



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño de mezcla asfáltica en caliente con incorporación de grano de caucho reciclado

en pavimento flexible, Av. Santa Rosa, 2019

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Gonzales Lizarme, Jonathan Braulio (ORCID: 0000-0002-6413-6914)

Quispe Cotrina, Milagros Katherine (ORCID: 0000-0001-6659-2019)

ASESORA:

Dra. García Álvarez, María Ysabel (ORCID 0000-0001-8529-878X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedicamos el proyecto a nuestros padres por el apoyo, confianza y amor, que nos brindaron incondicionalmente durante los años de estudios universitarios.

Agradecimiento

Agradecer a los distintos profesionales que nos brindaron el conocimiento y la experiencia para la elaboración de esta investigación y a nuestros familiares por su apoyo incondicional en nuestra lucha por el logro de nuestras metas.

PÁGINA DEL JURADO

PÁGINA DEL JURADO

Declaratoria de autenticidad

Nosotros Milagros Katherine Quispe Cotrina con DNI N° 45815365 y Braulio Jonathan Gonzales Lizarme con DNI N°70056514, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

Así mismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la tesis son veraz y auténtica.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 30 de junio del 2019



Milagros Katherine Quispe Cotrina

DNI N° 45825365



Braulio Jonathan Gonzales Lizarme

DNI N° 70056514

Índice

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Índice	vii
RESUMEN	ix
ABSTRACT	x
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	14
2.1 Tipo y diseño de investigación	15
2.2 Operacionalización de variables	16
2.3 Población, muestra y muestreo	17
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	18
2.5 Procedimiento	20
2.6 Métodos de análisis de datos	21
2.7 Aspectos éticos	21
III. RESULTADOS	22
3.1 Diseños de Mezcla asfáltica convencional y con incorporación de GCR	23
3.2 Diseño de Pavimento Flexible para la Av. Santa Rosa	24
3.3 Evaluación del Impacto Ambiental de Mezclas Asfálticas: Convencionales y con incorporación de GCR	26
IV. DISCUSIÓN	29
V. CONCLUSIONES	34
VI. RECOMENDACIONES	36
REFERENCIAS	38
ANEXOS	45

Índice de figuras

Figura 1. Briqueta con agregados mineral en una probeta de mezcla compactada	7
---	---

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de Operacionalización de las variables	16
Tabla 2. Tipos de diseño de mezcla ejecutadas	18
Tabla 3. Resultados de diseños de mezcla	23
Tabla 4. Resultados del estudio de Suelos	24
Tabla 5. Cálculo del número estructural	25
Tabla 6. Cálculo de espesores de capas del pavimento	25
Tabla 7. Materiales de mezcla asfáltica 6.5% de C.A.	26
Tabla 8. Materiales de mezcla asfáltica con 3% de caucho y 5.5% de C.A.	27
Tabla 9. Impactos genéricos Afectados positiva y negativamente según el diseño de mezcla	27
Tabla 10. Comparativo de volúmenes de mezcla convencional y con incorporación de GCR	28

RESUMEN

La investigación desarrollada lleva como título “Diseño de mezcla asfáltica en caliente con incorporación de grano de caucho reciclado en pavimento flexible, Av. Santa Rosa, 2019”, con el objetivo principal de analizar si la incorporación del grano de caucho reciclado incide en el diseño de mezcla asfáltica en caliente. La teoría indica que la mezcla asfáltica está compuesta de áridos unidos mediante un aglomerante. Las proporciones de cada componente definen las propiedades de la mezcla del asfalto. El procedimiento para la elaboración conlleva al sometimiento de altas temperaturas a diferencia del ambiente normal del agregado pétreo y el aglomerante. La investigación fue de tipo aplicada con un nivel explicativo y de diseño experimental de estímulo creciente, fue realizada en dos poblaciones de tipos de mezcla asfáltica en caliente; una es la mezcla asfáltica C.A. al 6.5% y la mezcla asfáltica C.A. al 5.5% e incorporación de dosificaciones (1%,2% y 3%) de GCR y teniendo como muestra 16 briquetas de la mezcla asfáltica de diferentes dosificaciones, el instrumento utilizado fue el formato de resultado de mediciones de indicadores de la matriz de consistencia. Finalizando la investigación en el laboratorio se obtuvo como resultados que la incorporación de GCR afecta positivamente las propiedades del diseño de mezcla asfáltica, logrando que con 3% GCR, la mezcla asfáltica con asfalto al 5.5%, aumente su resistencia y sobrepase los parámetros mínimos de diseño, respaldados por los valores de la Estabilidad (kg), Fluencia (mm), Relación Vacíos – Densidad y Relación Estabilidad-Fluencia que confirmaron la hipótesis planteada. Con respecto al impacto ambiental, el diagnóstico final de la evaluación cuantificó el ahorro de materiales y referente a la valoración de impactos genéricos, los más afectados en la producción de mezcla son los daños a la atmósfera (aire) y el asociado con la superficie (suelos), el cual se logra mitigar al incorporar el GCR ya que contribuye de manera positiva y con mayor preponderancia al impacto causado a la atmósfera. Finalmente la investigación concluyó que respecto al análisis de incorporación del GCR y su incidencia en el diseño de mezcla asfáltica en caliente; se confirma la hipótesis, ya que la incidencia se evidenció por la variación positiva en las propiedades del diseño, se logró realizar el diseño de pavimento donde no se mostró mayor significancia y lo concerniente al beneficio ambiental, se ahorró material pétreo al incorporar el material reciclado de difícil degradación, mostrando menores impactos genéricos respecto a la atmósfera y en segundo grado a la superficie.

Palabras clave: caucho reciclado, mezcla asfáltica, dosificación.

ABSTRACT

The research carried out is entitled "Design of hot asphalt mix with incorporation of recycled rubber grain in flexible pavement, Av. Santa Rosa, 2019", with the main objective of analyzing whether the incorporation of recycled rubber grain affects the design hot mix asphalt. The theory indicates that the asphalt mix is composed of aggregates joined by a binder. The proportions of each component define the properties of the asphalt mix. The process for the elaboration entails the subjection of high temperatures unlike the normal environment of the stone aggregate and the binder. The research was of an applied type with an explanatory level and an experimental design of increasing stimulus, it was carried out in two populations of types of hot mix asphalt; one is the asphalt mixture C.A. at 6.5% and the asphalt mixture C.A. at 5.5% and incorporation of dosages (1%, 2% and 3%) of GCR and having as a sample 16 briquettes of the asphalt mixture of different dosages, the instrument used was the result format of measurements of indicators of the consistency matrix. At the end of the research in the laboratory, the results were obtained that the incorporation of GCR positively affects the properties of the asphalt mix design, achieving that with 3% GCR, the asphalt mix with 5.5% asphalt increases its resistance and exceeds the minimum parameters of design, supported by the values of Stability (kg), Creep (mm), Void Ratio - Density and Stability-Creep Ratio that confirmed the hypothesis. Regarding the environmental impact, the final diagnosis of the evaluation quantified the saving of materials and referring to the assessment of generic impacts, the most affected in the production of mixture are the damage to the atmosphere (air) and that associated with the surface (soils), which is mitigated by incorporating the GCR since it contributes in a positive way and with a greater preponderance to the impact caused to the atmosphere. Finally, the investigation concluded that regarding the analysis of incorporation of the GCR and its incidence in the design of hot mix asphalt; The hypothesis is confirmed, since the incidence was evidenced by the positive variation in the design properties, it was possible to carry out the pavement design where no greater significance was shown and with regard to the environmental benefit, stone material was saved by incorporating the recycled material of difficult degradation, showing less generic impacts with respect to the atmosphere and in second degree to the surface.

Keywords: recycled rubber, asphalt mix, dosage.

I. INTRODUCCIÓN

El problema de infraestructura vial radica en que muchas veces se desconoce el comportamiento dinámico de los pavimentos, uno de los problemas más frecuentes yacen en las especificaciones de la carpeta de rodadura, así como en el proceso constructivo de todo el pavimento.

En el Perú la red de vías se encuentra solo el 16 % pavimentadas, esto representa un limitante de transitabilidad para los usuarios (CCEX, 2018), en mayoría de las carreteras de nuestro país, la superficie asfáltica muestra signos de tener fallas en la estabilidad, durabilidad y resistencia, las cuales se presentan antes de culminar el periodo de vida útil, sumado al mantenimiento inadecuado o inexistente que realiza el estado, promueve el crecimiento de carreteras que no brindan una servicialidad adecuada, “con el aumento de la población, el tráfico por carretera ha aumentado enormemente. El aumento en el movimiento del vehículo genera una alta carga vertical al suelo de la subrasante y en condiciones de suelo blando a medio, los suelos no pudieron soportar la presión vertical excitada por las ruedas; esto conduce a fallas o formación de grietas en los pavimentos (Sivapriya & Ganesh-Kumar, 2019).

Se hace necesario la investigación de nuevas aplicaciones tecnológicas que permitan adquirir mejores propiedades a la carpeta asfáltica de acuerdo a la realidad y condiciones de nuestra región, conservando el medio ambiente y la estabilidad económica. Actualmente ya se vienen trabajando con tecnologías que con la adición de polímeros al asfalto se modifican las propiedades mecánicas, químicas y reológicas de las mezclas asfálticas. Cuando se utiliza esta tecnología se pretende mejorar el comportamiento que experimentan las mezclas tradicionales cuando son sometidas a diferentes condiciones de carga y del medio ambiente. (Rondón, Fernández & Castro, 2010).

La ciudad de Lima no es ajena a este problema, en la avenida Santa Rosa ubicada en el distrito de San Juan de Lurigancho, se aprecia fallas tales como; piel de cocodrilo, disgregación de mezcla, etc., debido a errores en el mismo proceso constructivo, mal uso de la vía, falta de mantenimiento, por ello es importante focalizarnos a buscar nuevas alternativas o indagar en las ya existentes que aún carecen de credibilidad por la poca investigación o conocimiento de las mismas para evaluar su aplicación.

“El comportamiento de los ligantes asfálticos se ha visto afectado por el aumento de las cargas de tráfico, acompañado de un incremento en la velocidad de desplazamiento, entre otros. [...] Estas situaciones crean la necesidad de estructuras de pavimento más resistentes y resilientes y ha llevado a utilizar nuevas tecnologías y mezclas de aditivos en los hormigones asfálticos.” (Mantilla & Castañeda- 2019). Por ello es ventajoso investigar cuales son los efectos de incorporación de nuevos materiales que pueden mejorar las propiedades de la mezcla asfáltica, ya que se refuerza e impulsa a la búsqueda de nuevas soluciones tecnológicas que no solamente tengan un aporte en lo técnico sino en la mitigación del impacto a la contaminación ambiental, beneficiando en costos de producción al sector empresarial y también a la sociedad ya que se dará uso a material de difícil degradación y los proyectos viales brindaran una mejor servicialidad a los usuarios.

Los antecedentes en investigaciones nacionales que respaldan este estudio, están sustentados en investigadores como; Álvarez, L. & Carrera, E., (2017), quienes en la tesis titulada “Influencia de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica” , la cual busca la solución al requerimiento en base a la mezcla asfáltica, sus factores en su viscosidad y temperatura se encontró una gran cantidad de bienes para emplear su modificación que se hace una porción del desecho que no son biodegradable, que mejora la condición de la mezcla referente al factor climatológico y factor ambiental, así mismo la reducción de estos desperdicios que hacen reducir el impacto ambiental. La investigación concluye que el neumático en desuso se puede utilizar en la mezcla asfáltica ya que influye a la viscosidad y temperatura, dado que trabaja ante las cargas de tránsito, también mejora la calidad de la mezcla con respecto a factores climatológicos, ambientales y a la vez reduce el impacto ambiental de los desechos, llegando a ser más económico usar esta materia de grano de caucho en los pavimentos.

Tueros, M., (2017) en la tesis titulada “Incorporación de polvo de caucho en mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la ciudad de Huancayo 2016” tuvo como finalidad establecer de qué manera contribuye la incorporación del reciclado de caucho en la mezcla asfáltica tradicional en su característica de durabilidad de la carpeta asfáltica, luego de realizar ensayos en distintas briquetas de mezcla asfáltica, llegaron a concluir lo siguiente; el mejoramiento de la carpeta asfáltica correspondiente al comportamiento del ahuellamiento ya que se tuvo influencia en 85%, 87% y 97% en la estabilidad de mezcla así como en el

flujo e índice de rigidez, así también influye un 57% en la mejora de la superficie respecto a su durabilidad y finalmente menora las depresiones de ahuellamiento aproximadamente en un 66.67%.

Pereda, D. & Cubas, N. (2015) en la tesis titulada “Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico - económico con los asfaltos convencionales” tuvo como objetivo exponer mediante verificaciones en laboratorio que un asfalto modificado utilizando el caucho reciclado tiene un sobresaliente comportamiento físico-mecánico y ventajas en los costos frente a los asfaltos tradicionales.

Finalmente la investigación concluyó que el grano de caucho mejora el comportamiento físico- mecánico del asfalto convencional (RC-70), así como la resistencia a la deformación plástica de la mezcla, se muestra mejoras frente a condiciones de altas temperaturas y ventajas económicas a largo plazo.

Paz, W., (2014) en su tesis titulada “Diseño económico de mezclas asfálticas mediante la aplicación del organosilano y caucho” estableció como objetivo de su investigación realizar un diseño de mezcla asfáltica que sea económico en el cual se aplique el caucho en la mezcla asfáltica para permitir el mejoramiento de las propiedades reológicas en la mezcla. Se realizaron ensayos con dosificaciones de polvo de caucho de 0.5%, 1.0%, 1.5% y 2.0 %, han determinado el valor de 1.0% de caucho como dosis aceptable por la mezcla asfáltica en el ensayo Marshall, obteniendo las siguientes conclusiones en la investigación; Se determinó como diseño apropiado a la dosificación de; con aditivo organosilano dosis 0.25% y polvo de caucho de 1%, resaltando el contenido de cemento asfáltico un valor de 5.75%, una estabilidad de 1092 kilogramos, un valor de flujo de 3.30 mm, un porcentaje de vacíos de 3.9, un índice de rigidez de 3,309 kg./cm, una densidad de 2,317 kg./m³, respecto a los costos de fabricación del diseño con organosilano y caucho fueron más económicos que los convencionales.

Fajardo, L. & Vergaray, D. (2014) en la tesis con el título “Efecto de la incorporación por vía seca del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en la mezcla asfáltica”, tuvieron como objetivo el proponer que mediante el reciclaje de neumáticos, se valore e investigue para reducir su acumulación, así mismo determinar qué efectos existen en las

características del diseño de mezcla y los beneficios que causan en lo técnico, social, económico y la mitigación al contaminación ambiental.

Las conclusiones de la investigación emitieron lo siguiente; que es confiable utilizar el caucho para mejorar la mezcla asfáltica, su uso trae consigo un beneficio ambiental solucionando la mala disposición final que tiene, así mismo la relación coste/ mantenimiento es positiva ya que en el plazo de 10 años se reduce en 16% en promedio comparado con un asfalto tradicional.

Investigaciones internacionales respaldan los beneficios de la incorporación del GCR en el diseño de la mezcla asfáltica, Díaz, C. & Castro, C. (2017) investigó en la tesis titulada. “Implementación del grano de caucho reciclado (GRC) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá”, cuya finalidad principal fue revisar la tecnología de incorporar el grano de caucho reciclado en la mezcla asfáltica, definiendo los factores que alteren el comportamiento de la mezcla y la identificación de los beneficios del caucho al ser incorporado en el diseño de pavimentos, el cual concluyó que; la granulometría, el adicionamiento de aditivos, reacción de temperatura de asfalto y el GCR son factores del cual depende cómo se comporta mecánicamente la mezcla asfáltica, también la implementación del material menora los problemas de ahuellamientos y en la transmutación de la mezcla se afirma que dichas modificaciones son más duraderas con respecto a las convencionales, así mismo el coste de mantenimiento disminuye y la durabilidad es mucho mayor.

Vega, S. (2016) en su tesis titulada “Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico”. Ecuador, tuvo como propósito realizar un análisis para establecer el comportamiento de compresión del asfalto modificado con el grano de caucho reciclado. Mediante el método Marshall, realizó diseños de mezcla asfáltica-caucho por el proceso de vía seca, añadiendo el 1%, 2% y 3% de grano de caucho, reemplazando una mínima parte del agregado fino, luego las evaluó efectuando pruebas de; gravedad específica máxima teórica, la densidad de mezcla asfáltica (método RICE), la densidad de Bulk (peso unitario), el porcentaje de vacíos de los agregados compactados y para conocer el desempeño, realizó un estudio que comparación a las dos diferentes mezclas, comparando el flujo y estabilidad de la mezcla tradicional y las modificadas con caucho, obteniendo las siguientes conclusiones; un cumplimiento óptimo de la especificación de la mezcla Marshall solo con

la mezcla modificada con el 1% y que el 2 y 3% la estabilidad de la mezcla se ve disminuida, así mismo el costo se ve incrementado por la incorporación de GCR.

Llago, R. (2015) en la tesis titulada “Empleo en mezclas asfálticas de caucho recuperado de neumáticos fuera de uso” tuvo como objetivo obtener distintos diseños de mezclas asfálticas donde se adicione el grano de caucho procedente de neumáticos desechados y estudiar las características de este material que su tratamiento de reciclaje es de especial tratamiento. Luego de desarrollar la investigación llegaron a las siguientes conclusiones; al modificar un betún – caucho la dosificación debe tomar en consideración; la granulometría, la textura, la porción de las partículas de caucho, tiempo de cocción y la temperatura, ya que son influyentes en las propiedades del material betún- caucho. Se tienen que tener cuidado en el tamaño de la granulometría del caucho, ya que, a menor diámetro del grano, va a haber mayor superficie en contacto y por lo tanto una mayor viscosidad.

Campaña, O., Gáleas, S., & Guerrero, V. (2015) en el estudio titulado “Obtención de Asfalto Modificado con Polvo de Caucho Proveniente del Reciclaje de Neumáticos de Automotores”, tuvo el objetivo evaluar el diseño de mezclas asfálticas y su adición de caucho por proceso húmedo añadiendo un 10, 15 y 20% de polvo y por proceso seco añadiendo el 1, 2 y 3 % de polvo de caucho, los resultados obtenidos en este trabajo permiten afirmar que la modificación de asfalto ecuatoriano usando polvo de caucho proveniente de neumáticos reciclados representa una valiosa oportunidad para obtener pavimentos con mejores propiedades que los tradicionales. Estos pavimentos podrían tener mayor duración y menores costos de mantenimiento.

Ramírez, A. y Latino, I. y Rosas, J. (2014) tesis titulada de “Diseño de mezcla asfáltica con asfalto caucho tecnología GAP GRADED para la ciudad de Bogotá” tuvo como objetivo diseñar un pavimento flexible mejorando las propiedades mecánicas de la mezcla añadiendo asfalto caucho como parte del material fino granular, luego del desarrollo de la investigación concluyeron que el realizar una mezcla de asfalto- caucho puede reducir los ahuellamientos severos.

La presente tesis se encuentra enmarcada en los conceptos de mezcla asfáltica y el grano de caucho reciclado, que son las variables de esta investigación, para ello a continuación se expone las teorías de conocimiento respecto a la variable de mezcla asfáltica, enfatizando en sus características, propiedades, el diseño de la mezcla, el diseño de

pavimentos con mezcla asfáltica y finalmente el impacto ambiental de producción de la mezcla asfáltica.

La mezcla asfáltica está compuesta de áridos unidos mediante un aglomerante. Las proporciones de cada componente definen las propiedades de la mezcla del asfalto. El procedimiento para la elaboración conlleva al sometimiento de altas temperaturas a diferencia del ambiente normal del agregado pétreo y el aglomerante. El método de diseño de mezcla asfáltica más utilizada es la de Marshall. (Asphlt Institute, 2012). Respecto a sus componentes se pudo establecer que existe una influencia significativa del comportamiento de una mezcla asfáltica en función del origen del agregado, del estado de la mezcla y que éstas, pueden afectar tanto el comportamiento mecánico como el dinámico. (Reyes, Camacho & Londoño, 2013).

Entre sus características se tiene; a) contenido de asfalto; b) Vacíos en el agregado mineral (VMA); c) Densidad de la mezcla; d) Vacío de aire. (Asphlt Institute, 2012)



Figura 1. Briqueta con agregados mineral en una probeta de mezcla compactada

Fuente: Propia

Las propiedades de la mezcla asfáltica permiten tener un comportamiento dinámico frente a las cargas aplicadas y contribuyen en una buena calidad de pavimento, estas son las siguientes: estabilidad, durabilidad, trabajabilidad, impermeabilidad, flexibilidad y la resistencia de deslizamiento (Asphlt Institute, 2012). La estabilidad Marshall y el flujo de mezclas de asfalto, junto con la densidad de la mezcla de campo, VA, VMA y / o VFA, se utilizan para el diseño de mezclas bituminosas en laboratorio y control in situ. Además, los parámetros Marshall son de gran utilidad para controlar el proceso de producción de mezclas asfálticas en planta (ASTM D6927). (Bojorque, Flores & Vásquez, 2019)

Las carreteras han sido y son construidas empleando Mezclas Asfálticas en Caliente (HMA) como capa de superficie. El procedimiento más común de diseño de HMA es el Método Marshall (Bojorque, Flores & Vásquez, 2019). Para realizar el diseño de mezcla asfáltica, “el método de diseño de Marshall es especialmente usado para la comprobación y estudio del registro técnico en la aprobación de proyectos, teniendo como objetivo de incrementar la durabilidad de la pavimentación compuesta de asfalto. [...]” (Han, Wei y Zhang, 2016, p. 408). Este método es usado mundialmente y para la preparación de la mezcla asfáltica ya sea con el modificado con caucho o como también la mezcla convencional, este estudio, se realiza varias etapas para el examen de laboratorio, el primero es realizar la selección de agregados, la segunda etapa es la evaluación de asfaltos en ambas partes y por último la verificación de los parámetros volumétricos (Wulandari y Tjandra, 2016, p. 2)

El pavimento asfáltico representa una estructura de múltiples capas de espesores finitos formada, en general, por revestimiento asfáltico, base, subbase y refuerzo de la subrasante, donde la función principal del revestimiento es resistir directamente los esfuerzos derivados del tráfico. (Centofante, Specht, Almeida, Borges de, Pinheiro, Barbosa, & Pereira, 2018). La vida útil de una estructura de pavimentos depende de muchas variables, como el clima, la calidad de los materiales, el tráfico, las cargas de los ejes, los procesos constructivos, el diseño de las capas, y especialmente la respuesta de los materiales ante estas variables. (Reyes, 2009)

El MTC (2013) define que el Diseño de pavimento con AASHTO-93, expone un correcto diseño para la estructura del pavimento, la cual va sobre la capa de sub rasante y hace necesario que se determinen sus variables mínimas, las cuales están constituidas por; la aptitud del soporte en condiciones de servicio, las particularidades de los componentes de la carpeta de rodadura y del tránsito. La confiabilidad usada en el diseño de un pavimento se asigna según recomendaciones de guías de diseño o de acuerdo al criterio del diseñador, es decir no existe una herramienta racional para su estimación. (Rodríguez, Echaveguren & Thenoux, 2017)

Finalmente el Impacto Ambiental de Producción de Mezcla Asfáltica es resultado de su proceso productivo, que va desde la obtención de la materia prima hasta la puesta en obra de la mezcla, es por ello, que es importante realizar la valoración y la cuantificación de este impacto.

Respecto a la Valoración del impacto ambiental, García (2018) menciona que, para conocer este factor, se debe de conocer tres funciones que influyen principalmente, las cuales son evaluación, identificación y predicción y finalmente para realizar la valorización de impacto ambiental se debe de conocer la variación de calidad ambiental, en los aspectos; positivos y negativos.

Respecto al grano de caucho de caucho reciclado, su marco conceptual enmarca: sus características, granulometría, propiedades, proceso de modificación en la mezcla asfáltica por vía seca, aplicaciones y la problemática ambiental que genera su elaboración.

El caucho es un polímero amorfo en su naturaleza son insaturados, cuyo proceso de obtención es a través de la vulcanización, siendo la composición de las llantas, las cuales básicamente son de caucho natural y sintético (SBS, SBR) así como el negro humo. Así mismo se sabe que los automóviles poseen un aproximado de 16% de caucho natural y por otra parte poseen el 31% de caucho sintético, “al neumático se puede desmenuzar mediante dos fases. Al culminar la primera fase, el caucho triturado sus dimensiones debe ser estar entre 100 – 230 mm de ancho y 300 – 430 mm de largo. Para la fase número dos su longitud variara a 100 – 150 mm. [...]” (Sofi, 2018, p. 26). Los productos de caucho vulcanizado se obtienen a través de diferentes técnicas y los parámetros operacionales comunes que requieren son la: presión y altas temperaturas y una de las técnicas de moldeo más usada es la de compresión. (Becerra, Zitzumbo, Domínguez, García Alcaraz, & Alonso, 2014)

La pérdida de capacidad de servicio del pavimento es un resultado común de la formación de surcos. [...]Para resolver este problema de formación de surcos en pavimentos flexibles, los científicos han desarrollado algunas técnicas y metodologías denominadas "modificación del asfalto (betún)"(Tapkın & Keskin, 2013). En la modificación incorporando grano de caucho, la granulometría para utilizar este material reciclado, requiere que la dimensión de las moléculas de caucho provenientes de las ruedas usadas para modificar el asfalto, deben de ser menores a 6.3 mm, según Tortun (2005), “así mismo el tamaño es de suma importancia para el comportamiento que se obtendrá de la mezcla asfáltica” (Rondon, Reyes, 2015 p.347).

Las condiciones ambientales y las características de una mezcla asfáltica caliente provocan el envejecimiento del asfalto. Las consecuencias del envejecimiento incluyen

cambios químicos en el aglutinante asfáltico. (Fernández, Rondón & Reyes, 2013). El fenómeno de la fatiga es de naturaleza compleja y está relacionado con las características estructurales y materiales de los pavimentos revestidos con hormigón asfáltico, además del clima (Boeira, Pinheiro, Specht, Druzian, Just, Babadopulos, Nascimento, Herrmann do, & Pereira, 2018)

“La granulometría para la elaboración de la mezcla asfáltica en caliente innovada a través del grano de neumático, debe cumplir con especificaciones, ya sea para el agregado fino y agregado grueso, con el propósito de demostrar el indicado desempeño de la mezcla en el proceso de la producción, la compactación y puesta en funcionamiento”. (Ramírez Ladino y Rosas, 2014, p.25)

Entre las propiedades del grano de caucho se tiene el incremento de durabilidad del pavimento y el incremento de la resistencia. El incremento de durabilidad se da ya que reduce la susceptibilidad térmica, de tal manera que su dureza aumenta a temperaturas altas durante su utilidad, la cual dará la mejora en la resistencia a la permanente deformación de las mezclas. Y el incremento de resistencia a través de la mejora de la cohesión, quién brinda propiedades a los agregados. (Reyes y Figueroa, 2014).

El proceso de modificación de asfalto por vía seca, se realiza mediante la implementación del grano de neumático reciclado en la mezcla asfáltica, la cual trae prioridades tanto físicas y químicas, sin embargo en su proceso de modificación existe dos procedimientos, vía húmeda y vía seca, por las cuales las características que adquiere el pavimento son distintas. (Fajardo y Vergaray, 2014)

“El proceso en seco es un método que cuando se incluye el polvo de neumático como sustituto de 1-3% en peso de agregado en la mezcla de pavimentación, y no como parte del aglutinante. Esto actúa como un agregado en la mezcla de pavimentación. Esto quiere decir, que el aglutinante no se considera modificado. Este método solo se aplica la producción de la mezcla asfáltica modificada. El caucho se incluye en la vía seca como un agregado caliente y se mezcla a fondo antes de añadir el aglutinante de betún, una vez terminado la mezcla se compacta a una temperatura de 150°C” (Herrington and Neaylon, 2015, p.24)

Hoy en día, la aplicación de polímeros aumentó mucho. Estos materiales se utilizan, por ejemplo, en las industrias del automóvil, embalaje y resinas. Estos materiales pueden acumularse fácilmente y permanecer en el medio ambiente durante mucho tiempo, lo que es

peligroso para el medio ambiente (Ciro, Parra, Zapata & Murillo, 2015). Respecto a las aplicaciones del grano de caucho reciclado las posibilidades muestran variedad, además del reencauche, que sin duda es el principal método del reciclaje de las llantas, esto se puede utilizar en; protectores, elementos de seguridad vial, en barreras sonoras, entre otros más.

Las principales investigaciones en las que están inmersos los profesionales del asfalto en los últimos años están encaminadas al desarrollo de técnicas que ayuden a dar respuesta a la preocupación actual de nuestra sociedad en torno a nuestros aspectos medioambientales y energéticos, trabajando sobre la base de la sostenibilidad de los pavimentos. (Herrera de la Rosa, Alonso, & Villegas, 2018).

Respecto a la problemática ambiental en el sector del transporte, presenta actividades las cuales aumentan en gran porcentaje a la contaminación, debido a la explotación de materiales y de insumos que se derivan del petróleo. Por otro lado, los residuos de llanta, por tener un ciclo de vida duradero que no permite su fácil desintegración y su interacción con el medio ambiente impacta los componentes hídricos, suelo y atmosférico, “la generación de residuos de caucho se ha convertido en una preocupación global por su impacto negativo en el medio ambiente y en la salud humana” (Peláez, Velásquez & Giraldo 2017).

En América, “países como Estados Unidos, España y Brasil llevan utilizando el caucho reciclado en la carpeta de rodadura con el propósito de disminuir el impacto ambiental y la conservación del medio ambiente. En diferentes ciudades de Europa crearon leyes que impulsen el uso de llantas recicladas o neumáticos para la carpeta asfáltica.” Lo Presti, D (2013 pág. 23). Todas estas ventajas contribuyen a soportar los tres pilares de la sostenibilidad; economía, protección del medio ambiente y beneficios sociales logrando una infraestructura vial sostenible. (Martínez, Caicedo, González, Celis, Fuentes& Torres, 2018)

En los últimos años se han incluido fuentes innovadoras con material sustituido aplicando en cierto porcentaje a los materiales que tradicionalmente son usados, dando resultados propicios en la manera cómo se comporta ante las cargas vehiculares, así que todo producto que mejore el diseño del pavimento o el diseño de mezcla asfáltica, da un amparo a mejorar el precio de producción de la mezcla y al ser tan eficiente como materia prima favorece a la reducción de la explotación incontrolada de los recursos naturales.

El problema que enmarca esta tesis está enfocado a la realidad del distrito más grande de la capital, San Juan de Lurigancho, con más de 1 038 495 habitantes según censo 2017 (INEI, 2017), es poseedor a lo largo de su jurisdicción de las vías pavimentadas con mayor deterioro, brindando una baja servicialidad a los usuarios. En la búsqueda de nuevas alternativas tecnológicas que no sólo permitan un mayor rendimiento, sino que también aporten a la disminución de impacto negativo que generan los componentes convencionales a la contaminación ambiental, se investigó ¿Cómo incide la incorporación de grano de caucho reciclado en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019? Los problemas específicos de la investigación fueron:

- a) ¿Cómo afecta la incorporación de grano de caucho reciclado a las propiedades del diseño de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019?
- b) ¿En qué afecta la incorporación de grano de caucho reciclado al diseño del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019?
- c) ¿Cómo influye la incorporación de grano de caucho reciclado en el diseño de mezcla asfáltica con respecto al impacto ambiental del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019?

El motivo de esta investigación es el de conocer la influencia del grano de caucho reciclado en la mezcla asfáltica para mejorar las condiciones de un pavimento, el cual carece de vías en buen estado, Salinas y otros (2019) indicaron: “En la literatura se pueden encontrar algunos métodos para uso de los residuos de llantas en desuso, a las cuales se les ha extraído el caucho que posteriormente ha sido molido o pulverizado; acerca del uso de las partículas de caucho de neumático.” El campo de incorporación de productos a la mezcla asfáltica permite mayor número de alternativas, las cuales debemos investigar y dar a conocer, para que estas sean aplicadas según requerimientos del proyecto.

Esta investigación aporta con la difusión y el entendimiento de metodologías para el mejoramiento del diseño de mezclas y su aplicación en la pavimentación, se brinda información acerca de los ensayos que se hará en la mezcla asfáltica con grano de neumático y las propiedades mecánicas a conocer. Respecto a la metodología utilizada, ésta investigación está basada en una perspectiva cuantitativa, es decir, se basa en una realidad enmarcada y compara datos de evaluación numérica y sigue un proceso experimental. El

alcance es explicativo, que busca determinar la influencia de una variable en otra. Los instrumentos utilizados fueron la revisión de bibliografía en tesis, libros, artículos de investigación de revistas digitales, bases de datos, ensayos en laboratorio y metodologías de diseño de pavimentos. Asimismo recolecta las condiciones para ofrecer una orientación tecnológica, dado que dentro de ellos se hará una síntesis de las principales teorías a las variables de la investigación.

El objetivo general de la investigación fue, Analizar si la incorporación del grano de caucho reciclado incide en el diseño de mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019. Los objetivos específicos fueron los siguientes;

- a) Determinar si la incorporación de grano de caucho reciclado afecta a las propiedades del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Santa Rosa, 2019.
- b) Determinar en qué afecta la incorporación del grano de caucho reciclado al diseño del pavimento flexible en la Av. Santa Rosa, 2019.
- c) Establecer la influencia de la incorporación del grano de caucho reciclado en el diseño de mezcla asfáltica con respecto al impacto ambiental en el pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019.

Luego de la revisión bibliográfica nacional e internacional se establece la siguiente hipótesis general: La modificación de mezcla asfáltica incorporando el grano de caucho reciclado incide al diseño de mezcla asfáltica, variando sus propiedades y el impacto ambiental, en el pavimento flexible, Av. Santa Rosa, 2019. Las hipótesis específicas de la investigación fueron:

- a) La incorporación de grano de caucho reciclado afecta a las propiedades del diseño de mezcla asfáltica en caliente del pavimento en la Av. Santa Rosa, 2019.
- b) La incorporación del grano de caucho reciclado afecta al diseño del pavimento flexible en la Av. Santa Rosa, 2019.
- c) La incorporación del grano de caucho reciclado en el diseño de mezcla asfáltica influye en el impacto ambiental del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y Diseño de investigación

Tipo de Investigación: El proyecto de investigación es de tipo aplicada, está sustentado a través de teorías previamente existentes y aprobadas científicamente y pretende resolver un problema el cual es; ¿Cómo incide la incorporación de grano de caucho reciclado en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019?, según Hernández, Fernández y Baptista (2014) explica “que la investigación aplicada está ligada con la investigación básica, ya que gracias este tipo de investigación se conoce el descubrimiento y los aportes teóricos que aportará bienestar y beneficios para la humanidad”. (p. 39)

Diseño de Investigación: El propósito de esta investigación es encontrar las respuestas a los problemas planteados, cumpliendo los objetivos y aprobar o refutar las hipótesis inicialmente proyectada, el diseño de investigación es experimental, en el cual se administrará un estímulo creciente, es decir que para conocer la incidencia del grano de caucho reciclado al incorporarlo en el diseño de mezcla asfáltica, agregaremos de manera creciente una dosificación al 1%, 2% y 3% el GCR (VI) y evaluaremos cual es el comportamiento de la mezcla asfáltica (VD), según Hernández et. al. (2014) manifiesta que “los de un estímulo creciente en estudios experimentales o exploratorios buscan avanzar el conocimiento de algo como también describir características, determinar la frecuencia, de algo que busca una relación entre uno con otros agentes. Tiene que comprobar si las hipótesis de relación causal entre variables son congruentes o no”. (p. 83)

El nivel de estudio es explicativo, determina la correlación entre las variables dependiente e independiente, y respecto al enfoque es cuantitativo, porque se preestablecen las hipótesis y se medirán las variables, según Hernández et. al, (2014) afirma que el nivel explicativo “especialmente se encarga en dar una solución de diferentes causas que tiene los eventos y fenómenos tanto físicos y sociales, de esta manera podremos explicar los diferentes fenómenos y porque se descubre o las variables se relacionan”. (p. 152) y respecto al enfoque cuantitativo, afirma que “el investigador diseña para poder analizar si la hipótesis que están formuladas particularmente en un contexto es de certeza para la investigación ya que se define el conocimiento de la realidad y una solución contundente para la población”. (p. 147)

2.2 Operacionalización de variables

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
VI: GRANO DE CAUCHO RECICLADO	Los elastómeros o también llamados cauchos son polímeros amorfos, que una vez llevados a un proceso de calentamiento obtienen una estructura reticulada proporcionada a sus propiedades elásticas. (Montejo, 2010, p.306).	El tamaño de las partículas de caucho provenientes de los neumáticos usados que se utilizan en los modificadores de asfalto deben ser menores a 6.3 mm. Según Tortun et al. (2005), así mismo el tamaño es de gran importancia para el comportamiento de la mezcla asfáltica (Rondón, Reyes, 2015 p.347).	PROPIEDADES	Granulometría	Nominal
			DOSIFICACIÓN DE GRANO DE CAUCHO	Peso específico	Nominal
				1% de caucho	Nominal
				2% de caucho	Nominal
			BENEFICIOS SOCIO-AMBIENTALES	3% de caucho	Nominal
				Volumen de reciclaje	Nominal
VD: DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA	Dentro de un diseño de mezcla bituminosa las propiedades de gran importancia son, la estabilidad y durabilidad, (Wright, Dixon, 2011, p.757)	La mezcla asfáltica es una mezcla con áridos y con ligante. La cantidad de áridos y ligantes que se utiliza, determinan las propiedades de la mezcla. El proceso para la fabricación es implicar el calentado del agregado pétreo y el ligante a una temperatura alta superior al ambiente regular, una vez analizado la mezcla, se lleva a cabo colocar a la obra. (Asphalt Institute, 2012, p. 1).	PROPIEDADES DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	Estabilidad (kg)	Nominal
			DISEÑO DE PAVIMENTO	Fluencia (mm)	Nominal
				Relación Vacíos - Densidad	Nominal
				Relación Estabilidad-Fluencia	Nominal
				Estudio de suelos - CBR	Nominal
			IMPACTO AMBIENTAL	Estudio de tráfico - ESAL	Nominal
				Estructuración del Pavimento - CAPAS (cm)	Nominal
				Valoración de Impactos genéricos- CSR	Nominal
				Cuantificación de afectaciones o beneficios, respecto al uso de materiales	Nominal

Nota. Fuente propia

2.3 Población y muestra y muestreo

Población

La presente investigación tiene dos poblaciones, las cuales están delimitadas como dos tipos de mezcla asfáltica en caliente; una es la mezcla asfáltica en caliente con cemento asfáltico al 6.5% y la segunda es mezcla asfáltica con cemento asfáltico al 5.5% e incorporación de dosificaciones (1%,2% y 3%) de grano de caucho reciclado; las cuales tienen el propósito de ser materia de ensayos de laboratorio para conocer sus propiedades en el diseño antes y después de la incorporación de diferentes dosificaciones de GCR.

Según Hernández et. al, (2014) afirma que la población, “es un conjunto de los casos y series de especificaciones que existe en la investigación, que se encuentren en relación espacio tiempo guarde relación”. (p.63)

● Criterios de inclusión:

1. La mezcla asfáltica será en caliente.
2. La incorporación de caucho granulado será por vía seca.
3. El GCR será proveniente de llantas en desuso o recicladas.
4. Se acepta como máximo un diámetro de 0.8mm del GCR pulverizado

● Criterios de exclusión:

1. No será por la vía húmeda, la incorporación de caucho granulado.
2. La mezcla asfáltica no debe ser en frío.

Muestra

La muestra de estudio es no probabilística, no es necesario que sean estadísticamente una representación de la población para este tipo de investigación, la selección será de manera dirigida, por lo cual son 16 briquetas con diferente diseño de mezcla, 4 con diseño de 6.5% de C.A., 4 con diseño de 5.5% de C.A y 1% de GCR, 4 con diseño de 5.5% de C.A y 2% de GCR Y 4 con diseño de 5.5% de C.A y 3% de GCR.

“La muestra es, en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”. (Hernández et. al., 2014, p.175).

Muestreo

El criterio de selección de muestras por diseño fue establecido como 4 briquetas por tipo de diseño, ya que se encuentran establecidos en las normas: MTC E-504, ASTM D-6927, AASTHO T-245, siendo necesarios 4 unidades para realizar el ensayo de Resistencia de Mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.

Los criterios de selección fueron 4 tipos de diseño de mezcla asfáltica en caliente según las siguientes dosificaciones:

Tabla 2

Tipos de diseño de mezcla ejecutadas

Mezcla	Dosificación 1	Dosificación 2	Dosificación 3	Dosificación 4
Asfáltica				
CA	6.50%	5.50%	5.50%	5.50%
GCR	0%	1%	2%	3%

Nota. Fuente propia

2.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos:

Técnica de recolección de datos

Las técnicas utilizadas para la recolección de datos son; la observación directa y los ensayos de laboratorio (mediciones).

Recolección de datos

Los datos recolectados son el resultado de las mediciones de las variables, los cuales están representadas por cifras, teniendo como finalidad la descripción de las variables, la recolección de datos se darán mediante el instrumento de tipo; medición de indicadores.

Para ello se realizaran ensayos en los laboratorios, siendo los resultados la fuente de sustracción del valor de los indicadores de interés para la descripción de las variables.

Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos son los medios que empleará la investigación con el propósito de almacenar y recoger datos:

Formato de resultado de mediciones de indicadores de la MATRIZ DE CONSISTENCIA

Hernández et. al. (2014) menciona que “la medición tiene grados en las cuales mide las variables que se miden los instrumentos en el proyecto de investigación” (p. 6).

Validez

En esta investigación este criterio será a través de validez de expertos, donde un experto del área de proyectos y diseños de pavimentos, validaran la matriz de consistencia. La validez refiere a que el instrumento usado realmente logre medir la variable. (Hernández, et al., 2014). Se describe las evidencias de validez, al validar los indicadores propuestos para medir cada variable.

Validez de contenido: Es el grado en el que la medición representa al concepto o variable medida. La validez de contenido, quedó establecida por el marco teórico y descripción de los antecedentes expuestos en LA INTRODUCCIÓN, del cual se basó la investigación para establecer adecuadamente las dimensiones de las variables, quedando expuesta en el punto 2.2 del METODO, siendo la matriz de operacionalización de las variables.

Validez de expertos:

Otro tipo de validez que algunos autores consideran es la validez de expertos, la cual se refiere al grado en que aparentemente un instrumento mide la variable en cuestión, de acuerdo con “voces calificadas”. (Gravetter y Forzano, 2011; Streiner y Norman, 2008; y Mostert, 2006).

Confiabilidad

La confiabilidad de los datos, estarán respaldados por los certificados de calibración de los instrumentos utilizados, los cuales se encuentran en el Anexo 9, en el cual se adjunta los certificados de los equipos del laboratorio CD PROJECTS SAC.

- a) Balanza HENKEL C.C. LM-073-2019
- b) Balanza OHAUS C.C. LM-074-2019
- c) Copa Casa Grande C.C. LL-461-2019
- d) SPEEDY C.C. LFP-189-2019
- e) Medidor de Humedad C.C. CHM-113-2019

La confiabilidad de un instrumento de medición se refiere al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales (Hernández et al., 2013; ellstedt y Whitten, 2013; y Ward y Street, 2009)

2.5 Procedimiento

El modo de recolección de datos ha sido extraído de los autores; Hernández et. al (2014) del libro Metodología de la Investigación, donde describe el siguiente procedimiento para la recolección de datos:

a) *Definir forma de recolección de datos:* resultados de ensayos realizados en CD PROJECTS SAC, resultados de diseños realizados con base a informaciones de libros, resultado de evaluaciones.

b) *Selección de instrumento de medición:* Formato de resultado de mediciones de indicadores de la MATRIZ DE CONSISTENCIA

c) *Aplicar el instrumento:* Evaluación de Indicadores

d) *Obtener los datos:* Extracción de datos numéricos, según resultados de indicadores de ensayos, diseños y evaluaciones realizadas

e) *Codificar datos:* Transcribir datos numéricos que representen la medición de indicadores

f) *Preparación de datos para el análisis:* Comparación de datos de ensayos, diseños y evaluaciones, es decir el resultado de las dimensiones de las variables dadas a través de los indicadores.

Hernández et. al. (2014), describe que “la colocación de datos implica de poder elaborar un estudio detallado del proceso que no da a conocer para reunir datos relativos con un propósito en específico” (p. 198).

La manipulación de las variables se realizó del siguiente modo: La variable independiente, el grano de caucho reciclado, fue manipulado a manera que se aplicó en tres dosificaciones (al 1%, 2% y 3%), en la variable dependiente, la cual es el diseño de mezcla asfáltica en caliente con 5.5% de contenido de asfalto, con la finalidad de registrar a través del instrumento (Formato para transcribir el resultado de los indicadores de la Matriz de Consistencia) el valor de los indicadores que permiten la medición de la variable y por tanto explicaran los movimientos y cambios de estas, logrando responder a nuestro problema general.

2.6 Método de análisis de datos

Se aplicó un análisis no paramétrico, descrito por Hernández et. al. (2014), el cual permite que las variables no obligatoriamente tienen que estar medidas por un nivel de intervalos o de razón, sino que pueden analizar datos nominales u ordinales.

Por ello se tiene inicialmente a través de las hipótesis planteadas, unas ideas preconcebidas del resultado del análisis de datos, los cuales fueron verificadas y analizadas luego de realizar la recolección de datos al aplicar ensayos a la muestra de 16 briquetas, y permitirán evaluar el comportamiento de las variables a través de los indicadores y que finalmente lograr cumplir con los objetivos de esta investigación.

2.7 Aspectos Éticos

Este proyecto de investigación, cumple los requerimientos éticos que impone la Institución Educativa, se considera lo siguiente:

- Respecto a la autoría de las fuentes de información, se encuentran citadas según **normas APA**, modelo de referencias exigido por la Universidad Cesar Vallejo para la presente tesis.
- Cumplimiento de los principios de la bioética (beneficencia, no maleficencia, autonomía y justicia)
- Cumplimiento de los aspectos relevantes del código de ética de la investigación de la universidad.

III. RESULTADOS

1. Diseños de Mezcla asfáltica convencional y con incorporación de GCR

Objetivo: Determinar si la incorporación de grano de caucho reciclado afecta a las propiedades del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Santa Rosa, 2019.

Hipótesis: La incorporación de grano de caucho reciclado afecta a las propiedades del diseño de mezcla asfáltica en caliente del pavimento en la Av. Santa Rosa, 2019.

INDICADORES:

a) Estabilidad (kg), Fluencia (mm), Relacion Vacíos – Densidad, Relacion Estabilidad-Fluencia

Tabla 3

Resultados de diseños de mezcla

PROPIEDADES DE LA MEZCLA ASFÁLTICA					Especificaciones Técnicas (Mezcla tipo B)
RESULTADOS DE INDICADORES					
	Dosificación 1	Dosificación 2	Dosificación 3	Dosificación. 4	
CA	6.50%	5.50%	5.50%	5.50%	
GCR		1%	2%	3%	
Estabilidad (kg)	634	388.4	419.4	561.9	Min 544
Fluencia (mm)	2.92	2.6	2.6	2.98	02-abr
Relación Vacíos - Densidad	50.16	53.75	51.8	51.92	Min 14
Relación Estabilidad- Fluencia	2174	1494.2	1613.2	1885.8	1700 - 4000

Nota: Resultados de ensayos en laboratorio CD PROJECTS SAC.

Resultado optimo de diseño de mezcla asfaltica: C.A. 5.5%, grava triturada 45%, arena triturada 36%, arena natural 19% , grano de caucho 3.0%, teniendo las siguientes propiedades: Peso unitario: 1.228, Fluencia: 2.8, Estabilidad: 561.9, Relación Vacíos – Densidad: 51.92, Relacion estabilidad / fluencia: 1886

La incorporación de GCR afecta de manera positiva a las propiedades del diseño de mezcla asfaltica, logrando que con 3% de residuo de caucho, la mezcla asfáltica aumentó su resistencia y sobrepaso los parametros mínimos de diseño. Sustento en el anexo 7 “Diseños de Mezcla Asfáltica en Caliente”.

2. Diseño de Pavimento Flexible para la Av. Santa Rosa

Objetivo: Determinar en qué afecta la incorporación del grano de caucho reciclado al diseño del pavimento flexible en la Av. Santa Rosa, 2019

Hipótesis: La incorporación del grano de caucho reciclado afecta al diseño del pavimento flexible en la Av. Santa Rosa, 2019

INDICADORES:

a) Estudio de suelos – CBR

Se determinó que el suelo al nivel de la subrasante en las calicatas C-1 corresponde a una grava pobremente gradada, medianamente densa para el acceso vehicular proyectada. A este suelo le corresponde una clasificación SUCS de GP y AASHTO de A- 1-a (0).

Tabla 4

Resultados del estudio de Suelos

DESCRIPCIÓN	
1. Clasificación de suelos	
Clasificación SUCS	GP
Clasificación AASHTO	A-1- a (0)
2. Proctor Modificado	
MDS	2.04 gr/cm ³
OCH	11.6%.
3. CBR	
CBR (95% MSD)	11%
MR	11854 psi

Nota: resultados sustentados en el anexo 5 “Caracterización de la Subrasante”.

b) Estudio de tráfico – ESAL

Este estudio de tráfico se basó en la contabilización, cuantificación, y clasificación según el tipo de vehículo que transitaba por la Av. Santa Rosa, ya que la transferencia de carga es según el tipo de neumático y finalmente se calculó el daño que causa este tráfico en nuestro pavimento a diseñar el cual está determinado por el valor del ESAL , el cual tiene un valor de 3 465 761.00.

c) Estructuración del Pavimento - CAPAS (cm)

Variables de Diseño:

1. Tiempo : Periodo de Analisis =20 años
2. Transito : ESAL = 3 500 000 . Tipo de tráfico : TP6
3. Subrasante: De acuerdo al EMS el CBR de la subrasante es: S3
4. Confiabilidad: Desviacion estandar $S_o=0.45$, Factor de confiabilidad $R=85\%$, Probabilidad $Z_R= - 1.036$

Criterio de comportamiento:

- a) Servicialidad : $P_o: 4.2$, $P_f: 2.5$

Propiedades de los materiales:

- a) Modulo resiliente $M_R = 11854 \text{ psi}$

Tabla 5

Cálculo del número estructural

SN requerido	G	N18 Nominal	N 18 Calculado	
3.53	-0.255	6.544	6.549	Correcto

- b) Coeficientes estructurales

Para la Carpeta asfaltica en caliente $a_1 =0.17$, la base sera de: Base granular 80% CBR $a_2 =0.052$, la Subbase sera de: Base granular 40% CBR $a_3 =-0.047$

- c) Coeficientes de drenaje: Para base $m_2 =1$ y para sub-base $m_3 =1$

Cálculo de espesores de capa

Tabla 6

Cálculo de espesores de capas del pavimento

SN requerido	SN calculado	Espesores en cm			
3.53	3.60	D1=8	D2=25	D3=20	Correcto

Nota: Diseño final del pavimento con espesores finales de las capas que lo componen. Estos resultados se encuentran sustentados en el anexo 3 “Diseño de pavimento flexible”.

3. Evaluación del Impacto Ambiental de Mezclas Asfálticas: Convencionales y de con incorporación de GCR

Objetivo: Establecer la influencia de la incorporación del grano de caucho reciclado en el diseño de mezcla asfáltica con respecto al impacto ambiental en el pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019

Hipótesis: La incorporación del grano de caucho reciclado en el diseño de mezcla asfáltica influye en el impacto ambiental del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019

INDICADORES:

a) *Valoración de Impactos genéricos- CSR*

b) *Cuantificación de afectaciones o beneficios, respecto al uso de materiales*

Esta evaluación de impacto ambiental tuvo un enfoque respecto la cantidad de empleo de materiales según el diseño de mezcla asfáltica (Tablas 7 y 8) y los impactos genéricos al medio ambiente, mediante la metodología MEL-ENEL, para ello se tuvo en consideración el volumen empleado en 500 ml, siendo 288 m³.

Se determinó según las tablas 7 y 8 los volúmenes de materiales a emplear con el diseño óptimo de Mezcla Asfáltica con 6.5% de Asfalto y con el diseño de Mezcla Asfáltica con 5.5% de Asfalto con 3% de incorporación de GCR.

Tabla 7
Materiales de mezcla asfáltica 6.5% de C.A.

<i>Ancho calzada=</i>	<i>7.20 m</i>	<i>Espesor CA=</i>		<i>0.08m</i>	<i>Longitud=500m</i>	<i>Volumen=288 m3</i>		
CONTENIDO EN PROBETA	Peso x m3	N	CANT.	UN ID	PESO gr.	VOLUMEN DE MAT	PESO DE MAT. m3	VOLUMEN TOTAL
C.A.	2.092	%	6.50	gr.	75.974	m3	0.061 tn	0.128 17.58
Grava triturada	2.700	%	45.00	gr.	525.972	m3	0.423 tn	1.141 121.69
Arena triturada	1.450	%	36.00	gr.	420.777	m3	0.338 tn	0.490 97.35
Arena natural	1.990	%	19.00	gr.	222.077	m3	0.178 tn	0.355 51.38
Peso de mezcla		%	106.50	gr.	1244.80	m3	1.000 tn	2.114 288.00

Nota: Anexo 4

Tabla 8

Materiales de mezcla asfáltica con 3% de caucho y 5.5% de C.A.

Ancho calzada=7.20 m		Espesor CA=		0.08m		Longitud=500m		Volumen= 288 m3		
CONTENIDO EN PROBETA	Peso x m3	N	CANT.	UN ID	PESO gr.	VOLUMEN DE MAT. x m3	PESO DE MAT. x m3	VOLUMEN DE MAT. A USAR		
C.A.	2.092	%	5.50	gr.	62.654	m3	0.051	tn	0.106	14.60 m3
GCR (3% árido)	1.150	%	3.00	gr.	34.175	m3	0.028	tn	0.032	7.96 m3
Grava triturada	2.700	%	45.00	gr.	512.627	m3	0.415	tn	1.120	119.45 m3
Arena triturada	1.450	%	36.00	gr.	410.101	m3	0.332	tn	0.481	95.56 m3
Arena natural	1.990	%	19.00	gr.	216.442	m3	0.175	tn	0.348	50.43 m3
Peso de mezcla		%	108.50	gr.	1236.00	m3	1.000	tn	2.087	288.00 m3

Nota: Anexo 4

a) Valoración de Impactos genéricos- CSR

Se identificó las acciones que involucran la producción del diseño de mezcla asfáltica, así como los factores ambientales comprometidos en el proceso, para realizar su valoración

Tabla 9

Impactos genéricos Afectados positiva y negativamente según el diseño de mezcla

IMPACTOS GENÉRICOS AFECTADOS (+) POR LA INCORPORACION DEL GCR EN MEZCLA ASF-									
MATRIZ CSR	Atmósfera	Meteorología	Fauna y Ve.	Salud y Seg.	Socio-econo.	SUM A	CSR	PORCENTAJE	
Atmósfera		0.57	0.56	0.52	0.53	2.18	0.2180	100%	
Salud y Seguridad	0.48	0.54	0.54		0.51	2.07	0.2070	95%	
Socioeconomía	0.47	0.6	0.51	0.49		2.07	0.2070	95%	
IMPACTOS GENERICOS AFECTADOS (-) POR LA PRODUCCIÓN DE LA MEZCLA ASF.									
MATRIZ CSR	Aire	Clima	Superficie	Calidad del agua	Geomorfología	Veg. y Fauna	SUM A	CSR	PORCENTAJE
Atmósfera		0.56	0.58	0.64	0.58	0.57	2.93	0.1953	100%
Superficie	0.42	0.53		0.55	0.57	0.51	2.58	0.1720	88%

Nota: Los resultados están sustentados en el anexo 4 "Impacto Ambiental de Mezclas Asfálticas"

Resultado de la Valoración de Impactos genéricos- CSR.

Los resultados de esta evaluación indican que los impactos genéricos más afectados en la producción de mezcla asfáltica convencional son los daños a la atmósfera (aire) y el asociado con la superficie (suelos), el cual se logra mitigar al incorporar el GCR en el diseño de mezcla asfáltica convencional, describiendo un ahorro en los materiales inicialmente empleados (volúmenes descritos en el cuadro anterior) y el empleo de material reciclado el cual contribuye de manera positiva y con mayor preponderancia al impacto causado a la atmósfera, por lo cual se confirma su influencia positiva sustentada en la hipótesis., la cual mitiga al impacto generado a la atmósfera por el desarrollo de obras viales.

b) Cuantificación de afectaciones o beneficios, respecto al uso de materiales

Tabla 10

Comparativo de volúmenes de mezcla convencional y con incorporación de GCR

MATERIAL	MATERIALES M.A. 6.5% DE C.A.		MATERIALES M.A. CON 3% GCR Y 5.5% C.A		AHORRO MAT.		IMPACTO
C.A.	17.58	m3	14.60	m3	2.98	m3	(+) 1
GCR (3% áridos)	0.00	m3	7.96	m3	7.96	m3	(+) 2
Grava triturada	121.69	m3	119.45	m3	2.24	m3	(+) 3
Arena triturada	97.35	m3	95.56	m3	1.79	m3	(+) 4
Arena natural	51.38	m3	50.43	m3	0.95	m3	(+) 5

Nota: Anexo 4

Ahorro de materiales en un volumen de 288 m3 de mezcla con incorporación de GCR:

(+) **1** Cemento Asfáltico: ahorro de 2.98 m3

(+) **2** GCR : se contribuye con un reciclaje de 7.96 m3

(+) **3** Grava Triturada : ahorro de 2.24 m3

(+) **4** Arena Triturada : ahorro de 1.79 m3

(+) **5** Arena natural : ahorro de 0.95 m3

IV. DISCUSIÓN

1. Diseños de Mezcla asfáltica convencional y con incorporación de GCR

La investigación permitió concluir que el resultado óptimo de diseño de mezcla asfáltica con el 6.5% CA tiene las siguientes propiedades; Estabilidad (kg) 634, Fluencia (mm) 2.92, Relación Vacíos – Densidad 50.16, Relación Estabilidad-Fluencia 2174, dicho diseño es también aplicable con la incorporación de 3% de GCR, reduciendo el 1% de CA, lográndose a obtener los siguientes resultados: Estabilidad (kg) 561.9, Fluencia (mm) 2.98, Relación Vacíos – Densidad 51.92, Relación Estabilidad-Fluencia 1885.8, dicho diseño cumple con las especificaciones técnicas para mezcla tipo 2 reglamentado por el MTC.

Esto fue desarrollado mediante una investigación experimental efectuada en el laboratorio CD PROJECTS SAC Consultoría & Construcción, en el cual se realizaron diferentes diseños de mezcla asfáltica con y sin grano de caucho, los cuales confirman los resultados de mejora del diseño ya antes mencionado, pero no en la dosificación que establecen los antecedentes, tomando como referencia internacional a Vega, S. (2016) en su tesis “Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico” y referencia nacional a Paz, W. (2014) en su tesis titulada “Diseño económico de mezclas asfálticas mediante la aplicación del órgano silano y caucho”, en cuyas tesis muestran resultados de mejora con la adición de 1% de grano de caucho reciclado. En la presente investigación se hizo necesario la adición de 3% de GCR para lograr que una mezcla con 5.5% de asfalto, la cual no cumplía con los estándares reglamentarios para una carretera tipo B, se vuelva óptima para su aplicación en el pavimento.

2. Diseño de Pavimento Flexible para la Av. Santa Rosa

El desarrollo del diseño de pavimento flexible, se logró determinar; con el *Estudio de suelos se clasificó el* suelo según SUCS de GP y AASHTO de A- 1-a (0), Proctor Modificado, MDS: 2.04 gr/cm³ y OCH: de 11.6%, valor CBR: 11% al 95% MSD, Módulo Resiliente (MR): 11854 psi, mediante el *Estudio de tráfico* se calculó el daño que causa el tráfico proyectado en el pavimento a diseñar el cual está determinado por el valor del ESAL , el cual es 3 465 761.00 y finalmente la *Estructuración del Pavimento*) se determinó los siguientes espesores: Carpeta asfáltica 0.08 m, base de 0.25 m y subbase de 0.20 m. Díaz, C. & Castro, C. (2017) en la tesis “Implementación del grano de caucho reciclado (GRC) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá” tuvo como una de sus finalidades, la identificación de los beneficios del caucho al ser incorporado en el diseño de pavimentos, teniendo como conclusión que; la implementación del material GCR menora los problemas de ahuellamientos y en la transmutación de la mezcla se afirma que dichas modificaciones son más duraderas con respecto a las convencionales.

Si bien en la investigación realizamos el diseño de pavimento conociendo los parámetros y diseñando según AASTHO, esto no involucró al GCR, y para realizar confirmaciones como la tesis realizada por Díaz, C. & Castro, C. (2017), se podría realizar de manera cualitativa, ya que para determinar efectivamente que tanto menora los problemas de ahuellamiento se tendrían que realizar estudios a escala, los cuales efectivamente se realizan, pero son costosos, al menos en una etapa de pregrado.

3. Evaluación del Impacto Ambiental de Mezclas Asfálticas: Convencionales y con incorporación de GCR.

El Diagnóstico final de evaluación de impacto ambiental: *Cuantificación respecto al uso de materiales*, estableció el ahorro de CA 2.98m³, reciclar 7.96 m³ de GCR, 2.24m³ de ahorro en grava triturada, 1.79 m³ en arena triturada y 0.95 m³ en arena natural en un volumen de 288 m³ y en cuanto a la *Valoración de Impactos genéricos*, se obtuvo que los impactos genéricos más afectados en la producción de mezcla asfáltica convencional son los daños a la atmósfera (aire) y el asociado con la superficie (suelos), el cual se logra mitigar al incorporar el GCR ya que contribuye de manera positiva y con mayor preponderancia al impacto causado a la atmosfera.

Este resultado permite confirmar los resultados de Vergaray y Fajardo (2014), en la investigación “Efecto de la incorporación por vía seca, del polvo de neumático reciclado, como agrado fino en mezcla asfáltica”, la cual concluye que al utilizar el polvo de caucho en la carpeta de rodadura como un agregado fino, se mejora el desempeño mecánico y a la vez beneficia y reduce la contaminación ambiental, esto debido a la reutilización del material fuera de uso que genera un ahorro y contribuye en el aspecto ambiental brindando la reducción de su mantenimiento a la carpeta asfáltica debido a su propiedad de mayor alcance.

Así mismo con respecto a los factores ambientales para el cuidado del medio ambiente se considera que las principales ventajas que se deriva con el empleo del caucho en el material bituminoso son las siguientes: se puede reutilizar los neumáticos cuando se agote su capacidad de servicio. “Para la producción de 1 m³ de la mezcla asfáltica de caucho, se recicla 3.5 llantas aproximadamente y para la producción de una tonelada se necesita aproximadamente 250 llantas”, esto da una excelente alternativa que da solución con referencia al impacto ambiental, gracias a esto se genera una disposición correcta de las llantas usadas. (Instituto de Desarrollo Urbano, 2015)

4. Análisis de la Incidencia de incorporación del GCR en el diseño de Mezcla Asfáltica.

Con el objetivo de analizar si la incorporación del grano de caucho reciclado incide en el diseño de mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible, se concluyó que: la incorporación de GCR afecta positivamente las propiedades del diseño de mezcla asfáltica, logrando que con 3% GCR, un diseño con 5.5% de CA que no cumplía con las especificaciones técnicas para un tipo de pavimento B, logre cumplir con los estándares del reglamento, en el ámbito del diseño de pavimento. Concerniente al diseño de pavimento, se realizó mediante la metodología de AASTHO, esto no involucró al GCR, y para realizar confirmaciones como la tesis realizada por Díaz, C. & Castro, C. (2017), se podría realizar de manera cualitativa, ya que para determinar efectivamente que tanto menora los problemas de ahuellamiento se tendrían que realizar estudios a escala, los cuales son costosos.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

- 1. Conclusión en base al objetivo específico 1.** Referente a la determinación de incorporación de GCR y su afectación a las propiedades del diseño de mezcla asfáltica; Estabilidad (kg); al incrementar 3% de GCR se incrementa la cohesión permitiendo mayor resistencia, hasta llegar a hacer cumplir con la especificación técnica para un mezcla tipo B, en la Fluencia; se incrementó a 2.98 cumpliendo con el rango reglamentario (2-4), respecto a la Relación Vacíos-Densidad; Respecto al % de Vacíos en mezcla, conforme se incrementa el % GCR, se disminuye el % de Vacíos en mezcla y finalmente respecto a la Relación Estabilidad- Fluencia se estableció con el valor de 1885.8, lográndose encontrar en el rango reglamentario de 1700-4000 .
- 2. Conclusión en base al objetivo específico 2.** Referente a la determinación de la afectación de incorporación del GCR al diseño de pavimento flexible; se realizó el diseño de pavimentos previa caracterización de la subrasante (GP- A-1 a (0)) y estudio de tráfico con un ESAL de 3500 000, obteniendo como resultado los siguientes espesores: 8cm CA, 25 cm de base y 20 cm de subbase, cumpliendo satisfactoriamente con los parámetros de diseño dispuesto por la norma de carreteras del Perú y con la metodología ASSTHO-93.
- 3. Conclusión en base al objetivo específico 3.** Referente al establecimiento de la influencia de incorporación del GCR en el diseño de mezcla asfáltica, respecto al impacto ambiental; se cuantificó ahorros en los materiales pétreos así como en el volumen de material de reciclaje, siendo 7.96 m³ de GCR, en un volumen de 288m³ de mezcla asfáltica, y en cuanto a la valoración de impactos genéricos, en la producción de mezcla asfáltica convencional los daños más severos son a la atmósfera (aire) y el asociado con la superficie (suelos), el cual se logra mitigar al incorporar el GCR ya que contribuye de manera positiva y con mayor preponderancia al impacto causado a la atmosfera, por lo cual se confirma su influencia sustentada en la hipótesis.
- 4. Conclusión en base al objetivo general.** Respecto al Análisis de Incorporación del GCR y su incidencia en el diseño de mezcla asfáltica en caliente; se confirma la hipótesis, ya que el uso de GCR incidió en el diseño de mezcla asfáltica; a través de: la variación positiva en las propiedades del diseño de mezcla asfáltica en caliente, se logró realizar el diseño de pavimento donde no se mostró mayor significancia y lo concerniente al beneficio ambiental, se mostró ahorro de material pétreo al incorporar el material reciclado de difícil degradación, mostrando menores impactos genéricos respecto a la atmosfera y en segundo grado a la superficie.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

1. El uso de GCR en el diseño de mezcla asfáltica en caliente, ha evidenciado una mejora respecto al 3% de asfalto, en la investigación por limitaciones de recursos no se ha experimentado con mayores dosificaciones, sin embargo se recomienda experimentar en más rangos de dosificación, para evaluar el comportamiento que genera en la mezcla asfáltica.
2. Se recomienda Seguir estudiando granulometrías tradicionales, distintos porcentajes de GCR, así como con asfaltos de distintos PEN.
3. Realizar pruebas a gran escala para evidenciar su comportamiento, ya que no existe una producción masiva de esta incorporación en nuestro país, con el fin de sustentar con mayores aportes y condiciones distintas que permitan mayor confiabilidad.
4. Implementar plantas recicladoras de GCR, ya que hay gran cantidad de rencauchadoras informales, que no aseguran una adecuada manipulación de esta materia de reciclaje.
5. Recomendar al estado mayor apoyo en las investigaciones que promueven metodologías que permitan la mitigación de impactos negativos al medio ambiente.
6. Es recomendable que los neumáticos usados sean reciclados, dándoles un destino de buen uso, y no ser eliminada inadecuadamente ya que provocan una contaminación al aire y la zona de población emitiendo gases químicos alterando el ecosistema.

REFERENCIAS

ALVAREZ, L. y CARRERA, E. Influencia de partículas de caucho reciclado como agregados en el diseño de mezcla asfáltica. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad Privada Antenor Orrego, 2017.

ASPHLT INSTITUTE, (2012). Principios de la construcción de pavimentos de mezcla asfáltica en caliente. 2012. 275 pp. ISBN-10: 1934154253

BECERRA RODRIGUEZ, María Blanca et al. Aplicación de la función de deseabilidad para optimizar un producto vulcanizado. *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia* [online]. 2014, vol.37, n.1 [fecha de consulta 2019 03-23], pp. 85-94. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702014000100011&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0254-0770.

BOEIRA, Fernando Dekeper et al. Projeto e implementação de ensaio de fadiga por tração-compressão direta (uniaxial) para avaliação de dano em misturas asfálticas. *Matéria (Rio J.)* [en línea]. 2018, vol.23, n.3 [fecha de consulta 2019-05-01], e12148. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000300401&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 1517-7076.

BOJORQUE IÑEGUEZ, Jaime, Flores et al. Marshall parameters for quality control of hot mix asphalt after pavement construction. *Revista de la construcción* [en línea]. 2019, vol. 18, n.1 [fecha de consulta 2019-01-18], pp. 178-185. Disponible en: <<https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.18.1.178>>. ISSN 0717-7925

CAMPAÑA, Orlando et al. Obtención de Asfalto Modificado con Polvo de Caucho Proveniente del Reciclaje de Neumáticos de Automotores. *Revista Politécnica*. [en línea]. 2015, vol. 36, n.3 [fecha de consulta 2019-05-05], Disponible en:

<https://www.researchgate.net/publication/283266510> Obtencion de Asfalto Modificado con Polvo de Caucho Proveniente del Reciclaje de Neumaticos de Automotores. ISSN 1390-0129

CENTOFANTE, Roberta et al. Avaliação do comportamento de misturas asfálticas recicladas a quente com inserção de material fresado. *Matéria (Rio J.)* [en línea]. 2018, vol.23, n.3 [fecha de consulta 2019-05-04], e12178. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-70762018000300431&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 1517-7076.

CIRO, E et al. Effect of the Recycled Rubber on the Properties of Recycled Rubber/Recycled Polypropylene Blends. *Ingeniería y Ciencia* [en línea]. 2015, vol.11, n.22 [citado 2019-05-04] pág. 173-188, Disponible en: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/ingciencia/article/view/2638>. ISSN 1794-9165

DÍAZ CLAROS. C y CASTRO CELIS. L. Implementación de grano de caucho Reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá. Tesis (Doctorado en Ingeniería Civil) Colombia: Universidad Santo Tomas, 2017. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2633/Diazcesar2017.pdf>

FAJARDO, L Y VERGARAY, D. Efecto de la incorporación por vía seca del polvo de neumático reciclado, como agregado fino en mezcla asfáltica. Tesis (Ingeniero Civil) Perú: Universidad San Martin de Porres, 2014. Disponible en: http://www.repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/usmp/1044/1/vergaray_da.pdf

FERNANDEZ-GOMEZ, W. D; RONDON QUINTANA, H and REYES LIZCANO, F. A review of asphalt and asphalt mixture aging: Una revisión. *Ing. Investig.* [en línea]. 2013, vol.33, n.1 [fecha de consulta 2019-02-08], pp.5-12. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092013000100002&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0120-5609.

GARCÍA, T. Balance de evaluación de impacto ambiental en el Perú. Defensoría de pueblo. [en línea], 2018. Disponible en:

<https://www.defensoria.gob.pe/wpcontent/uploads/2018/05/Informe-de-Adjuntia-006-2016-DP-AMASPPI.MA-f.pdf>

HAN, Dingding et al. Experimental Study on Performance of Asphalt Mixture Designed by Different Method. *Procedia Engineering* [en línea]. 2016, Vol 137, [fecha de consulta 2019-05-04], Pages 407-414. Disponible en:

<https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.01.275>. ISSN 1877-7058.

HERNÁNDEZ, R., Fernández, C. y Baptista, P. Metodología de la investigación [en línea] (6ª ed.). México D. F.: McGraw Hill.2014 [fecha de consulta 2019-01-02] ISBN 978-1-4562-2396-0

HERRERA DE LA ROSA, Rosa, et al. Evaluation of natural additives for warm asphalt mix. *Revista de la construcción* [en línea] 2018, Vol. 17, n. 2, [fecha de consulta 2019-05-04], pp 330-336. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.17.2.330> . ISSN 0717-7925.

HERRINGTON, P., NEAYLON, K y WU, J. Removing barriers to the use of crumb rubber in roads. NZ Transport Agency research report. [en línea] 2015. Disponible en: <https://www.nzta.govt.nz/assets/resources/578/578-removing-barriers-to-the-use-of-crumb-rubber-in-roads.pdf>

LLAGO, R. Empleo en mezclas asfálticas de caucho recuperado de neumáticos fuera de uso. Tesis (Ingeniero Civil) España: Universidad Politécnica de Valencia, 2015. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/57873>

LO PRESTI, Divide. Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: A literature review, *Construction and Building Materials*, [en línea] 2013, Vol. 49, [fecha de consulta 2019-05-04], pp 863-881. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061813008477>, ISSN 0950-0618.

MANTILLA-FORERO, Javier Eduardo y CASTANEDA-PINZON, Eduardo Alberto. Assessment of simultaneous incorporation of crumb rubber and asphaltite in asphalt binders. *Dyna rev.fac.nac.minas* [en línea]. 2019, vol.86, n.208 [fecha de consulta 2019-01-30], pp.257-263. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532019000100257&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0012-7353.

MARTINEZ-ARGUELLES, G. et al. Trece años de continuo desarrollo con mezclas asfálticas modificadas con Grano de Caucho Reciclado en Bogotá: Logrando sostenibilidad en pavimentos. *Rev. ing. constr.* [en línea]. 2018, vol.33, n.1 [fecha de consulta 2019-02-08], pp.41-50. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732018000100041&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0718-5073.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Perú, 2014. Disponible en: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf

MONTEJO, A. Ingeniería de pavimentos. (3.a ed.). Bogotá: Agora, 2010. ISBN: 958-96036-2-9

MORA-BARRANTES, José Carlos et al. Aplicación de un método para evaluar el impacto ambiental de proyectos de construcción de edificaciones universitarias. *Revista Tecnología en Marcha*. [en línea]. 2016, vol.29, n.3 [fecha de consulta 2019-02-08], pp. 132-145. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.18845/tm.v29i3.2893>. ISSN 0379-3982.

PAZ, W. Diseño económico de mezclas asfálticas mediante la aplicación del órgano silano y caucho. Tesis. (Maestría en Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, 2014. Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12459>.

PELÁEZ ARROYAVE, Gabriel Jaime. Aplicaciones de caucho reciclado: Una revisión de la literatura. *Cien. Ing. Neogranadina* [en línea]. 1 de agosto de 2017, vol. 27, n. 2 [fecha de consulta 2019 – 03-12] pp. 27-0. Disponible en:

<https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rcin/article/view/2143>. ISSN 0124-8170.

PEREDA, D. y CUBAS, N. Investigación de los asfaltos modificados con el uso de caucho reciclado de llantas y su comparación técnico - económica con los asfaltos convencionales. (Tesis para título). Perú: Universidad Peruana Antenor Orrego, 2015. Disponible en: http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/1987/1/re_ing.civil_danfer.pereda_nahum.cubas_asfaltos.caucho.reciclado_datos_t046_18189442t.pdf.pdf

RAMIREZ, A., LADINO, I. y ROSAS, J. Diseño de mezcla asfáltica con asfalto caucho tecnología GAP GRADED para la ciudad de Bogotá. Tesis (Ingeniero Civil). Colombia: Universidad Católica, 2014. Disponible en:

<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1743/1/Dise%C3%B1o-mezcla-asf%C3%A1ltica-asfalto-caucho-tecnolog%C3%ADa-Gap-Grade.pdf>"

REVISTA PERÚ CONSTRUYE. (16 de noviembre de 2018). Perú: ¿qué porcentaje de la red vial no está pavimentada? Disponible en <https://peruconstruye.net/2018/11/16/peru-que-porcentaje-de-la-red-vial-no-esta-pavimentada/>

REYES-ORTIZ, Oscar J. Cambios dinámicos y mecánicos de una mezcla asfáltica densa por las propiedades del asfalto y la energía de compactación. *Ing. Desarro.* [en línea].

2009, n.26 [fecha de consulta 2019-01-13], pp.139-155. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-34612009000200010&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0122-3461.

REYES-ORTIZ, Oscar Javier; CAMACHO-TAUTA, Javier Fernando and LONDONO LEON, Angie. Caracterización mecánica de mezclas asfálticas en función del origen y gradación del agregado pétreo. *Rev. Cient. Gen. José María Córdova* [en línea]. 2013, vol.11, n.12 [fecha de consulta 2019-01-30], pp.215-232. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-65862013000200011&lng=en&nrm=iso>. ISSN 1900-6586.

RODRÍGUEZ MORENO, Mario Alberto et al. Including reliability in the AASHTO-93 flexible pavement design method integrating pavement deterioration models. *Revista de la construcción* [en línea] 2018, Vol. 16, n. 2, [fecha de consulta 2019-05-04], pp 284-294. Disponible en: <https://dx.doi.org/10.7764/rdlc.16.2.284>. ISSN 0717-7925.

RONDON QUINTANA, Hugo; FERNANDEZ GOMEZ, Wilmar y CASTRO LOPEZ, William. Mechanical properties evaluation of a dense hot asphalt mixture modified with a residue of low density polyethylene (LDPE). *Rev. ing. constr.* [en línea]. 2010, vol.25, n.1 [fecha de consulta 2019-01-30], pp.83-94. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732010000100004&lng=en&nrm=iso>. ISSN 0718-5073.

SALINAS TACUMÁ, F. E., LANDINEZ TÉLLEZ et al. Mechanical properties evaluation of a dense hot asphalt mixture modified with a residue of low density polyethylene (LDPE). *Rev. ing. constr.* [en línea]. 2019, vol.22, n. 44 [fecha de consulta 2019-01-30], pp.81-95. Disponible en: <https://doi.org/10.22430/22565337.999>. ISSN 0123-7799.

SIVAPRIYA, S. y GANESH-KUMAR, S. Functional and cost- benefits of geosynthetics as subgrade reinforcement in the design of flexible pavement. *Revista Facultad De Ingeniería* [en línea]. 2019, vol. 28, n. 51 [fecha de consulta 2019-05-13], págs. 39-49. Disponible en: <<https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/9082>>. Publicación electrónica 1 de abril de 2019. ISSN: 2357-5328.

SOFI, A. Effect of waste tyre rubber on mechanical and durability properties of concrete – A review. *Ain Shams Engineering Journal*. [en línea]. 2018, vol. 9, n. 4 [fecha de consulta 2019-04-20], págs. 2691-2700. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447917301132>. ISSN 2090-4479

TAPKIN, Serkan y KESKIN, Mustafa. Rutting analysis of 100 mm diameter polypropylene modified asphalt specimens using gyratory and Marshall compactors. *Mat. Res.* [en línea]. 2013, vol.16, n.2 [fecha de consulta 2019-04-22], págs. 546-564. Disponible en: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-14392013000200033&lng=en&nrm=iso>. Publicación electrónica 8 de febrero de 2013. ISSN 1516-1439.

TUEROS, M., (2017). Incorporación de polvo de caucho en mezcla asfáltica convencional para mejorar el comportamiento de la superficie de rodadura frente al ahuellamiento en la ciudad de Huancayo 2016. (Tesis para obtener el título) Perú: Universidad Peruana Los Andes, 201. Disponible en <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/283>

VEGA, S. Análisis del comportamiento a compresión de asfalto conformado por caucho reciclado de llantas como material constitutivo del pavimento asfáltico. (Tesis para obtener el título). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, 2016. Disponible en <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/25264/1/Tesis%201113%20-%20Vega%20Zurita%20Danilo%20Sebasti%c3%a1n.pdf>

WRIGHT, P. y DIXON, K. Ingeniería de carreteras (2da) México: LIMUSA, 2011. ISBN: 978-607-05-0253-8

WULANDARI, P. y TJANDRA, D. Use of crumb rubber as additive in concrete asphalt mix. Sustainable Civil Engineering Structures and Construction Materials, *ScienceDirect* [en línea] 2016. [fecha de consulta 2019-04-22], págs. 121-131. Disponible en: [file:///C:/Users/Milagros/Downloads/use-of-crumb-rubber-as-an-additive-in-asphalt-concrete-mixture%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Milagros/Downloads/use-of-crumb-rubber-as-an-additive-in-asphalt-concrete-mixture%20(1).pdf) . Doi: 10.1016/j.proeng.2017.01.451

ANEXOS

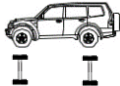
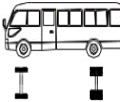
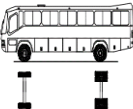
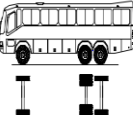
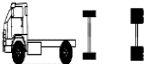


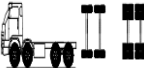
Anexo 1. Matriz de Consistencia

Diseño de mezcla asfáltica en caliente con incorporación de grano de caucho reciclado en pavimento flexible, Av. Santa Rosa, 2019					
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE E INDICADORES		METODOLOGÍA
GENERAL	GENERAL	GENERAL	Variable 1: Grano de caucho reciclado		Diseño de investigación
¿Cómo incide la incorporación de grano de caucho reciclado en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019?	Analizar si la incorporación del grano de caucho reciclado incide en el diseño de mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019	La modificación de mezcla asfáltica incorporando el grano de caucho reciclado incide al diseño de mezcla asfáltica, variando sus propiedades y el impacto ambiental, en el pavimento flexible, Av. Santa Rosa, 2019	PROPIEDADES	Granulometría	Método: Científico Maravi, Lindo (2009) afirma que el método científico es un método de estrategia general para la investigación." (p. 58) Tipo: Aplicada Según Mendoza (2013) explica que "la investigación aplicada está ligada con la investigación básica". (p.39) Nivel: Explicativo
			DOSIFICACIÓN DE GRANO DE CAUCHO	Peso específico	
				1% de caucho	
			BENEFICIOS SOCIO-AMBIENTALES	2% de caucho	
				3% de caucho	
				Volumen de reciclaje	
				Valorización del reciclaje	
ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	ESPECÍFICOS	Variable 2: Diseño de mezcla asfáltica		Hernández, et al (2014) afirma "especialmente se encarga en dar una solución de diferentes causas que tiene los eventos..., de esta manera podremos explicar los diferentes fenómenos y porque se descubre o las variables se relacionan". (p. 152)
¿Cómo afecta la incorporación de grano de caucho reciclado a las propiedades del diseño de la mezcla asfáltica en caliente del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019?	Determinar si la incorporación de grano de caucho reciclado afecta a las propiedades del diseño de la mezcla asfáltica en caliente, en la Av. Santa Rosa, 2019.	La incorporación de grano de caucho reciclado afecta a las propiedades del diseño de mezcla asfáltica en caliente del pavimento en la Av. Santa Rosa, 2019.	PROPIEDADES DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA	Estabilidad (kg)	Diseño: Experimental de estímulo creciente Reguera (2012) manifiesta que "los estudios experimentales o exploratorio busca avanzar el conocimiento de algo como también describir características." (p.83)
				Fluencia (mm)	
				Relación Vacíos - Densidad	
				Relación Estabilidad-Fluencia	
¿En qué afecta la incorporación de grano de caucho reciclado al diseño del pavimento flexible en la Av. Santa Rosa, 2019?	Determinar en qué afecta la incorporación del grano de caucho reciclado al diseño del pavimento flexible en la Av. Santa Rosa, 2019	La incorporación del grano de caucho reciclado afecta al diseño del pavimento flexible en la Av. Santa Rosa, 2019	DISEÑO DE PAVIMENTO	Estudio de suelos - CBR	Método de Investigación Población Dos tipos de mezcla asfáltica en caliente; una es la mezcla asfáltica C.A. al 6.5% y la mezcla asfáltica C.A. al 5.5% e incorporación de dosificaciones (1%,2% y 3%) de GCR Muestra 20 Briquetas de mezcla asfáltica, 4 por cada diseño a ensayar.
				Estudio de tráfico - ESAL	
				Estructuración del Pavimento - CAPAS (cm)	
¿Cómo influye la incorporación de grano de caucho reciclado en el diseño de mezcla asfáltica con respecto al impacto ambiental del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019?	Establecer la influencia de la incorporación del grano de caucho reciclado en el diseño de mezcla asfáltica con respecto al impacto ambiental en el pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019	La incorporación del grano de caucho reciclado en el diseño de mezcla asfáltica influye en el impacto ambiental del pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, 2019	IMPACTO AMBIENTAL	Valoración de impactos genéricos- CSR	Técnica Observación directa y los ensayos de laboratorio (mediciones).
				Cuantificación de afectaciones o beneficios, respecto al uso de materiales	Instrumento Formato de resultado de mediciones de indicadores de la MATRIZ DE CONSISTENCIA

Anexo 2: Estudio de Tráfico:

La finalidad de este estudio es hallar el valor de ESAL para continuar con el diseño de pavimento flexible de la Av. Santa Rosa, para ello se realizó ; Conteo vehicular, se determinó los factores de distribución a utilizar, la tasa de crecimiento y su proyección, el calculo de ejes equivalentes y finalmente el calculo del ESAL. A continuación se describen los datos calculados en cada proceso.

1. CONTEO VEHÍCULAR

CONTEO VEHICULAR												
VEHÍCULO		CONTEO								TOTAL	IMDs	%
COD	GRÁFICO	DIR	D	L	M	M	J	V	S			
VHL1_		IDA	1532	1731	1547	1564	1532	1543	1304	10753	3179	48.33%
		VUE.	1456	1690	1695	1652	1752	1652	1598	11495		51.67%
VHL2_		IDA	231	341	253	212	231	231	201	1700	484	50.24%
		VUE.	201	302	235	251	263	238	194	1684		49.76%
B2_		IDA	35	46	49	39	38	48	47	302	92	47.04%
		VUE.	36	45	41	28	56	78	56	340		52.96%
B3_1		IDA	32	56	45	48	58	65	27	331	100	47.35%
		VUE.	46	54	53	60	51	69	35	368		52.65%
_C2		IDA	8	10	13	10	13	12	8	74	22	48.37%
		VUE.	8	15	13	12	12	13	6	79		51.63%
_C3		IDA	6	9	6	9	3	8	6	47	13	51.65%
		VUE.	8	6	6	3	8	9	4	44		48.35%
_C4		IDA	2	7	4	5	6	8	2	34	9	53.97%
		VUE.	1	5	5	4	6	5	3	29		46.03%
_8X4		IDA	3	4	8	6	4	6	3	34	10	49.28%
		VUE.	2	5	6	9	2	7	4	35		50.72%

2. FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL

Factores que corresponde al número de vehículos pesados que circulan en una dirección , normalmente corresponde a la mitad del total del tránsito circulante en ambas direcciones.

NÚMERO DE CALZADAS	NÚMERO DE SENTIDOS	NÚMERO DE CARRILES POR SENTIDO	FACTOR DIRECCIONAL (FD)	FACTOR DE CARRIL (FC)	FACTOR PONDERADO (FD x FC)
1 Calzada	1 Sentido	1	1	1	1
	1 Sentido	2	1	0.8	0.8
	1 Sentido	3	1	0.6	0.6
	1 Sentido	4	1	0.5	0.5
	2 Sentidos	1	0.5	1	0.5
	2 Sentidos	2	0.5	0.8	0.4

3. TASA DE CRECIMIENTO Y PROYECCIÓN

Calculo a través de formula de progresión geométrica por separado para el componente de crecimiento de vehiculos de pasajeros y de carga

Periodo de diseño (n) = 20 Años

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

Factor de crecimiento poblacional

- Tasa de crecimiento poblacional (r1) = **1,70%** $Fca_1 = 23,585$

Factor de crecimiento económico

- Tasa de crecimiento económico (r2) = **5,90%** $Fca_2 = 36,393$

4. CÁLCULO DE EJES EQUIVALENTES

Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo.

Cálculo del factor de equivalencia para pavimentos flexibles

$$\log\left(\frac{1}{FEE}\right) = 4.79 \times \log(18 + 1) - 4.79 \times \log(L_x + L_2) + 4.33 \times \log(L_2) + \frac{G_t}{\beta_x} - \frac{G_t}{\beta_{18}}$$

$$G_t = \log\left(\frac{4.2 - P_t}{4.2 - 1.5}\right) \quad \beta_x = 0.40 + \frac{0.081 \times (L_x + L_2)^{3.23}}{(SN + 1)^{5.19} \times L_2^{3.23}}$$

Para cálculo de ejes equivalentes en Pavimentos flexibles




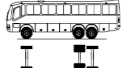


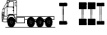

Pt=2.5 SN =4pulg

CÁLCULO DE FACTOR DE EJES EQUIVALENTES

NOMENCLATURA	GRÁFICO	Peso (ton)	Lx kips	L2	β_x	β_{18}	G_t	$\log\left(\frac{1}{FEE}\right)$	FEE
_1VL		1	2.2	1	0.401	0.6578	-0.2009	3.5098	0.0003
_2VL		2	4.4	1	0.404	0.6578	-0.2009	2.4257	0.0038
_4VL		4	8.8	1	0.430	0.6578	-0.2009	1.2159	0.0608
_1RS		7	15.4	1	0.560	0.6578	-0.2009	0.253	0.5585
_1RD		11	24.2	1	1.042	0.6578	-0.2009	-0.4749	2.9846
_1RS_1RD		16	35.2	2	0.641	0.6578	-0.2009	-0.1024	1.2658
_2RD		18	39.6	2	0.745	0.6578	-0.2009	-0.2909	1.9539
_1RS_2RD		23	50.6	3	0.611	0.6578	-0.2009	-0.1147	1.3024
_3RD		25	55	3	0.673	0.6578	-0.2009	-0.2489	1.7737
_1RD_1RD		22	48.4	2	1.042	0.658	-0.201	-0.475	5.969

5. CÁLCULO DE ESAL : 3495761.00 = 3,500 000 para diseño de pavimento

CÁLCULO DE NÚMERO DE REPETICIONES DE EJE EQUIVALENTE

VEHÍCULO		FACTORES DE EJE EQUIVALENTE POR EJE			F.E.E. TOTAL	(FD)	(FC)	AÑO	(Fca)	ESAL
TIPO	GRÁFICO	IMDs	DELANT.	EJE N°						
VHL1_		3179	0.00031	01	0.0006	51.67%	1	365	23.5846	8744
VHL2_		484	0.00375	0.06083	0.0646	50.24%	1	365	23.5846	135178
B2_		92	0.55852	2.98462	3.5431	52.96%	1	365	23.5846	1486077
B3_1		100	0.55852	1.26582	1.8243	52.65%	1	365	23.5846	826797
_C2		22	0.55852	2.98462	3.5431	51.63%	1	365	36.3926	534628
_C3		13	0.55852	1.95386	2.5124	51.65%	1	365	36.3926	224074
_C4		9	0.55852	1.30238	1.8609	53.97%	1	365	36.3926	120063
_8X4		10	0.42373	1.95386	2.3776	50.72%	1	365	36.3926	160200
ESAL =									3495761.00	

Este estudio de tráfico se basó en la contabilización, cuantificación, y clasificación según el tipo de vehículo que transitaba por la Av. Santa Rosa, ya que la transferencia de carga es según el tipo de neumático y finalmente se calculó el daño que causa este tráfico en nuestro pavimento a diseñar el cual está determinado por el valor del ESAL, el cual tiene un valor de 3 465 761.00.

Anexo 3: Diseño de pavimento flexible:

El diseño del pavimento flexible involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio.

$$\log_{10}(ESAL) = Z_R S_o + 9,36 \log_{10}(SN+1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_R - 8,07$$

Deviación estándar normal *Deviación estándar global* *Número estructural* *Cambio en la Serviciabilidad*
Ejes equivalentes *Módulo de resiliencia*

Variables de Diseño:

Tiempo Periodo de Análisis: 20 años

CLASIFICACIÓN DE LA VIA	PERIODO DE ANÁLISIS
Urbana de alto volumen de tráfico	30 - 50
Rural de alto volumen de tráfico	20 - 50
Pavimentada de bajo volumen de tráfico	15 - 25
No pavimentada de bajo volumen de tráfico	10 - 20

Tránsito ESAL = 3 500 000

CATEGORIA	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE
BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE	De 150001	A 300000	TP1
	De 300001	A 500000	TP2
	De 500001	A 750000	TP3
	De 750001	A 1000000	TP4
	De 1000001	A 1500000	TP5
CAMINOS QUE TIENEN UN TRÁFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE	De 1500001	A 3000000	TP6
	De 3000001	A 5000000	TP7
	De 5000001	A 7500000	TP8
	De 7500001	A 10000000	TP9
	De 10000001	A 12500000	TP10

De acuerdo al ESAL, el tipo de tráfico es: TP6

Subrasante De acuerdo la subrasante es de categoria : **S3**

CBR DE LA SUBRASANTE		CATEGORÍA DE LA SUBRASANTE	DESCRIPCIÓN DE LA SUBRASANTE
CBR MENORES A 3%		S0	Inadecuada
De CBR = 3%	A CBR < 6%	S1	Pobre
De CBR = 6%	A CBR < 10%	S2	Regular
De CBR = 10%	A CBR < 20%	S3	Buena
De CBR = 20%	A CBR < 30%	S4	Muy Buena
CBR MAYORES O IGUALES A 30%		S5	Extraordinaria

Confiabilidad. Probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente (capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort) durante su vida útil, asociada a la aparición de fallas

a) Desviación estandar (S_o) = 0.45

Es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo.

CONDICIÓN DE DISEÑO	DESVIACIÓN. ESTANDAR
	Pav. Flexible
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito.	0.40
Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito.	0.50

b) Factor de confiabilidad (R) = 85%

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		NIVEL DE CONFIABILIDAD
TP1	De 150001	A 300000	70%
TP2	De 300001	A 500000	75%
TP3	De 500001	A 750000	80%
TP4	De 750001	A 1000000	80%
TP5	De 1000001	A 1500000	85%
TP6	De 1500001	A 3000000	85%
TP7	De 3000001	A 5000000	85%

c) Probabilidad $(Z_R) = -1.036$

Criterio de comportamiento:

Servicialidad $(P_0) = 4.2$

Es como una medida del comportamiento del pavimento, se relaciona con la seguridad y comodidad. Condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación.

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL (P0)
TP1	De 150001	A 300000	3.8
TP2	De 300001	A 500000	3.8
TP3	De 500001	A 750000	3.8
TP4	De 750001	A 1000000	3.8
TP5	De 1000001	A 1500000	4.0
TP6	De 1500001	A 3000000	4.0
TP7	De 3000001	A 5000000	4.0
TP8	De 5000001	A 7500000	4.0
TP9	De 7500001	A 10000000	4.0
TP10	De 10000001	A 12500000	4.0

El índice de serviciabilidad final (Pt), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario.

$(P_t) = 2.5$

TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE	RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE		INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL (PF)
TP1	De 150001	A 300000	2.0
TP2	De 300001	A 500000	2.0
TP3	De 500001	A 750000	2.0
TP4	De 750001	A 1000000	2.0
TP5	De 1000001	A 1500000	2.5
TP6	De 1500001	A 3000000	2.5
TP7	De 3000001	A 5000000	2.5
TP8	De 5000001	A 7500000	2.5
TP9	De 7500001	A 10000000	2.5
TP10	De 10000001	A 12500000	2.5

Propiedades de los materiales:

Módulo resiliente

Por medio de la relación se puede calcular dicho módulo aproximadamente, tomando como parámetro principal el CBR, dato que se puede calcular mediante ensayos de la AASHTO y ASTM.

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

$$M_R = 11854 \text{ psi}$$

SN requerido	G	N18 Nominal	N 18 Calculado	Correcto
3.53	-0.255	6.544	6.549	

Coefficientes estructurales

Es la capacidad estructural del material para resistir las cargas actuantes. Estos coeficientes están basados en correlaciones obtenidas a partir de los ensayos AASHTO de 1958 - 60 y ensayos posteriores que se han extendido a otros materiales para generalizar la aplicación del método.

$$SN = D_1 \times a_1 + D_2 \times a_2 \times m_2 + D_3 \times a_3 \times m_3$$

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA CAPA SUPERIOR DEL PAVIMENTO		
COMPONENTE DEL PAVIMENTO	a1	OBSERVACIÓN
Carpeta asfáltica en caliente módulo 2965 Mpa a 20°C	0.170	Capa superficial recomendada para todos los tipos de tráfico
Capa asfáltica en frío, mezcla asfáltica con emulsión.	0.125	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Micro pavimento 25 mm	0.130	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 1'000,000 EE
Tratamiento superficial Bicapa	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, con curvas pronunciadas
Lechada Asfáltica (Slurry Seal) de 12 mm	0.000	Capa superficial recomendada para tráficos menores a 500,000 EE, no aplicable en tramos con pendientes > 8%, y frenado de vehículos

La componente de pavimento sera de: Carpeta asfáltica en caliente $a_1 = 0.17$

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA BASE		
COMPONENTE DE LA BASE	a_2	OBSERVACIÓN
Base granular 80% CBR compactada al 100% de la MDS	0.052	Capa de base recomendada para tráfico menor a 5'000,000 EE
Base granular 100% CBR compactada al 100% de la MDS	0.054	Capa de base recomendada para tráfico mayor a 5'000,000 EE
Base granular tratada con asfalto (Est. Marshall=1500Lb)	0.115	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cemento ($f'c = 35 \text{ kg/cm}^2$ a los 7d)	0.070	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos
Base granular tratada con cal ($f'c = 12 \text{ kg/cm}^2$ a los 7 días)	0.080	Capa de base recomendada para todo los tipos de tráficos

La componente de base sera de: Base granular 80% CBR $a_2 = 0.052$

COEFICIENTE ESTRUCTURAL DE LA SUB-BASE		
COMPONENTE DE LA SUB-BASE	a_3	OBSERVACIÓN
Sub-Base granular 40% CBR compactada al 100% de la MDS	0.047	Recomendada para todos los tipos de Tráfico

La componente de Subbase sera de: Base granular 40% CBR $a_3 = 0.047$

Coefficientes de drenaje

C_d	Tiempo en que tarda el agua en ser evacuado	Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
		< 1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
CALIFICACIÓN					
EXCELENTE	2 horas	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
BUENO	1 día	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
REGULAR	1 semana	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
POBRE	1 mes	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
MUY POBRE	No evacua	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

El coeficiente de drenaje para base será: $m_2 = 1$

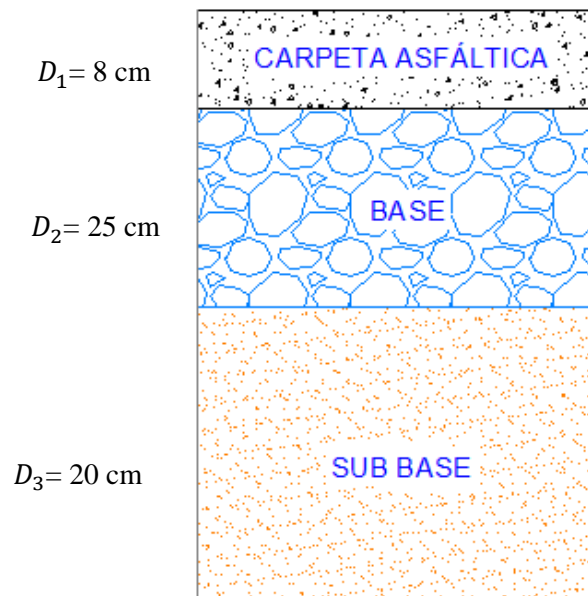
El coeficiente de drenaje para sub-base será: $m_3 = 1$

Cálculo de espesores de capa

SN requerido	SN calculado	Espesores en cm			Correcto
3.53	3.60	D1=8	D2=25	D3=20	

Diseño final:

El diseño final del pavimento flexible describe los espesores finales de las capas que componen la estructura del pavimento flexible:



Anexo 4 : Impacto Ambiental de Mezclas Asfálticas:

Esta evaluación de impacto ambiental tendrá un enfoque hacia la cantidad de empleo de materiales según el diseño de mezcla asfáltica, mediante la valoración (evaluación, identificación y variación de calidad ambiental, en los aspectos; positivos y negativos y el grado de intensidad o destrucción) y la cuantificación del impacto que producen al medio ambiente, para ello se desarrollara la metodología MEL-ENEL, la cual consta de 7 etapas ; Identificación de acciones, desglose de factores ambientales, matriz de identificación de impactos, categorías por impactos genéricos, evaluación de los impactos y priorización por significancia. La finalidad es establecer la influencia de la incorporación del grano de caucho reciclado en la mezcla asfáltica en el pavimento flexible respecto al impacto ambiental. El diagnóstico final se hará respecto al volumen empleado en 500 ml, siendo de 288 m3.

Mezcla en caliente con 6.5% de Asfalto.

Determinación de cantidad de material empleado en 1m3 de mezcla asfáltica convencional.

DISEÑO ÓPTIMO DE DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.5% DE C.A.										
PESO PROBETA	gr.		1244.8			1m3 de mezcla asfáltica	VOLUMEN DE MATERIALES x m3		PESO DE MATERIALES x m3	
VOLUMEN	cc		971.5							
PESO ESPEC. BULK	gr/cc		1.281							
CONTENIDO EN PROBETA	PESO ESPEC APAR. (gr/cc)	N	CANT.	UNID	PESO	UNID	EN 1 m3	UNI D	EN 1 m3	
CA	1.021	%	6.5	gr.	80.91	m3	0.065	tn	0.066	
Grava triturada	2.783	%	34.16	gr.	425.22	m3	0.342	tn	0.951	
Arena combinada	2.787	%	55.81	gr.	694.72	m3	0.558	tn	1.555	
Filler	2.817	%	3.53	gr.	43.94	m3	0.035	tn	0.099	
Peso de mezcla		%	100	gr.	1244.80	m3	1.000	tn	2.672	

MATERIALES DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.5% DE C.A.									
CONTENIDO EN PROBETA	Peso x m3	N	CANT.	UNI D	PESO gr.	% EN 1M3	VOLUMEN DE MAT. x m3	PESO DE MAT. x m3	
CA	2.092	%	6.50	gr.	75.974	0.061	m3	0.061	tn 0.128
Grava triturada	2.700	%	45.00	gr.	525.972	0.423	m3	0.423	tn 1.141
Arena triturada	1.450	%	36.00	gr.	420.777	0.338	m3	0.338	tn 0.490
Arena natural	1.990	%	19.00	gr.	222.077	0.178	m3	0.178	tn 0.355
Peso de mezcla		%	106.50	gr.	1244.80		m3	1.065	tn 2.114

MATERIALES DE MEZCLA ASFÁLTICA 6.5% DE C.A.									
	<i>Ancho calzada=</i>	<i>7.20 m</i>	<i>Espesor CA=</i>	<i>0.08m</i>	<i>Longitud=500m</i>	<i>Volumen=288 m3</i>			
CONTENIDO EN PROBETA	Peso x m3	N	CAN T.	UNI D	PESO gr.	VOLUMEN DE MAT. x m3	PESO DE MAT. m3	VOLUMEN TOTAL	
C.A.	2.092	%	6.50	gr.	75.974	m 3	0.061 tn	0.128	17.58 m3
Grava triturada	2.700	%	45.00	gr.	525.972	m 3	0.423 tn	1.141	121.69 m3
Arena triturada	1.450	%	36.00	gr.	420.777	m 3	0.338 tn	0.490	97.35 m3
Arena natural	1.990	%	19.00	gr.	222.077	m 3	0.178 tn	0.355	51.38 m3
Peso de mezcla		%	106.50	gr.	1244.80	m 3	1.000 tn	2.114	288.00 m3

METODOLOGÍA PARA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MEL- ENEL

ETAPA I: DESGLOSE DE ACCIONES

Nº	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Ingreso de cemento asfáltico	Recepción de asfalto
2	Ingreso de grava triturada	Recepción de grava triturada
3	Ingreso de arena triturada	Recepción de arena triturada
4	Ingreso de arena natural	Recepción de arena natural
5	Almacenamiento de materia prima	Sustancias químicas usadas en el proceso
6	Manejo de sustancias químicas	Manejo de sustancias usadas en el proceso
7	Almacenamiento de combustible	Tanques de almacenamientos para elevar a la temperatura requerida
8	Manejo de combustible	Manejo del combustible para llegar a la temperatura requerida
9	Manejo de mezcla asfáltica a altas temperaturas	Manejo de mezcla a temperatura promedio a 150°-160° C
10	Almacenamiento de mezcla	Almacenamiento del producto culminado
11	Transporte de mezcla asfáltica	Disposición del producto en camiones
12	Disposición de residuos	Disposición de residuos del proceso
13	Limpieza de tanques	Lavado de tanques de almacenamiento de producto culminado
14	Eliminación de aguas residuales	Disposición de aguas residuales luego de limpieza de tanques
15	Manejo del recurso humano	Movimiento del personal en planta durante la ejecución del proceso.

ETAPA 2: DESGLOSE DE FACTORES AMBIENTALES

N ^o	FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
1	Aire	Lo concerniente a su apariencia, olor, etc.
2	Meteorología	Descripción del clima
3	Superficie	La tierra, recursos minerales
4	Agua superficial	Calidad del agua
5	Agua subterránea	Calidad del agua
6	Geomorfología	Relieve terrestre
7	Vegetación	Variación de especies vegetales
8	Fauna	Variación de especies animales, habitad.
9	Socio economía	Referente a nivel de vida, salud, empleo.

ETAPA 3: MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

ACCIONES															
FACTORES	Ingreso de C.A.	Ingreso de grava triturada	Ingreso de arena triturada	Ingreso de arena natural	Almacenamiento de materia primas	Manejo de sustancias químicas	Almacenamiento de combustible	Manejo de combustible	Manejo de mezcla asfáltica a altas temperaturas.	Almacenamiento de mezcla	Transporte de mezcla asfáltica	Disposición de residuos	Limpieza de tanques	Eliminación de aguas residuales	Manejo de RR.HH.
Aire	1	5	11	17	23		34	39	46		50	57	61		
Meteorología	2					29	35	40			51				65
Superficie	3	6	12	18	24	30	36	41	47		52	58	62	66	
Agua superficial					25	31		42			53	59	63	67	
Agua subterránea					26	32		43			54			68	
Geomorfología		7	13	19	27		37	44			55			69	
Vegetación		8	14	20										70	
Fauna		9	15	21										71	
Socio economía	4	10	16	22	28	33	38	45	48	49	56	60	64	72	73

ETAPA 4: CATEGORÍAS POR IMPACTOS GENÉRICOS

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 1: AIRE			
1	Aire-Ingreso C.A.	(-)	Producción de emisiones gaseosas
5	Aire-Ingreso Grava triturada	(-)	Creación de partículas contaminantes
11	Aire-Ingreso arena triturada	(-)	Creación de partículas contaminantes
17	Aire-Ingreso arena natural	(-)	Creación de partículas contaminantes
23	Aire- Almacenamiento de materia prima	(-)	Generación de olores en el ambiente
33	Aire- Almacenamiento de combustible	(-)	Generación de olores, emisiones de CO2
37	Aire. Manejo de combustible	(-)	Emisión de gases, olores
43	Aire- Manejo M.A. alta temperaturas	(-)	Generación de olores, ruidos.
47	Aire- Transporte de mezcla asfáltica	(-)	Emisión de gases, producción de olores
53	Aire- Disposición de residuos	(-)	Afectación por olores de descomposición a la salud.
57	Aire- Limpieza de tanques	(-)	Afectación por olores a la salud,

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 2: METEOROLOGÍA			
2	Meteorología- Ingreso de C.A	(-)	Emisiones de CO2 impactan a microclimas
28	Meteorología-Manejo de sustancias químicas	(-)	Emisiones de gases impactan a microclimas
34	Meteorología-Almacenamiento de combustible	(-)	Emisiones de CO2 impactan a microclimas
38	Meteorología-Manejo de combustible	(-)	Emisiones de olores impactan a microclimas
48	Meteorología-Transporte de M.A.	(-)	Emisiones de CO2 impactan a microclimas
61	Meteorología-Eliminación de aguas res.	(-)	Contaminación al suelo con agua res. afectan al clima

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 3 : SUPERFICIE TERRESTRE			
3	Superficie-Ingreso de cemento asfáltico	(-)	Variación del suelo, afecta compactación, permeabilidad
6	Superficie-Ingreso de grava triturada	(-)	Variación del suelo, afecta compactación, permeabilidad
12	Superficie-Ingreso de arena triturada	(-)	Variación del suelo, afecta compactación, permeabilidad
18	Superficie-Ingreso de arena natural	(-)	Variación del suelo, afecta compactación, permeabilidad
24	Superficie-Almacenamiento de materia prima	(-)	Afectación al suelo por dispersiones de químicos
29	Superficie-Manejo de sustancias químicas	(-)	Derrames de químicos en la producción
35	Superficie-Almacenamiento de combustible	(-)	Derrames de hidrocarburos
39	Superficie-Manejo de combustible	(-)	Derrames de hidrocarburos
44	Superficie-Manejo de M.A a altas temperaturas	(-)	Derrames causaran contaminación al suelo
49	Superficie-Transporte de mezcla asfáltica	(-)	Derrames de material no degradable

54	Superficie-Disposición de residuos	(-)	Alteración de calidad del suelo, por contacto con residuos
58	Superficie-Limpieza de tanques	(-)	Alteración de calidad del suelo, por agua contaminada
62	Superficie-Eliminación de aguas residuales	(-)	Variación de calidad del suelo, por agua residual

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 4 : CALIDAD DEL AGUA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA			
25	Agua super -Almacenamiento de materia prima.	(-)	Efluentes contaminados
30	Agua super-Manejo de sustancias químicas	(-)	Efluentes contaminados
40	Agua super-Manejo de combustible	(-)	Efluentes contaminados
50	Agua super-Transporte de mezcla asfáltica	(-)	Variación de fuentes en superficie por derrames
55	Agua super- Disposición de residuos	(-)	Contaminación de calidad de agua superficial
59	Agua super-Limpieza de tanques	(-)	Contaminación de calidad de agua superficial
63	Agua super- Eliminación de aguas residuales	(-)	Contaminación de calidad por mezcla con agua residual
26	Agua sub- Almacenamiento de materia prima.	(-)	Variación de manto freático por derrames de químicos
31	Agua sub-Manejo de sustancias químicas	(-)	Mantos acuíferos contaminados a través de filtraciones
41	Agua sub-Manejo de combustible	(-)	Mantos acuíferos contaminados a través de filtraciones
51	Agua sub-Transporte de mezcla asfáltica	(-)	Variación de manto freático por derrames de químicos
64	Agua sub-Eliminación de aguas residuales	(-)	Contaminación con aguas negras, variaciones de caudal natural

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 5 : GEOMORFOLOGÍA			
7	Geomorfología-Ingreso de grava triturada	(-)	Alteración del relieve, variación de procesos geomorfológicos
13	Geomorfología-Ingreso de arena triturada	(-)	Alteración de relieve, puede acelerar las erosiones en la superficie
19	Geomorfología-Ingreso de arena natural	(-)	Alteración del relieve, variación de procesos geomorfológicos
65	Geomorfología-Eliminación de aguas residuales	(-)	Pueden acelerar erosiones, desgasta materiales de relieve natural

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 6 : VEGETACIÓN			
8	Vegetación-Ingreso de grava triturada	(-)	Afectaciones y destrucción al hábitat de vegetaciones
14	Vegetación-Ingreso de arena triturada	(-)	Reducción de su densidad y abundancia en la explotación de canteras
20	Vegetación-Ingreso de arena natural	(-)	Alteraciones de la distribución natural de vegetales en áreas afectadas por explotaciones de canteras
66	Vegetación-Eliminación de aguas residuales	(-)	Afectaciones y destrucción al hábitat de vegetaciones

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 7 : FAUNA			
9	Fauna-Ingreso de grava triturada	(-)	Afectaciones y destrucción al hábitat de especies animales
15	Fauna-Ingreso de arena triturada	(-)	Reducción de su diversidad y abundancia de especies de animales
21	Fauna-Ingreso de arena natural	(-)	Alteraciones en el hábitat y en las interrelaciones de poblaciones
67	Fauna- Eliminación de aguas residuales	(-)	Afectaciones y destrucción al hábitat de especies animales

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 8 : SOCIECONÓMICO			
4	Socio economía-Ingreso de C.A.	(+)	Incremento de empleo en la población
10	Socio economía-Ingreso de grava triturada	(+)	Generación de fuentes de ingresos familiares
16	Socio economía-Ingreso de arena triturada	(+)	Creación de fuentes de empleo
22	Socio economía-Ingreso de arena natural	(+)	Generación de fuentes de ingresos familiares
27	Socio economía -Almacenamiento de materia primas	(+)	Generación de infraestructuras y servicios
32	Socio economía-Manejo de sustancias químicas.	(+)	Generación de infraestructuras y servicios
36	Socio economía -Almacenamiento de combustible	(+)	Generación de infraestructuras y servicios
42	Socio economía-Manejo de combustible	(+)	Generación de infraestructuras y servicios
45	Socio economía-Manejo de M.A. a altas temperaturas	(+)	Generación de actividades económicas
46	Socio economía-Almacenamiento de mezcla	(+)	Generación de infraestructuras y servicios
52	Socio economía-Transporte de M.A	(+)	Generación de infraestructuras y servicios
56	Socio economía -Disposición de residuos	(+)	Generación de actividades económicas
60	Socio economía-Limpieza de tanques	(+)	Generación de actividades económicas
68	Socio economía -Eliminación de aguas res.	(+)	Generación de actividades económicas
69	Socio economía-Manejo del recurso humano	(+)	Generación de empleo, incrementando nivel de vida de la población.

ETAPA 5: EVALUACIÓN DE IMPACTOS GENÉRICOS

IMPACTOS GENÉRICOS	Magnitud	Importancia	Extensión	Duración	Reversibilidad
Aire	A	A	A	A	B
Meteorología	B	M	B	A	B
Superficie	M	M	B	A	A
Agua superficial y Subterránea	M	M	B	B	B
Geomorfología	B	B	B	A	A
Vegetación	M	M	B	B	A
Fauna	M	M	B	B	A

Nomenclatura: (A) Alto, (M) Moderado, y (B) Bajo.

* Sólo se evalúan impactos negativos

ETAPA 6: PRIORIZACIÓN POR SIGNIFICANCIA

Calificación por impactos

CRITERIO	Magnitud	Importancia	Extensión	Duración	Reversibilidad	TOTAL
Aire	70	60	70	40	40	280
Meteorología	30	40	30	60	60	220
Aire	70	70	60	50	40	290
Superficie	30	30	40	50	60	210
Aire	70	65	70	65	50	320
Agua superficial y Subterránea	30	35	30	35	50	180
Aire	65	60	65	55	45	290
Geomorfología	35	40	35	45	55	210
Aire	60	65	70	55	35	285
Vegetación y Fauna	40	35	30	45	65	215
Meteorología	35	55	55	50	40	235
Superficie	65	45	45	50	60	265
Meteorología	30	50	45	75	55	255
Agua superficial y Subterránea	70	50	55	25	45	245
Meteorología	50	60	50	50	35	245
Geomorfología	50	40	50	50	65	255
Meteorología	30	50	45	65	30	220
Vegetación y Fauna	70	50	55	35	70	280
Superficie	45	55	50	60	65	275
Agua superficial y Subterránea	55	45	50	40	35	225
Superficie	65	70	50	55	45	285
Geomorfología	35	30	50	45	55	215
Superficie	55	45	45	60	50	255
Vegetación y Fauna	45	55	55	40	50	245
Agua superficial y Subterránea	60	65	50	35	35	245
Geomorfología	40	35	50	65	65	255
Agua superficial y Subterránea	50	55	50	45	35	235
Vegetación y Fauna	50	45	50	55	65	265
Geomorfología	35	45	50	60	45	235
Vegetación y Fauna	65	55	50	40	55	265

MATRIZ CSR	Aire	Meteorología	Superficie	Agua superficial y Subterránea	Geomorfología	Vegetación y Fauna
Aire		0.56	0.58	0.64	0.58	0.57
Meteorología	0.44		0.47	0.51	0.49	0.44
Superficie	0.42	0.53		0.55	0.57	0.51
Agua superficial y Subterránea	0.36	0.49	0.45		0.49	0.47
Geomorfología	0.42	0.51	0.43	0.51		0.47
Vegetación y Fauna	0.43	0.56	0.49	0.53	0.53	

MATRIZ CSR	Aire	Meteorología	Superficie	Agua Superficial y Subterránea	Geomorfología	Vegetación y Fauna	SUMA	CSR	PORCENTAJE
Aire		0.56	0.58	0.64	0.58	0.57	2.93	0.1953	100%
Meteorología	0.44		0.47	0.51	0.49	0.44	2.35	0.1567	80%
Superficie	0.42	0.53		0.55	0.57	0.51	2.58	0.1720	88%
Agua superficial y Subterránea	0.36	0.49	0.45		0.49	0.47	2.26	0.1507	77%
Geomorfología	0.42	0.51	0.43	0.51		0.47	2.34	0.1560	80%
Vegetación y Fauna	0.43	0.56	0.49	0.53	0.53		2.54	0.1693	87%
							15.00	1.0000	

Finalmente tras realizarse esta evaluación de impacto ambiental respecto al proceso de producción de mezcla asfáltica e incorporación de volúmenes de material, se identificó y se valoró que el impacto genérico con mayor preponderancia (100%) es la atmósfera (aire) con un valor en la matriz CSR de 100% describiendo los siguientes impactos: Producción de emisiones gaseosas, creación de partículas contaminantes, generación de olores en el ambiente, emisiones de CO2, emisión de gases, ruidos y afectación por olores de descomposición a la salud. En un segundo lugar tenemos al impacto genérico asociado con

la superficie, con una preponderancia del 88%, describiendo los siguientes impactos: Variación del suelo, afecta a la compactación, permeabilidad así como por dispersiones de químicos, derrames de químicos en la producción, derrames de hidrocarburos que contaminan el suelo, derrames de material no degradable, alteración de calidad del suelo, por contacto con residuos y agua contaminada o residual.

Siendo la Atmosfera la más afectada según esta evaluación realizada, a continuación el desarrollo de la evaluación de impacto ambiental respecto a la acción de incorporación del grano de caucho reciclado a la mezcla asfáltica con la finalidad de ver su influencia en el impacto ambiental que ya causa la producción de una mezcla convencional, desde una perspectiva positiva, se evaluará si la propuesta es de mejora.

Mezcla en caliente con 5.5% de Asfalto e incorporación de 3% de GCR.

DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CON 3% DE CAUCHO Y 5.5% DE C.A.									
PESO PROBETA		gr.	1236			VOLUMEN DE MATERIALE S x m3		PESO DE MATERIALE S x m3	
VOLUMEN		cc	1007			UNI D		EN 1 m3	
PESO ESP. BULK		gr/cc	1.227			EN 1 m3		UNID EN 1 m3	
CONTENIDO EN PROBETA	P. E APAR. (gr/cc)	N	CANT.	U NI D	PESO	1m3 de mezcla asfáltica			
CA en peso de la mezcla	1.021	%	5.50	gr.	67.98	m3	0.055	tn	0.056
GCR (3% árido)		%	3.00	gr.	37.08				
Grava triturada	2.783	%	34.53	gr.	426.79	m3	0.345	tn	0.961
Arena combi.	2.787	%	56.41	gr.	697.23	m3	0.564	tn	1.572
Filler	2.817	%	3.56	gr.	44.00	m3	0.036	tn	0.100
Peso de mezcla		%	103.00	gr.	1273.08	m3	1.030	tn	2.690

MATERIALES DE MEZCLA ASFÁLTICA 3% DE CAUCHO Y 5.5% DE C.A.									
CONTENIDO EN PROBETA	Peso x m3	N	CANT.	UNI D	PESO gr.	% EN 1M3	VOLUMEN DE MAT. x m3		PESO DE MAT. x m3
CA	2.092	%	5.50	gr.	62.654	0.051	m3	0.051	tn 0.106
GCR (3% árido)	1.150	%	3.00	gr.	34.175	0.028	m3	0.028	tn 0.032
Grava triturada	2.700	%	45.00	gr.	512.627	0.415	m3	0.415	tn 1.120
Arena triturada	1.450	%	36.00	gr.	410.101	0.332	m3	0.332	tn 0.481
Arena natural	1.990	%	19.00	gr.	216.442	0.175	m3	0.175	tn 0.348
Peso de mezcla		%	108.50	gr.	1236.00		m3	1.085	tn 2.087

MATERIALES DE MEZCLA ASFÁLTICA 3% DE CAUCHO Y 5.5% DE C.A.												
<i>Ancho calzada=7.20 m</i>		<i>Espesor CA=</i>		<i>0.08m</i>		<i>Longitud=500m</i>		<i>Volumen= 288 m3</i>				
CONTENIDO EN PROBETA	Peso x m3	N	CANT.	UNID	PESO gr.	VOLUMEN N DE MAT. x m3		PESO DE MAT. x m3	VOLUMEN MAT. A USAR			
C.A.	2.092	%	5.50	gr.	62.654	1m3 de mezcla asfáltica	m	0.051	tn	0.106	14.60	m3
GCR (3% árido)	1.150	%	3.00	gr.	34.175		m	0.028	tn	0.032	7.96	m3
Grava triturada	2.700	%	45.00	gr.	512.627		m	0.415	tn	1.120	119.45	m3
Arena triturada	1.450	%	36.00	gr.	410.101		m	0.332	tn	0.481	95.56	m3
Arena natural	1.990	%	19.00	gr.	216.442		m	0.175	tn	0.348	50.43	m3
Peso de mezcla		%	108.50	gr.	1236.00		m	1.000	tn	2.087	288.00	m3

IMPACTO AMBIENTAL DE INCORPORACIÓN DE GCR EN MEZCLA ASFÁLTICA

ETAPA I: DESGLOSE DE ACCIONES

Nº	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN
1	Identificación de puntos de acopio	Búsqueda de lugares de desecho de las llantas de neumáticos
2	Recolección de llantas de neumáticos	Recolección de residuos de llantas recicladas sin proceso de reciclaje
3	Trituración de llantas de neumáticos	Trituración de llantas hasta tamaño adecuado
4	Incorporación del GCR	Ingreso de GCR al proceso de producción de mezcla asfáltica
5	Manejo de personal	Manejo de personal en las diversas actividades que requieren este proceso

ETAPA 2: DESGLOSE DE FACTORES AMBIENTALES

Nº	FACTOR AMBIENTAL	DESCRIPCIÓN
1	Atmósfera	Refiere al aire, su calidad, los olores.
2	Meteorología	Describe al clima, microclimas.
3	Fauna y Vegetación	Plantas y animales del planeta, hábitat, distribución, densidad
4	Salud y Seguridad	Afectaciones a la salud de las personas
5	Socio economía	Referente a nivel de vida, empleo, desarrollo de actividades.

ETAPA 3: MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

ACCIONES FACTORES	Identificación de puntos de acopio de llantas de neumáticos	Recolección de llantas de neumáticos	Trituración de llantas de neumáticos	Incorporación del GCR a la mezcla asfáltica	Manejo de personal
Atmósfera		3	6	10	
Meteorología			7	11	
Fauna y Vegetación		4	8		
Salud y Seguridad	1			12	14
Socio economía	2	5	9	13	15

ETAPA 4: CATEGORÍAS POR IMPACTOS GENÉRICOS

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 1 : ATMÓSFERA			
3	Aire-Recolección	(+)	Elimina aglomeraciones propensas a ignición
6	Aire-Trituración	(+)	Elimina fuentes contaminantes del aire
10	Aire-Incorporación	(+)	Se recicla desechos de difícil degradación

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 2 : METEOROLOGÍA			
7	Meteorología- Trituración de llantas	(+)	Eliminación de gases efecto invernadero a evitar que se deseché vía ignición
11	Meteorología-Incorporación del GCR	(+)	Eliminación de gases efecto invernadero a evitar que se deseché vía ignición

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 3 : FAUNA Y VEGETACIÓN			
4	Fauna y vegetación-Recolección	(+)	Liberación de espacios utilizados como centro de acopios
8	Fauna y vegetación- Trituración	(+)	Eliminación de fuentes peligrosas de extinción al no ser biodegradables y no tener un ciclo de reciclaje o eliminación establecida

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 4 : SALUD Y SEGURIDAD			
1	SS-Identificación	(+)	Eliminación de fuentes contaminantes a la salud poblacional
12	SS-Incorporación	(+)	Creación de fuente de reciclaje de producto altamente contaminante y de difícil degradación
14	SS-Manejo de personal	(+)	Creación de cultura y conocimientos para reciclaje de fuentes contaminantes de la salud

N°	NOMBRE CLAVE	SIGNO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
Impacto genérico 5 : SOCIECONÓMICO			
2	Socio economía-Identificación acopio.	(+)	Eliminación de fuente de contaminación, mejor vista arquitectónica de las ciudades.
5	Socio economía-Recolección	(+)	Generación de fuentes de ingresos familiares
9	Socio economía-Trituración	(+)	Creación de fuentes de empleo
13	Socio economía-Incorporación	(+)	Fuente de reciclaje para materiales contaminantes duraderos
15	Socio economía-Manejo de personal	(+)	Generación de cultura de reciclaje

ETAPA 5: EVALUACIÓN DE IMPACTOS GENÉRICOS

IMPACTOS GENÉRICOS	Magnitud	Importancia	Extensión	Duración	Reversibilidad
Atmósfera	A	A	M	A	B
Meteorología	B	M	B	A	B
Fauna y Vegetación	M	M	B	M	B
Salud y Seguridad	M	M	M	B	B
Socio economía	M	A	B	A	B

Nomenclatura: (A) Alto, (M) Moderado, y (B) Bajo.

* Sólo se evalúan impactos positivos

ETAPA 6: PRIORIZACIÓN POR SIGNIFICANCIA

CRITERIO	Atmósfera	Meteorología	Atmósfera	Fauna y Vegetación	Atmósfera	Salud y Seguridad	Atmósfera	Socio economía	Meteorología	Fauna y Vegetación	Meteorología	Salud y Seguridad	Meteorología	Socio economía	Fauna y Vegetación	Salud y Seguridad	Fauna y Vegetación	Socio economía	Salud y Seguridad	Socio economía
Magnitud	65	35	60	40	55	45	65	35	40	60	45	55	30	70	50	50	55	45	45	55
Importancia	60	40	60	40	55	45	55	45	30	70	45	55	40	60	50	50	45	55	65	35
Extensión	70	30	60	40	50	50	50	50	30	70	40	60	35	65	35	65	45	55	45	55
Duración	40	60	50	50	50	50	45	55	40	60	55	45	40	60	45	55	50	50	50	50
Reversible	50	50	50	50	50	50	50	50	45	55	45	55	55	45	50	50	50	50	50	50
TOTAL	285	215	280	220	260	240	265	235	185	315	230	270	200	300	230	270	245	255	255	245

MATRIZ CSR	Atmósfera	Meteorología	Fauna y Vegetación	Salud y Seguridad	Socio economía
Atmósfera			0.57	0.56	0.52
Meteorología	0.43		0.37	0.46	0.4
Fauna y Vegetación	0.44	0.63		0.46	0.49
Salud y Seguridad	0.48	0.54	0.54		0.51
Socio economía	0.47	0.6	0.51	0.49	

MATRIZ CSR	Atmósfera	Meteorología	Fauna y Vegetación	Salud y Seguridad	Socio economía	SUMA	CSR	%
Atmósfera		0.57	0.56	0.52	0.53	2.18	0.2180	100%
Meteorología	0.43		0.37	0.46	0.4	1.66	0.1660	76%
Fauna y Vegetación	0.44	0.63		0.46	0.49	2.02	0.2020	93%
Salud y Seguridad	0.48	0.54	0.54		0.51	2.07	0.2070	95%
Socio economía	0.47	0.6	0.51	0.49		2.07	0.2070	95%
						10.00	1.0000	

Diagnóstico final de evaluación de impacto ambiental de la incorporación del GCR en la mezcla asfáltica.

COMPARATIVO DE VOLÚMENES DE MEZCLA CONVENCIONAL Y CON GCR							
MATERIAL	MATERIALES M.A. 6.5% DE C.A.		MATERIALES M.A. CON 3% GCR Y 5.5% C.A		AHORRO MAT.		IMPACTO
C.A.	17.58	m3	14.60	m3	2.98	m3	(+) 1
GCR (3% áridos)	0.00	m3	7.96	m3	7.96	m3	(+) 2
Grava triturada	121.69	m3	119.45	m3	2.24	m3	(+) 3
Arena triturada	97.35	m3	95.56	m3	1.79	m3	(+) 4
Arena natural	51.38	m3	50.43	m3	0.95	m3	(+) 5

(+) **1** Respecto al uso de material de Cemento Asfáltico, existe un ahorro de 2.98 m3 en un volumen de 288m3 de mezcla asfáltica con incorporación de GCR.

(+) **2** Respecto al uso de material de GCR, se contribuye con un reciclaje de 7.96 m3 en un volumen de 288m3 de mezcla asfáltica con incorporación de GCR.

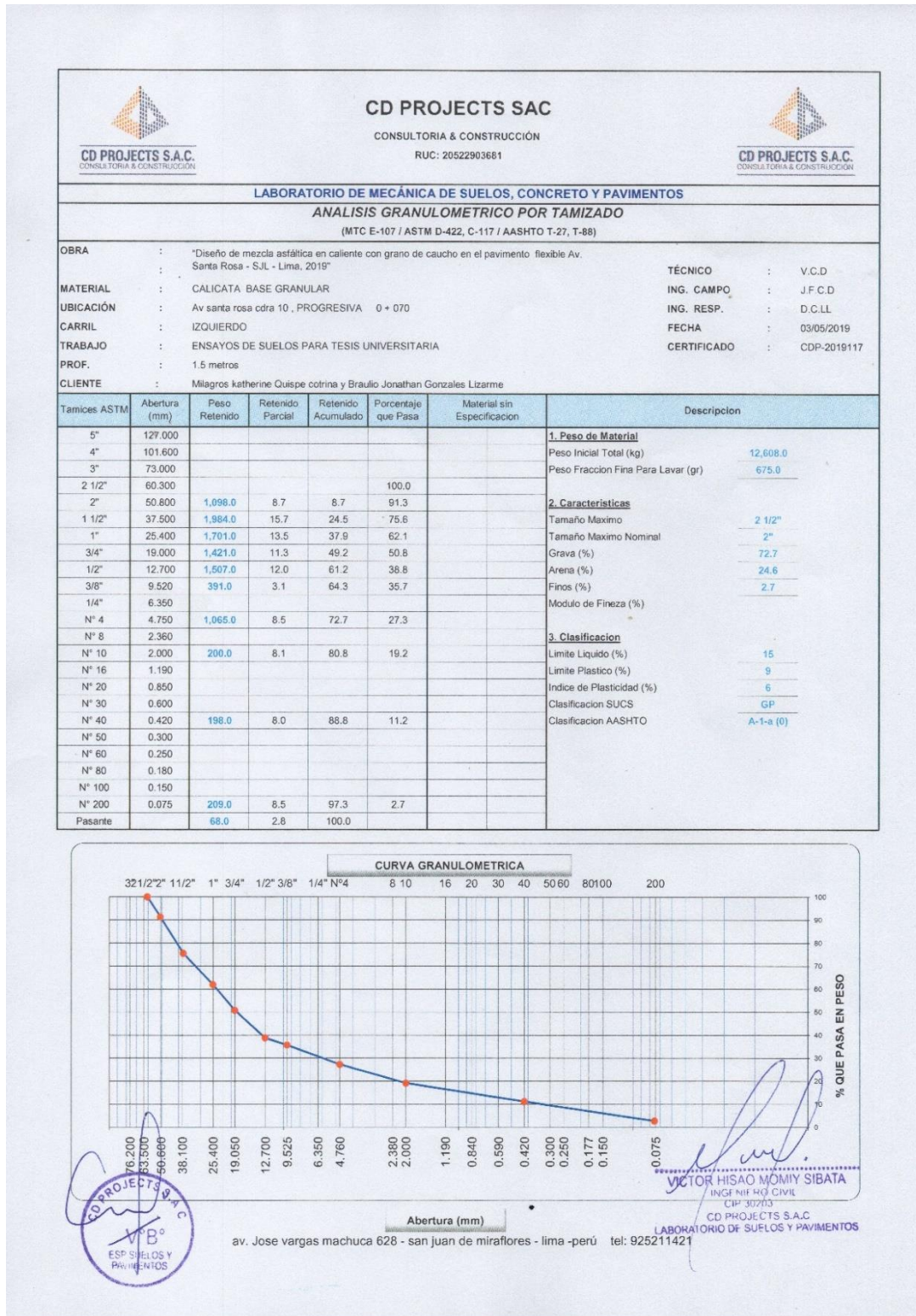
(+) **3** Respecto al uso de material de Grava Triturada, existe un ahorro de 2.24 m3 en un volumen de 288m3 de mezcla asfáltica con incorporación de GCR.

(+) **4** Respecto al uso de material de Arena Triturada, existe un ahorro de 1.79 m3 en un volumen de 288m3 de mezcla asfáltica con incorporación de GCR.

(+) **5** Respecto al uso de material de Arena natural, existe un ahorro de 0.95 m3 en un volumen de 288m3 de mezcla asfáltica con incorporación de GCR.

En conclusión los impactos genéricos más afectados en la producción de mezcla asfáltica convencional son los daños a la atmósfera (aire) y el asociado con la superficie (suelos), el cual se logra mitigar al incorporar el GCR en el diseño de mezcla asfáltica convencional, describiendo un ahorro en los materiales inicialmente empleados (volúmenes descritos en el cuadro anterior) y el empleo de material reciclado el cual contribuye de manera positiva y con mayor preponderancia al impacto causado a la atmósfera, por lo cual se confirma su influencia positiva, la cual mitiga al impacto generado a la atmósfera por el desarrollo de obras viales.

Anexo 5: Caracterización de subrasante de Av. Santa Rosa, SJL, Lima: Estudios de suelos - *Análisis Granulométrico*



Límites de consistencia

 CD PROJECTS S.A.C. <small>CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN</small>	CD PROJECTS SAC CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN RUC: 20522903681	 CD PROJECTS S.A.C. <small>CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN</small>
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		
LIMITES DE CONSISTENCIA		
<small>(MTC E-110,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-89)</small>		
OBRA	: "Diseño de mezcla asfáltica en calle con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - S.J.L - Lima, 2019"	TÉCNICO : V.C.D
MATERIAL	: CALICATA BASE GRANULAR	ING. CAMPO : J.F.C.D
UBICACIÓN	: Av santa rosa cdra 10 , PROGRESIVA 0 + 070	ING. RESP. : D.C.LL
CARRIL	: IZQUIERDO	FECHA : 03/05/2019
TRABAJO	: ENSAYOS DE SUELOS PARA TESIS UNIVERSITARIA	CERTIFICADO : CDP-2019112
PROF.	: 1.5 metros	

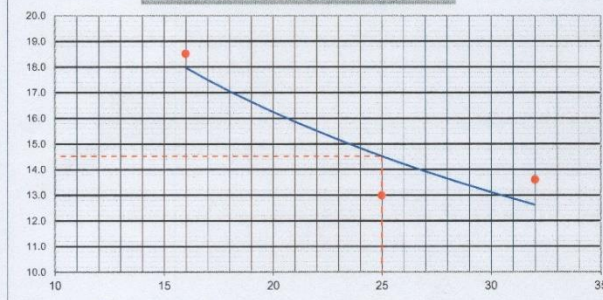
DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		7	8	9	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	28.77	29.65	29.61	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	27.54	28.52	28.01	
Peso de Tarro	gr.	18.50	19.82	19.37	
Peso de Agua	gr.	1.23	1.13	1.60	
Peso del Suelo Seco	gr.	9.04	8.70	8.64	
Contenido de Humedad	%	13.61	12.99	18.52	
Numero de Golpes		32	25	16	
					Limite Liquido
					15

DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro		4	3		
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	35.31	34.11		
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.	33.78	32.70		
Peso de Tarro	gr.	17.90	16.90		
Peso de Agua	gr.	1.53	1.41		
Peso de Suelo seco	gr.	15.88	15.80		
Contenido de Humedad	%	9.63	8.92		
					Limite Plastico
					9

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES

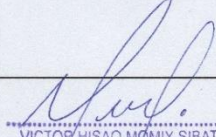


Constantes Físicas de la Muestra

Limite Liquido	15
Limite Plastico	9
Indice de Plasticidad	6
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	



av. Jose vargas machuca 628 - san juan de miraflores - lima - peru tel: 92917420


VICTOR HISAO MOMIY SIBATA
INGENIERO CIVIL
 CIP 30733
 CD PROJECTS S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Contenido de Humedad

 CD PROJECTS S.A.C. <small>CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN</small>	CD PROJECTS SAC CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN RUC: 20522903681	 CD PROJECTS S.A.C. <small>CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN</small>
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		
CONTENIDO DE HUMEDAD		
<small>(MTC E-108 / ASTM D-2216)</small>		
OBRA :	"Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - S.J.L - Lima, 2019"	TÉCNICO : V.C.D
MATERIAL :	CALICATA BASE GRANULAR	ING. CAMPO : J.F.C.D
UBICACIÓN :	Av santa rosa cdra 10 , PROGRESIVA 0 + 070	ING. RESP. : D.C.LL
CARRIL :	IZQUIERDO	FECHA : 03/05/2019
TRABAJO :	ENSAYOS DE SUELOS PARA TESIS UNIVERSITARIA	CERTIFICADO : CDP-2019117
PROF. :	1.5 metros	

1. Contenido de Humedad Muestra Integral :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	118.0	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	544.0	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	504.0	
Peso del agua contenida (gr)	40.0	
Peso de la muestra seca (gr)	386.0	
Contenido de Humedad (%)	10.4	
Contenido de Humedad Promedio (%)	10.4	

av. Jose vargas machuca 628 - san juan de miraflores - lima -perú tel: 925211421



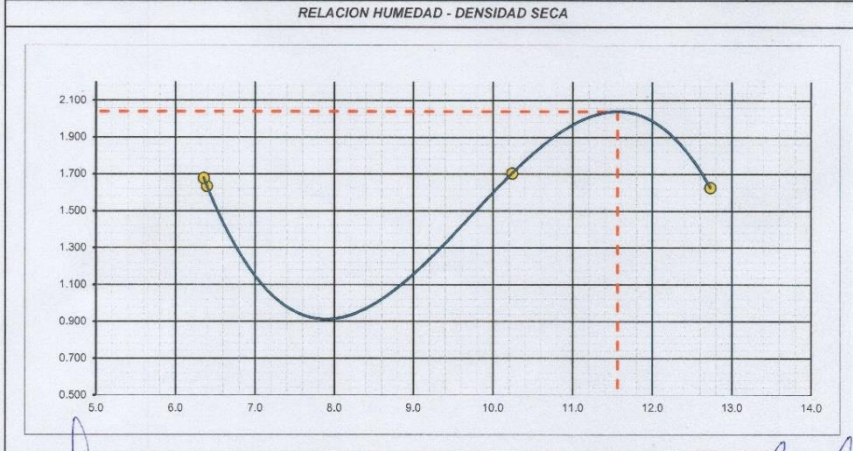

 VICTOR HCSAO MOMIY SIBATA
INGENIERO EN CIVIL
 CIP: 30203
 CD PROJECTS S.A.C.
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proctor Modificado

 CD PROJECTS S.A.C. <small>CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN</small>	CD PROJECTS SAC <small>CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN</small> RUC: 20522903681	 CD PROJECTS S.A.C. <small>CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN</small>
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR) <small>(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-168)</small>		
OBRA : "Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - S.J.L - Lima, 2019" MATERIAL : CALICATA BASE GRANULAR UBICACIÓN : Av santa rosa cdra 10 , PROGRESIVA 0 + 070 CARRIL : IZQUIERDO TRABAJO : ENSAYOS DE SUELOS PARA TESIS UNIVERSITARI PROF. : 1.5 metros	TÉCNICO : V.C.D ING. CAMPO : J.F.C.D ING. RESP. : D.C.LL FECHA : 03/05/2019 CERTIFICADO : CDP-2019117	


Molde N° 1	Diametro Molde	4"	6"	Volumen Molde	2123	m3.	N° de capas	5
	Metodo	A	B	Peso Molde	6596	gr.	N° de golpes	56 G/p
NUMERO DE ENSAYOS				1	2	2	3	
Peso Suelo + Molde	gr.	10.289	10.387	10.587	10.491			
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3.691	3.789	3.989	3.893			
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.739	1.785	1.879	1.834			
Recipiente Numero								
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	499.0	502.0	506.0	487.0			
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	469.0	472.0	459.0	432.0			
Peso de la Tara	gr.							
Peso del agua	gr.	30.0	30.0	47.0	55.0			
Peso del suelo seco	gr.	469	472	459	432			
Contenido de agua	%	6.4	6.4	10.2	12.7			
Densidad Seca	gr/cc	1.634	1.678	1.704	1.627			

RESULTADOS				
Densidad Máxima Seca	2.040	(gr/cm3)	Humedad óptima	11.6 %
Densidad Máxima Seca Corregida		(gr/cm3)	Humedad óptima	%



av. Jose vargas machuca 628 - san juan de miraflores - lima -perú tel: 925211421



VICTOR MISAO MOMIY SIBATA
INGENIERO CIVIL
 CIP 30707
 CD PROJECTS S.A.C
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS



CD PROJECTS SAC

CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN

RUC: 20522903681



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

OBRA : "Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - SJL - Lima, 2019"	TÉCNICO : V.C.D
MATERIAL : CALICATA BASE GRANULAR	ING. CAM : J.F.C.D
UBICACIÓN : Av santa rosa cdra 10 , PROGRESIVA 0 + 070	ING. RES : D.C.LL
CARRIL : IZQUIERDO	FECHA : 03/05/2019
TRABAJO : ENSAYOS DE SUELOS PARA TESIS UNIVERSITARIA	CERTIFIC. : CDP-2019117
PROF. : 1.5 metros	

CALCULO DEL CBR

	1	2	3
Molde N°	1	2	3
Capas N°	5	5	5
Golpes por capa N°	56	25	12
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12204.0	12016.0	11945.0
Peso de molde (g)	8085.0	8045.0	8008.0
Peso del suelo húmedo (g)	4119.0	3971.0	3937.0
Volumen del molde (cm ³)	2099.0	2116.0	2127.0
Densidad húmeda (g/cm ³)	1.962	1.877	1.851
Tara (N°)			
Peso suelo húmedo + tara (g)	342.0	425.0	349.0
Peso suelo seco + tara (g)	291.0	356.0	291.0
Peso de tara (g)			
Peso de agua (g)	51.0	69.0	58.0
Peso de suelo seco (g)	291.0	356.0	291.0
Contenido de humedad (%)	17.5	19.4	19.9
Densidad seca (g/cm ³)	1.670	1.572	1.543


EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
	4:41:00 p.m.	0	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000	0	0.000	0.000
	4:41:00 p.m.	24	20	0.508	0.442	31	0.787	0.685	43	1.092	0.950
	4:41:00 p.m.	48	21	0.533	0.464	31	0.787	0.685	50	1.270	1.104
	4:41:00 p.m.	72	21	0.533	0.464	31	0.787	0.685	52	1.321	1.149
	4:41:00 p.m.	96	21	0.533	0.464	31	0.787	0.685	52	1.321	1.149

PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND.	MOLDE N°		M-01		MOLDE N°		M-02		MOLDE N°		M-03	
			CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION	CARGA	CORRECCION				
mm	pulg.	kg/cm2	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000	0.000		0	0			0	0			0	0		
0.635	0.025		31	1.5			19	0.9			12	0.5		
1.270	0.050		71	3.6			35	1.7			24	1.1		
1.905	0.075		123	6.2			71	3.6			49	2.4		
2.540	0.100	70.29	193	9.9	-	14.0	103	5.2	8	11.0	81	4.1	5.4	7.6
3.810	0.150		269	13.8			166	8.5			131	6.7		
5.080	0.200	105.43	388	19.9	-	18.9	266	13.6	16	15.2	186	9.5	10.6	10.0
6.350	0.250		488	25.1			367	18.8			235	12.0		
7.620	0.300		598	30.7			438	22.5			296	15.2		
10.160	0.400		701	36.0			568	29.2			341	17.5		
12.700	0.500		956	49.2			696	35.8			401	20.6		

OBSERVACIONES : Anillo: 50 KN



VICTOR HIRSAO MOMI SIBATA
INGENIERO CIVIL
C.R. 30203
CD PROJECTS S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS
RELACIÓN DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

OBRA : "Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - S.JL - Lima, 2019"

MATERIAL : CALICATA BASE GRANULAR

UBICACIÓN : Av santa rosa cdra 10 , PROGRESIVA 0 + 070

CARRIL : IZQUIERDO

TRABAJO : ENSAYOS DE SUELOS PARA TESIS UNIVERSITARIA

PROF. : 1.5 metros

TÉCNICO : V.C.D

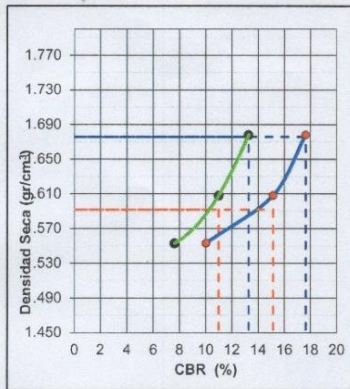
ING. CAMPO : J.F.C.D

ING. RESP. : D.C.LL

FECHA : 03/05/2019

CERTIFICADO : CDP-2019117

REPRESENTACION GRAFICA DEL CBR



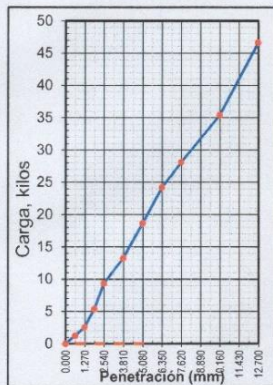
METODO DE COMPACTACION	: AASHTO T-180
MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 2.040
OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD	: 11.6
95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)	: 1.938

RESULTADOS:

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.:	=	14.0	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.:	=	11.0	%
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.:	=	18.9	%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.:	=	15.2	%

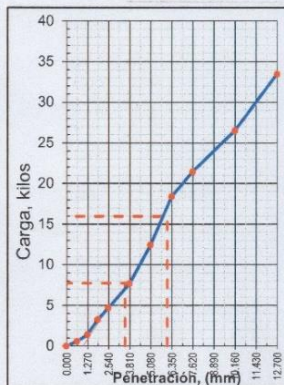
OBSERVACIONES:

EC = 56 GOLPES



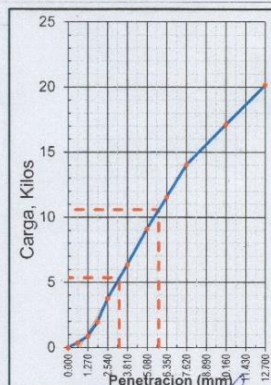
CBR (0.1")	13%
CBR (0.2")	18%

EC = 25 GOLPES



CBR (0.1")	11%
CBR (0.2")	15%

EC = 12 GOLPES



CBR (0.1")	7.6%
CBR (0.2")	10.0%




[Signature]
VICTOR HISAO MOMIY SIBATA
INGENIERO CIVIL
CIV 30203
CD PROJECTS S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Anexo 6:

Proporciones de Mezcla: Agregados - Ensayo Sales Solubles en agregados para pavimentos flexibles




ENSAYO: SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES					
NORMA: MTC E-219 / VN-E18-89					
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Código de Formato:	
CDP	DCLL	VCD	13-Mayo-2019	SGC-OSP-FRM-015.00	
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
DATOS DEL PROYECTO					
Proyecto :	Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - S.J.L. - Lima, 2019*			Ejecutor : CDP LABORATORIO	
Obra :	CANTERA LIMA			Código del Proyecto :	
Propietario :	Milagros katherine Quispe cotrina y Braulo Jonathan Gonzales Lizarme			Ubicación del Proyecto : TESIS UNIVERSITARIA	
DATOS DE LA MUESTRA					
Material :	Mezcla Física de Agregados para MAC			Código de Muestra: 032/2019	
Procedencia :	CANTERA LIMA - CHOSICA			Registro de Ensayo: LAB-CDP-VCD/MAY-013	
UNIVERSIDAD :	CESAR VALLEJO SEDE LIMA ESTE			Ing. Responsable: VICTOR MOMIY	
Fecha de Producción :	13 DE MAYO 2019			Téc. de Laboratorio : JCD	
Muestreado por :	TESISTAS			Ensayado por: VICTOR CADU	
Fecha de Muestreo :	13/05/2019			Fecha de Ensayo: 13/05/2019	
AGREGADO GRUESO					
Determinación N°	1	2	3	4	
Peso Recipiente (Biker 100 ml.)	47.102	47.972	47.875		Promedio
Peso Recipiente + agua + sal	76.543	77.141	77.131		
Peso Recipiente Seco + sal	47.388	48.247	48.110		
Peso de Sal (3 -1)	0.286	0.275	0.235		
Peso de Agua (2-3)	29.155	28.894	29.021		
Porcentaje de Sales Solubles	0.981	0.952	0.810		0.914%
AGREGADO FINO					
Determinación N°	1	2	3	4	
Peso Recipiente (Biker 100 ml.)					Promedio
Peso Recipiente + agua + sal					
Peso Recipiente Seco + sal					
Peso de Sal (3 -1)					
Peso de Agua (2-3)					
Porcentaje de Sales Solubles					
EQUIPOS UTILIZADOS					
Balanza :	OHAUS	N° de Serie:	B712859965	N° de Certif. de Calibración:	SM-897-2019
Termómetro :		N° de Serie:		N° de Certif. de Calibración:	
Vaso Presipitado :	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	N/A
COMENTARIOS:					
LABORATORIO CD PROJECTS SAC					
TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO		SUPERVISOR/CLIENTE	
Nombre:	D:	Nombre:	D:	Nombre:	D:
	M:		M:		M:
	A:		A:		A:

ENSAYO: SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES						
NORMA: MTC E-219 / VN-E18-89						
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Código de Formato:		
CDP.	DCLL	VCD.	13-Mayo-2019	SGC-OSP-FRM-015.00		
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS						
DATOS DEL PROYECTO						
Proyecto :	"Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - S.JL - Lima, 2019"			Ejecutor : CDP LABORATORIO		
UBICACIÓN :	CANTERA LIMA			Código del Proyecto : 0		
Propietario :	Milagros katherine Quispe cotrina y Braulio Jonathan Gonzales Lizarme			Ubicación del Proyecto : TESIS UNIVERSITARIA		
DATOS DE LA MUESTRA						
Material :	Mezcla Física de Agregados para MAC			Código de Muestra: 032/2019		
Procedencia :	CANTERA LIMA - CHOSICA			Registro de Ensayo: LAB-CDP-VCD/MAY-013		
UNIVERSIDAD :	CESAR VALLEJO SEDE LIMA ESTE			Ing. Responsable: VICTOR MOMIY		
Fecha de Producción :	13 DE MAYO 2019			Téc. de Laboratorio : JCD		
Muestreado por :	TESISTAS			Ensayado por: VICTOR CADU		
Fecha de Muestreo :	13/05/2019			Fecha de Ensayo: 13/05/2019		
AGREGADO GRUESO						
Determinación N°	1	2	3	4	Promedio	
Peso Recipiente (Biker 100 ml.)						
Peso Recipiente + agua + sal						
Peso Recipiente Seco + sal						
Peso de Sal (3-1)						
Peso de Agua (2-3)						
Porcentaje de Sales Solubles						
AGREGADO FINO						
Determinación N°	1	2	3	4	Promedio	
Peso Recipiente (Biker 100 ml.)	46.998	46.876	46.357			
Peso Recipiente + agua + sal	78.465	77.559	77.497			
Peso Recipiente Seco + sal	47.611	47.466	46.927			
Peso de Sal (3-1)	0.613	0.590	0.570			
Peso de Agua (2-3)	30.854	30.094	30.570			
Porcentaje de Sales Solubles	1.987	1.959	1.865		1.937%	
EQUIPOS UTILIZADOS						
Balanza :	OHAUS	N° de Serie:	B712859965	N° de Certif. de Calibración:	SM-897-2019	
Termómetro :		N° de Serie:		N° de Certif. de Calibración:		
Vaso Presipitado :	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	N/A	
COMENTARIOS:						
PROPORCIONES DE LA MEZCLA						
Grava Triturada < 3/4" : 45.0%						
Arena Triturada < 3/8" : 36.0%						
Arena Natural < 1/4" : 19.0%						
Cemento Portland Tipo I (YURA) : 0.0%						
TOTAL = 100.0%						
 VICTOR HISAO MOMIY SIBATA INGENIERO CIVIL CIP 37203 CD PROJECTS S.A.C LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS						
LABORATORIO CD PROJECTS SAC						
TÉCNICO LABORATORIO		ESPECIALISTA DE LABORATORIO		SUPERVISOR/CLIENTE		
Nombre:	D:	Nombre:	D:	Nombre:	D:	
	M:		M:		M:	
	A:		A:		A:	


Proporciones de agregados de Mezcla Asfáltica

CD PROJECTS S.A.C.		ENSAYO: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO					CD PROJECTS S.A.C.	
		NORMA: MTC E-204 / ASTM D-422 / NTP 400.012						
Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:	Fecha:	Código de Formato:				
CDP	DCLL	VCD	13/MAYO/2019	CDP-UCV-FRM-015.00				
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
DATOS DEL PROYECTO								
Proyecto : "Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - SJL - Lima, 2019"				Ejecutor : CDP LABORATORIO				
UBICACIÓN : CANTERA LIMA		Código del Proyecto :						
Propietario : Milagros katherine Quispe cotrina y Braulio Jonathan Gonzales Lizarme		OBJETO : TESIS UNIVERSITARIA						
DATOS DE LA MUESTRA								
Material : Mezcla Física de Agregados para MAC		Código de Muestra: 032/2019		Registro de Ensayo: LAB-CDP-VCD/MAY-013				
Procedencia : CANTERA LIMA - CHOSICA		UNIVERSIDAD : CESAR VALLEJO SEDE LIMA ESTE		Ing. Responsable: VICTOR MOMIY				
Fecha de Producción : 13 DE MAYO 2019		Muestreado por : TESISTAS		Téc. de Laboratorio : JCD				
Fecha de Muestreo : 13/05/2019				Ensayado por: VICTOR CADU				
				Fecha de Ensayo: 13/05/2019				
Tamiz Ø		Peso	Porcentaje (%)			Especificaciones (%)		Descripción
Pulgada	mm	(g)	Retenido	Acumulado	Pasante	Min.	Máx.	
3 1/2"	80.890							% NIVEL FREATICO
3"	76.200							% de Humedad
2 1/2"	63.500							% de Grava:
2"	50.800							% de Arena:
1 1/2"	38.100							Tamaño Máximo: 3/4"
1"	25.400							% Pasante Nº 200 : 0.3
3/4"	19.050				100.00	100	100	Peso Inicial: 20754.0
1/2"	12.700	488.0	2.35	2.35	97.65	80-100	100	Porción de finos : 785.6
3/8"	9.530	2045.0	9.85	12.20	87.80	70-88		Color :
1/4"	6.350	1986.0	9.57	21.77	78.23			L. L. :
Nº 4	4.750	3065.0	14.77	36.54	63.46	51-68	74	L.P. :
Nº 8	2.360	12460.0	60.04	96.58	3.42		58	PROPORCIONES DE LA MEZCLA GRAVA TRITURADA < 3/4" : 45.0 % ARENA TRITURADA < 3/8" : 36.0 % ARENA NATURAL < 1/4" : 19.0 % CEMENTO PORTLAND TIPO I : _____ % TOTAL = 100.0 %
Nº 10	2.000							
Nº 16	1.190	288.0	1.25	97.83	2.17			
Nº 20	0.850							
Nº 30	0.600	196.0	0.85	98.68	1.32			
Nº 40	0.420							
Nº 50	0.300	132.0	0.57	99.25	0.75		21	
Nº 60	0.250							
Nº 80	0.180							
Nº 100	0.150	55.0	0.24	99.49	0.51			
Nº 200	0.074	39.0	0.17	99.66	0.34		10	
Nº 230	0.063							
Bandeja								
EQUIPOS UTILIZADOS								
Balanza :	OHAUS	Número de Serie:	B712859965	Nº de Certif. de Calibración:	SM-897-2019			
Horno / Estufa :	ORION	Número de Serie:	10051001	Nº de Certif. de Calibración:	008-18-HL			
OBSERVACIONES : En el Diseño Nº 3 se incluye como filler externo al cemento Portland Tipo I - YURA								
LABORATORIO CD PROJECTS								
TÉCNICO LABORATORIO		D:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO		D:	SUPERVISOR/CLIENTE		
Nombre:	M:		Nombre:	M:	Nombre:	M:		
Firma:	A:		Firma:	A:	Firma:	A:		
				VICTOR HISSAO MOMIY SIDARTA ING. NIF. R.O. CIVIL CIP 30203 CD PROJECTS S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS				

Anexo 7: Diseño de Mezcla: Asfalto 6.5%

		<p align="center">CD PROJECTS S.A.C CONSULTORIA & CONSTRUCCIÓN LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>												
<p align="center">ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245</p>														
<p>PROYECTO: "Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - SJL - Lima, 2019"</p>														
<p>UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA ESTE MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85-100 PETRO PERU FECHA: 09/06/2019</p>														
MATERIAL		% Mezcla	% Diseño	cemento asfáltico		AUTOR: Milagros katherine Qulspe cotrina y Braulio Jonathan Gonzales Lizarme								
A GRAVA >N° 2				6.5		DISEÑO OPTIMO PARA DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA								
B ARENA < N° 2						POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ								
C FILLER < N° 200				1"	3/4	1/2"	3/8	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100	N°200
MEZCLA TEORICA		100.00	100.00	---	100.00	97.65	87.80	63.46						
LIMITES DE ESPECIFICACIÓ		ASTM D - 3515 D-5	---	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68							
1	NÚMERO DE PROBETA													
2	C.A. en Peso de la Mezcla													
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla													
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla													
5	% de Filler en Peso de Mezcla													
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico													
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada													
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada													
9	Peso Especifico Bulk de la Arena													
10	Peso Especifico Aparente de la Arena													
11	Peso Especifico Aparente del Filler < N°200													
12	Altura Promedio de la Probeta													
13	Peso de la Probeta en el Aire													
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)													
15	Peso de la Probeta en el Agua													
16	Volumen de la Probeta													
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta													
18	Peso Especifico Maximo (RICE)													
19	Maxima Densidad Teorica													
20	% de Vacios													
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total													
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total													
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total													
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco													
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta													
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta													
27	% Vacios del Agregado Mineral: VMA													
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla													
29	Relacion Asfalto - Vacios : VFA													
30	Relacion Filler / Betun Efectivo													
31	Lectura del Aro													
32	Estabilidad sin Corregir													
33	Factor de Estabilidad													
34	Estabilidad Corregida													
35	Lectura del Fleximetro (0.001"													
36	Fluencia													
37	Ahuellamiento Estimado: Modelo MARC													
38	Relacion Estabilidad / Fluencia													
<p align="center">EQUIPOS UTILIZADOS</p>														
Balanza	OHAUS	N° de Serie:	8335440451	N° de Certif. de Calibración:	2966/MGS/2019									
indicador digital	HENKEL	N° de Serie:	5GV820	N° de Certif. de Calibración:	INF-LE-058-2019									
Baño María	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	012-18-BM									
Anillo de Carga / Dial	SOLOTEST / MITUTOYO	N° de Serie:	3031 / VFJ858	N° de Certif. de Calibración:	002-18-AC									
HORNO ELECTRICO:	AyA INSTRUMET	N° de Serie:	14416	N° de Certif. de Calibración:	2970/MGS/2019									
<p>COMENTARIOS: Ecuación de Ajuste anillo de Carga: $y = 2.3147x + 24.7037$</p>														
<p>DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS: Grava Triturada <3/4" = 45.0%, Arena Triturada <3/8" = 36.0%, Arena Natural <1/4" = 19.0%</p>														
<p align="center">OPERADORES CD PROJECTS S.A.C</p>														
TÉCNICO LABORATORIO			ESPECIALISTA DE LABORATORIO											
Nombre:	D:		Nombre:	D:										
Firma:	M:		Firma:	M:										
	A:			A:										
														
<p align="center">Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima Teléfono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com</p>														
<p align="center">CD PROJECTS S.A.C LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>														

Diseño de Mezcla: Asfalto 5.5%, Caucho 1%

 <p>CD PROJECTS S.A.C. CONSULTORIA & CONSTRUCCION</p>	<p>CD PROJECTS S.A.C CONSULTORIA & CONSTRUCCION LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>												
<p>ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL NORMA: MTC E-604 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245</p>													
<p>PROYECTO: "Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - SJL - Lima, 2019"</p>													
<p>UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA ESTE MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85-100 PETRO PERU FECHA: 09/06/2019</p>													
MATERIAL	% Mezcla	% Diseño	% de polvo de caucho	AUTOR	Milagros katherine Quispe cotrina y Braulio Jonathan Gonzales Lizarme								
A	GRAVA >N° 2		1.0	DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 1% DE CAUCHO y 5.5% DE C.A									
B	ARENA < N°2			POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ									
C	FILLER < N° 200		1"	3/4	1/2"	3/8	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100	N°200
MEZCLA TEORICA		100.00	100.00	---	100.00	97.65	87.80	63.46					
LIMITES DE ESPECIFICACIÓN		ASTM D - 3515 D-5		---	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68					
1	NÚMERO DE PROBETA							N	1	2	3	4	Promedio
2	C.A. en Peso de la Mezcla							%	5.50	5.50	5.50	5.50	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla							%	34.53	34.53	34.53	34.53	
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla							%	56.41	56.41	56.41	56.41	
5	% de Filler en Peso de Mezcla							%	3.56	3.56	3.56	3.56	
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfaltico							gr/cc.	1.021	1.021	1.021	1.021	
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada							gr/cc.	2.735	2.735	2.735	2.735	
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada							gr/cc.	2.783	2.783	2.783	2.783	2.759
9	Peso Especifico Bulk de la Arena							gr/cc.	2.754	2.754	2.754	2.754	
10	Peso Especifico Aparente de la Arena							gr/cc.	2.787	2.787	2.787	2.787	2.771
11	Peso Especifico Aparente del Filler < N°200							gr/cc.	2.817	2.817	2.817	2.817	2.817
12	Altura Promedio de la Probeta							cm.					
13	Peso de la Probeta en el Aire							gr.	1235.0	1234.0	1236.0	1234.0	
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)							gr.	1238.0	1237.0	1238.0	1239.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua							gr.	198.0	199.0	200.0	197.0	
16	Volumen de la Probeta							c.c.	1040.0	1038.0	1038.0	1042.0	
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta							gr/cc.	1.188	1.189	1.191	1.184	1.188
18	Peso Especifico Maximo (RICE)							gr/cc.	2.568	2.568	2.568	2.568	
19	Maxima Densidad Teorica							gr/cc.	2.530	2.530	2.530	2.530	
20	% de Vacios							%	53.76	53.71	53.64	53.89	53.75
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total							gr/cc.	2.749	2.749	2.749	2.749	
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total							gr/cc.	2.787	2.787	2.787	2.787	
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total							gr/cc.	2.768	2.768	2.768	2.768	
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco							%	0.250	0.250	0.250	0.250	
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta							%	40.82	40.86	40.93	40.71	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta							%	5.42	5.43	5.43	5.41	
27	% Vacios del Agregado Mineral: VMA							%	59.18	59.14	59.07	59.29	59.2
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla							%	5.26	5.26	5.26	5.26	
29	Relacion Asfalto - Vacios : VFA							%	9.16	9.18	9.20	9.12	9.2
30	Relacion Filler / Betun Efectivo								0.72	0.72	0.72	0.72	0.72
31	Lectura del Aro								197	198	195	196	
32	Estabilidad sin Corregir							kg	481	483	476	478	
33	Factor de Estabilidad								0.81	0.81	0.81	0.81	
34	Estabilidad Corregida							kg	389	391	386	387	388.4
35	Lectura del Fleximetro (0.001")							pul.	10.0	11.0	10.0	10.0	
36	Fluencia							mm.	2.54	2.79	2.54	2.54	2.60
37	Ahuellamiento Estimado: Modelo MARC							mm.	14.00	14.04	13.96	14.04	14.01
38	Relacion Estabilidad / Fluencia							kg/cm.	1533	1400	1518	1526	1494.2


EQUIPOS UTILIZADOS					
Balanza	: OHAUS	N° de Serie:	8335440451	N° de Certif. de Calibración:	2966/MGS/2019
Indicador digital	: HENKEL	N° de Serie:	5GV820	N° de Certif. de Calibración:	INF-LE-058-2019
Baño María	: SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	012-18-BM
Anillo de Carga / Dial	: SOLOTEST / MITUTOYO	N° de Serie:	3031 / VFJ858	N° de Certif. de Calibración:	002-18-AC
HORNO ELECTRICO:	AyA INSTRUMET	N° de Serie:	14416	N° de Certif. de Calibración:	2970/MGS/2019

COMENTARIOS: Ecuación de Ajuste anillo de Carga: $y = 2.3147x + 24.7037$

DOESIFICACIÓN DE ÁRIDOS: Grava Triturada <3/4" = 44.0%, Arena Triturada <3/8" = 36.0%, Arena Natural <1/4" = 20.0%



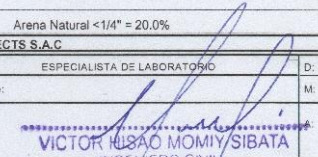
OPERADORES CD PROJECTS S.A.C			
<p>TÉCNICO LABORATORIO</p> <p>Nombre: _____ D: _____</p> <p>Firma: _____ A: _____</p>	<p>ESPECIALISTA DE LABORATORIO</p> <p>Nombre: _____ D: _____</p> <p>Firma: _____ A: _____</p>		

Jose Vargas Machuca 628-SanJuan de Miraflores-Lima
 Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@hotmail.com



ING. VICTOR HISAQ MOMI SIBATA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 30203
 CD PROJECTS S.A.C
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Diseño de Mezcla: Asfalto 5.5%, Caucho 2%

 <p>CD PROJECTS S.A.C. CONSULTORIA & CONSTRUCCION</p>	<p>CD PROJECTS S.A.C CONSULTORIA & CONSTRUCCION LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS</p>														
<p>ENSAYO: RESISTENCIA DE MEZCLAS BITUMINOSAS EMPLEANDO EL APARATO MARSHALL NORMA: MTC E-504 / ASTM D-6926, D-6927 / AASHTO T-245</p>															
<p>PROYECTO: "Diseño de mezcla asfáltica en caliente con grano de caucho en el pavimento flexible Av. Santa Rosa - S.J.L - Lima, 2019" UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO - LIMA ESTE MATERIAL: MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PEN 85-100 PETRO PERU FECHA: 09/06/2019</p>															
<p>AUTOR: Milagros Katherine Quispe cotrina y Braulio Jonathan Gonzales Lizarme DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA CON 2% DE CAUCHO Y 5.5% DE C.A</p>															
MATERIAL	% Mezcla	% Diseño	% de polvo de caucho	AUTOR											
A	AGREGADO GRUESO		2.0												
B	AGREGADO FINO														
C	FILLER < N° 200														
POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ															
			1"	3/4	1/2"	3/8	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100	N°200		
MEZCLA TEORICA	100.00	100.00	100.0	100.00	97.65	87.80	63.46								
LIMITES DE ESPECIFICACIÓN	ASTM D - 3515 D-5		100 - 100	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68								
1	NÚMERO DE PROBETA				N	1	2	3	4						Promedio
2	C.A. en Peso de la Mezcla				%	5.50	5.50	5.50	5.50						
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla				%	34.53	34.53	34.53	34.53						
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla				%	56.41	56.41	56.41	56.41						
5	% de Filler en Peso de Mezcla				%	3.56	3.56	3.56	3.56						
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico				gr/c.c.	1.021	1.021	1.021	1.021						
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada				gr/c.c.	2.735	2.735	2.735	2.735						
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada				gr/c.c.	2.783	2.783	2.783	2.783						2.759
9	Peso Especifico Bulk de la Arena				gr/c.c.	2.754	2.754	2.754	2.754						
10	Peso Especifico Aparente de la Arena				gr/c.c.	2.787	2.787	2.787	2.787						2.771
11	Peso Especifico Aparente del Filler < N°200				gr/c.c.	2.817	2.817	2.817	2.817						2.817
12	Altura Promedio de la Probeta				cm.										
13	Peso de la Probeta en el Aire				gr.	1234.0	1232.0	1233.0	1235.0						
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)				gr.	1237.0	1235.0	1234.0	1237.0						
15	Peso de la Probeta en el Agua				gr.	233.0	232.0	233.0	235.0						
16	Volumen de la Probeta				c.c.	1004.0	1003.0	1001.0	1002.0						
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta				gr/c.c.	1.229	1.228	1.232	1.233						1.230
18	Peso Especifico Maximo (RICE)				gr/c.c.	2.553	2.553	2.553	2.553						
19	Maxima Densidad Teorica				gr/c.c.	2.530	2.530	2.530	2.530						
20	% de Vacios				%	51.86	51.89	51.75	51.72						51.80
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total				gr/c.c.	2.749	2.749	2.749	2.749						
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total				gr/c.c.	2.787	2.787	2.787	2.787						
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total				gr/c.c.	2.768	2.768	2.768	2.768						
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco				%	0.250	0.250	0.250	0.250						
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta				%	42.25	42.22	42.34	42.36						
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta				%	5.90	5.89	5.91	5.91						
27	% Vacios del Agregado Mineral: VMA				%	57.75	57.78	57.66	57.64						57.7
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla				%	5.26	5.26	5.26	5.26						
29	Relacion Asfalto - Vacios : VFA				%	10.21	10.20	10.25	10.26						10.2
30	Relacion Filler / Betun Efectivo				%	0.72	0.72	0.72	0.72						0.72
31	Lectura del Aro					213	215	211	213						
32	Estabilidad sin Corregir				kg	518	522	513	518						
33	Factor de Estabilidad					0.81	0.81	0.81	0.81						
34	Estabilidad Corregida				kg	419	423	416	419						419.4
35	Lectura del Fleximetro (0.001")				pul.	10.0	11.0	10.0	10.0						
36	Fluencia				mm.	2.54	2.79	2.54	2.54						2.60
37	Ahuellamiento Estimado: Modelo MARC				mm.	13.46	13.53	13.43	13.41						13.46
38	Relacion Estabilidad / Fluencia				4053 kgl/cm.	1651	1514	1636	1651						1613.2
EQUIPOS UTILIZADOS															
Balanza :	OHAUS	N° de Serie:	8335440451	N° de Certif. de Calibración:	2966/MGS/2019										
Indicador digital :	HENKEL	N° de Serie:	5GV820	N° de Certif. de Calibración:	INF-LE-058-2019										
Baño María :	SOLOTEST	N° de Serie:	0607	N° de Certif. de Calibración:	012-18-BM										
Anillo de Carga / Dial :	SOLOTEST / MITUTOYO	N° de Serie:	3031 / VFJ858	N° de Certif. de Calibración:	002-18-AC										
HORNO ELECTRICO:	AyA INSTRUMET	N° de Serie:	14416	N° de Certif. de Calibración:	2970/MGS/2019										
COMENTARIOS: Ecuación de Ajuste anillo de Carga: $y = 2.3147x +$															
DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS: Grava Triturada <3/4" = 44.0%, Arena Triturada <3/8" = 36.0%, Arena Natural <1/4" = 20.0%															
OPERADORES CD PROJECTS S.A.C															
TÉCNICO LABORATORIO			ESPECIALISTA DE LABORATORIO												
Nombre:	D:	Nombre:	D:												
M:	M:	M:	M:												
Firma:	A:	Firma:	A:												
 <p>Jose Vargas Machuca 628-San Juan de Miraflores, Lima</p>			 <p>VICTOR HUALPA MOMIY SIBATA INGENIERO CIVIL CIP 30203</p>												
<p>CD PROJECTS S.A.C LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS Teléfono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@comcast.net</p>															

Diseño de Mezcla: Asfalto 5.5%, Caucho 3%

MATERIAL		% Mezcla	% Diseño	% de polvo de caucho		AUTOR Milagros Katherine Quispe cotrina y Braulio Jonathan Gonzales Lizarme									
A	AGREGADO GRUESO			3.0		DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA CON 3% DE CAUCHO y 5.5% DE C.A									
B	AGREGADO FINO					POR CIENTO QUE PASA EL TAMIZ									
C	FILLER < N° 200			1"	3/4	1/2"	3/8	N°4	N°8	N°16	N°30	N°50	N°100	N°200	
MEZCLA TEORICA		100.00	100.00	100.0	100.00	97.65	87.80	63.46							
LIMITES DE ESPECIFICACION		ASTM D - 3515 D-5		100 - 100	100	80 - 100	70 - 88	51 - 68							
1	NÚMERO DE PROBETA														
2	% C.A en peso de la mezcla NFU													Promedio	
3	% de Grava Triturada en Peso de la Mezcla														
4	% de Arena Combinada en Peso de la Mezcla														
5	% de Filler en Peso de Mezcla														
6	Peso Especifico Aparente de Cemento Asfáltico														
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada														
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada													2.759	
9	Peso Especifico Bulk de la Arena														
10	Peso Especifico Aparente de la Arena													2.771	
11	Peso Especifico Aparente del Filler < N°200													2.817	
12	Altura Promedio de la Probeta														
13	Peso de la Probeta en el Aire														
14	Peso de la Probeta Saturada (01 Hora)														
15	Peso de la Probeta en el Agua														
16	Volumen de la Probeta														
17	Peso Especifico Bulk de la Probeta													1.228	
18	Peso Especifico Maximo (RICE)														
19	Maxima Densidad Teorica														
20	% de Vacios													51.92	
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total														
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total														
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total														
24	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Seco														
25	% del Vol. del Agregado / Volumen Bruto de la Probeta														
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de Probeta													5.88	
27	% Vacios del Agregado Mineral: VMA													57.8	
28	C.A. Efectivo/Peso de la Mezcla														
29	Relacion Asfalto - Vacios : VFA													10.2	
30	Relacion Filler / Betun Efectivo													0.7	
31	Lectura del Aro														
32	Estabilidad sin Corregir														
33	Factor de Estabilidad														
34	Estabilidad Corregida													561.9	
35	Lectura del Fleximetro (0.001")														
36	Fluencia													2.98	
37	Ahuellamiento Estimado: Modelo MARC													13.30	
38	Relacion Estabilidad / Fluencia													1885.8	

EQUIPOS UTILIZADOS			
Balanza	OHAUS	N° de Serie:	8335440451
Indicador digital	HENKEL	N° de Serie:	5GV820
Baño Maria	SOLOTEST	N° de Serie:	0607
Anillo de Carga / Dial	SOLOTEST / MITUTOYO	N° de Serie:	3031 / VFJ858
HORNO ELECTRICO:	ÁYA INSTRUMET	N° de Serie:	14416

COMENTARIOS: Ecuación de Ajuste anillo de Carga: $y = 2.3147x + 24.7037$

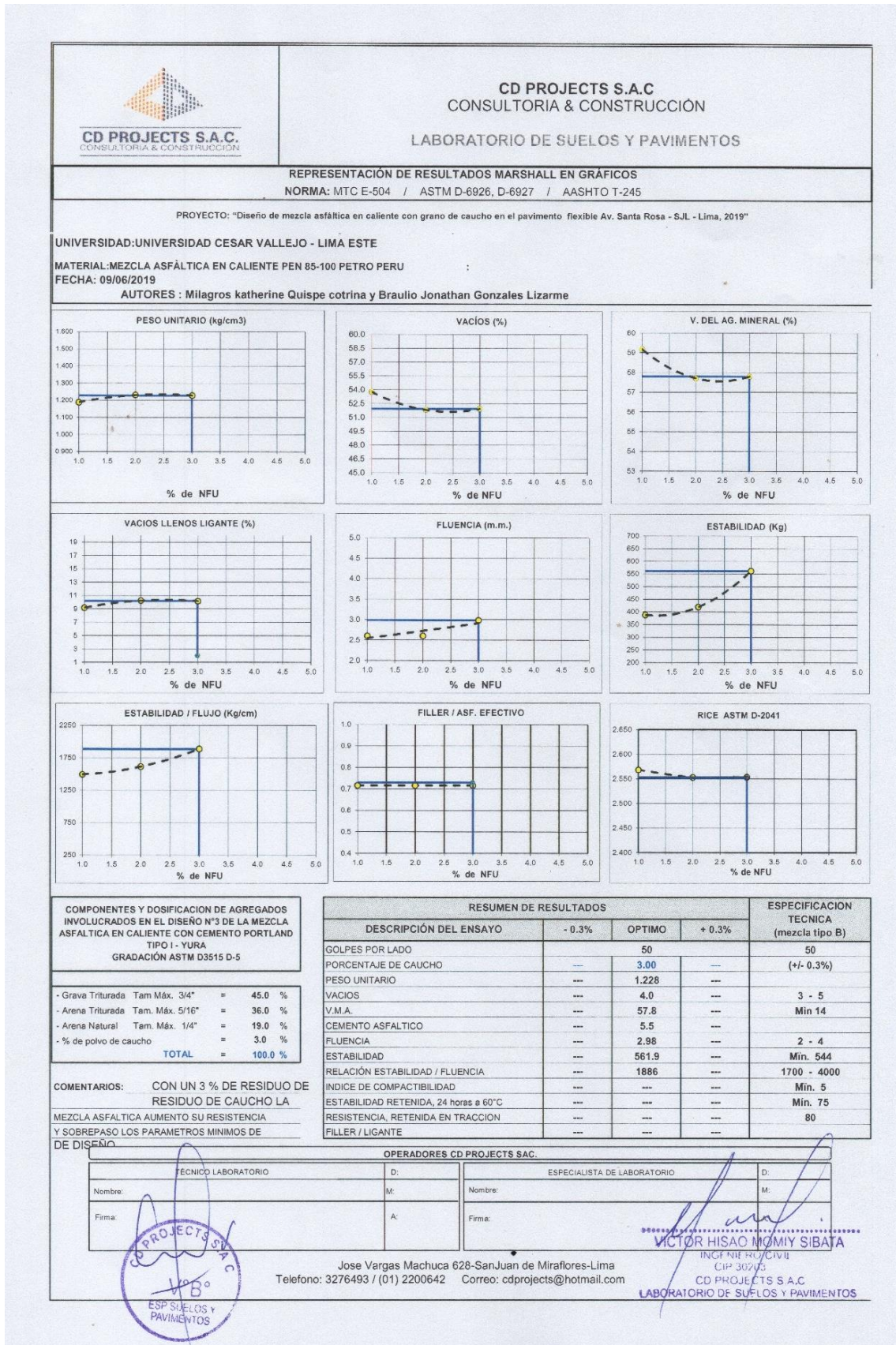
DOSIFICACIÓN DE ÁRIDOS: Grava Triturada <3/4" = 44.0%, Arena Triturada <3/8" = 36.0%, Arena Natural <1/4" = 20.0%

OPERADORES CD PROJECTS S.A.C			
TÉCNICO LABORATORIO	D:	ESPECIALISTA DE LABORATORIO	D:
Nombre:	M:	Nombre:	M:
Firma:	A:	Firma:	A:

Jose Vargas Machuca 628-San Juan de Miraflores-Lima
 Telefono: 3276493 / (01) 2200642 Correo: cdprojects@cdprojects.com

VICTOR HIRAO MOMIY SIBATA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 80203
 CD PROJECTS S.A.C
 LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Diseño de Mezcla Óptima con incorporación de caucho :



Anexo 8: Fotos de Procedimiento de Muestras y Ensayos



Foto 1: Laboratorio CD Projects. Extracción de muestra de subrasante



Foto 2: Laboratorio CD Projects. Tamizado



Foto 3: Laboratorio CD Projects. Compactación- Proctor



Foto 4: Laboratorio CD Projects. Secado de muestras - Proctor



Foto 5: Extracción de caucho en Reacauchadora



Foto 6: Laboratorio CD Projects. GCR en laboratorio



Foto 7: Laboratorio CD Projects. Tamizado de caucho reciclado



Foto 8: Laboratorio CD Projects. Producción Briquetas de Asfalto



Foto 9: Laboratorio CD Projects. Producción Briquetas de Asfalto



Foto 10: Laboratorio CD Projects



Foto 11: Laboratorio CD Projects



Foto 12: Laboratorio CD Projects Ensayo Marshall



Foto 13: Impacto Ambiental. Grava triturada - Cantera



Foto 14: Impacto Ambiental. Arena natural-Cantera



Foto 15: Impacto Ambiental. Arena triturada-Cantera



Foto16: Impacto Ambiental. Planta de producción Mezcla Asfáltica



Foto 17: Impacto Ambiental. Mixer, Planta de producción



Foto 18: Impacto Ambiental. Extractor de finos de mixer,



Foto 19: Proceso de pavimentación. Imprimación en base



Foto 20: Proceso de pavimentación. Temperatura de Imprimación



Foto 21: Proceso de pavimentación. Conformación de carpeta asfáltica



Foto 22: Proceso de pavimentación. Temperatura de colocación de mezcla



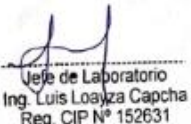


Foto 23: Control de proceso. Extracción de briqueta en carpeta



Foto 24: Control de proceso. Briqueta de mezcla asfáltica convencional compactada

Anexo 9: Certificado de Calibraciones de equipos de ensayo

	LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033	
Punto de Precisión SAC		INACAL DA - Perú Laboratorio de Calibración Acreditado Registro N° LC - 033
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 073 - 2019		
Página: 1 de 3		
Expediente	: 023-2019	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 %.
Fecha de Emisión	: 2019-05-14	
1. Solicitante	: CD PROJECTS S.A.C.	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.
Dirección	: P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA	
2. Instrumento de Medición	: BALANZA	
Marca	: HENKEL	
Modelo	: NO INDICA	
Número de Serie	: KG57261	
Alcance de Indicación	: 30 kg	
División de Escala de Verificación (e)	: 0,005 kg	
División de Escala Real (d)	: 0,005 kg	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO DE SUELOS	
Fecha de Calibración	: 2019-05-10	
3. Método de Calibración	La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 3ra Edición, 2009; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.	
4. Lugar de Calibración	LABORATORIO DE SUELOS de CD PROJECTS S.A.C. AV. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES -LIMA	
 Jefe de Laboratorio Ing. Luis Loayza Capcha Reg. CIP N° 152631		
PT-08.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02		
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.		

Scanned by CamScanner



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 - 073 - 2019

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,0 °C	22,1 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

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	Pesas (exactitud F1 y F2)	M-0660-2018
		LM-323-2018 / LM-324-2018
		LM-325-2018 / LM-356-2018
		LM-114-2019 / LM-115-2019
		LM-116-2019

7. Observaciones

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 III, 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
NIVELACION	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15,000 kg	Inicial		Final	
		Temp. (°C)	22,0	Temp. (°C)	22,0
		15,000 kg	E(g)	Carga L2= 30,000 kg	E(g)
1	15,000	4,5	-2,0	30,000	3,0
2	15,000	3,5	-1,0	30,000	2,5
3	15,000	3,0	-0,5	30,000	4,0
4	15,000	4,0	-1,5	30,000	2,0
5	15,000	2,5	0,0	30,000	3,0
6	15,000	3,0	-0,5	30,000	3,0
7	15,000	4,0	-1,5	30,000	2,5
8	15,000	3,0	-0,5	30,000	4,0
9	15,000	3,5	-1,0	30,000	3,0
10	15,000	4,0	-1,5	30,000	2,5
Diferencia Máxima			2,0	2,0	
Error máximo permitido ±			15 g	± 15 g	

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

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

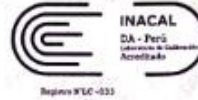
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Scanned by CamScanner



Punto de Precisión SAC

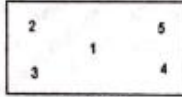
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 073 - 2019

Página: 3 de 3



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Carga mínima (kg)	Determinación de E _g			Determinación del Error corregido				
		W(g)	ΔL(g)	E _g (g)	Carga (kg)	W(g)	ΔL(g)	E _g (g)	E _r (g)
1	0,050	0,050	3,5	-1,0	10,000	9,995	2,5	-5,0	-4,0
2		0,050	4,0	-1,5		10,000	3,0	4,5	8,0
3		0,050	3,0	-0,5		10,000	4,0	-1,5	-1,0
4		0,050	2,5	0,0		9,995	2,5	-5,0	-5,0
5		0,050	3,0	-0,5		10,000	3,0	-0,5	0,0

(*) valor entre 0 y 10 g

Error máximo permitido: ± 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L(kg)	CRECIENTES					DECRECIENTES					emp(*)
	W(kg)	ΔL(g)	E _g (g)	E _c (g)	W(kg)	ΔL(g)	E _g (g)	E _c (g)			
0,050	0,050	3,5	-1,0	0,0	0,100	3,0	-0,5	0,5	5		
0,100	0,100	2,0	0,5	1,5	0,500	3,5	-1,0	0,0	5		
0,500	0,500	3,5	-1,0	0,0	1,000	4,5	-2,0	-1,0	5		
1,000	1,000	4,0	-1,5	-0,5	2,500	3,5	-1,0	0,0	5		
2,500	2,500	3,5	-1,0	0,0	5,000	2,0	0,5	1,5	10		
5,000	5,000	4,5	-2,0	-1,0	10,000	2,0	0,5	1,5	10		
10,000	10,000	3,0	4,5	5,5	15,000	3,5	4,0	5,0	15		
15,000	15,000	3,0	0,5	0,5	20,000	4,0	3,5	4,5	15		
20,000	20,000	4,5	-2,0	-1,0	25,000	2,5	5,0	6,0	15		
25,000	25,000	2,0	5,5	6,5	30,000	3,5	-1,0	0,0	15		
30,000	30,000	3,5	-1,0	0,0							

(*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 0,000156 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,00000710 \text{ kg}^2 + 0,000000100 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encorbado E_g: Error en cero E_r: Error corregido

R: en kg

FIN DEL DOCUMENTO

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

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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.

Scanned by CamScanner



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 - 074 - 2019

Página: 1 de 3

Expediente : 023-2019
 Fecha de Emisión : 2019-05-14

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.
Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

2. Instrumento de Medición : BALANZA
Marca : OHAUS
Modelo : NO INDICA
Número de Serie : NO INDICA
Alcance de Indicación : 310 g
División de Escala de Verificación (e) : 0,01 g
División de Escala Real (d) : 0,01 g
Procedencia : USA
Identificación : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO DE SUELOS
Fecha de Calibración : 2019-05-10

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 INACAL-DM.
- 4. Lugar de Calibración**
 LABORATORIO DE SUELOS de CD PROJECTS S.A.C.
 AV. VARGAS MACHUCA N° 626 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA


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

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

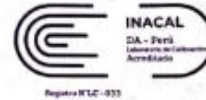
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Scanned by CamScanner



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 - 074 - 2019

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	22,1 °C	22,2 °C
Humedad Relativa	73 %	73 %

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	Pesas (exactitud F1)	M-0660-2018

7. Observaciones

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	SECT. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACION	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 155,00 g		Carga L2= 310,00 g				
	Mg	ΔI(mg)	E(mg)	I(g)	310,00 g		
					ΔI(mg)	E(mg)	
Temp. (°C)	Inicial	Final					
		22,1	22,1				
1	155,00	6	-1	310,00	8	-3	
2	155,00	8	-3	310,00	7	-2	
3	155,00	9	-4	310,00	9	-4	
4	155,00	7	-2	310,00	5	0	
5	155,00	6	-3	310,00	8	-3	
6	155,00	9	-4	310,00	6	-1	
7	155,00	8	-3	310,00	9	-4	
8	155,00	9	-4	310,00	8	-3	
9	155,00	5	0	310,00	7	-2	
10	155,00	8	-3	310,00	9	-4	
Diferencia Máxima			4	4			
Error máximo permitido ±			20 mg	± 30 mg			

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

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

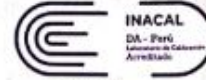
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Scanned by CamScanner

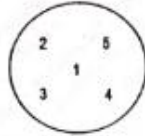


Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033



Vista Frontal

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM - 074 - 2019

Página: 3 de 3

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Temp. (°C)					Temp. (°C)				
	Inicial					Final				
	22,1					22,1				
Carga mínima (g)	Determinación de E ₂				Determinación del Error corregido					
	l(g)	Δl(mg)	E(mg)	E _c (mg)	Carga (g)	l(g)	Δl(mg)	E(mg)	E _c (mg)	
1	0,10	0,10	6	-1	100,00	100,00	9	-4	-3	
2		0,10	9	-4		100,00	7	-2	2	
3		0,10	8	-3		100,01	4	11	14	
4		0,10	5	0		100,01	5	10	10	
5		0,10	7	-2		100,00	9	-4	-2	
Error máximo permitido: ± 20 mg										

(*) valor entre 0 y 10^a

ENSAYO DE PESAJE

Carga l(g)	Temp. (°C)										emp(*)
	Inicial					Final					
	22,1					22,2					
Carga l(g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				E(mg)	E _c (mg)	
	l(g)	Δl(mg)	E(mg)	E _c (mg)	l(g)	Δl(mg)	E(mg)	E _c (mg)			
0,10	0,10	6	-1							10	
0,20	0,20	9	-4	-3	0,20	5	0	1	10	10	
10,00	10,00	8	-3	-2	10,00	7	-2	-1	10	10	
20,00	20,00	5	0	1	20,00	8	-3	-2	10	10	
50,00	50,00	7	-2	-1	50,00	9	-4	-3	10	10	
100,00	100,00	8	-3	-2	100,01	5	10	11	20	20	
150,00	150,00	5	0	1	150,00	8	-3	-2	20	20	
200,00	200,00	9	-4	-3	200,01	4	11	12	20	20	
250,00	250,00	8	-3	-2	250,01	5	10	11	30	30	
300,00	300,01	4	11	12	300,01	2	13	14	30	30	
310,00	310,00	8	-3	-2	310,00	8	-3	-2	30	30	

(*) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 0,000000243 \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{0,0000372 \text{ g}^2 + 0,00000000295 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza Δl: Carga Incrementada E: Error encontrado E_c: Error en cero E_p: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO

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

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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.

Scanned by CamScanner



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 461 - 2019

Punto de Precisión SAC

Página : 1 de 2

Expediente : 023-2019
Fecha de emisión : 2019-05-14

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.

Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : SOILTEST

Modelo de Copa : CL-207

Serie de Copa : NO INDICA

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. VARGAS MACHUCA N° 628 - SAN JUAN DE MIRAFLORES - LIMA
10 - MAYO - 2019

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	L - 1098 - 2018	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22.9	22.5
Humedad %	77	76

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 Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
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.

Scanned by CamScanner



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 461 - 2019

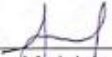
Página : 2 de 2

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	PROFUNDIDA 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
	54,76	2,00	27,58	46,04	52,67	153,02	126,37	9,9	2,07	12,54
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA ±	2	0,1	1	1	5	5	5	0,1	0,1	0,1
ERROR	0,76	0,00	0,58	-0,96	2,67	3,02	1,37	-0,1	0,07	-0,96

FIN DEL DOCUMENTO




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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095

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.

Scanned by CamScanner



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 189 - 2019

Página : 1 de 2

Expediente : 023-2019
 Fecha de emisión : 2019-05-14

1. Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.

Dirección : P.J. GRAU NRO. 126 DPTO. A OTR. VI ZONA - EL AGUSTINO - LIMA

2. Equipo : SPEEDY

3. Instrumento de Medición : MANÓMETRO DE DEFORMACIÓN ELÁSTICA

Alcance de Escala : 0 psi a 30 psi ; 0 bar a 2 bar

División de Escala : 0,5 psi ; 0,05 bar

Clase de Exactitud : 1,6 % FS

Marca de Manómetro : WINTERS

Modelo de Manómetro : NO INDICA

Posición de Trabajo : INFERIOR

Serie de Botella : Z1388

Material de Botella : ALUMINIO

Procedencia : CANADA

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 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.

4. Lugar y fecha de Calibración
LABORATORIO DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
13 - MAYO - 2019


5. Método de Calibración
Se utilizó el método de comparación directa, según el procedimiento de calibración PC-004.

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
MANÓMETRO	OMEGA ENGINEERING	LFP - 319 - 2017	INACAL - DM

7. Condiciones Ambientales		
	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	24,8	24,9
Humedad %	68	67

8. Observaciones
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura K=2, para un nivel de confianza de 95%
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 Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
 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.

Scanned by CamScanner



Punto de Precisión SAC

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 189 - 2019

Página : 2 de 2

Resultados

PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO A CALIBRAR	PRESIÓN INDICADA MANÓMETRO PATRÓN		ERROR		
	ASCENSO	DESCENSO	DE INDICACIÓN		DE HISTÉRESIS
			ASCENSO	DESCENSO	
(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	5,8	5,8	-0,8	-0,8	0,0
10	10,3	10,3	-0,3	-0,3	0,0
15	15,0	15,0	0,0	0,0	0,0
20	19,8	20,0	0,3	0,0	0,3
25	24,8	24,8	0,3	0,3	0,0
30	29,5	29,5	0,5	0,5	0,0

MÁXIMO ERROR DE INDICACIÓN:	-0,75	psi
MÁXIMO ERROR DE HISTÉRESIS:	0,25	psi

La incertidumbre de la medición es de	0,05	psi
---------------------------------------	------	-----

EQUIVALENCIAS DE PSI a % de HUMEDAD

LECTURA DEL MANÓMETRO DEL SPEEDY	LECTURA DEL PATRÓN
psi	% Humedad
0	0,0
2	2,2
3	3,2
4	4,0
5	4,9
6	5,8
7	6,8
8	7,5
9	8,4
10	9,4
11	10,3
12	11,0
13	12,0
14	13,0
15	14,0
16	14,9
17	15,8
18	16,4
19	17,5
20	18,6

FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106 292-2095
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.

Scanned by CamScanner



Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

Página 1 de 2

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CHM-113-2019

Solicitante : CD PROJECTS S.A.C.

Dirección : CAL. ASTURIAS NRO. 107 DPTO. 201 - SANTIAGO DE SURCO

Instrumento de Medición : MEDIDOR DE HUMEDAD

Marca : METROTEST

Modelo : MS-15

Serie: : MH-703

Identificación : NO INDICA

Procedencia : PERÚ

Alcance máximo : 20 % HR

Tipo de Indicación : Analógica

Lugar de Calibración : Lab. Humedad de Metrotest E.I.R.L.

Fecha de Calibración : 2019-05-10

Fecha de Emisión : 2019.05.10

Misión
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

Visión
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

Método de Calibración Empleado

La calibración se efectuó con patrones que tienen trazabilidad al INACAL-DM Agregado al método de comparación indirecta utilizando una muestra de humedad de referencia.

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La calibración se realizó con 26 g de muestra.
- Se verificó y ajustó la balanza digital de 500 g (BM-037-19)

El resultado de cada uno de las mediciones en el presente documento es de un promedio de dos valores de un mismo punto.

Los resultados indicados en el presente documento son válidos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe usarse como certificado de conformidad de producto.

METROTEST E.I.R.L. no se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documentos.

El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

(*) Código asignado por METROTEST E.I.R.L.




Luigi Aserio G.
Jefe de Metrología

TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de
Patrones de referencia de INMETRO S.A.C.	Manómetro De Deformación Elástica	LPI-00365-2017
Patrones de referencia del DM-INACAL	Juego de Pesas (Exactitud F1)	LM-416-2018 LM-415-2018
METROTEST EIRL	Balanza Clase II	CMM-002-2019

Resultados:

Ensayo comparativo con muestra

Humedad Patron %	Humedad de Indicación del Instrumento %	Humedad Error %	Humedad Incertidumbre %
5,0	5,0	0,0	0,2
10,0	10,0	0,0	0,2
15,0	15,2	0,2	0,2
18,0	18,4	0,4	0,2

INCERTIDUMBRE

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con la guía OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100:2008) y OIML g1-104-en: 2009 (JCGM 104:2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante la calibración.

La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo. La incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre Expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k). Generalmente se expresa un factor k=2 para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.




Luis Arroyo G.
Jefe de Metrología