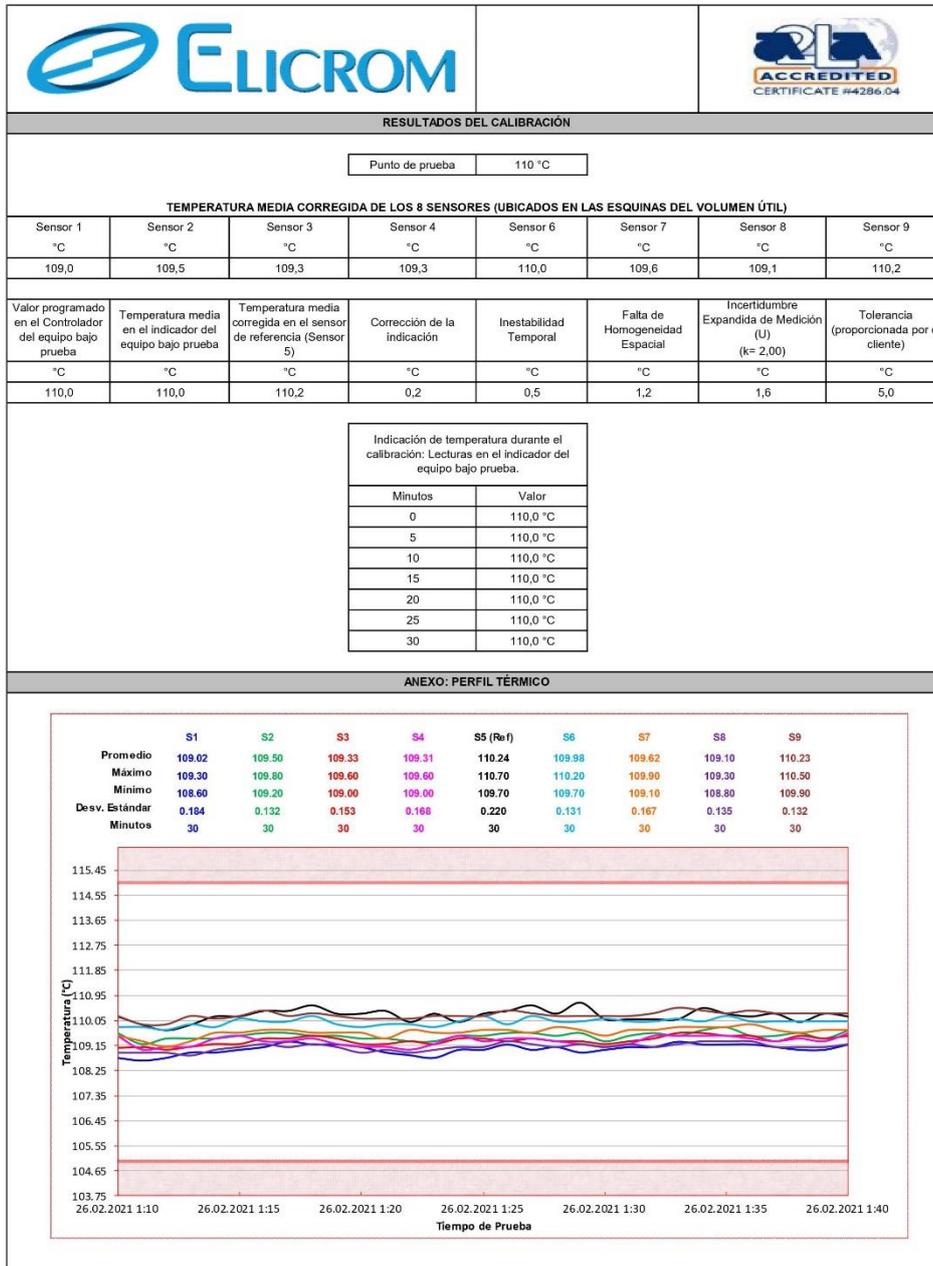
Certificación De Calibración Del Perfil Técnico, 1.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0193-001-21



Certificación De Calibración Del Perfil Técnico 2.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0193-001-21



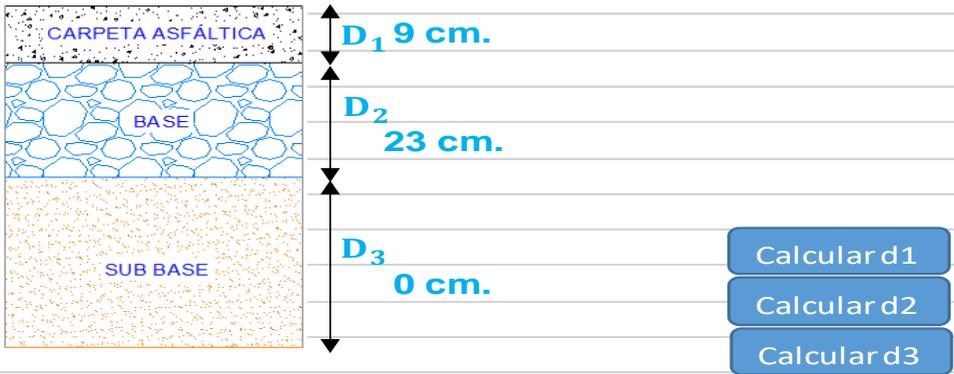
Plantilla Del Estudio De Tráfico

Tramo de la carretera:		Avenida Huascar															Estación		Mercado paradita			
Sentido		← Ambos sentidos →															Dia		Lunes			
Ubicación		Jicamarca															Fecha		05/04/2021			
Hora	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS				MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				Total	%
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 		2 E 	3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S2 	2S3 	3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 			
00 - 01	0	15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0.5%
01 - 02	2	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0.5%
02 - 03	14	18	3	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42	1.3%
03 - 04	10	14	1	2	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	1.2%
04 - 05	22	17	10	8	34	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	3.0%
05 - 06	13	12	22	24	39	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	125	3.8%
06 - 07	24	15	18	15	45	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	131	3.9%
07 - 08	23	16	24	54	35	19	0	0	7	6	0	2	0	2	0	1	0	0	0	0	189	5.7%
08 - 09	22	18	35	45	48	17	3	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	192	5.8%
09 - 10	21	14	24	19	58	12	1	0	8	8	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	168	5.1%
10 - 11	38	18	18	57	34	16	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	184	5.5%
11 - 12	25	16	28	45	32	17	12	0	2	0	0	0	0	2	2	0	0	1	0	0	182	5.5%
12 - 13	41	14	48	52	33	15	0	0	0	7	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	212	6.4%
13 - 14	25	17	32	45	29	14	2	0	4	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	171	5.1%
14 - 15	22	15	21	57	32	16	1	0	0	0	0	3	0	1	1	0	0	1	0	0	170	5.1%
15 - 16	20	14	22	59	54	14	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	188	5.7%
16 - 17	34	17	34	45	31	17	17	0	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	204	6.1%
17 - 18	47	15	49	42	42	15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	211	6.3%
18 - 19	29	18	45	39	39	14	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	186	5.6%
19 - 20	41	12	51	52	25	15	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207	6.2%
20 - 21	36	14	34	38	45	8	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	183	5.5%
21 - 22	27	16	15	11	19	10	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	3.2%
22 - 23	17	11	11	0	24	5	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	73	2.2%
23 - 00	19	0	5	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0.8%
Total	572	350	550	714	710	266	37	4	63	26	3	11	1	6	4	5	0	3	0	3325	100.0%	
%	17.2%	10.5%	16.5%	21.5%	21.4%	8.0%	1.1%	0.1%	1.9%	0.8%	0.1%	0.3%	0.0%	0.2%	0.1%	0.2%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	100.0%	

Resumen Semanal Por Clasificación De Vehículos, IMDs, IMDa 2021 y IMDa 2024.

Hora	AUTO 	STATION WAGON 	CAMIONETAS				MICRO 	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				Total	Veh/dia
			PICK UP 	PANEL 	RURAL Combi 	2 E 		3 E 	2 E 	3 E 	4 E 	2S2 	2S3 	3S2 	>= 3S3 	2T2 	2T3 	3T2 	3T3 			
			Lunes	572	350	550		714	710	266	37	4	63	26	3	11	1	6	4	5		
Martes	683	339	473	443	711	427	72	6	45	17	8	9	3	7	7	0	4	7	3	3264	Veh/dia	
Miercoles	627	418	365	291	724	455	80	18	8	33	28	9	9	6	9	8	5	5	3	3101	Veh/dia	
Jueves	543	406	445	290	791	359	178	4	163	26	8	11	4	7	4	5	0	5	3	3252	Veh/dia	
Viernes	546	402	521	210	853	407	226	19	100	27	3	11	5	6	5	5	0	3	0	3349	Veh/dia	
Sabado	682	267	635	295	670	371	215	4	118	26	3	11	1	6	4	5	0	3	0	3316	Veh/dia	
Domingo	443	57	160	62	333	10	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1078	Veh/dia	
TPD	585	320	450	329	685	328	117	8	71	22	8	9	3	5	5	4	1	4	1	2955	IMDs = 2955	
Fem % =	13	Nota: El factor se obtiene mediante trabajos previos, sino fuera asi podria utilizarse un valor entre el 10% -14% indicado en el manual de carreteras del MTC.																				
IMDa 2021	661	361	508	372	774	370	132	10	80	25	9	10	4	6	5	5	1	4	1	3339	Veh/dia	
r % =	3	Nota: Se obtiene mediante trabajos previos, sino fuera asi podria utilizarse las tasas de crecimiento del trafico entre 2% - 6% según el manual de carreteras 2014																				
N años =	3																					
IMDa 2024	722	394	554	406	844	404	143	9	87	26	8	10	3	6	5	4	1	4	1	3630	Veh/dia	

Datos Para El Diseño Del Pavimento Flexible.

ESAL (W18)	3,436,577	W18			
Tipo de trafico TP	TP7				
CBR (%)	90.90				
MR Subrasante (Psi)	45801	MR		M_R	
Número de etapas	1				
Nivel de confiabilidad R (%)	85				
Coefficiente estadístico de desviación estándar normal (ZR)	-1.036	Zr			
Desviación estándar combinada (So)	0.45	So		El manu	
Serviciabilidad inicial (Pi)	4.00				
Serviciabilidad Final o terminal (Pt)	2.5				
Variación de serviciabilidad (Psi)	1.50	PSI			
Numero estructural SNr (requerido)		2.045	Calcular SN		
W18 Nominal		6.536			
W18 Calculado		6.536			
Diferencia W18		0.000			
			m2	m3	
			1.00	1.00	
			a1	a2	a3
			0.170	0.054	0.047
			d1	d2	d3
			9.00	22.10	0.00
			Capa superficial	Base	SubBase
* SN Propuesto >= SN Requerido			SN (propuesto)	2.723	
			Variación SN	0.68	Correcto!

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

Análisis De Precio Unitario Perfilado Y Compactado De La Sub Rasante

Partida	Perfilado y compactado de la sub rasante				
Rendimiento:	3203	m3/día	Costo Unitario por m2:		S/1.62
Recurso	Unid.	Cuadrilla	Cant.	Precio	Parcial
Mano de obra					
	Hh.	1.0000	0.0025	18.25	S/0.05
Capataz	Hh.	1.0000	0.0025	25.06	S/0.06
Peón	Hh.	4.0000	0.0100	16.46	S/0.16
					S/0.27
Materiales					
Agua	m3		0.0300	15.4100	S/0.46
					S/0.46
Equipos					
Herramientas manuales	%MO		0.0300	0.27	S/0.01
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 HP 10-12 ton.	Hm	1.0000	0.0025	146.08	S/0.36
Motoniveladora de 145 - 150 HP	Hm	1.0000	0.0025	206.28	S/0.52
					S/0.89

Análisis De Precio Unitario Para La Base Granular

Partida	Perfilado y compactado de la sub rasante				
Rendimiento:	371.00	m3/día	Costo Unitario por m2:		S/69.67
Recurso	Unid.	Cuadrilla	Cant.	Precio	Parcial
Mano de obra					
Capataz	Hh.	1.0000	0.0216	25.06	S/0.54
Peón	Hh.	4.0000	0.0863	16.46	S/1.42
					S/1.96
Materiales					
Material para base	m3		1.2000	48.50	S/58.20
Agua	m3		0.1200	15.4100	S/1.85
					S/60.05
Equipos					
Herramientas manuales	%MO		0.0300	1.96	S/0.06
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 HP 10-12 ton.	Hm	1.0000	0.0216	146.08	S/3.15
Motoniveladora de 145 - 150 HP	Hm	1.0000	0.0216	206.28	S/4.45
					S/7.66

Análisis De Precio Unitario Para La Base Granular Con Adición De Pvc Reciclado

Partida	Material granular con adición de PVC reciclado 6%				
Rendimiento:	400.00	m3/día	Costo Unitario por m2:		S/75.93
Recurso	Unid.	Cuadrilla	Cant.	Precio	Parcial
Mano de obra					
Capataz	Hh.	1.0000	0.0200	25.06	S/0.50
Peón	Hh.	4.0000	0.0800	16.46	S/1.32
					S/1.82
Materiales					
Material de cantera	m3		0.8518	10.00	S/8.52
PVC reciclado	Kg		71.2900	0.80	S/57.03
Agua	m3		0.0946	15.41	S/1.46
					S/67.01
Equipos					
Herramientas manuales	%MO		0.0300	1.82	S/0.05
Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135 HP 10-12 ton.	Hm	1.0000	0.0200	146.08	S/2.92
Motoniveladora de 145 - 150 HP	Hm	1.0000	0.0200	206.28	S/4.13
					S/7.10

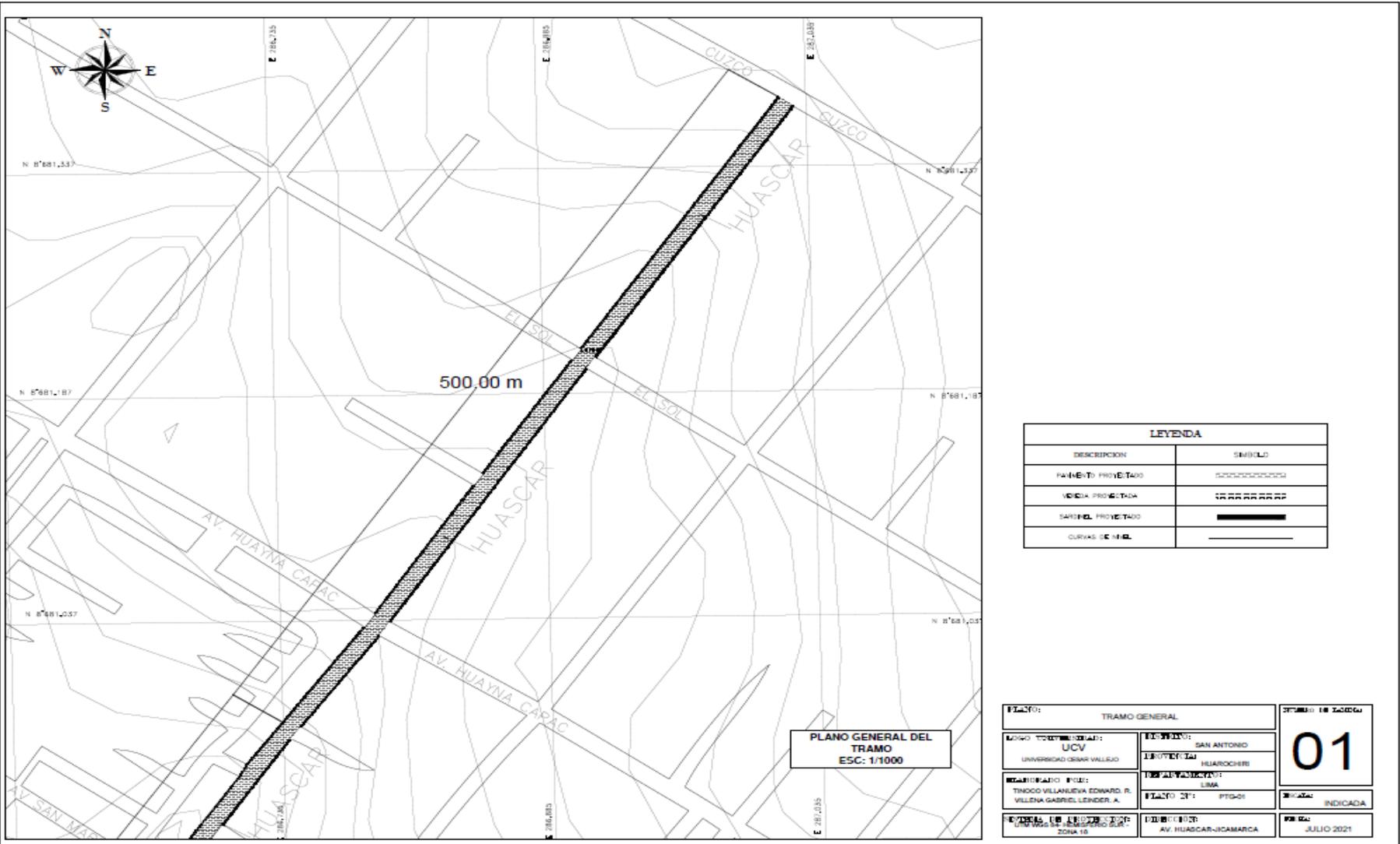
Análisis De Precio Unitario De La Imprimación Asfáltica

Partida	Imprimación Asfáltica				
Rendimiento:	4500.00	m3/día	Costo Unitario por m2:		S/3.26
Recurso	Unid.	Cuadrilla	Cant.	Precio	Parcial
Mano de obra					
Capataz	Hh.	1.0000	0.0018	25.06	S/0.04
Peón	Hh.	6.0000	0.0107	16.46	S/0.18
					S/0.22
Materiales					
Asfalto liquido MC-30	L		1.1000	1.95	S/2.15
Agregado fino zarandeado	Kg		0.0063	49.46	S/0.31
					S/2.46
Equipos					
Herramientas manuales	%MO		0.0500	0.20	S/0.01
Compresora neumática 87 HP250 - 330 PCM	Hm	1.0000	0.0018	81.00	S/0.14
Mini cargador 70 HP	Hm	1.0000	0.0018	91.00	S/0.16
Camión imprimador 210 HP de 2000 GI	Hm	1.0000	0.0018	151.44	S/0.27
					S/0.59

Análisis De Precio Unitario Para La Carpeta Asfáltica En Caliente

Partida	Carpeta asfáltica en caliente				
Rendimiento:	246.00	m3/día	Costo Unitario por m2:		S/491.91
Recurso	Unid.	Cuadrilla	Cant.	Precio	Parcial
Mano de obra					
Capataz	Hh.	1.0000	0.0325	25.06	S/0.81
Operario	Hh.	1.0000	0.0325	22.76	S/0.74
Peón	Hh.	6.0000	0.1951	16.45	S/3.21
					S/4.76
Materiales					
Mezcla asfáltica en caliente	m3		1.3000	175.48	S/228.12
Cemento asfaltico	Kg		128.7000	1.79	S/230.37
Filler mineral	Kg		5.4300	0.84	S/4.56
Mejorador de adherencia	Kg		0.7000	15.20	S/10.64
					S/473.70
Equipos					
Herramientas manuales	%MO		0.0500	4.70	S/0.24
Rodillo neumático autopropulsado 135 HP 9.26 ton.	Hm	1.0000	0.0325	137.80	S/4.48
Rodillo tándem vibratorio autopropulsado 101-130 HP 9-11 ton	Hm	1.0000	0.0325	132.30	S/4.30
Pavimentadora sobre oruga 105HP 10-16 "	Hm	1.0000	0.0325	136.30	S/4.43
					S/13.45

Plano De Ubicación De La Avenida Huáscar 0 m -500m.



LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
PAVIMENTO PROYECTADO	-----
VEREDA PROYECTADA	-----
SARTELO PROYECTADO	-----
CURVAS DE 100 M.	-----

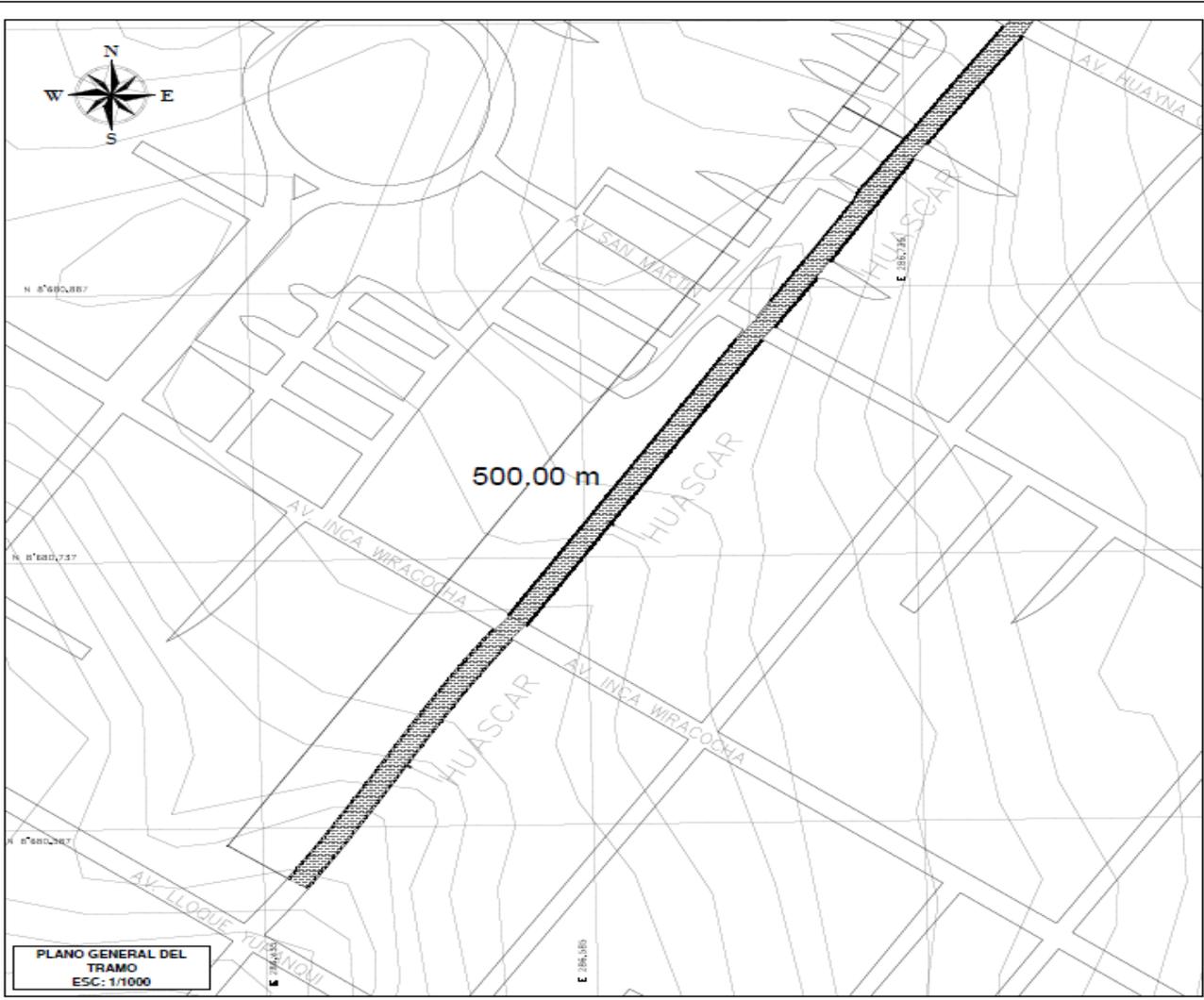
PLANO GENERAL DEL TRAMO
ESC: 1/1000

Escala: TRAMO GENERAL		Escala: 1:1000	
UNIVERSIDAD: UCV	UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	PROYECTO: SAN ANTONIO	PROYECTO: HUAROCHE
PROYECTO: TERCER VILLANUEVA EDUARDO R. VILLENAS GABRIEL LINDER A.	PROYECTO: TERCER VILLANUEVA EDUARDO R. VILLENAS GABRIEL LINDER A.	PROYECTO: LIMA	PROYECTO: PTO-01
PROYECTO: TERCER VILLANUEVA EDUARDO R. VILLENAS GABRIEL LINDER A. ZONA 16	PROYECTO: TERCER VILLANUEVA EDUARDO R. VILLENAS GABRIEL LINDER A. ZONA 16	PROYECTO: AV. HUASCAR-ICAMARCA	PROYECTO: JULIO 2021

01

INDICADA

Plano De Ubicación De La Avenida Huáscar 500 m – 1000 m

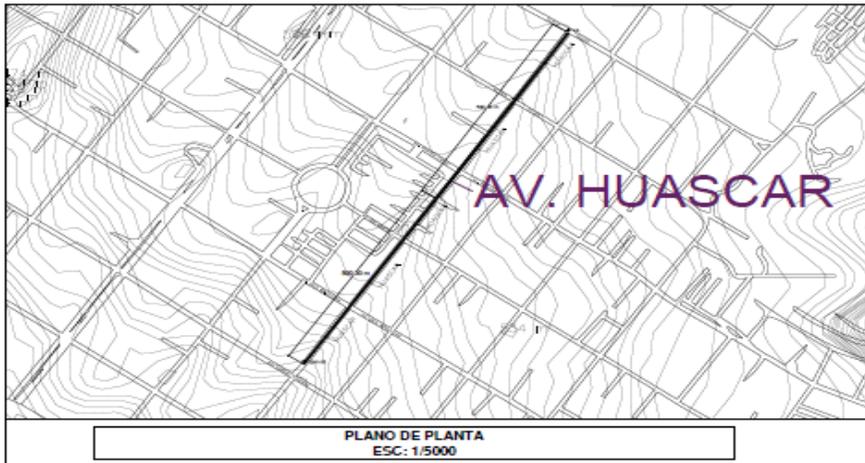
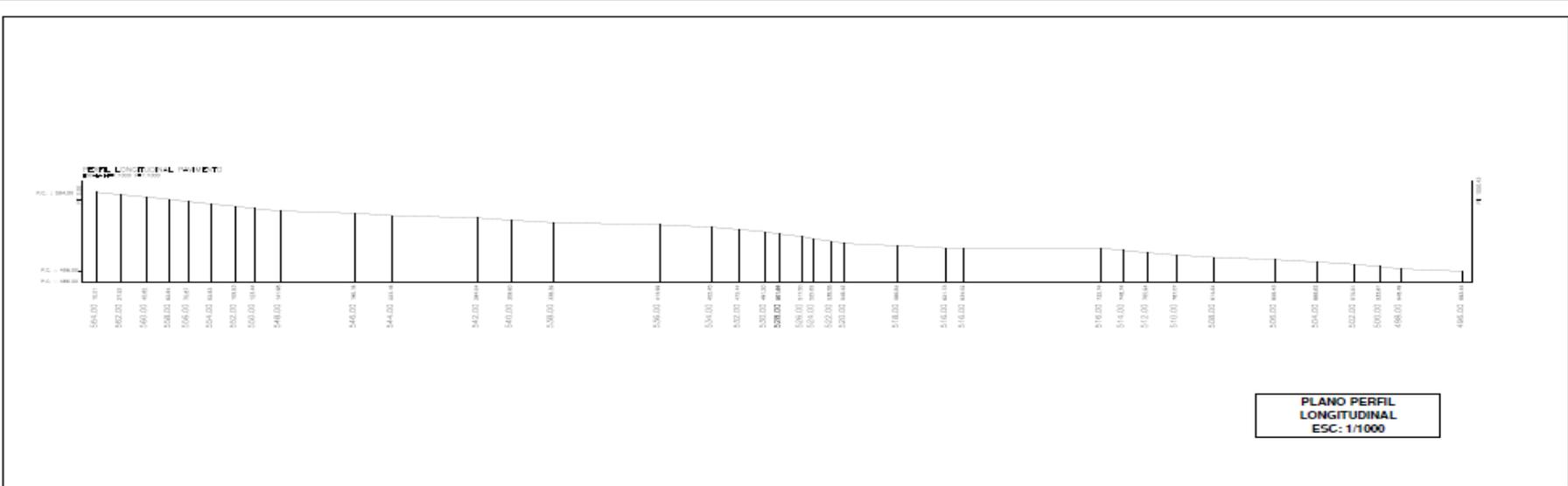


PLANO GENERAL DEL TRAMO ESC: 1/1000

LEYENDA	
DESCRIPCION	SIMBOLO
PAVIMENTO PROYECTADO	-----
VEREDA PROYECTADA	
SARDEIL PROYECTADO	=====
CURVAS DE NIV.	-----

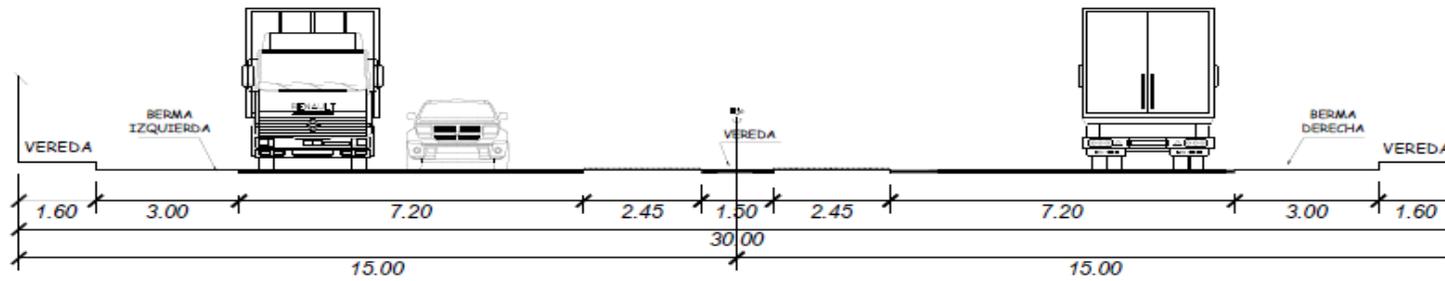
PLANO: TRAMO GENERAL		OTRO: 02
ZONA: UNIVERSIDAD VALLEJO UCV	DISTRITO: SAN ANTONIO	02
PROYECTO: UNIVERSIDAD VALLEJO	PROFESOR: HUARDOCHI	
ELABORADO POR: TINOCCO VILLANUEVA EDUARDO R. VILLENA GABRIEL LEONAR A.	TRAYECTORIA: 1986	INDICADA
ESCALA DE REDUCCION: 1:10000 SUR - ZONA 10	PLANO N°: PTG-02	FECHA: JULIO 2021
REVISION: AV. HUASCAR-JICAMARCA		

Plano Del Perfil Longitudinal

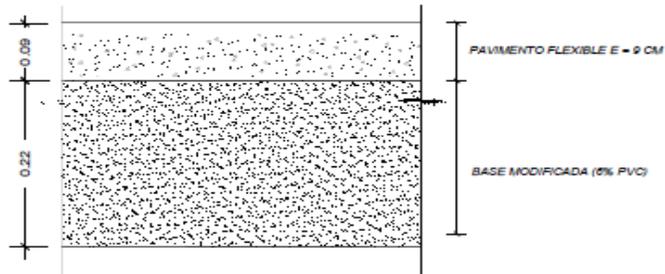


PROYECTO: PERFIL LONGITUDINAL		PROYECTO DE PLANIFICACION: 03
LUGAR DE INTERES: UCV UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	DISTRITO: SAN ANTONIO PROVINCIA: HUAROCHE	
PROYECTADO POR: TINOCO VILLANUEVA EDUARDO R. VILLEN A GABRIEL LENDER A.	LOCALIDAD: LIMA PROYECTO: PPL-01	ESTADO: INDICADA
ESCALA DE PROYECCION: UTM WGS 84 - HEMISFERIO SUR - ZONA 18	UBICACION: AV. HUASCAR-ICAMARCA	FECHA: JULIO 2021

Plano De Corte Sección Transversal

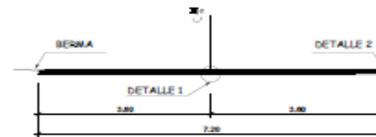


PLANO SECCION TRANSVERSAL
ESC: 1/125

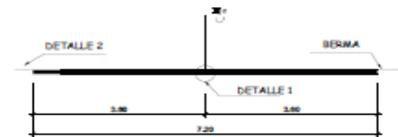


ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

ESC: 1/25



Sección izquierda



Sección derecha

FIGURA: CORTES		CANTON: PUNTA PRATA	
UNIVERSIDAD: UCV	UNIVERSIDAD: UCV	PROYECTO: SAN ANTONIO	04
UNIVERSIDAD: UCV	UNIVERSIDAD: UCV	PROYECTO: HUANOCHE	
PROYECTO: PUNTA PRATA	PROYECTO: PUNTA PRATA	PROYECTO: LIMA	INDICADA
PROYECTO: PUNTA PRATA	PROYECTO: PUNTA PRATA	PROYECTO: PUNTA PRATA	INDICADA
PROYECTO: PUNTA PRATA	PROYECTO: PUNTA PRATA	PROYECTO: PUNTA PRATA	INDICADA