

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**CARPETA ASFÁLTICA RECICLADA PARA TRATAR
LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE
BASE GRANULAR DETERIORADA**

PRESENTADO POR:

BACH. DELGADO PEREZ, YOHN PIERRE.

Línea de investigación Institucional:

Transporte y Urbanismo.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú

2021

Ing. Anshie Josselyn Wismann Manrique.

Asesora

Dedicatoria

- A Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar con las metas que me he propuesto.
- A mis padres Rosa y Ariel por el apoyo brindado, incluso antes de nacer ya buscaban maneras de ofrecerme lo mejor, trabajaron muy duro y todas esas experiencias que me han brindado han forjado bases de gran importancia en mi persona, ahora soy consciente de eso...
- A mis hermanos no solo por apoyarme en aquellos momentos de necesidad sino por los grandes momentos de felicidad y de diversas emociones que siempre me han causado Gerardo y Miguel.
- A mi pareja Aurora por su paciencia, comprensión, por ser una parte muy importante de mi vida y sobre todo por su amor y apoyo incondicional, gracias amor.

Yohn Pierre Delgado Perez.

Agradecimiento

- Primero a Dios por haberme dado la vida y la oportunidad de vivir para servir a los demás, ya que sin el nada de esto hubiera sido posible.
- A la Universidad Peruana Los Andes, en especial a la Facultad de Ingeniería de Ingeniería Civil, a sus docentes quienes en su gran mayoría supieron transmitir sus conocimientos y forjarnos como buenos seres humanos.

Yohn Pierre Delgado Perez.

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Casio Aurelio Torres López.
Presidente

Ph.D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed.
Jurado

Ing. Rando Porras Olarte.
Jurado

Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza.
Jurado

Mg. Miguel Ángel Carlos Canales.
Secretario docente

ÍNDICE

Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
INTRODUCCIÓN	xvi
CAPÍTULO I	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	18
1.1. Planteamiento del problema	18
1.2. Formulación y sistematización del problema	19
1.2.1. Problema general	19
1.2.2. Problemas específicos	19
1.3. Justificación	20
1.3.1. Práctica o social	20
1.3.2. Metodológica	20
1.4. Delimitaciones	20
1.4.1. Espacial	20
1.4.2. Temporal	21
1.4.3. Económica	22
1.5. Limitaciones	22
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II	23
MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes nacionales	23
2.1.2. Antecedentes internacionales	25
	vi

2.2. Marco conceptual	27
2.2.1. Pavimento	27
2.2.2. Características de un pavimento	28
2.2.3. Pavimento rígido	29
2.2.4. Pavimento flexible	29
2.2.5. Reciclaje de pavimentos	30
2.2.6. Base granular	30
2.2.7. Funciones de la base granular	32
2.2.8. Granulometría	32
2.2.9. Características plásticas de los suelos	36
2.2.10. Compactación	39
2.2.11. Proctor	43
2.2.12. Resistencia del suelo	46
2.3. Definición de términos	47
2.4. Hipótesis	48
2.4.1. Hipótesis general	48
2.4.2. Hipótesis específicas	48
2.5. Variables	49
2.5.1. Definición conceptual de la variable	49
2.5.2. Definición operacional de la variable	49
2.5.3. Operacionalización de la variable	50
CAPITULO III	51
METODOLOGÍA	51
3.1. Método de investigación	51
3.2. Tipo de investigación	51
3.3. Nivel de investigación	51
3.4. Diseño de investigación	52
3.5. Población y muestra	52
3.5.1. Población	52
3.5.2. Muestra	52
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	53
3.6.1. Técnicas	53

3.6.2. Instrumentos	54
3.7. Procesamiento de la información	54
3.8. Técnicas y análisis de datos	54
3.8.1. Organización de los datos	55
3.8.2. Análisis de datos	55
CAPÍTULO IV	57
RESULTADOS	57
4.1. Granulometría de base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada	57
4.2. Índice de plasticidad de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada	59
4.3. Compactación de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada	64
4.4. Resistencia de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada	67
4.5. Prueba de hipótesis	69
4.5.1. Hipótesis específica A	69
4.5.2. Hipótesis específica B	72
4.5.3. Hipótesis específica C	74
4.5.4. Hipótesis específica D	77
4.5.5. Hipótesis general	79
CAPÍTULO V	81
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	81
5.1. Granulometría de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada	81
5.2. Índice de plasticidad de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada	82
5.3. Compactación de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada	83
5.4. Resistencia de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada	84
CONCLUSIONES	85

RECOMENDACIONES	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	87
ANEXOS	90
Anexo N° 01: Matriz de consistencia	91
Anexo N° 02: Ensayos en laboratorio	93
Anexo N° 02.01: Carpeta asfáltica reciclada	94
Anexo N° 02.02: Base granular existente	96
Anexo N° 02.03: 80 % de base existente + 20 % de CAR	101
Anexo N° 02.04: 75 % de base existente + 25 % de CAR	111
Anexo N° 02.05: 70 % de base existente + 30 % de CAR	121
Anexo N° 03: Certificados de calibración de instrumentos	131
Anexo N° 04: Procesamiento de resultados de laboratorio	144
Anexo N° 05: Panel fotográfico	146

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requerimientos granulométricos para base granular.	30
Tabla 2. Requerimiento de CBR para base.	30
Tabla 3. Requerimiento del agregado grueso para base.	31
Tabla 4. Requerimiento del agregado fin o para base.	31
Tabla 5. Clasificación genérica del suelo.	35
Tabla 6. Relación del tipo de suelo con la densidad máxima y la humedad óptima.	42
Tabla 7. Variación de la energía de compactación de acuerdo al número de golpes.	43
Tabla 8. Densidad seca y humedad óptimo de acuerdo al tipo de suelo.	45
Tabla 9. Operacionalización de las variables.	50
Tabla 10. Cantidad de ensayos realizados a la base granular.	52
Tabla 11. Prueba de normalidad de datos.	56
Tabla 12. Granulometría de base granular sin y con tratamiento.	58
Tabla 13. Variación de la granulometría de base granular sin y con tratamiento.	59
Tabla 14. Límite líquido de base granular sin y con tratamiento.	60
Tabla 15. Límite plástico de base granular sin y con tratamiento.	61
Tabla 16. Índice de plasticidad de base granular sin y con tratamiento.	63
Tabla 17. Máxima densidad seca de base granular sin y con tratamiento.	64
Tabla 18. Óptimo contenido de humedad de base granular sin y con tratamiento.	66
Tabla 19. CBR al 95 % y 100 % de base granular sin y con tratamiento.	67
Tabla 20. Variación del CBR al 95 % y 100 % de base granular sin y con tratamiento.	68
Tabla 21. Prueba de hipótesis específica A.	70
Tabla 22. Comparación del contenido de gravas entre tratamientos.	70
Tabla 23. Comparación del contenido de arenas entre tratamientos.	71
Tabla 24. Comparación del contenido de finos entre tratamientos.	72
Tabla 25. Prueba de hipótesis específica B.	73

Tabla 26. Comparación del límite líquido entre tratamientos.	73
Tabla 27. Comparación del límite plástico entre tratamientos.	74
Tabla 28. Comparación del índice de plasticidad entre tratamientos.	74
Tabla 29. Prueba de hipótesis específica C.	75
Tabla 30. Comparación de la máxima densidad seca entre tratamientos.	76
Tabla 31. Comparación del contenido óptimo de humedad entre tratamientos.	76
Tabla 32. Prueba de hipótesis específica D.	77
Tabla 33. Comparación del CBR al 95 % entre tratamientos.	78
Tabla 34. Comparación del CBR al 100 % entre tratamientos.	78
Tabla 35. Prueba de hipótesis general.	79
Tabla 36. Procesamiento de resultados de laboratorio.	145

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la toma de muestras.	21
Figura 2. Ubicación del laboratorio de suelos.	21
Figura 3. Capas genéricas de un firme.	28
Figura 4. Estructura del pavimento flexible.	29
Figura 5. Ejemplos de curvas granulométricas.	33
Figura 6. Curvas granulométricas de los suelos.	35
Figura 7. Estados de consistencia de un suelo.	37
Figura 8. Variación del contenido de humedad y el volumen del suelo.	37
Figura 9. Descripción de la copa de Casagrade.	38
Figura 10. Curva para determinar el límite líquido.	38
Figura 11. Ensayo de límite plástico.	39
Figura 12. Curva humedad – densidad seca.	41
Figura 13. Curvas peso unitario – humedad para diferentes tipos de suelos.	41
Figura 14. Efecto de la energía de compactación en arcillas limosas.	43
Figura 15. Moldes para el Proctor normal y modificado.	44
Figura 16. Determinación del índice CBR.	47
Figura 17. Granulometría de base granular sin y con tratamiento.	58
Figura 18. Variación de la granulometría de base granular sin y con tratamiento.	59
Figura 19. Límite líquido de base granular sin y con tratamiento.	60
Figura 20. Variación del límite líquido de base granular sin y con tratamiento.	61
Figura 21. Límite plástico de base granular sin y con tratamiento.	62
Figura 22. Variación del límite plástico de base granular sin y con tratamiento.	62
Figura 23. Índice de plasticidad de base granular sin y con tratamiento.	63
Figura 24. Variación del índice de plasticidad de base granular sin y con tratamiento.	64
Figura 25. Máxima densidad seca de base granular sin y con tratamiento.	65

Figura 26. Variación de la máxima densidad seca de base granular sin y con tratamiento.	65
Figura 27. Óptimo contenido de humedad de base granular sin y con tratamiento.	66
Figura 28. Variación de la máxima densidad seca de base granular sin y con tratamiento.	67
Figura 29. CBR al 95 % y 100 % de base granular sin y con tratamiento.	68
Figura 30. Variación del CBR al 95 % y 100 % de base granular sin y con tratamiento.	69

RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general: ¿De qué manera la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada?, como objetivo general: Evaluar de qué manera la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada y la hipótesis general que se verificó fue: La carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada, modificando la granulometría, índice de plasticidad, compactación y resistencia.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel fue explicativo y el diseño fue experimental. La población correspondió a un aproximado de 300 kg de base granular deteriorada de la Av. Andrés Avelino Cáceres del distrito de Nueve de julio en la provincia de Concepción del departamento de Junín, la cual fue utilizada para la realización de los ensayos; mientras que para la muestra no se aplicó técnica de muestreo porque correspondió a la totalidad de la población.

Como conclusión principal se obtuvo que, la carpeta asfáltica reciclada (CAR) da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de la base granular deteriorada, modificando la granulometría, el índice de plasticidad, la compactación y la resistencia del suelo, esto considerando un porcentaje óptimo de 25 % de CAR.

Palabras clave: base granular, carpeta asfáltica reciclada, propiedades físicas, propiedades mecánicas.

ABSTRACT

The general problem of this research was: How does the recycled asphalt binder treat the physical and mechanical properties of deteriorated granular base, and the general objective was: To evaluate how the recycled asphalt binder treats the physical and mechanical properties of deteriorated granular base: To evaluate in what way the recycled asphalt binder gives treatment to the physical and mechanical properties of deteriorated granular base and the general hypothesis that was verified was: The recycled asphalt binder gives treatment to the physical and mechanical properties of deteriorated granular base, modifying the granulometry, plasticity index, compaction and resistance.

The research method was scientific, the type of research was applied, the level was explanatory and the design was experimental. The population corresponded to approximately 300 kg of deteriorated granular base from Andrés Avelino Cáceres Avenue in the district of Nueve de Julio in the province of Concepción in the department of Junín, which was used to carry out the tests; while for the sample, no sampling technique was applied because it corresponded to the entire population.

The main conclusion was that the recycled asphalt binder (RAP) treats the physical and mechanical properties of the deteriorated granular base, modifying the granulometry, plasticity index, compaction and soil resistance, considering an optimum percentage of 25% of RAP.

Key words: granular base, recycled asphalt pavement, physical properties, mechanical properties.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Carpeta asfáltica reciclada para tratar las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada” surge de la problemática que muchas vías presentan por la deficiente serviciabilidad, debido a la falta de mantenimiento, el incremento de tráfico y por las condiciones climáticas, por lo cual presentan fallas, hendiduras, baches, piel de cocodrilo, etc. (Herrera, 2014); siendo necesario entonces, obtener o reutilizar materiales que mezclados con la base granular cumplan los requisitos que establece la EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, asegurando un buen servicio a los usuarios de la vía, que al mismo tiempo sea económico, es así que la presente investigación utiliza la carpeta asfáltica reciclada para el tratamiento de una base granular deteriorada, aplicando porcentajes de 20, 25 y 30 % en relación del peso del suelo para la medición de las propiedades físicas (granulometría, límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad) y mecánicas (grado de compactación y resistencia).

Para una mejor comprensión, la presente investigación se ha dividido en los siguientes capítulos:

El Capítulo I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN, donde se considera el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema general y de los específicos, la justificación tanto práctica y metodológica de la investigación, las delimitaciones de la investigación como la espacial, temporal y económica, las limitaciones y los objetivos tanto general como específicos de la investigación.

El Capítulo II: MARCO TEÓRICO, contiene las antecedentes nacionales e internacionales de la investigación, el marco conceptual, la definición de términos, la hipótesis general como específicos y las variables, detallando su definición conceptual, operacional y la operacionalización de las mismas.

El Capítulo III: METODOLOGÍA, consigna el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, la población y muestra de la investigación, las técnicas e instrumentos de recolección de

información, el procesamiento de la información, las técnicas y el análisis de datos.

El Capítulo IV: RESULTADOS, desarrollado considerando los objetivos de la investigación referidos a la granulometría, el índice de plasticidad, la compactación y la resistencia de la base granular deteriorada sin y con la adición de carpeta asfáltica reciclada; asimismo, en este capítulo se presenta la prueba de hipótesis específicas e hipótesis general.

El Capítulo V: DISCUSIÓN, en el cual se realiza la discusión de los resultados obtenidos en la investigación de acuerdo a los antecedentes.

Por último, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos tales como la matriz de consistencia, los certificados de ensayos de laboratorio, los certificados de calibración de los instrumentos de laboratorio, el procesamiento de los resultados en laboratorio y el panel fotográfico.

Bach. Yohn Pierre Delgado Pérez.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

De acuerdo a Herrera (2014) una vía adecuadamente conservada y que cumplan su serviciabilidad de manera eficiente, es un indicador de desarrollo, pues la transitabilidad en ellas aseguran que el comercio u otras actividades económicas no se interrumpan. Sin embargo, la realidad de muchos países latinoamericanos es que, lo mencionado no se cumple, pues la falta de mantenimiento, el incremento del tráfico y las condiciones climáticas tienden a afectar todas las capas estructurales del pavimento, denotándose así fallas como, hendiduras, baches, piel de cocodrilo, entre otras.

El Perú no es ajeno a lo descrito anteriormente, pues según Paccori (2018), la mayoría de las vías construidas en las zonas urbanas son de pavimento asfáltico, el cual al ser más económico que otros tipos, tienden a presentar fallas a tempranas edades, debido a que no se les da un adecuado mantenimiento. Si bien es cierto que la solución en muchos proyectos es la reconstrucción de estas vías, el considerar nuevos materiales para la base y sub base resultan ser más costo, lo cual es muchas veces difícil asumir por las pequeñas municipalidades.

Ante lo mencionado, surge la necesidad de poder obtener nuevos materiales que cumplan los requisitos indispensables que las normas como la EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones establecen, tratando además de que sean lo más económicamente posible y que su aplicación trate de requerir en lo mínimo, materiales nuevos. Es por ello que la carpeta asfáltica reciclada (CAR), viene abriéndose paso, pues a pesar de ser un material que no cumple la función para la cual fue diseñada, aún conservan sus propiedades físicas y mecánicas, las cuales en adecuadas dosificaciones podrían reemplazar parcialmente la base o sub base de un pavimento.

Es por lo mencionado que, en la presente tesis se buscó establecer si la aplicación de carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las principales propiedades físicas y mecánicas de la base granular para un pavimento; lo cual disminuirá los costos y mejoraría el performance de la vía en menos tiempo que, al construir una nueva estructura vial que reemplace todo el material existente.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿De qué manera la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida la carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada?
- b) ¿Cuánto la carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada?
- c) ¿De qué manera la carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada?
- d) ¿En qué manera la carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

La justificación práctica de esta investigación se sustenta en que, con su desarrollo se propondrá, una alternativa de tratamiento para la base granular deteriorada de la Av. Andrés Avelino Cáceres en el distrito de Nueve de julio en la provincia de Concepción en base a un porcentaje óptimo. Evitándose así, que se continúe deteriorando el pavimento; además de lograrse con ello la reducción de costos de rehabilitación o reconstrucción, otorgando una calidad de servicio a los usuarios de la vía.

1.3.2. Metodológica

La justificación metodológica de la presente investigación recae en que mediante su desarrollo se detalla las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas del suelo para base granular deteriorada tratada con adiciones de carpeta asfáltica reciclada en 20, 25 y 30 % en relación a su peso seco, lo cual podrá guiar a otros estudiosos que procuren realizar investigaciones similares.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

La presente investigación fue desarrollada en el laboratorio de suelos ubicado en la Av. Orión del distrito y provincia de Concepción en el departamento Junín; asimismo, es dable mencionar que, la muestra de base granular deteriorada y carpeta asfáltica fue obtenida de la Av. Andrés Avelino Cáceres, específicamente en el Km 0 + 600, en el distrito de Nueve de julio en la provincia de Concepción en el departamento de Junín.



Figura 1. Ubicación de la toma de muestras.
Fuente: Google Earth (2020).



Figura 2. Ubicación del laboratorio de suelos.
Fuente: Google Earth (2020).

1.4.2. Temporal

La presente investigación se desarrolló desde octubre a diciembre de 2018, enero a diciembre de 2019 y de enero hasta agosto de 2020.

1.4.3. Económica

Los gastos que involucraron el desarrollo de esta investigación fueron cubiertos en su totalidad por el investigador, es así que no recibió ningún financiamiento.

1.5. Limitaciones

La principal limitación de la presente investigación correspondió a la económica lo cual no permitió realizar el tratamiento de la base granular deteriorada en campo, pues tan sólo se desarrolló en laboratorio.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar de qué manera la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Analizar en qué medida la carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada.
- b) Determinar en cuánto la carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada.
- c) Establecer de qué manera la carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada.
- d) Analizar de qué manera carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes nacionales

Argumedo (2019) realizó la investigación “Carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada para la conformación de una subbase granular óptima en la Av. Próceres del distrito de Chilca, provincia de Huancayo” considerando como objetivo encontrar las ventajas de la utilización de carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada para la conformación de una subbase granular óptima, en la Av. Próceres del distrito de Chilca, provincia de Huancayo; esto con el fin de mejorar el nivel de serviciabilidad de la avenida en mención la cual se encuentra en condiciones sub estándares; a su vez este estudio pretendió plantear una alternativa que genere una reducción de costos en la construcción de un nuevo pavimento flexible y un menor impacto ambiental. Para este fin obtuvo mediante ensayos de laboratorio las propiedades de la carpeta asfáltica y base granular que serán removidas de la Av. Próceres y que el estudio recicló. Para la obtención de la nueva subbase granular conformada por el material reciclado, realizó

combinaciones en diferentes proporciones de carpeta asfáltica (5, 10, 20, 30 y 40 %) y base granular reciclada (95, 90, 80, 70 y 60 %), hasta obtener un CBR óptimo para el diseño de pavimentos. Con los datos obtenidos en laboratorio se diseñó por el método AASHTO 93 la estructura de un nuevo pavimento flexible con una subbase conformada por material reciclado. Una vez definidos los espesores de carpeta asfáltica, base y subbase granular obtenidos en el diseño procedió al metrado de partidas que se contemplan en la construcción de un pavimento flexible, obtuvo el presupuesto tentativo por metro lineal, por último, realizó el análisis y comparación de resultados. En la realización del estudio se concluyó que las ventajas al utilizar una subbase conformada por material reciclado en la construcción de un pavimento flexible son: la obtención de un alto valor de CBR, reducción del costo directo en la construcción de un nuevo pavimento flexible y con un porcentaje óptimo de 40 % de carpeta asfáltica y 60 % de base granular.

Paccori (2018) desarrolló la tesis “Propuesta técnica de aplicación del pavimento flexible reciclado para rehabilitación vial - Pachacamac”, estableciendo como objetivo general determinar la mejora del uso del pavimento flexible reciclado en la rehabilitación vial de la Av. Víctor Malásquez. Para lo cual utilizó el método científico con un enfoque cuantitativo, un tipo de investigación aplicada, con un nivel descriptivo – explicativo y diseño no experimental. Asimismo, tomó como población la Av. Víctor Malásquez- Pachacamac de longitud de 15 km + 483.00 y muestra de 250 m² comprendidas entre el km 5 +030 y km 5 + 080. Llegando a concluir que, el uso de pavimentos flexibles reciclados en las rehabilitaciones viales se pueden corregir las deficiencias superficiales severas de un pavimento deteriorado, además su uso puede generar beneficios económicos y ambientales en el momento de la ejecución del proyecto.

Yangali (2015) realizó la investigación “Influencia del uso de la carpeta asfáltica reciclada en las propiedades físico-mecánicas de diseño, para rehabilitación de pavimento flexible”, donde el objetivo fue determinar la influencia de las propiedades físico-mecánicas de los materiales (específicamente la base) en el comportamiento estructural. Dichas propiedades fueron el análisis granulométrico, CBR, límite líquido y plástico, indicadas en la EG-2013 como parámetros de calidad. Utilizando para ello un método de evaluación moderno como es el Método Mecanístico -Empírico de Pavimentos. En el reciclado usó como modelo la metodología del Instituto del Asfalto referido al diseño de Mezclas asfálticas recicladas en frío excluyendo el uso agentes rejuvenecedores químicos. Las muestras de carpeta asfáltica deteriorada fueron extraídas, recicladas y analizadas en laboratorio. Encontrando mediante ensayos y tabulaciones el % carpeta asfáltica reciclada/base con mayor resistencia potencial. Finalmente, los resultados respondieron temas de construcción como la influencia del factor climático y tráfico para nuestro caso. Concluyéndose que este método de reciclado brinda un comportamiento estructural similar al recapeo convencional hasta la fecha de falla, pero después se evidencia el gran aporte a la estructura del pavimento.

2.1.2. Antecedentes internacionales

García, Delgado y Campos (2018) realizaron la investigación “Influencia de variables de diseño en las propiedades mecánicas de una base estabilizada con asfalto espumado” se enfocó en la evaluación de las propiedades mecánicas de una base estabilizada con asfalto espumado (reciclado en frío). El estudio analizó la influencia de dos variables de diseño como son el tipo de filler activo (cal y cemento portland) y el contenido de asfalto espumado (2.2 a 2.4%). Los parámetros utilizados en la evaluación fueron la resistencia a la tensión indirecta, el ángulo de fricción interna y

cohesión (ensayo triaxial) y el módulo resiliente. Los resultados muestran que la inclusión de cal mejora las propiedades mecánicas de la base estabilizada. En lo referente a los parámetros mecánicos se observó que las mezclas estabilizadas con asfalto espumado presentan un aumento de su resistencia en comparación con una base granular tradicional, siendo la pérdida de cohesión el modo de falla de este tipo de estabilización.

Guerrero, Martínez y Portillo (2014) en la investigación “Estabilización de material reciclado de carpeta asfáltica, utilizando asfalto espumado, mediante metodología Wirtgen, para ser empleado como base en pavimentos”, estableció como objetivo el diseñar la estabilización de material reciclado de una carpeta asfáltica, utilizando asfalto espumado, mediante la metodología Wirtgen para su empleo como base en pavimentos. Para ello caracterizaron el material reciclado, diseñaron con emulsión asfáltica para la obtención del porcentaje óptimo, continuando con el diseño con asfalto espumado y también el porcentaje óptimo, para así diseñar la mezcla asfáltica reciclada. Como resultado obtuvieron que, el contenido óptimo de emulsión asfáltica fue de 3.5 % el cual fue sustituido en 2.5 % por asfalto espumado, obteniendo un promedio de vacíos de 7.6 y una resistencia de 67.42 % cumpliendo con lo mínimo establecido de 60 %. Concluyen que la estabilización con asfalto espumado de capas de base presenta vacíos que se asemejan a las mezclas asfálticas en caliente con contenidos bajos de asfalto.

Guio y Sánchez (2014) desarrollaron la investigación “Mezclas asfálticas recicladas y su uso en capas granulares para pavimentos”, con lo cual pretendieron mejorar las especificaciones técnicas y controles de calidad con base a nuevos procedimientos constructivos, materiales y pruebas experimentales; asimismo, señalan que la búsqueda de materiales innovadores es una labor fundamental dentro del diseño de pavimentos demandando mucha

rigurosidad, por lo tanto, el estudio se enfocó en la necesidad de reutilizar materiales sobrantes producto de la rehabilitación y reconstrucción de vías (concreto asfáltico), el cual fue adquirido por rompimiento (Martillo Neumático) y así se utilizó como material de adición para transformar capas granulares tales como base y subbase. La investigación se realizó con asfalto reciclado proveniente de tres puntos diferentes de la ciudad de Tunja (Boyacá), los cuales presentaron diferentes contenidos de asfalto y variación en los tamaños de sus partículas, todo esto se evidenció gracias a los laboratorios que determinaron su distribución y propiedades físicas. Después de la etapa de clasificación de los materiales verificaron el comportamiento del material natural y mezclado en varias proporciones (0, 5, 10, 15 y 20 %) con ensayos de Próctor y CBR, estas adiciones (asfalto reciclado + base granular y asfalto reciclado + sub base granular) generaron una disminución de capacidad de soporte en determinadas condiciones de compactación. Siendo así determinaron que las mezclas hechas con subbase granular cumplen los parámetros exigidos por INVIAS (artículo 300-07 tabla 300.1 requisitos de los agregados para afirmados, sub bases granulares y bases granulares), mientras que las mezclas con base granular no cumplen.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Pavimento

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas de forma horizontal que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratificadas se encuentran apoyadas sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierra en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito

le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura de pavimento (Argumedo, 2019).

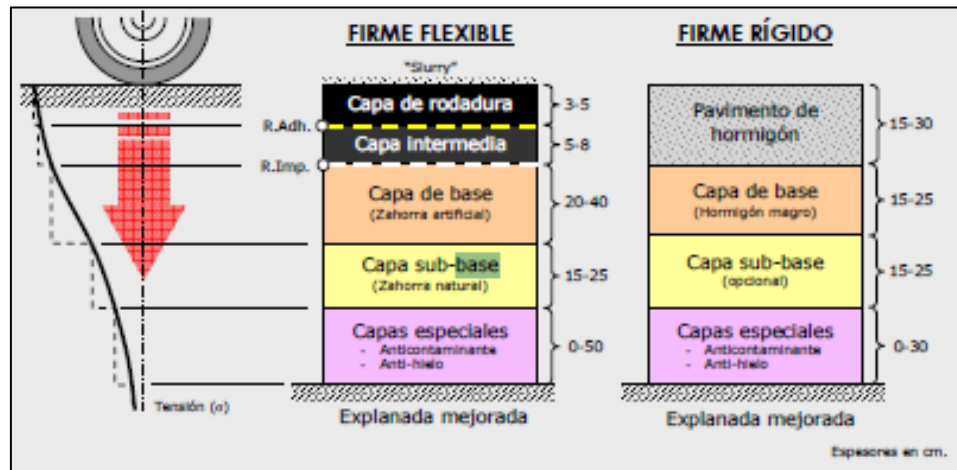


Figura 3. Capas genéricas de un firme.
Fuente: Bañón y Beviá (2000).

2.2.2. Características de un pavimento

Un pavimento debe contar con ciertas características que permitirán cumplir con su función de construcción las cuales son según Paccori (2018):

- Tener una resistencia a las cargas sometidas por el tráfico.
- Tener una resistencia a los agentes de intemperismo.
- Tener una textura superficial óptima para las velocidades previstas de diseño para los vehículos.
- Además, debe ser resistente al desgaste producido por el efecto abrasivo de las llantas de los vehículos.
- Tener una regularidad optima, para que brinde un confort de viaje a los usuarios.
- Debe ser durable y económico.
- Tener características para condiciones de lluvia, tener una buena condición de drenajes.

2.2.3. Pavimento rígido

El pavimento rígido se compone de losas de concreto hidráulico sobre una base o directamente sobre la subrasante y además en algunas ocasiones la losa de concreto presenta un armado de acero, la cualidad más importante de este tipo de pavimentos es que los esfuerzos transmitidos a la estructura es minimizada y absorbida por su mayor capacidad de resistencia a los esfuerzos de falla, sin embargo este tiene un costo inicial más elevado que el flexible y su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas (Paccori, 2018).

2.2.4. Pavimento flexible

El pavimento flexible resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero la principal desventaja corresponde al requerimiento de mantenimiento constante para cumplir con lo diseñado o su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto a base de varias capas de material principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la subbase. Su cualidad de este pavimento dada su composición flexible es que al ser superior un carga o esfuerzo esta traslada las cargas restantes hasta la capa inferior pudiendo de esta forma soportar las cargas totales en el conjunto de capas (Paccori, 2018).

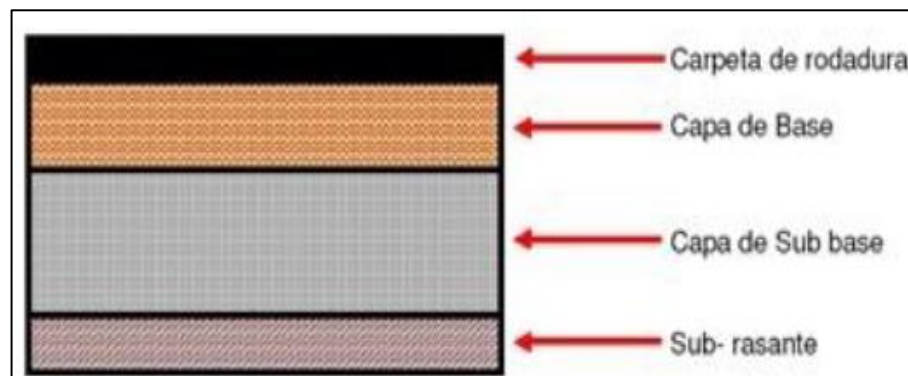


Figura 4. Estructura del pavimento flexible.
Fuente: Paccori (2018).

2.2.5. Reciclaje de pavimentos

Se llama reciclaje de pavimentos flexibles a la reutilización, generalmente después de cierto tratamiento, de un material de pavimento que ha concluido con su finalidad, y este material reciclado puede emplearse para construcción en refuerzos de la misma carretera o alguna capa de una calzada nueva (Guio y Sánchez, 2014).

2.2.6. Base granular

Es una capa granular de un pavimento flexible que se sitúa inmediatamente debajo de la capa asfáltica de rodadura (Guio y Sánchez, 2014), cuyas características mínimas establecidas por el Manual de especificaciones técnicas generales para construcción EG – 2013 (MTC, 2013) para la capacidad de soporte, agregado fino y agregado grueso son:

Tabla 1. Requerimientos granulométricos para base granular.

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm (2")	100	100		
25 mm (1")		75 - 95	100	100
9.5 mm (3/8")	30 - 65	40 - 75	50 - 85	60 - 100
4.75 mm (N° 4)	25 - 55	30 - 60	35 - 65	50 - 85
2 mm (N° 10)	15 - 40	20 - 45	25 - 50	40 - 70
425 µm (N° 40)	8 - 20	15 - 30	15 - 30	25 - 75
75 µm (N° 200)	2 - 8	May-15	5 - 15	8 - 15

Fuente: MTC (2013).

Tabla 2. Requerimiento de CBR para base.

Valor relativo de soporte (CBR al 100 %)	Tráfico de ejes equivalentes < 10 ⁶	Mín. de 80 %
	Tráfico de ejes equivalentes ≥ 10 ⁶	Mín. de 100 %

Fuente: MTC (2013).

Tabla 3. Requerimiento del agregado grueso para base.

Ensayo	Norma	Requerimientos según altitud	
		< 3 000 msnm	≥ 3 000 msnm
Partículas con una cara fracturada	MTC E 210	80 % mín.	80 % mín.
Partículas con dos caras fracturadas	MTC E 210	40 % mín.	50 % mín.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40 % máx.	40 % máx.
Partículas chatas y alargadas	ASTM D 4791	15 % máx.	15 % máx.
Sales solubles totales	MTC E 2019	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	---	18 % máx.

Fuente: MTC (2013).

Tabla 4. Requerimiento del agregado fin o para base.

Ensayo	Norma	Requerimientos según altitud	
		< 3 000 msnm	≥ 3 000 msnm
Índice plástico	MTC E 111	4 % máx.	2 % mín.
Equivalente de arena	MTC E 114	35 % mín.	45 % mín.
Sales solubles	MTC E 219	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	MTC E 209	---	15%

Fuente: MTC (2013).

La capa base puede clasificarse en función a la calidad exigida en el proyecto:

Bases granulares. – Para Bañón y Beviá (2000) están conformado por materiales granulares sin aglomerante alguno. De acuerdo a su granulometría pueden ser: continuas (zahorras) o discontinuas (macadam).

Bases granulares estabilizadas. - Son materiales en el que se añade un aglomerante, siendo el más utilizado el cemento, pues incrementa su resistencia y rigidez. Entre las más aplicadas se tiene el gravacemento, suelocemento, gravaemulsión, gravaescoria, etc. (Bañón y Beviá, 2000).

Bases bituminosas. - Son elementos con mezclas bituminosas en caliente o frío, con dosificaciones muy pobres; sin embargo, son de excelente calidad (Bañón y Beviá, 2000).

Bases especiales. - Son materiales obtenidos con procesos industriales, tales como escoria de alto horno, bauxitas calcinadas, etc. (Bañón y Beviá, 2000).

2.2.7. Funciones de la base granular

De acuerdo a Argumedo (2019) las funciones de la base granular en el pavimento son:

Resistencia: la función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.

Función económica: Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la subbase respecto a la base.

2.2.8. Granulometría

Esta es la principal propiedad de una base o un suelo en general, pues es común referirse a estos, en base al tamaño de sus partículas: grava, gravilla, arena, arcilla, etc. Para la ingeniería de vías, es necesario estimar de manera cuantitativa la proporción de cada tamaño del suelo. Su facilidad de estimación, hace que sea un ensayo muy utilizado (Kraemer et al., 2004).

El ensayo tiene la finalidad de calcular la masa de un suelo seco y desmenuzado; el cual está retenido entre dos tamices, que pertenecen a una serie; la masa retenida es anotada para finalmente representarla mediante porcentajes. Por lo general, este proceso es utilizado para materiales que contengan partículas con diámetros superiores a 0.070 mm, pues materiales menores a estos se suelen denominar limos o arcillas, siendo más difícil su clasificación (Kraemer et al., 2004).

Por lo general, Kraemer et al. (2004) menciona que su representación se expresa en escala logarítmica en el eje Y-Y y

lineal en el eje X-X. Una representación de estas gráficas se muestra en la siguiente figura:

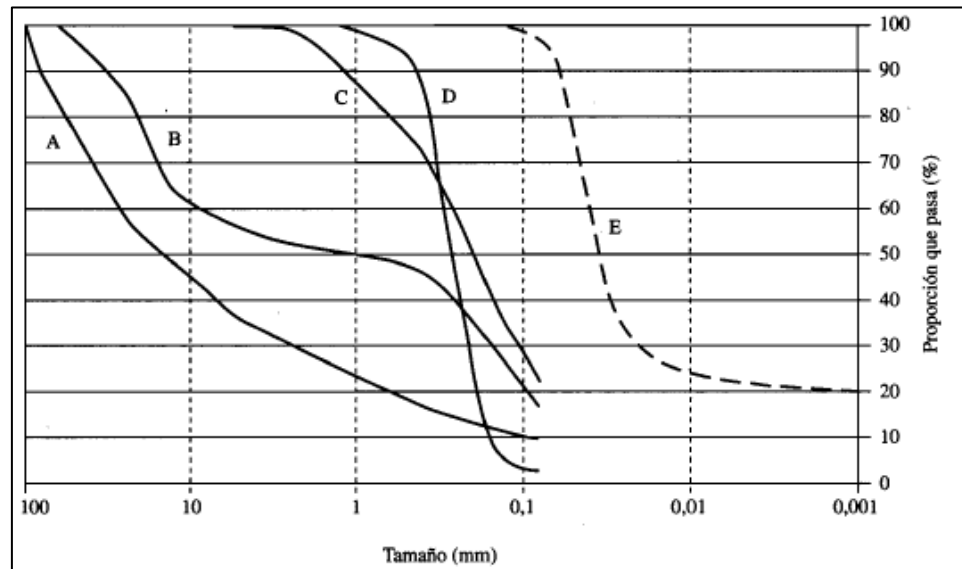


Figura 5. Ejemplos de curvas granulométricas.
Fuente: Kraemer et al. (2004).

En la figura anterior se puede notar que las líneas A y C representa a una grava arenosa y arena respectivamente, además indican una excelente gradación, pues presentan una buena distribución de las partículas. Por otro lado, la curva B hace referencia a un suelo con ausencia de partículas de entre 0,5 y 5 mm, es decir, a un suelo con presencia de gravas y arenas mal graduadas. La curva D, es una clara distribución de una arena uniforme, es decir, con partículas de tamaños uniformes. Finalmente, la curva E hace referencia a un suelo arcilloso, el cual es determinado mediante un ensayo de sedimentación (Kraemer et al., 2004).

El tamaño de los tamices, por lo general es estandarizado mediante normas en cada país en función por ejemplo de la ASTM. El tamaño de las mallas para el material grueso está en función de la luz en pulgadas, mientras que la serie fina, coincide con la cantidad de mallas por pulgadas cuadrada (Kraemer et al., 2004).

Sin bien es cierto que la granulometría es el ensayo más simple del suelo, con el resultado de sus valores se puede predecir un comportamiento del suelo en las siguientes propiedades:

- **La porosidad.** - Es una propiedad muy característica de los suelos discontinuos, pues esto posee mayor cantidad de vacíos por unidad de volumen, y por tanto una compacidad del suelo (Kraemer et al., 2004).
- **La permeabilidad.** - Esta propiedad está muy relacionada con el tamaño de los huecos de un suelo, pues la velocidad del agua depende del medio poroso (Kraemer et al., 2004).
- **La resistencia a esfuerzos cortantes (ángulo de rozamiento interno).** - Es la propiedad del suelo que indica la capacidad de las partículas de un suelo para interactuar con otras, y así resistir esfuerzos de corte. Esta propiedad depende intrínsecamente de la granulometría, pues mediante ella ya se puede deducir valores del ángulo de rozamiento del suelo, el cual si es un valor que depende directamente la resistencia de un suelo (Kraemer et al., 2004).

Para Arora (2004), otros parámetros de suma importancia en la granulometría son el coeficiente de uniformidad (C_u) y el coeficiente de curvatura (C_c), los cuales se obtienen mediante las siguientes fórmulas:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}; C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \cdot D_{10}}$$

Suelos que poseen granulometrías muy uniformes presentan valores bajos de C_u , como las arenas. Por otro lado, el coeficiente de curva en suelos bien graduados tiene valores entre 1 y 3 (Arora, 2004).

Bañón y Beviá (2000) mencionan que, una aplicación directa de la granulometría es la clasificación genérica, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5. Clasificación genérica del suelo.

Tipo	Denominación	Tamaño (mm)	
Suelos granulares	bolos y bloques		> 60
	Grava	Gruesa	60 - 20
		Media	20 - 6
		Fina	2 - 6
	Arena	Gruesa	0.6 - 2
		Media	0.2 - 0.6
Fina		0.08 - 0.2	
Suelos Cohesivos	Limo	Grueso	0.02 - 0.08
		Medio	0.006 - 0.02
		Fino	0.002 - 0.006
	Arcilla	< 0.002	

Fuente: Bañón y Beviá (2000).

Con las curvas granulométricas se puede visualizar la distribución de las partículas en un suelo:

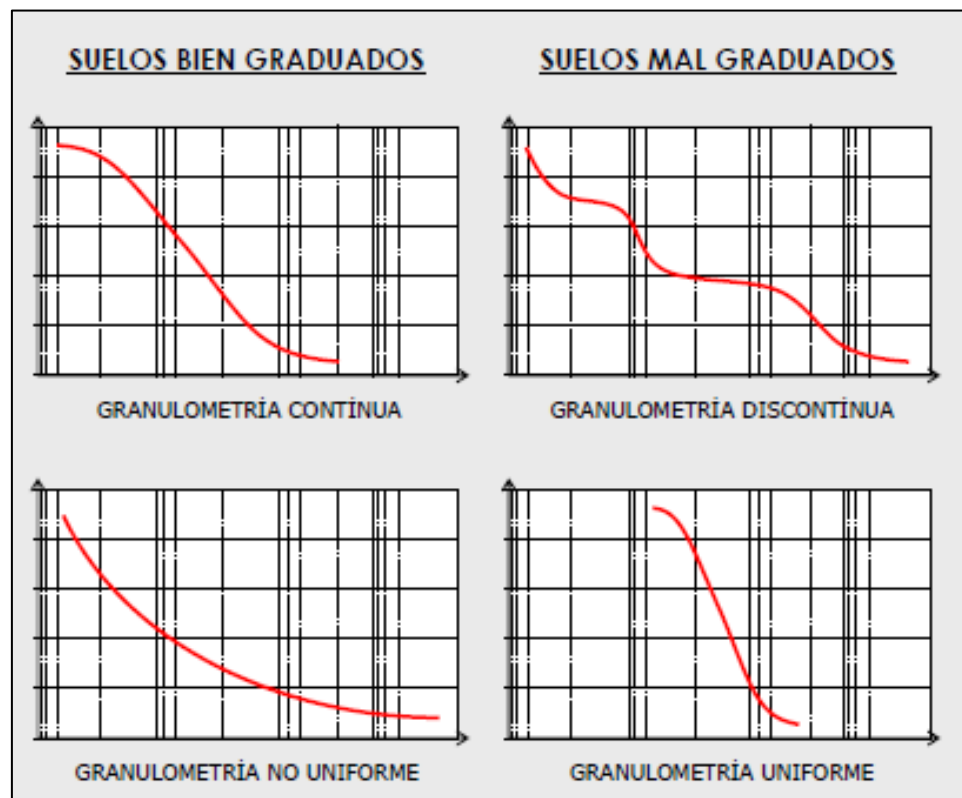


Figura 6. Curvas granulométricas de los suelos.

Fuente: Bañón y Beviá (2000).

2.2.9. Características plásticas de los suelos

Es conocido que el comportamiento del suelo depende en gran medida de la cantidad de agua en este; acentuándose cuando menor sea el diámetro de la partícula y especialmente cuando esté compuesto por arcillas. Es por ello que, en 1911 el ingeniero sueco Atterberg propuso que existe cuatro estados del suelo: líquido, plástico, semisólido y sólido, a los que se les denomina límites de consistencia o límites de Atterberg (Bañón y Beviá, 2000).

Líquido: Debido al alto contenido de agua en el suelo, las fuerzas de atracción entre partículas se anulan, lo cual hace que el suelo se convierta en elemento viscoso y sin resistencia a esfuerzos (Bañón y Beviá, 2000).

Plástico: En este estado, el suelo es muy moldeable, por lo que presenta grandes deformaciones ante pequeñas cargas. El comportamiento es plástico, por lo que no recupera su forma inicial después de aplicado un esfuerzo. Mecánicamente no es apto para resistir cargas adicionales (Bañón y Beviá, 2000).

Semisólido: Debido a la pérdida de humedad, el suelo ya no es moldeable, quebrándose antes de cambiar de forma. Su comportamiento mecánico es aceptable (Bañón y Beviá, 2000).

Sólido: El suelo logra un volumen constante debido a la ausencia de agua en sus poros. El comportamiento mecánico en este estado es óptimo (Bañón y Beviá, 2000).

De acuerdo a Bañón y Beviá (2000), los valores de las humedades que son las fronteras entre cada estado se les denomina límites y se clasifican en: límite líquido (LL), plástico (LP) y de retracción (LR), tal como se muestra en la siguiente figura:

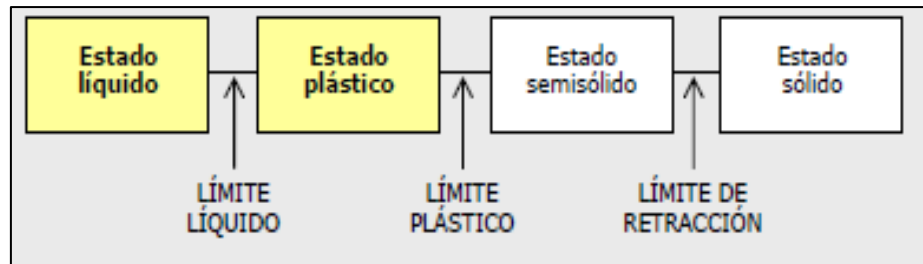


Figura 7. Estados de consistencia de un suelo.
Fuente: Bañón y Beviá (2000).

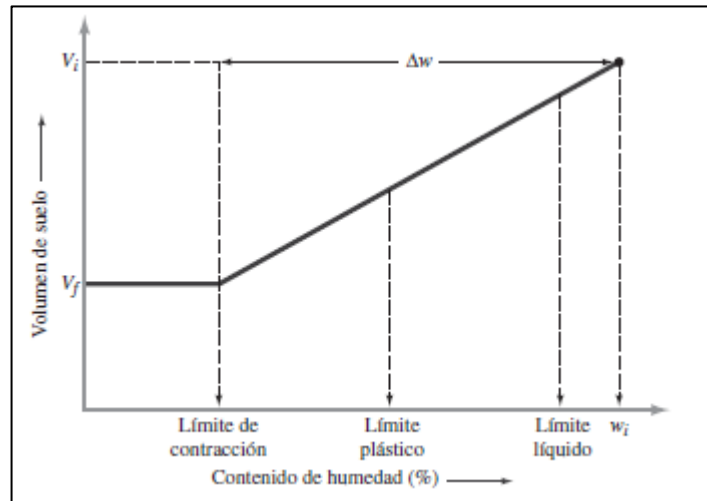


Figura 8. Variación del contenido de humedad y el volumen del suelo.
Fuente: Kraemer et al. (2004).

De los límites mencionados anteriormente, en la ingeniería interesan con más ímpetu el plástico y el líquido, debido a que de estas propiedades dependen su deformabilidad y una drástica disminución de la capacidad portante.

Límite líquido: Se determina mediante el uso de la copa de Casagrande o mediante el cono de penetración. El método más usado consiste en golpear el suelo mediante una copa que se encuentra a una altura de un centímetro. Para determinar el límite líquido es necesario determinar la humedad del suelo para cerrar una abertura de 12.7 mm después de 25 golpes (Bañón y Beviá, 2000).

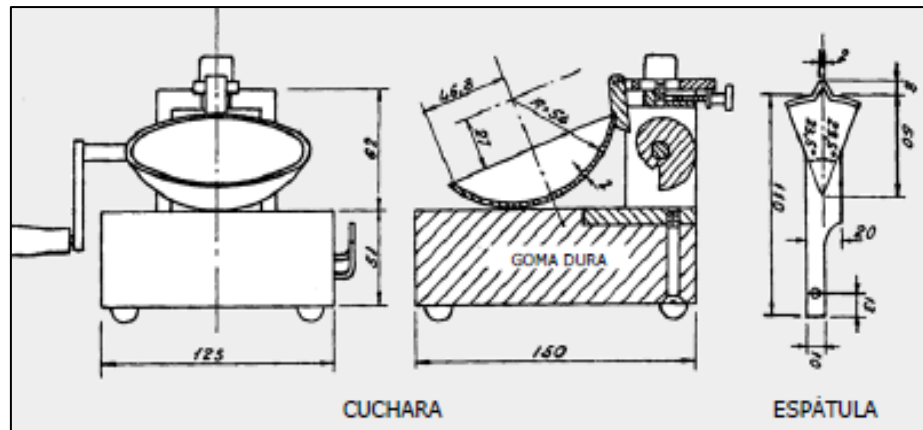


Figura 9. Descripción de la copa de Casagrande.
Fuente: Bañón y Beviá (2000).

De acuerdo a Kraemer et al. (2004), es muy complicado obtener la condición descrita anteriormente, por lo que para determinar el óptimo contenido de humedad es necesario repetir el ensayo con diferentes números de golpes, con el fin de obtener la siguiente figura:

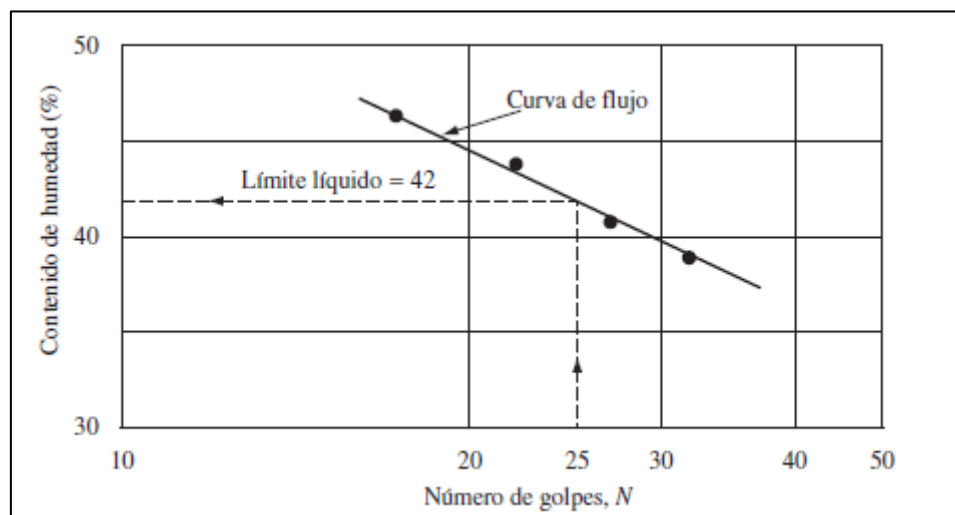


Figura 10. Curva para determinar el límite líquido.
Fuente: Kraemer et al. (2004).

Límite plástico: Se puede determinar cuando el suelo al enrollarse en hilos de 3.2 mm de diámetro se resquebraja. Para ello es necesario repetir el ensayo por lo menos dos veces para finalmente obtener un valor promedio. Por lo general, este método usa material que pasa el tamiz N° 40 con una cantidad de 20 g (Kraemer et al., 2004).



Figura 11. Ensayo de límite plástico.
Fuente: Braja (2015).

Según Kraemer et al. (2004) con los límites líquidos (LL) y plástico (LP) se obtienen tres índices útiles para la compresión del suelo: el índice de plasticidad (IP), de consistencia (I_c) y el de fluidez (I_f); los cuales se pueden determinar mediante las siguientes fórmulas:

$$IP = LL - LP; I_c = \frac{LL - h}{LL - LP}; I_f = \frac{h - LP}{LL - LP}$$

2.2.10. Compactación

Para Kraemer et al. (2004) que las vías ofrezcan un adecuado servicio, todas las cimentaciones o elementos que sirvan de base, deben alcanzar su estabilidad volumétrica y soportar fuerzas como:

- Las cargas de tráfico.
- Peso propio del afirmado.
- El agua infiltrada.
- Acciones de otros agentes climáticos.

Para alcanzar la estabilidad volumétrica de un suelo, este debe pasar por varios tratamientos, siendo el más conocido de todos el de la compactación; pues resulta ser el más eficaz y económico. El fin principal de la compactación es que el suelo no sufra de deformaciones que perjudicarán el desempeño de la estructura que

se construye sobre este; es por ello que necesita energía de compactación, proporcionada por maquinarias especializadas (Kraemer et al., 2004).

En este tema es importante tener en claro la definición de dos palabras que normalmente conlleva a confusiones, la consolidación y la compactación; la primera es un proceso que se da durante un largo periodo de tiempo, debido principalmente al peso propio o a algunas cargas eventuales. En cambio, la compactación es la densificación acelerada del suelo, el cual se logra disminuyendo la cantidad de huecos ocupados por el aire; sin embargo, esta depende mucho del contenido de humedad, pues si esta es demasiado, puede originar problemas como el acolchonamiento del suelo (Kraemer et al., 2004).

- **Influencia de la humedad**

Es indudable la importancia de la presencia del agua en el suelo al momento de su compactación, pues mientras un suelo seco necesita cierta cantidad de energía para poder vencer los rozamientos internos entre sus partículas, ese mismo suelo necesita menos cantidad de energía si está humedecido, pues el agua actúa como un lubricante que comporta como una delgada capa en los granos disminuyendo su fricción (Bañón y Beviá, 2000).

Si el agua se sigue incrementado, el suelo llegará a un momento en el que sus vacíos estén saturados; este hecho trae consigo un aumento del volumen y por ende una mayor complejidad para evacuarlo; complicando así su compactación (Bañón y Beviá, 2000).

Es por lo descrito que, Bañón y Beviá (2000) deducen que existe un óptimo contenido de agua en el suelo que donde se pueda obtener una máxima compacidad; tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

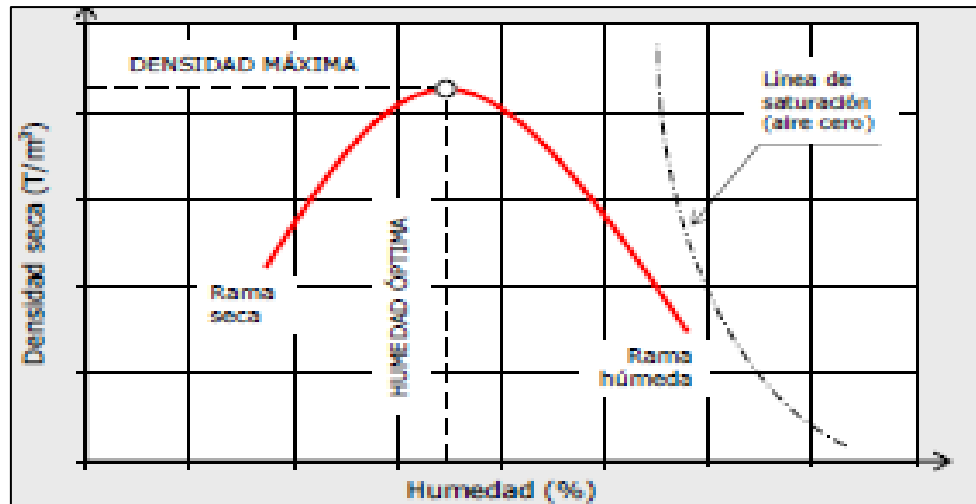


Figura 12. Curva humedad – densidad seca.
Fuente: Bañón y Beviá (2000).

- Factores que afectan la compactación

Además del contenido de humedad, se puede considerar otros factores que afectan directamente la compactación, los cuales son: el tipo de suelo y la energía de compactación (Braja, 2015).

Efecto del tipo de suelo

De acuerdo a Braja (2015) el tipo de suelo o, mejor dicho, su distribución de las partículas y la cantidad de arcilla en su composición tienen una gran influencia en la unidad del peso seco máximo y su óptimo contenido de humedad. En tal sentido, después de haber estudiado la curva de 35 muestras de suelos diferentes, se ha podido determinar las siguientes curvas:

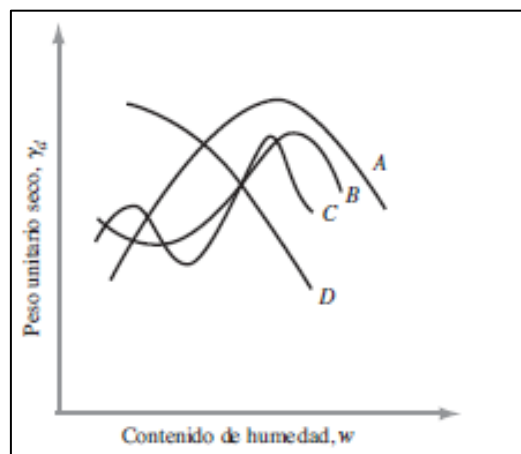


Figura 13. Curvas peso unitario – humedad para diferentes tipos de suelos.
Fuente: Braja (2015).

Las curvas del tipo A, presentan límites líquidos entre 30 y 70. El tipo de curva tipo B son suelos con un pico y medio y la del tipo C con dos picos; es característico de suelos con límites líquidos inferiores a 30. Finalmente, las curvas tipo D, son suelos que presentan límites líquidos superiores a 70; sin embargo, estos tipos de suelos no son muy comunes (Braja, 2015).

Tabla 6. Relación del tipo de suelo con la densidad máxima y la humedad óptima.

Clasificación AASHTO	Ensayo Proctor	
	Densidad seca máxima (kg/dm ³)	Humedad óptima (%)
A-1	1.85 - 2.25	7 - 15
A-2	1.75 - 2.15	9 - 18
A-3	1.75 - 1.85	9 - 15
A-4	1.50 - 2.10	10 - 20
A-5	1.35 - 1.60	20 - 35
A-6	1.50 - 1.90	10 - 30
A-7-5	1.35 - 1.60	20 - 35
A-7-6	1.45 - 1.85	15 - 30

Fuente: Kraemer et al. (2004).

Efectos del esfuerzo de compactación

De acuerdo a Braja (2015) la energía para la compactación por unidad de volumen que es utilizada en la prueba de Proctor, se puede definir como:

$$E = \frac{\left(\text{número de golpes}\right) \times \left(\text{Número de capas}\right) \times \left(\text{Peso del martillo}\right) \times \left(\text{Altura de caída}\right)}{\text{Volumen de molde}}$$

Para Braja (2015), si existe una variación de la energía de compactación, el esfuerzo también variará, es por ello que se puede establecer las siguientes conclusiones:

- Si aumenta el esfuerzo de compactación, el peso unitario máximo también se incrementa.
- Si incrementa el esfuerzo de compactación, el óptimo contenido de humedad disminuye.

Esto se cumple en todos los tipos de suelos estudiados; sin embargo, no se debe de olvidar que el grado de compactación es directamente proporcional al esfuerzo de compactación.

Tabla 7. Variación de la energía de compactación de acuerdo al número de golpes.

Curva	Número de golpes	Energía de compactación (kN-m/m ³)
1	20	473
2	25	591.3
3	30	709.6
4	50	1182.6

Fuente: Braja (2015).

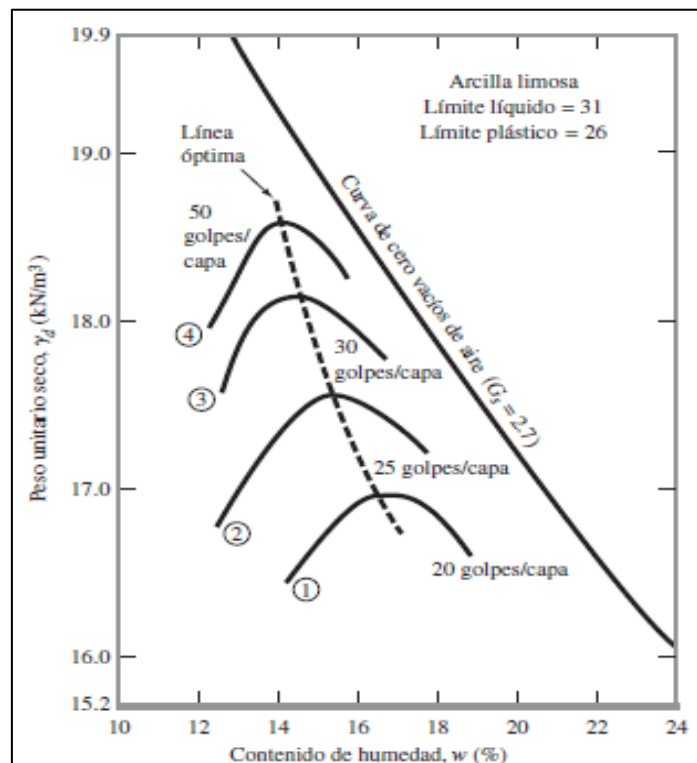


Figura 14. Efecto de la energía de compactación en arcillas limosas.

Fuente: Braja (2015).

2.2.11. Proctor

Antes del siglo XX, los terraplenes de vías no se compactaban, o se hacían de manera rudimentaria; por lo que se aceptaba que fuese normal el asentamiento de los suelos; sin embargo, todo este panorama fue cambiando tras la segunda guerra mundial, cuando se empezó a desarrollar las maquinarias pesadas (Kraemer et al., 2004).

Fue en este contexto que el ingeniero R.R. Proctor en 1929, descubrió que existe una relación entre la humedad del suelo, su densidad seca y la energía de compactación. Es por ello que propuso un ensayo normalizado en laboratorio en la que varía la humedad del suelo y así poder minimizar la energía de compactación. Sin embargo, al inicio este ensayo era muy simple, por lo que fue modificado (Kraemer et al., 2004).

Es por lo descrito que el U.S Army Corps of Engineers, estableció otro ensayo que se denominó Proctor modificado, en el que el molde inicial es incrementado al igual que la energía de compactación (Kraemer et al., 2004).

- Ensayo Proctor normal

Para la ejecución del ensayo Proctor normal, es necesario el uso de un molde metálico de $1\ 000\text{ cm}^3$ de volumen, con un collar y una base rígida. El procedimiento consiste en llenar el molde con tres capas apisonadas con 26 golpes, distribuidos de manera uniforme, con un martillo de 2.5 kg de peso y una altura de 305 mm (Kraemer et al., 2004).

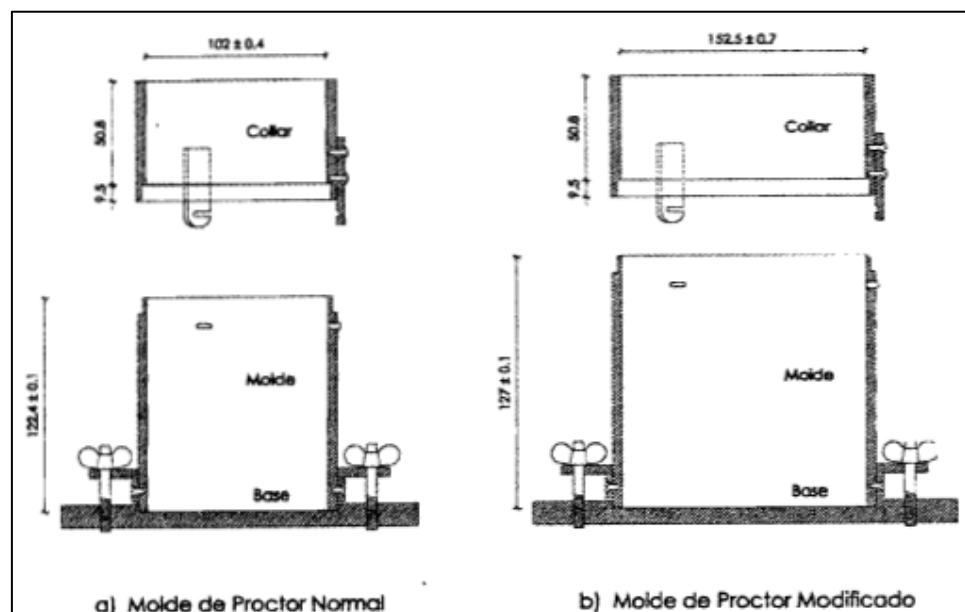


Figura 15. Moldes para el Proctor normal y modificado.
Fuente: Kraemer et al. (2004).

De acuerdo a Kraemer et al. (2004) un ensayo Proctor completo, comprende la compactación de varias porciones del mismo suelo a diferentes humedades; de cada ensayo se obtiene la densidad seca y su humedad óptima, con los cuales se traza la curva densidad – humedad. Este ensayo también puede ejecutarse con moldes de mayor tamaño, pero se debe considerar variar la energía de compactación (con 60 golpes).

- Ensayo Proctor modificado

Este ensayo, tiene un procedimiento similar al del Proctor normal, pero con la diferencia de que el molde es mayor, al igual que a la energía de compactación. En este ensayo, el molde tiene un volumen de 2 320 cm³. También se debe llenar el molde en 5 capas con 60 golpes por cada capa y con un martillo que pesa 4.54 kg, el cual se deja caer desde una altura de 457 mm. Es por lo mencionado que la energía para compactar el suelo es 4.5 veces más que el Proctor normal (Kraemer et al., 2004).

Según Kraemer et al. (2004) para determinar la comparación entre los métodos del Proctor normal y el modificado se ha elaborado una tabla, la cual se muestra a continuación:

Tabla 8. Densidad seca y humedad óptimo de acuerdo al tipo de suelo.

Tipo de suelo	Densidad seca máxima (kg/dm ³)		Diferencia (kg/dm ³)	Humedad óptima (%)		Diferencia (%)
	Normal	Modificado		Normal	Modificado	
Arcilla muy plástica	1.55	1.87	0.32	28	18	-10
Arcilla limosa	1.66	1.94	0.28	21	12	-9
Arcilla arenosa	1.84	2.05	0.21	14	11	-3
Arena	1.94	2.08	0.14	11	9	-2
Gravas y arenas bien graduadas	2.06	2.19	0.13	9	8	-1

Fuente: Kraemer et al. (2004).

2.2.12. Resistencia del suelo

En la ingeniería de carreteras, según Bañón y Beviá (2000), el comportamiento mecánico del suelo es un factor de suma importancia, por lo que los ensayos y pruebas realizadas anteriormente van encaminada a mejorar e incrementar su estabilidad, esto con la finalidad de que los esfuerzos sean transmitidos de forma uniforme y se eviten los asentamientos excesivos. Es así que, surge la necesidad de caracterizarlos mediante esta propiedad, por ello se han establecido varios ensayos, del cual sólo se destaca el siguiente:

Capacidad de soporte. La capacidad de soporte se puede definir como la máxima carga que el suelo puede soportar si es que se produzcan los asentamientos (Bañón y Beviá, 2000).

El indicador que es más utilizado en la ingeniería de carreteras es el índice CBR (California Bearing Ratio), denominado de esta manera debido a que fue en California cuando se utilizó por vez primera. Se basa de ensayos previamente realizado a diferentes tipos de suelos, los cuales han sido tabulados y analizados (Bañón y Beviá, 2000).

Para Bañón y Beviá (2000) el CBR es definido como aquella relación entre la fuerza necesaria para que un pistón penetre una cierta profundidad y la necesaria para que el mismo pistón penetre un suelo patrón de grava machacada, tal como se muestra la siguiente fórmula:

$$CBR = \frac{\textit{Presión en muestra}}{\textit{Presión en muestra patrón}} * 100$$

Por lo general se deben de tomar varios pares de valores presión – penetración, para construir gráficos como el de la Figura 16; con el fin de obtener valores a profundidades de 2.54 y 5.08 mm (0.1 y 0.2")

para compararlos con el de la muestra patrón. El CBR será el aquel suelo con mayor valor de ambos (Bañón y Beviá, 2000).

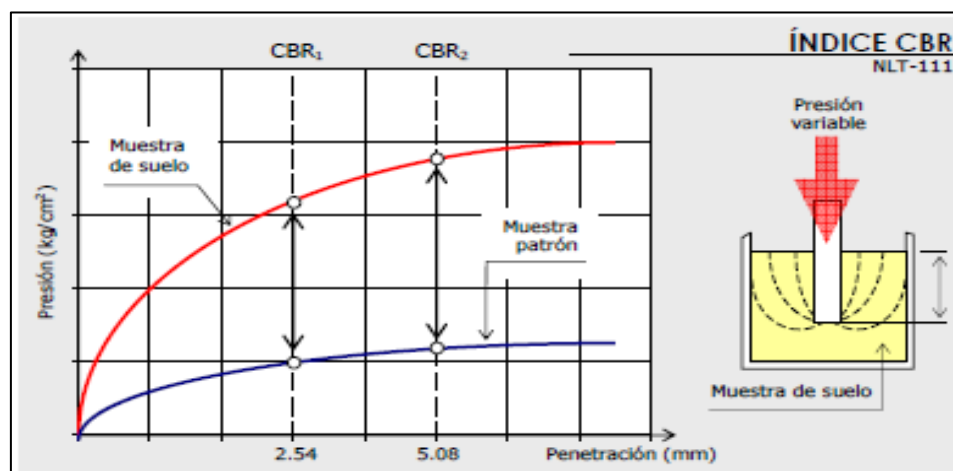


Figura 16. Determinación del índice CBR.
Fuente: Bañón y Beviá (2000).

En la actualidad se ha tratado de determinar este valor mediante fórmulas, destacando de entre ellas las fórmulas de Trocchi y Peltier, empleada en suelos plásticos o arenas limpias (Bañón y Beviá, 2000).

$$CBR = \frac{(22 - IG) \cdot \frac{D}{1.45}}{1 + \frac{LL \cdot LP}{750}}; \quad CBR = \frac{4250}{LL \cdot IP}$$

Donde: LL, límite líquido; IP, índice de plasticidad; D, densidad seca máxima obtenida del ensayo Proctor normal e IG, índice de grupo (Bañón y Beviá, 2000).

2.3. Definición de términos

Según el glosario de términos de uso frecuente en proyectos de Infraestructura vías del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC, 2018) se tiene:

Calicata. - Excavación superficial que se realiza en un terreno teniendo una profundidad dependiendo de los estudios a realizar, con la finalidad de permitir la visualización de los estratos del suelo a diferentes profundidades y obtener muestras representativas.

Carretera. - Camino para el tránsito de vehículos motorizados estipulados en el manual de vehículos teniendo, así como característica mínima que sean de dos ejes y cumpliendo así normas emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Contenido de humedad óptimo. - Es en el cual un suelo o material granular al ser compactado utilizando un esfuerzo especificado proporciona una máxima densidad seca; este puede ser estándar o modificado.

Contenido de humedad. - Volumen de agua de un material determinado bajo ciertas condiciones iniciales manteniendo así la conservación de todo el espécimen para luego ser expresado como porcentaje de la masa del elemento húmedo; es decir, la masa original incluyendo la sustancia seca y cualquier humedad presente.

Límite líquido. - Contenido de agua del suelo entre el estado plástico y el estado líquido de un suelo.

Límite plástico. - Contenido de agua de un suelo entre el estado plástico y el estado semi-sólido.

Superficie de rodadura. - Parte de la carretera destinada al contacto y a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada, modificando la granulometría, índice de plasticidad, compactación y resistencia.

2.4.2. Hipótesis específicas

- a) La carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada.

- b) La carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada, reduciéndolo.
- c) La carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada, incrementándolo.
- d) La carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada, incrementándola.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Variable independiente (X): carpeta asfáltica reciclada. De acuerdo a Guio y Sánchez (2014), corresponde a la utilización de la carpeta asfáltica después de haber concluido con su finalidad, pudiéndose emplearse para construcción en refuerzos de la misma carretera o alguna capa de una calzada nueva.

Variable dependiente 1 (Y₁): Propiedades físicas. Siguiendo con lo estipulado por el Manual de especificaciones técnicas generales para construcción EG – 2013 (MTC, 2013) corresponde a las características físicas mínimas del suelo que actuará como base granular.

Variable dependiente 2 (Y₂): Propiedades mecánicas. Del mismo modo, siguiendo con lo estipulado por el Manual de especificaciones técnicas generales para construcción EG – 2013 (MTC, 2013) corresponde a las características mecánicas mínimas del suelo que actuará como base granular.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Variable independiente (X): carpeta asfáltica reciclada. Se utilizó en tres porcentajes en relación al peso del suelo para base, siendo estos de 20, 25 y 30 %.

Variable dependiente 1 (Y₁): Propiedades físicas. Se midió considerando la granulometría y el índice de plasticidad.

Variable dependiente 1 (Y₁): Propiedades mecánicas. Se midió considerando la compactación (óptimo contenido de humedad y máxima densidad seca) y la resistencia (CBR).

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 9. Operacionalización de las variables.

Variabes	Dimensiones	Indicadores	Unidad
Variable independiente (X): Carpeta asfáltica reciclada	Carpeta asfáltica reciclada	Porcentaje en relación al peso del suelo	Porcentaje (%)
	Granulometría	Pasante del tamiz	Porcentaje (%)
Variable dependiente 1 (Y ₁): Propiedades físicas	Índice de plasticidad	Límite líquido	Porcentaje (%)
		Límite plástico	Porcentaje (%)
Variable dependiente 2 (Y ₂): Propiedades mecánicas	Compactación	Óptimo contenido de humedad	Porcentaje (%)
		Máxima densidad seca	g/cm ³
	Resistencia	CBR	Porcentaje (%)

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

La investigación utilizó el método científico, porque se consideró cada uno de los pasos del método científico, además de la realización de ensayos de laboratorio para evaluar cada una de las propiedades de la base granular deteriorada con la adición de carpeta asfáltica reciclada, a fin de determinar un porcentaje óptimo.

3.2. Tipo de investigación

La investigación fue del tipo aplicada; es así que se consideró lo establecido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones para la realización de los ensayos y para la verificación del cumplimiento de las características físicas y mecánicas mínimas de la base granular tratada con carpeta asfáltica.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación correspondió al nivel explicativo, porque en esta investigación se determinó de qué manera la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas del suelo

para base granular, obteniendo así un porcentaje óptimo que asegure su comportamiento ante cargas de tránsito.

3.4. Diseño de investigación

El diseño de investigación fue experimental; es así que, en la presente investigación se manipuló la cantidad de carpeta asfáltica reciclada (variable independiente) en relación a 20, 25 y 30 % del peso del suelo y se evaluó las variaciones de las propiedades físicas y mecánicas de la base granular (variables independientes).

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población correspondió a un aproximado de 300 kg de base granular deteriorada de la Av. Andrés Avelino Cáceres del distrito de Nueve de julio en la provincia de Concepción del departamento de Junín, la cual fue utilizada para la realización de los siguientes ensayos:

Tabla 10. Cantidad de ensayos realizados a la base granular.

Parámetro	Base granular existente	Base granular con carpeta asfáltica reciclada		
		20%	25%	30%
Granulometría	1	1	1	1
Límite líquido	1	1	1	1
Límite plástico	1	1	1	1
Óptimo contenido de humedad	1	3	3	3
Máxima densidad seca	1	3	3	3
CBR	1	3	3	3

3.5.2. Muestra

En esta investigación no se utilizó una técnica de muestreo, sino el censo, porque se consideró el total de la población establecida; es decir los 300 kg aproximadamente de base granular deteriorada de la Av. Andrés Avelino Cáceres del distrito de Nueve de julio en la provincia de Concepción del departamento de Junín.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

a) Observación directa

Esta técnica fue aplicada en la ejecución del trabajo en campo para la extracción de las muestras de base granular deteriorada y en laboratorio, pudiéndose caracterizar el suelo en base a sus propiedades físicas y mecánicas.

b) Análisis de documentos

Se utilizó con la recopilación de información referida a bases granulares, lográndose establecer las propiedades físicas y mecánicas a evaluar en la investigación; asimismo, esto permitió planificar el trabajo en laboratorio para la realización de los ensayos.

c) Trabajo en campo

Correspondió al procedimiento seguido para el desarrollo de la investigación; lo cual involucró la toma de muestra de la base granular deteriorada, de la carpeta asfáltica y la ejecución de los ensayos de laboratorio.

Siendo la secuencia la siguiente:

- Extracción de muestras de base granular deteriorada y carpeta asfáltica fue obtenida de la Av. Andrés Avelino Cáceres, específicamente en el Km 0 + 600, en el distrito de Nueve de julio en la provincia de Concepción en el departamento de Junín.
- Análisis granulométrico de la base sin y con tratamiento con carpeta asfáltica reciclada de acuerdo a la NTP 339.128.

- Determinación de límites de consistencia de la base sin y con tratamiento con carpeta asfáltica reciclada de acuerdo a la NTP 339.129.
- Realización del ensayo Proctor modificado de la base sin y con tratamiento con carpeta asfáltica reciclada según la ASTM (D-1557).
- Determinación del CBR de la base sin y con tratamiento con carpeta asfáltica reciclada según la norma AASHO T-180 D.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados para el desarrollo de la presente tesis, fueron aquellos que las normas técnicas peruanas (NTP) e internacionales (ASTM) recomiendan para la ejecución de los ensayos para determinar la granulometría, el límite líquido, el límite plástico, la máxima densidad seca, el óptimo contenido de humedad y la capacidad de soporte (CBR).

3.7. Procesamiento de la información

El procesamiento de los datos recolectados en campo fue mediante el desarrollo de matrices tabuladas, desarrolladas en el software Microsoft Excel. Esto contribuyó a la generación de gráficos y tablas de resumen, las cuales se colocaron en los resultados.

Además, para una adecuada interpretación de los valores obtenidos se utilizó las Especificaciones técnicas generales para la construcción que estable el MTC.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Para el análisis de datos fueron necesarios utilizar técnicas con un enfoque cuantitativo, es decir, se aplicó estadística descriptiva para la descripción de los resultados y estadística inferencial para la contrastación de las hipótesis.

3.8.1. Organización de los datos

La organización de los datos se logró gracias a un adecuado registro de todos los ensayos realizados, estos se procesaron en hojas de cálculo, con el fin de proceder un tratamiento a la información recolectada, para ello se aplicó la estadística descriptiva.

3.8.2. Análisis de datos

Para el análisis de datos, se consideró la técnica establecida para datos cuantitativos, basada en la estadística, esto para la descripción, realización de figuras, el análisis, la comparación, el establecimiento de la relación y sobre todo para resumir los datos obtenidos en laboratorio, además de probar la hipótesis de la investigación.

Para lo cual se tiene los siguientes:

a) Análisis de datos para la descripción de la variable

Para la descripción de las variables se utilizó el promedio, el porcentaje y gráficos de barras; siguiendo lo estipulado en la estadística descriptiva.

b) Análisis de datos para la prueba de hipótesis de la investigación

Para ello, en primera instancia se determinó la distribución muestral de los datos recolectados con la utilización del IBM SPSS Statistics 22, específicamente con la prueba estadística Shapiro – Wilk, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 11. Prueba de normalidad de datos.

Tratamiento		Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Óptimo contenido de humedad	Base granular deteriorada con 20 % de CAR	0.75	3.00	0.00
	Base granular con 25 % de CAR	0.75	3.00	0.00
CBR al 95 %	Base granular deteriorada con 20 % de CAR	1.00	3.00	0.92
	Base granular con 25 % de CAR	1.00	3.00	0.96
CBR al 100 %	Base granular deteriorada con 20 % de CAR	0.88	3.00	0.32
	Base granular con 25 % de CAR	1.00	3.00	0.87

De acuerdo a lo obtenido, los datos presentan una distribución no normal, porque no todos los niveles de significancia son mayores a 0.05 entonces según lo recomendado por Hernández, Fernández, y Baptista (2014); por lo tanto, para la prueba de hipótesis se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis, además de la comparación de grupos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

A fin de evaluar de qué manera la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de una base granular deteriorada se procedió a medir las variaciones de la granulometría, del índice de plasticidad, de la compactación por medio del ensayo de Proctor modificado y de la resistencia del suelo según su índice de CBR; para lo cual se utilizó dosificaciones de 20 %, 25 % y 30 % de carpeta asfáltica reciclada en relación al peso seco del suelo.

4.1. Granulometría de base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada

En la Tabla 12 se presenta los resultados de la granulometría de la base granular deteriorada y de la base granular tratada con 20, 25 y 30 % de carpeta asfáltica reciclada, de lo cual la base granular existente presentó 59.3 % de gravas, 25.9 % de arena y 14.8 % de finos; con la adición de 20 % de CAR, las gravas se redujeron a 55.8 %, la arena incrementó a 36.1 % y los finos se redujeron a 8.1 %; del mismo modo, con 25 % de CAR, las gravas variaron a 55.3 %, las arenas a 36.9 % y los finos a 7.8 %;

consecuentemente, con 30 % de CAR las gravas fueron 54.8 %, las arenas fueron 37.6 % y los finos pasaron a 7.6 %.

Tabla 12. Granulometría de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	Granulometría		
	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
Base granular deteriorada	59.3	25.9	14.8
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	55.8	36.1	8.1
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	55.3	36.9	7.8
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	54.8	37.6	7.6

En la Figura 17 se representa el contenido de gravas, arenas y finos de la base granular sin y con tratamiento, siendo evidente la mayor presencia de gravas, seguido de las arenas y finalmente los finos.

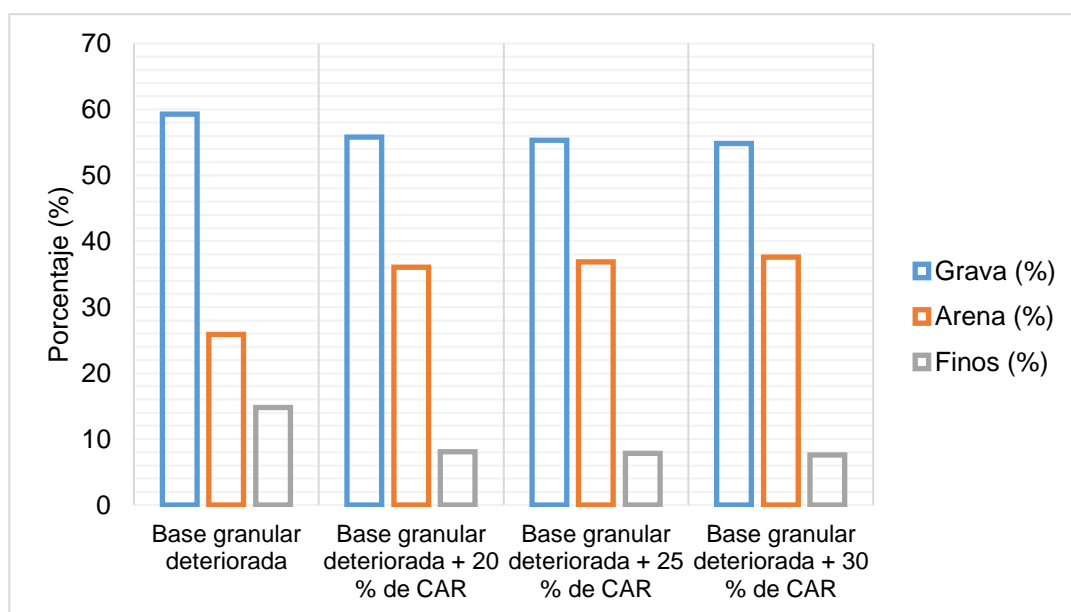


Figura 17. Granulometría de base granular sin y con tratamiento.

De acuerdo a la Tabla 12 se desarrolló la Tabla 13 donde se determinó las variaciones del contenido de gravas, arenas y finos en las muestras de base granular deteriorada sin y con tratamiento con carpeta asfáltica reciclada, es así que la adición de CAR reduce el contenido de grava en hasta 7.59 % y finos en hasta 48.65 %, pero el contenido de arena se incrementa hasta en 45.17 %.

Tabla 13. Variación de la granulometría de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	Variaciones		
	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)
Base granular deteriorada	0	0	0
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	-5.90	39.38	-45.27
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	-6.75	42.47	-47.30
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	-7.59	45.17	-48.65

Del mismo modo, en la Figura 18 se detalla la variación porcentual del contenido de finos, arena y grava, siendo así que, con la adición del 20 %, 25 % y 30 % de CAR, los finos se reducen en hasta un 48.65 % en relación a la muestra sin tratamiento; en cuanto, a las arenas se da un incremento con la adición de CAR, dándose el máximo incremento con 30 % de CAR en 45.17 %, en lo referente a las gravas, se dio también una reducción, con un valor máximo de 7.59 % con 30 % de CAR.

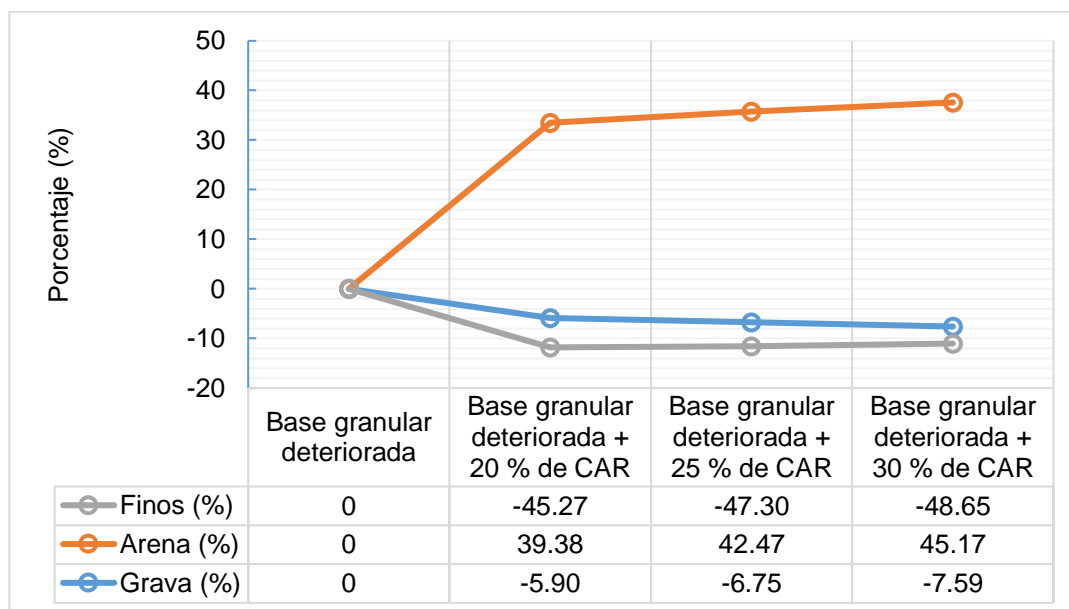


Figura 18. Variación de la granulometría de base granular sin y con tratamiento.

4.2. Índice de plasticidad de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada

Para la determinación del índice de plasticidad, en primera instancia se procedió al cálculo del límite líquido y plástico.

La Tabla 14 se detalla el límite líquido de la base granular sin y con tratamiento, además de la variación porcentual de la misma en relación a la muestra sin tratamiento, de lo cual se tiene que sin adición de CAR el límite líquido resultó 23 %, con 20 % de CAR fue 20 %, con 25 % de CAR fue de 19.5 % y con 30 % de CAR fue de 18.2 %, lo cual se traduce en variaciones de - 13.04 %, - 15.22 % y - 20.87 %.

Tabla 14. Límite líquido de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	Límite líquido (%)	Variación (%)
Base granular deteriorada	23	0
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	20	-13.04
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	19.5	-15.22
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	18.2	-20.87

Es así que se tiene la Figura 19, que representa cómo la adición de carpeta asfáltica reciclada en 20 %, 25 % y 30 % en la base granular reduce el límite líquido.

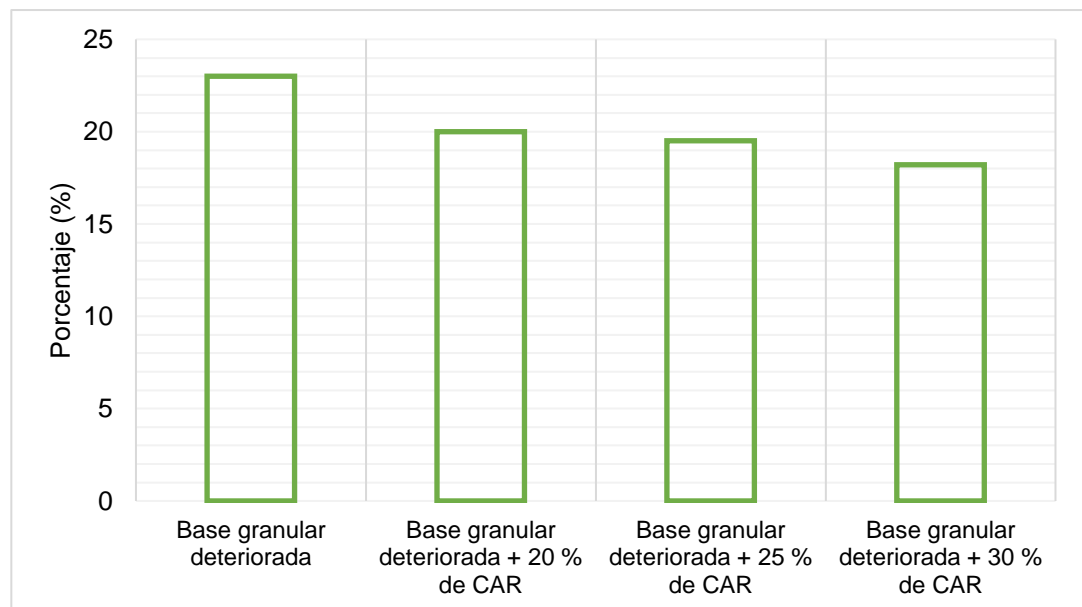


Figura 19. Límite líquido de base granular sin y con tratamiento.

Por lo tanto, en la Figura 20 se detalla la variación porcentual del límite líquido, siendo así que, con la adición del 20 %, 25 % y 30 % de CAR, este se reduce en hasta un 20.87 % en relación a la muestra sin tratamiento.

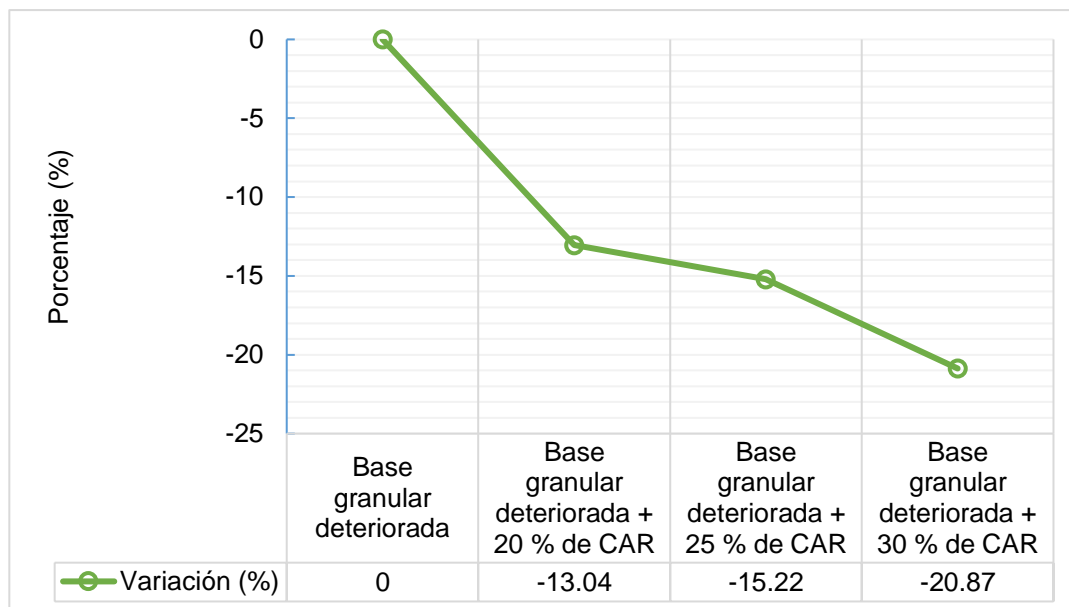


Figura 20. Variación del límite líquido de base granular sin y con tratamiento.

En la Tabla 15 se especifica el límite plástico de la base granular sin y con tratamiento, además de la variación porcentual de la misma en relación a la muestra sin tratamiento, detallando así que, la base granular deteriorada presentaba un límite plástico de 18.9 %, que al adicionar 20 % y 25 % de CAR varió a 17.6 %, lo mismo que representa una reducción de 6.88 % en relación a lo obtenido sin adición de CAR.

Tabla 15. Límite plástico de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	Límite plástico (%)	Variación (%)
Base granular deteriorada	18.9	0
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	17.6	-6.88
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	17.6	-6.88
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	-	-

Consecuentemente, la Figura 21 representa cómo la adición de carpeta asfáltica reciclada en 20 % y 25 % respecto al peso seco reduce el límite líquido de la base granular deteriorada.

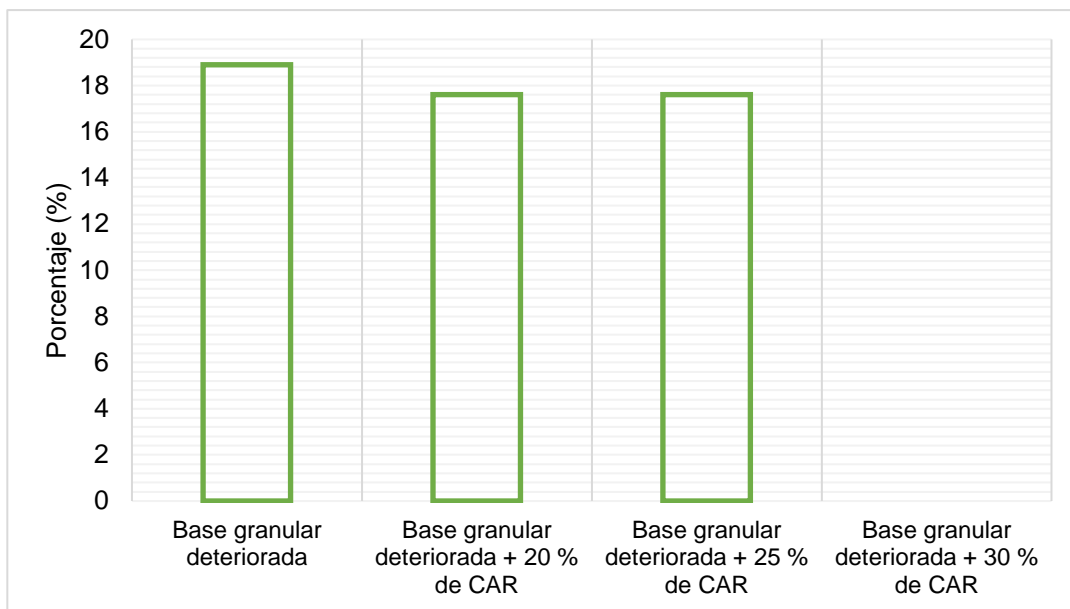


Figura 21. Límite plástico de base granular sin y con tratamiento.

Asimismo, en la Figura 22 se detalla la variación porcentual del límite plástico, siendo así que, con la adición del 20 % y 25 % de CAR, este se reduce en hasta un 6.88 % en relación a la muestra sin tratamiento.

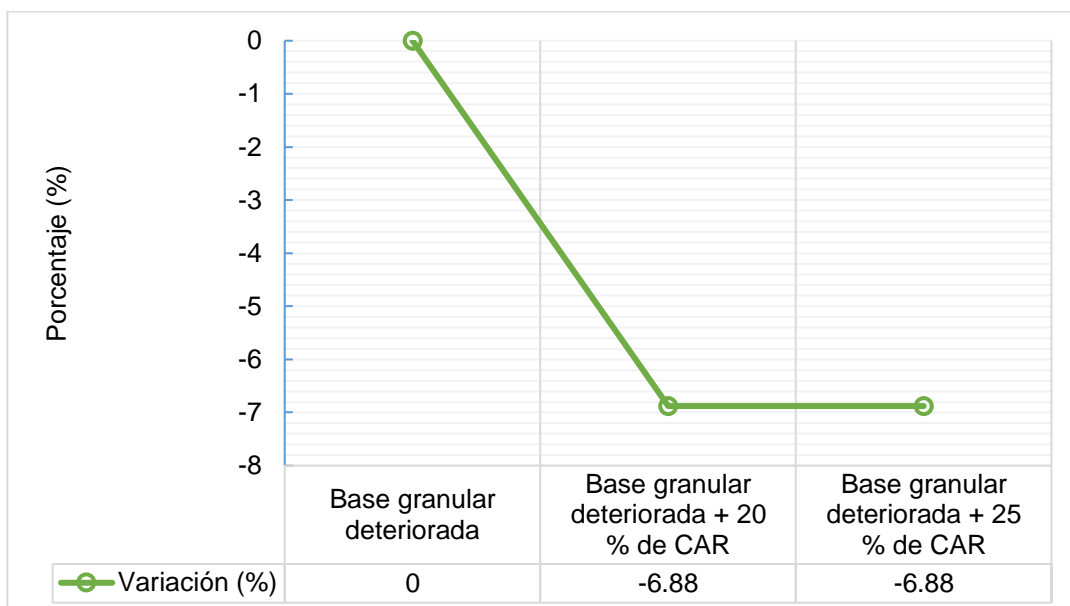


Figura 22. Variación del límite plástico de base granular sin y con tratamiento.

En la Tabla 16 se detalla el índice de plasticidad de la base granular sin y con tratamiento, además de la variación porcentual de la misma en relación a la muestra sin tratamiento. De la misma que se especifica que la base granular deteriorada sin adición de CAR presentó un índice de plasticidad de 4.1 %, que al adicionar 20 % de CAR varió a 2.4 % y con 25

% de CAR varió a 1.9 %, representando variaciones de -41.46 % y -53.66 % de esta propiedad.

Tabla 16. Índice de plasticidad de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	Índice de plasticidad (%)	Variación (%)
Base granular deteriorada	4.1	0
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	2.4	-41.46
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	1.9	-53.66
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	-	-

Consiguientemente, en la Figura 23 se representa cómo la adición de carpeta asfáltica reciclada en 20 % y 25 % reduce el índice de plasticidad de la base granular.

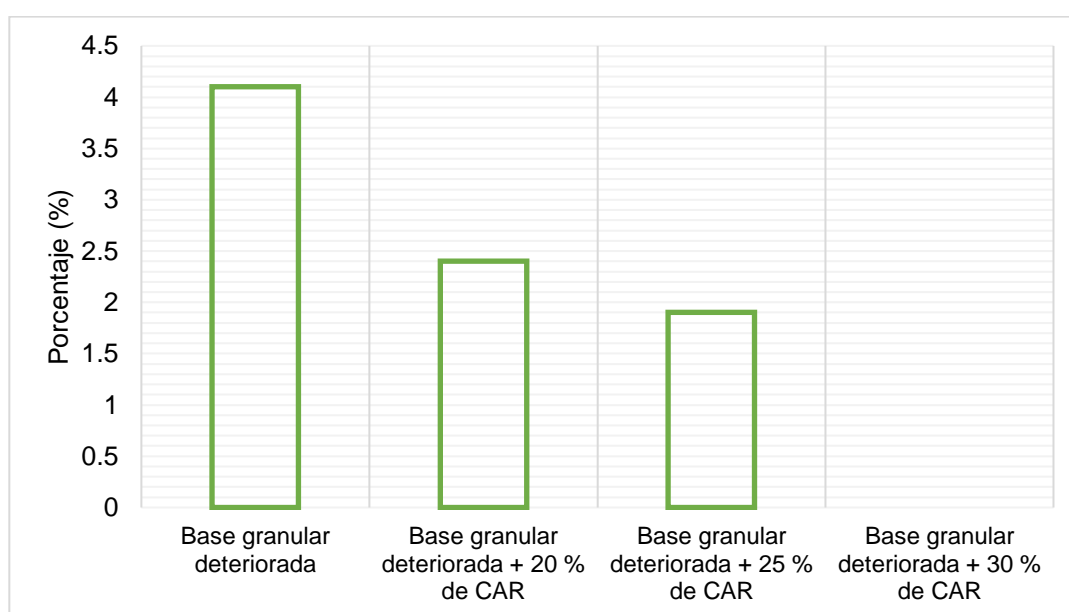


Figura 23. Índice de plasticidad de base granular sin y con tratamiento.

Por último, en la Figura 24 se detalla la variación porcentual del índice de plasticidad, siendo así que, con la adición del 20 % y 25 % de CAR, este se reduce en 41.46 % con 20 % de CAR y hasta un 53.66 % en relación a la muestra sin tratamiento con 25 % de CAR.

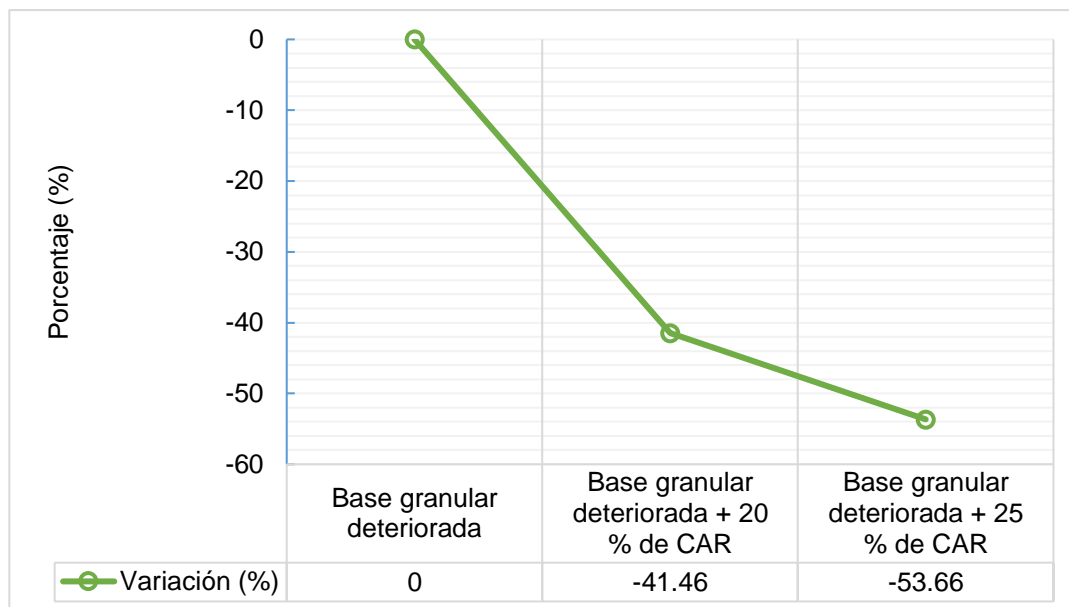


Figura 24. Variación del índice de plasticidad de base granular sin y con tratamiento.

4.3. Compactación de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada

En la Tabla 17 se detalla la máxima densidad seca de la base granular sin y con tratamiento, además de la variación porcentual de la misma en relación a la muestra sin tratamiento.

De la misma que se obtuvo para la base granular deteriorada sin CAR de 2.19 g/cm^3 , con 20 % de CAR fue 2.23 g/cm^3 , con 25 % fue de 2.25 g/cm^3 y con 30 % de CAR fue 2.23 g/cm^3 .

Tabla 17. Máxima densidad seca de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	Máxima densidad seca (g/cm^3)	Variación (%)
Base granular deteriorada	2.19	0
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	2.23	1.83
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	2.25	2.74
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	2.23	1.83

Por lo tanto, en la Figura 25, representa cómo la adición de carpeta asfáltica reciclada en 20 %, 25 % y 30 % incrementa la máxima densidad

seca en comparación de la base granular sin tratamiento en 1.83 % con 20 % de CAR, en 2.74 % con 25 % de CAR y en 1.83 % con 30 % de CAR.

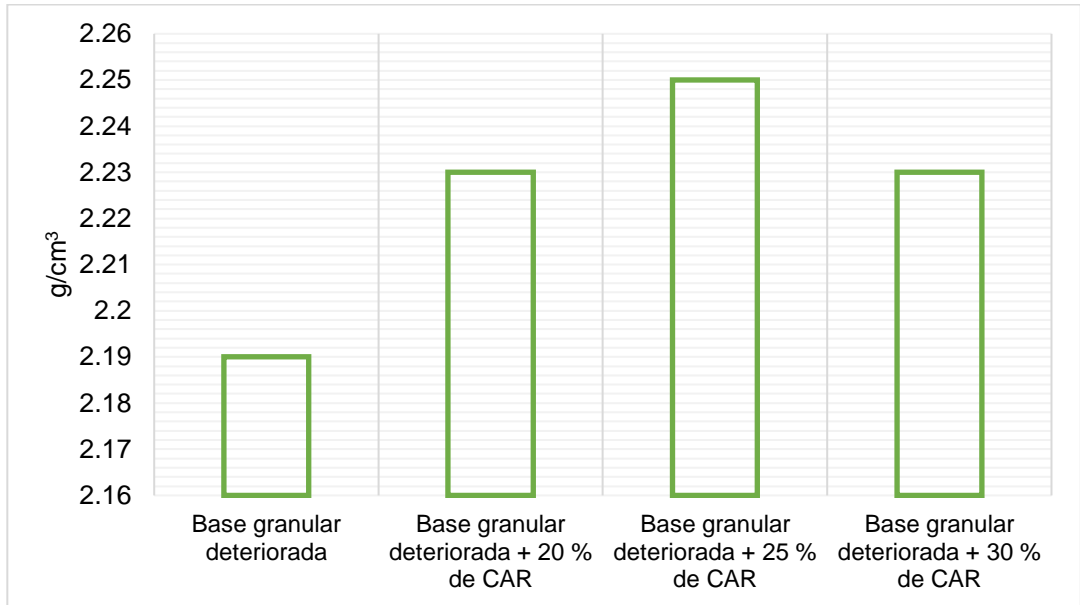


Figura 25. Máxima densidad seca de base granular sin y con tratamiento.

Por último, en la Figura 26 se detalla el incremento porcentual de la máxima densidad seca con 20 % y 25 % en hasta un 2.74 %, más con 30 % de CAR, se incrementa en 1.83 %.

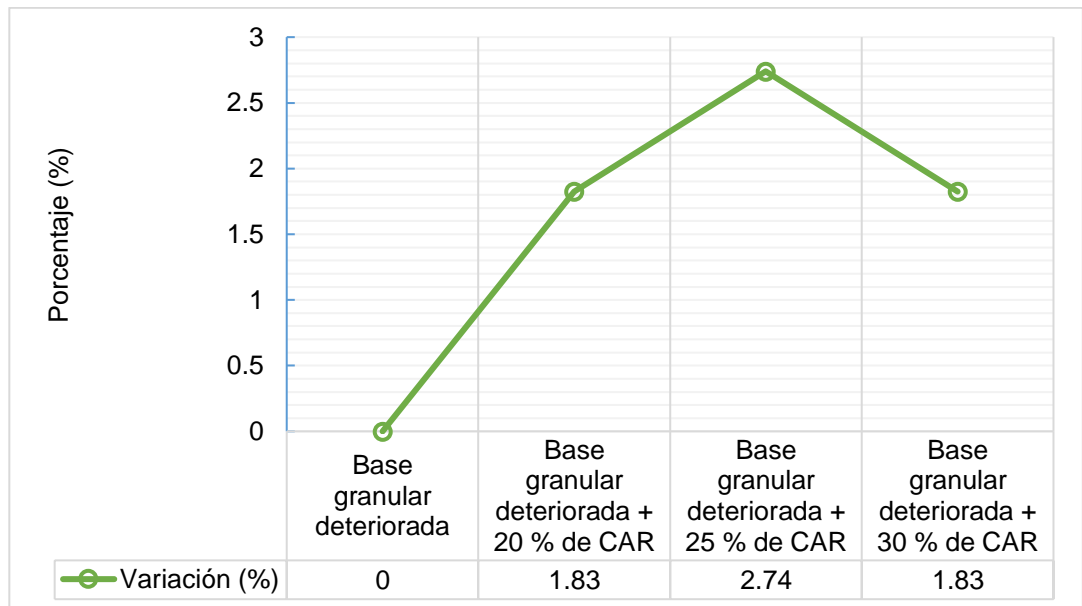


Figura 26. Variación de la máxima densidad seca de base granular sin y con tratamiento.

En la Tabla 18 se especifica el óptimo contenido de humedad de la base granular sin y con tratamiento, además de la variación porcentual de la misma en relación a la muestra sin tratamiento.

Tabla 18. Óptimo contenido de humedad de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	Óptimo contenido de humedad (%)	Variación (%)
Base granular deteriorada	7.00	0
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	6.77	-3.33
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	6.43	-8.10
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	6.33	-9.52

Por lo tanto, en la Figura 27, representa cómo la adición de carpeta asfáltica reciclada en 20 %, 25 % y 30 % reduce el óptimo contenido de humedad en comparación de la base granular sin tratamiento.

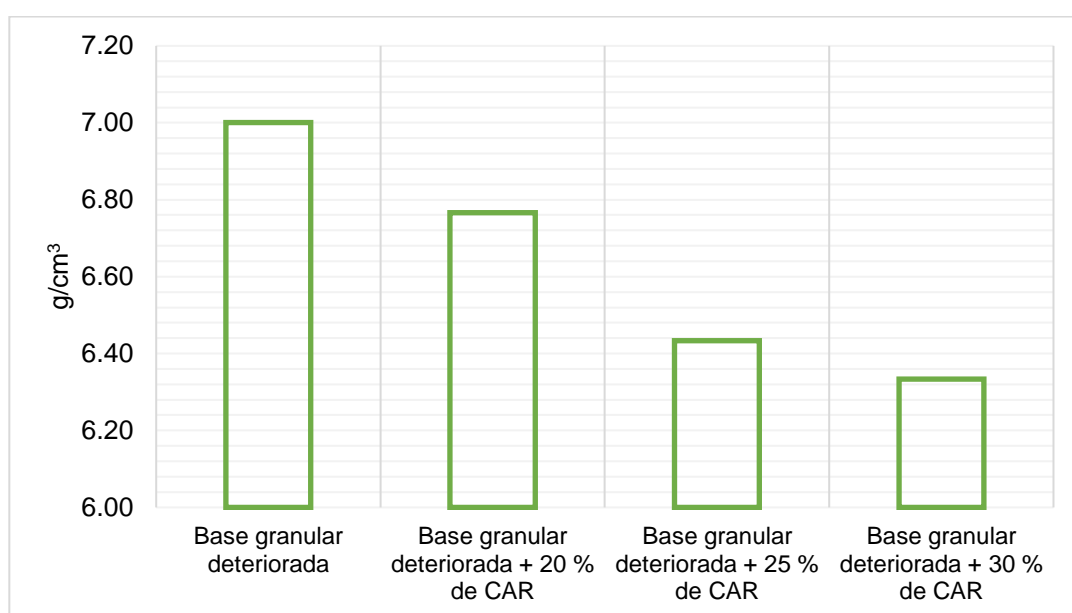


Figura 27. Óptimo contenido de humedad de base granular sin y con tratamiento.

Por último, en la Figura 28 se detalla la reducción porcentual del óptimo contenido de humedad de la muestra con 20 % de CAR en 3.33 %, para 25 % de CAR de 8.10 % y con 30 % de CAR en hasta 9.52 %.

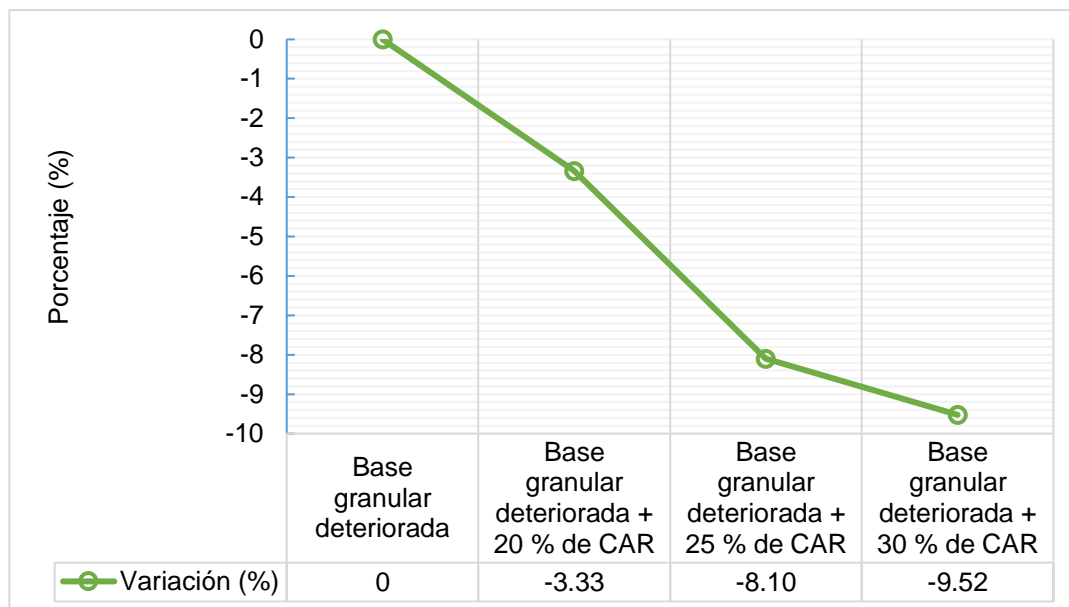


Figura 28. Variación de la máxima densidad seca de base granular sin y con tratamiento.

4.4. Resistencia de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada

La Tabla 19 muestra el CBR al 95 % y 100 % de la máxima densidad seca de la base granular sin y con tratamiento, además de la variación porcentual de la misma en relación a la muestra sin tratamiento.

Detallando que la base granular existente contacta con un CBR al 100 % de la MDS de 62.72 %, el mismo que varió a 73.56 % con 20 % de CAR, a 85.08 % con 25 % de CAR y a 78.79 % con 30 % de CAR.

Tabla 19. CBR al 95 % y 100 % de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	CBR (%)	
	95%	100%
Base granular deteriorada	43.87	62.72
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	50.21	73.56
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	57.01	85.08
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	54.55	78.49

De igual manera, en la Tabla 20 se especifica las variaciones porcentuales del CBR al 95 % y 100 % de la MDS de la base granular sin

y con tratamiento por adición de carpeta asfáltica reciclada, esto en relación a la muestra sin tratamiento.

Tabla 20. Variación del CBR al 95 % y 100 % de base granular sin y con tratamiento.

Muestra	Variaciones de CBR (%)	
	95%	100%
Base granular deteriorada	0	0
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	14.45	17.28
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	29.95	35.66
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	24.34	25.14

Es así que se tiene la Figura 29, que representa cómo la adición de carpeta asfáltica reciclada en 20 %, 25 % y 30 % en la base granular incrementa el CBR al 95 % y 100 % de la MDS de la base granular en relación a la muestra sin tratar; asimismo, es dable mencionar que, la base granular tratada con 25 % de CAR es la única que alcanza el mínimo requerido que es 80 % con un CBR al 100 %.

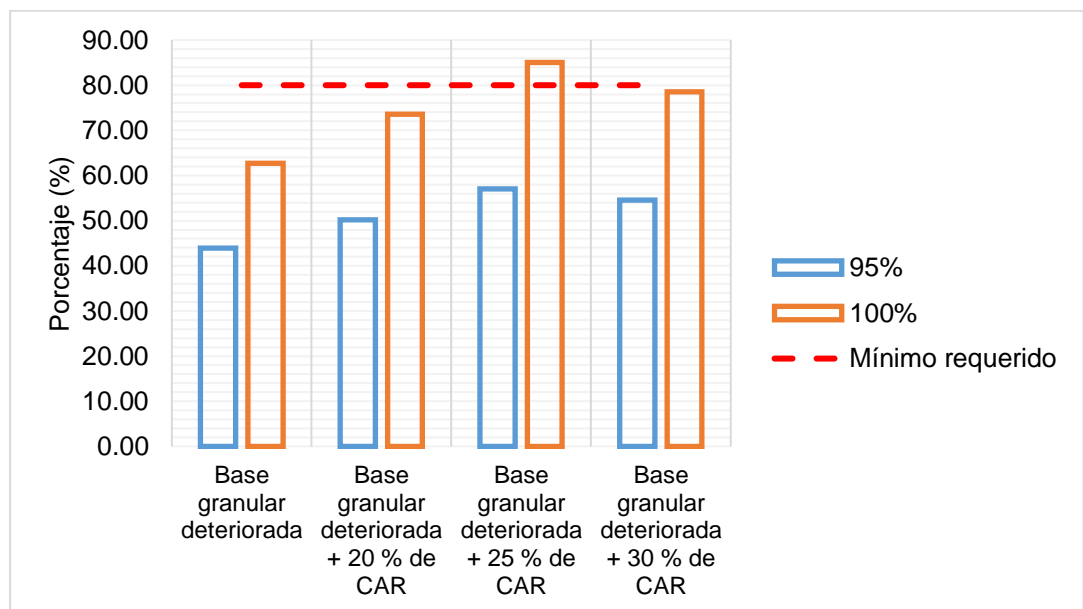


Figura 29. CBR al 95 % y 100 % de base granular sin y con tratamiento.

Por último, en la Figura 30 se detalla la variación porcentual del CBR al 95 % y 100 %, con la adición del 20 %, 25 % y 30 % de CAR, llegando el CBR al 100 % alcanzar hasta un 35.66 % más con 25 % de CAR en comparación de la base granular sin tratamiento.

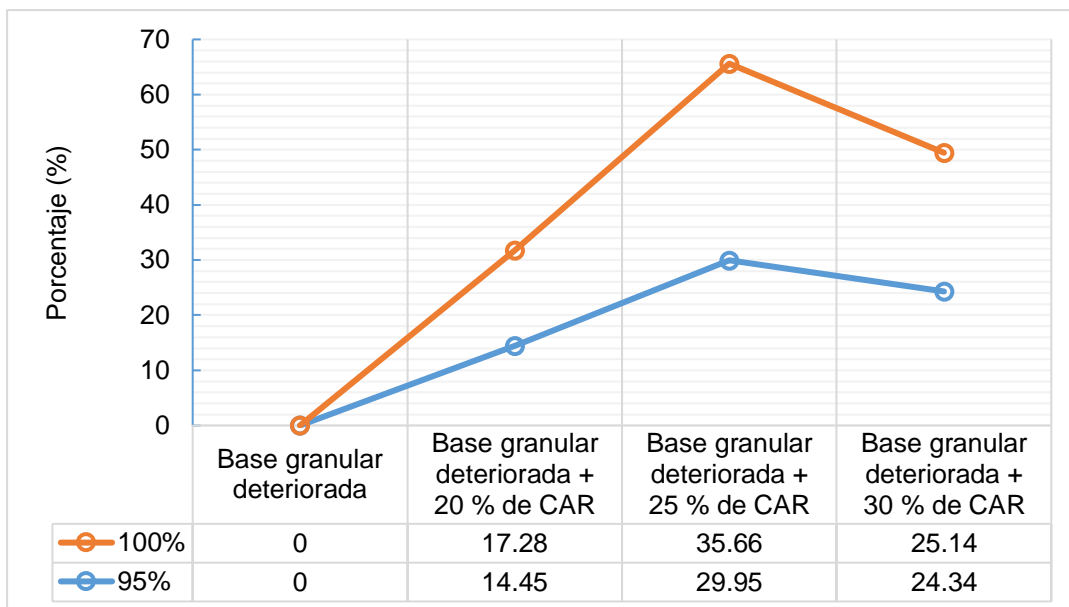


Figura 30. Variación del CBR al 95 % y 100 % de base granular sin y con tratamiento.

4.5. Prueba de hipótesis

4.5.1. Hipótesis específica A

De acuerdo a la normalidad de los datos obtenidos se utilizó la prueba no paramétrica para muestras independientes de Kruskal – Wallis, considerando las siguientes hipótesis:

H_{ia} : La carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada.

H_{0a} : La carpeta asfáltica reciclada no modifica la granulometría de una base granular deteriorada.

Asimismo, para medir la propiedad granulometría del suelo fue necesario considerar el contenido de grava, arena y finos; tal como se especifica en la Tabla 21 que muestra que el nivel de significancia para la distribución de los datos de grava, arena y finos obtenido mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis es menor a 0.05, lo cual representa que estas distribuciones no son la misma; por lo tanto, se tiene que la carpeta asfáltica reciclada modifica significativamente la granulometría de una base granular

deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación.

Tabla 21. Prueba de hipótesis específica A.

Hipótesis nula	Significancia	Decisión
La distribución de grava es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.
La distribución de arena es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.
La distribución de finos es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.

Asimismo, se realizó la comparación entre los tratamientos de 20 %, 25 % y 30 % de carpeta asfáltica reciclada en relación a la muestra de base granular deteriorada sin tratamiento. Entonces se tiene la Tabla 22 donde se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre el contenido de gravas de la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 30 % de CAR con un valor de 0.01; por lo tanto, se concluye que la adición de CAR al 30 % incide significativamente en el contenido de gravas en la base granular deteriorada.

Tabla 22. Comparación del contenido de gravas entre tratamientos.

Tratamientos		Est. de prueba	Error est.	Desv. Estadístico de pueba	Sig.	Sig. Ajust .
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	9.00	2.86	3.15	0.02	0.01
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00

Del mismo modo, en la Tabla 23 donde se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada que, según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre el contenido de arenas de la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 30 % de CAR con un valor de 0.01; por lo tanto, se concluye que la adición de CAR al 30 % incide significativamente en el contenido de arenas en la base granular deteriorada.

Tabla 23. Comparación del contenido de arenas entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	-3.00	2.86	-1.05	0.29	1.00
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	-6.00	2.86	-2.10	0.04	0.22
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	-9.00	2.86	-3.15	0.00	0.01
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	-3.00	2.86	-1.05	0.29	1.00
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	-6.00	2.86	-2.10	0.04	0.22
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	-3.00	2.86	-1.05	0.29	1.00

Por último, en la Tabla 24 se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre el contenido de finos de la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 30 % de CAR con un valor de 0.01; por lo tanto, se concluye que la adición de CAR al 30 % incide significativamente en el contenido de finos en la base granular deteriorada.

Tabla 24. Comparación del contenido de finos entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	9.00	2.86	3.15	0.00	0.01
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00

4.5.2. Hipótesis específica B

De acuerdo a la normalidad de los datos obtenidos se utilizó la prueba no paramétrica para muestras independientes de Kruskal – Wallis, considerando las siguientes hipótesis:

H_{ib}: La carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada, reduciéndolo.

H_{ob}: La carpeta asfáltica reciclada no varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada.

Asimismo, para medir la propiedad del índice de plasticidad del suelo fue necesario adicionalmente considerar el límite líquido y límite plástico; tal como se especifica en la Tabla 25 donde se muestra que el nivel de significancia para la distribución de los datos del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad obtenido mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis es menor a 0.05, lo cual representa que estas distribuciones no son la misma; por lo tanto, se tiene que la carpeta asfáltica reciclada varía significativamente el índice de plasticidad de una base granular

deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación.

Tabla 25. Prueba de hipótesis específica B.

Hipótesis nula	Significancia	Decisión
La distribución de límite líquido es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.
La distribución de límite plástico es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.
La distribución del índice de plasticidad es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.

En la Tabla 26 se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre el contenido del límite líquido, la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 30 % de CAR con un valor de 0.01; por lo tanto, se concluye que la adición de CAR al 30 % varía significativamente en el límite líquido de la base granular deteriorada.

Tabla 26. Comparación del límite líquido entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	9.00	2.86	3.15	0.00	0.01
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	6.00	2.86	2.10	0.04	0.22
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	3.00	2.86	1.05	0.29	1.00

Adicionalmente, en la Tabla 27 se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, no se presenta una diferencia significativa

entre el contenido del límite plástico la base granular deteriorada sin CAR con la base granular deteriorada con 20 % y 25 % de CAR.

Tabla 27. Comparación del límite plástico entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	0.00	1.84	0.00	1.00	1.00
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	4.50	1.84	2.45	0.01	0.09
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	4.50	1.84	2.45	0.01	0.09

Por último, según la Tabla 28 se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre el contenido del índice de plasticidad de la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 25 % de CAR con un valor de 0.03; por lo tanto, se concluye que la adición de CAR al 25 % varía significativamente en el índice de plasticidad de la base granular deteriorada.

Tabla 28. Comparación del índice de plasticidad entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	3.00	2.12	1.41	0.16	0.94
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	6.00	2.12	2.83	0.01	0.03
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	3.00	2.12	1.41	0.16	0.94

4.5.3. Hipótesis específica C

De acuerdo a la normalidad de los datos obtenidos se utilizó la prueba no paramétrica para muestras independientes de Kruskal – Wallis, considerando las siguientes hipótesis:

H_{ic}: La carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada, incrementándolo.

H_{0c}: La carpeta asfáltica reciclada no modifica la compactación de una base granular deteriorada.

Asimismo, para medir la propiedad de compactación del suelo fue necesario considerar la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad; tal como se especifica en la Tabla 29 donde se muestra que el nivel de significancia para la distribución de los datos de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad obtenido mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis es menor a 0.05, lo cual representa que estas distribuciones no son la misma; por lo tanto, se tiene que la carpeta asfáltica reciclada modifica significativamente en la compactación de una base granular deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación.

Tabla 29. Prueba de hipótesis específica C.

Hipótesis nula	Significancia	Decisión
La distribución de la máxima densidad seca es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.
La distribución del óptimo contenido de humedad es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.

Es así que, en la Tabla 30 donde se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre la máxima densidad seca de la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 25 % de CAR con un valor de 0.01; por lo tanto, se concluye que la adición de CAR al 25 % modifica significativamente en la máxima densidad seca de la base granular deteriorada.

Tabla 30. Comparación de la máxima densidad seca entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	-4.50	2.71	-1.66	0.10	0.58
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	-4.50	2.71	-1.66	0.10	0.58
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	-9.00	2.71	-3.32	0.00	0.01
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	0.00	2.71	0.00	1.00	1.00
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	-4.50	2.71	-1.66	0.10	0.58
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	4.50	2.71	1.66	0.10	0.58

Por último, en la Tabla 31 se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre el óptimo contenido de humedad de la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 30 % de CAR con una valor de 0.02; por lo tanto, se concluye que la adición de CAR al 30 % modifica significativamente en el óptimo contenido de humedad de la base granular deteriorada.

Tabla 31. Comparación del contenido óptimo de humedad entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	2.33	2.89	0.81	0.42	1.00
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	5.67	2.89	1.96	0.05	0.30
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	8.67	2.89	3.00	0.00	0.02
Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	3.33	2.89	1.15	0.25	1.00

Base granular deteriorada con 25 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	6.33	2.89	2.19	0.03	0.17
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada sin CAR	3.00	2.89	1.04	0.30	1.00

4.5.4. Hipótesis específica D

De acuerdo a la normalidad de los datos obtenidos se utilizó la prueba no paramétrica para muestras independientes de Kruskal – Wallis, considerando las siguientes hipótesis:

H_{ic} : La carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada, incrementándola.

H_{0c} : La carpeta asfáltica reciclada no varía la resistencia de una base granular deteriorada.

Para medir la propiedad de resistencia del suelo fue necesario considerar el CBR al 95 % y 100 %; según la Tabla 32 donde se muestra que el nivel de significancia para la distribución de los datos del CBR al 95 % y 100 % obtenido mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis es menor a 0.05, lo cual representa que estas distribuciones no son la misma; por lo tanto, se tiene que la carpeta asfáltica reciclada varía significativamente la resistencia de una base granular deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación.

Tabla 32. Prueba de hipótesis específica D.

Hipótesis nula	Significancia	Decisión
La distribución del CBR al 95 % es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.
La distribución del CBR al 100 % es la misma entre categoría de tratamiento.	0.012	Rechace la hipótesis nula.

Consecuentemente, en la Tabla 33 se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre el CBR al 95 % de la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 25 % de CAR con un valor de 0.01; por lo

tanto, se concluye que la adición de CAR al 25 % varía significativamente el CBR al 95 % de la base granular deteriorada.

Tabla 33. Comparación del CBR al 95 % entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	-3.00	2.92	-1.03	0.31	1.00
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	-6.00	2.92	-2.05	0.04	0.24
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	-9.00	2.92	-3.08	0.00	0.01
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	-3.00	2.92	-1.03	0.31	1.00
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	-6.00	2.92	-2.05	0.04	0.24
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	3.00	2.92	1.03	0.31	1.00

Por último, en la siguiente tabla se compara los tratamientos con carpeta asfáltica reciclada, del mismo que según el nivel de significancia ajustada, se presenta una diferencia significativa entre el CBR al 100 % de la base granular deteriorada sin CAR y la base granular deteriorada con 25 % de CAR con un valor de 0.01; por lo tanto, se concluye que la adición de CAR al 25 % varía significativamente el CBR al 100 % de la base granular deteriorada.

Tabla 34. Comparación del CBR al 100 % entre tratamientos.

Tratamientos		Estadística de prueba	Error estándar	Desv. Estadístico de prueba	Sig.	Sig. Ajust.
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 20 % CAR	-3.00	2.86	-1.03	0.31	1.00
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	-6.00	2.86	-2.05	0.04	0.24
Base granular deteriorada sin CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	-9.00	2.86	-3.08	0.00	0.01

Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 30 % CAR	-3.00	2.86	-1.03	0.31	1.00
Base granular deteriorada con 20 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	-6.00	2.86	-2.05	0.04	0.24
Base granular deteriorada con 30 % CAR	Base granular deteriorada con 25 % CAR	3.00	2.86	1.03	0.31	1.00

4.5.5. Hipótesis general

Se planteó las siguientes hipótesis:

H_i: La carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada, modificando la granulometría, índice de plasticidad, compactación y resistencia.

H₀: La carpeta asfáltica reciclada no da tratamientos a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada.

Por lo tanto, de acuerdo a las pruebas de las hipótesis específicas, se tiene procedió a la elaboración de la Tabla 35, concluyendo que la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento significativo a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada.

Tabla 35. Prueba de hipótesis general.

Variable	Dimensión	Observación
Propiedades físicas	Granulometría	Con un nivel de significancia menor a 0.05 se concluye que la carpeta asfáltica reciclada modifica significativamente la granulometría de una base granular deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación; siendo el contenido de 30 % de CAR aquel que modifica significativamente.
	Índice de plasticidad	Consecuentemente, con un nivel de significancia menor a 0.05 se concluye que la carpeta asfáltica reciclada varía significativamente en el índice de plasticidad de una base granular deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación; siendo el contenido de 25 % de CAR aquel que varía significativamente.

Propiedades mecánicas	Compactación	Del mismo modo, con un nivel de significancia menor a 0.05 se concluye que la carpeta asfáltica reciclada modifica significativamente la compactación de una base granular deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación; siendo el contenido de 25 % de CAR aquel que modifica significativamente.
	Resistencia	Por último, con un nivel de significancia menor a 0.05 se concluye que la carpeta asfáltica reciclada varía significativamente la resistencia de una base granular deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación; siendo el contenido de 25 % de CAR aquel que varía significativamente.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Granulometría de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada

La granulometría es la principal propiedad de una base o un suelo en general, pues es común referirse a estos, en base al tamaño de sus partículas: grava, gravilla, arena, arcilla, etc. Para la ingeniería de vías, es necesario estimar de manera cuantitativa la proporción de cada tamaño del suelo. Su facilidad de estimación, hace que sea un ensayo muy utilizado, pues de acuerdo a este se puede predecir la porosidad, la permeabilidad y la resistencia a esfuerzos cortantes (Kraemer et al., 2004). Por ello en primera instancia se determinó la granulometría de la base granular deteriorada clasificándola según AASHTO como tipo A – 1 – a (0) y SUCS como grava arcillosa y limosa (GM – GC); sin embargo, a medida que se incrementó la adición de asfalto reciclado, este modifica su clasificación SUCS, pues con un porcentaje del 20 %, 25 % y 30 % el suelo se clasifica como un suelo de grava bien graduada con limo (GW - GM); esto se debe en gran medida a que la adición de asfalto reciclado, tiene presencia de material arenoso que modifica la granulometría de suelo. Esto se puede observar en la Tabla 12 y Figura 18 donde se detalla la variación porcentual

del contenido de finos, arena y grava, siendo así que, con la adición del 20 %, 25 % y 30 % de CAR, los finos se reducen en hasta un 48.65 % en relación a la muestra sin tratamiento; en cuanto, a las arenas se da un incremento con la adición de CAR, dándose el máximo incremento con 30 % de CAR, en lo referente a las gravas, se dio también una reducción, con un valor máximo de 7.59 % con 30 % de CAR; por lo tanto esta reducción de los finos se verá reflejado en el incremento de la resistencia del suelo.

En cuanto a la prueba de hipótesis, se tiene la Tabla 21 donde el nivel de significancia para la distribución de los datos de grava, arena y finos obtenido mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis es menor a 0.05, lo cual representa que estas distribuciones no son la misma; por lo tanto, se tiene que la carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación.

5.2. Índice de plasticidad de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada

El índice de plasticidad es el resultado de la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, para determinar esta variación se tiene la Tabla 14 y Figura 22 mostrándose que con la adición del 20 %, 25 % y 30 % de CAR, el límite líquido se reduce en hasta un 20.87 % en relación a la muestra sin tratamiento; en cuánto al límite plástico se presenta los resultados en la Tabla 15 y Figura 22, donde la adición del 20 % y 25 % de CAR, reduce este en hasta un 6.88 % en relación a la muestra sin tratamiento. La reducción del límite líquido, se ve reflejado en que el suelo no es susceptible a convertirse en un elemento viscoso sin resistencia a esfuerzos; además, se mostrará en que el suelo será capaz de recuperar su forma inicial después de aplicarle un esfuerzo (Bañón y Beviá, 2000); asimismo, esto se explicaría que, al reemplazar el suelo con asfalto reciclado, se reduce una buena cantidad de materiales finos.

Por lo tanto, según lo especificado anteriormente, el índice de plasticidad de la base granular con 25 % de CAR se reduce en 53.66 % en comparación de la muestra sin tratamiento (Tabla 16 y Figura 24); asimismo, es dable mencionar que el valor del índice de plasticidad inicial fue de 4.1 % y con 25 % de CAR alcanzó 1.9 %.

En cuanto a la prueba de hipótesis se tiene la Tabla 25 donde se muestra que el nivel de significancia para la distribución de los datos del límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad obtenido mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis es menor a 0.05, lo cual representa que estas distribuciones no son las misma; por lo tanto, se tiene que la carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada, reduciéndolo, aceptándose así la hipótesis alterna planteada para la investigación.

5.3. Compactación de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada

Lo referido a la máxima densidad seca de la base granular sin y con tratamiento se tiene la Tabla 17 y Figura 26 donde se detalla el incremento porcentual de la máxima densidad seca con 20 % y 25 % en hasta un 2.74 %, más con 30 % de CAR, se incrementa en 1.83 %. En cuanto al óptimo contenido de humedad, se tiene de acuerdo a la Tabla 18 y la Figura 28 la reducción porcentual del óptimo contenido de humedad de la muestra con 20 % de CAR en 3.33 %, para 25 % de CAR de 8.10 % y con 30 % de CAR en hasta 9.52 %. Es así que con la reducción del óptimo contenido de humedad se asegura que, el suelo no llegue a un momento en el que sus vacíos estén saturados, incrementando su volumen y por ende una mayor complejidad para evacuarlo; complicando así su compactación (Bañón y Beviá, 2000).

Por último, en cuanto a la prueba de hipótesis se tiene la Tabla 29 que muestra que el nivel de significancia para la distribución de los datos de la máxima densidad seca y el óptimo contenido de humedad obtenido

mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis es menor a 0.05, lo cual representa que estas distribuciones no son la misma; por lo tanto, se tiene que la carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada, incrementando su valor; por lo tanto, se acepta así la hipótesis alterna planteada para la investigación.

5.4. Resistencia de una base granular deteriorada tratada con carpeta asfáltica reciclada

En Figura 30 se detalla la variación porcentual del CBR al 95 % y 100 %, con la adición del 20 %, 25 % y 30 % de CAR, llegando el CBR al 100 % de la base granular deteriorada con 25 % de CAR alcanzar hasta un 35.66 % más en comparación de la base granular sin tratamiento; asimismo según la Figura 29 la base granular tratada con 25 % de CAR es la única que alcanza el mínimo requerido que es 80 % con un CBR al 100 % según la EG – 2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2013). Cabe mencionar que, de acuerdo a García, Delgado y Campos (2018) y Guerrero, Martínez y Portillo (2014) los parámetros mecánicos de las mezclas estabilizadas con asfalto presentan un aumento de su resistencia en comparación con una base granular tradicional; asimismo, Guio y Sánchez (2014) una subbase conformada por material reciclado en la construcción de un pavimento flexible obtiene un valor de CBR alto y una reducción del costo directo; situación por la cual se avala los resultados obtenidos.

Por último, en la Tabla 32 se muestra que el nivel de significancia para la distribución de los datos del CBR al 95 % y 100 % obtenido mediante la prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis es menor a 0.05, lo cual representa que estas distribuciones no son la misma; por lo tanto, se tiene que la carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada, con su incrementado; por lo tanto, se acepta así la hipótesis alterna planteada para la investigación.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada, con la modificación en la granulometría, índice de plasticidad, compactación y resistencia del suelo, esto considerando un porcentaje óptimo de 25 % de CAR.
2. La carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada, pues con un 30 % de CAR, el contenido de grava se reduce en 7.59 %, la arena se incrementa en 45.17 % y los finos se reducen en 48.65 %, esto en comparación de una base granular deteriorada sin tratamiento según clasificación AASHTO tipo A – 1 – a (0) y SUCS GM – GC.
3. La carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada, pues con un 25 % de CAR, el índice de plasticidad se reduce en 6.88 % en comparación de una base granular deteriorada sin tratamiento según clasificación AASHTO tipo A – 1 – a (0) y SUCS GM - GC.
4. La carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada, pues con un 25 % de CAR, la máxima densidad seca se incrementa en 2.74 % y el óptimo contenido de humedad se reduce en 8.10 %, esto en comparación de una base granular deteriorada sin tratamiento según clasificación AASHTO tipo A – 1 – a (0) y SUCS GM - GC
5. La carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada, pues con un 25 % de CAR, el CBR al 95 % se incrementa en 29.95 % más y el CBR al 100 % se incrementa en 35.66 % más, esto en comparación de una base granular deteriorada sin tratamiento según clasificación AASHTO tipo A – 1 – a (0) y SUCS GM - GC; además que la muestra analizada alcanzó un CBR al 100 % de 85.08 %, que según las especificaciones técnicas generales para la construcción para carreteras del MTC (2013) para un tráfico de ejes equivalentes menor a 10^6 es de 80 % como mínimo.

RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda realizar el tratamiento de bases deterioradas con la carpeta asfáltica reciclada bajo una dosificación del 25 % en relación al peso seco del suelo.
2. Se recomienda la utilización de carpeta asfáltica reciclada en 25 % para un tipo de suelo según clasificación AASHTO tipo A – 1 – a (0) y SUCS GM - GC.
3. Se recomienda en futuras investigaciones el tratamiento de otros tipos de suelos a fin de verificar la efectividad de la utilización de carpeta asfáltica reciclada.
4. Se recomienda considerar la adición de otros estabilizadores en conjunto con la carpeta asfáltica reciclada, pues de acuerdo a lo obtenido sólo se obtuvo un CBR considerable para un tráfico de ejes equivalentes menor a 10^6 .
5. También se recomienda a los próximos investigadores, considerar la variación de la granulometría de la carpeta asfáltica reciclada para el tratamiento de la base granular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Argumedo, L. (2019). Carpeta asfáltica reciclada y base granular reciclada para la conformación de una subbase granular óptima en la Av. Próceres del distrito de Chilca, provincia de Huancayo (Universidad Continental). Recuperado de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/5925>
2. Arora, K. (2004). Soil mechanics and foundation engineering (Cuarta edi; A. Jain, Ed.). Kota: Standard Publishers Distributors.
3. Bañón, L., & Beviá, J. (2000). Manual de carreteras Volumen II (ORTiz e hi). España: Univerisidad de Alicante.
4. Braja, M. (2015). Fundamentos de ingeniería geotécnica (4ta edición). Mexico D.F.: Cegace Learning.
5. Del Cid, A., Sandoval, R., & Sandoval, F. (2007). Investigación. Fundamentos y metodología (Primera; H. Rivera, Ed.). México: Pearson Educación.
6. García, F., Delgado, H., & Campos, D. (2018). Influencia de variables de diseño en las propiedades mecánicas de una base estabilizada con asfalto espumado. Revista Infraestructura Vial, 20(1409–4045), 05–11. Recuperado de <https://www.scielo.sa.cr/pdf/infraestructura/v20n35/2215-3705-infraestructura-20-35-5.pdf>
7. Google Earth. (2020). Google Earth Pro. Recuperado de <https://www.google.es/earth/download/gep/agree.html>
8. Guerrero, O., Martínez, O., & Portillo, J. (2014). Estabilización de material reciclado de carpeta asfáltica, utilizando asfalto espumado, mediante metodología Wirtgen, para ser empleado como base en pavimentos

- (Universidad de El Salvador). Recuperado de [http://ri.ues.edu.sv/6288/1/Estabilización de material reciclado de carpeta asfáltica%2C utilizando asfalto espumado%2C mediante metodología Wirtgen%2C para ser empleado como base en pavimentos.pdf](http://ri.ues.edu.sv/6288/1/Estabilización%20de%20material%20reciclado%20de%20carpeta%20asfáltica%20utilizando%20asfalto%20espumado%20mediante%20metodología%20Wirtgen%20para%20ser%20empleado%20como%20base%20en%20pavimentos.pdf)
9. Guio, E., & Sánchez, H. (2014). Mezclas asfálticas recicladas y su uso en capas granulares para pavimentos. *Revista Colombiana de Materiales*, 5, 382–388. Recuperado de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/materiales/article/view/19627>
 10. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. del P. (2014a). Metodología de la investigación (Sexta; J. Mares, Ed.). México: McGRAW-HILL.
 11. Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014b). Metodología de la investigación. En Mc Graw Hill (5°). México D.F.
 12. Herrera, C. (2014). Seguimiento al diagnóstico, diseño y construcción de la rehabilitación de las rutas SITP-SUBA-Bogotá con estabilización de base granular estabilizada con asfalto caliente y reciclado de carpeta asfáltica (Universidad Militar Nueva Granada). Recuperado de <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/12078>
 13. Kraemer, C., Pardillo, J., Rocci, S., Romana, M., Sánchez, V., & Del val, M. (2004). Ingeniería de carreteras (Segunda; C. Fernández, Ed.). Madrid: McGraw-Hill/ Interamericana de España.
 14. MTC. (2013). Manual de carreteras - Especificaciones técnicas generales para construcción (EG-2013) (Tomo I). Recuperado de https://www.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documento

s/manuales/Manual de Carreteras - Especificaciones Técnicas Generales para Construcción - EG-2013 - (Versión Revisada - JULIO 2013).pdf

15. MTC. (2018). Glosario de términos de uso frecuente en los proyectos de infraestructura vial (pp. 1–27). pp. 1–27. Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
16. Paccori, F. (2018). Propuesta técnica de aplicación del pavimento flexible reciclado para rehabilitación vial - Pachacamac (Universidad Peruana Los Andes). Recuperado de http://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/UPLA/804/T037_46858774_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
17. Yangali, G. (2015). Influencia del uso de la carpeta asfáltica reciclada en las propiedades físico-mecánicas de diseño, para rehabilitación de pavimento flexible (Universidad Nacional del Centro del Perú). Recuperado de http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/406/TCIV_16.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo N° 01: Matriz de consistencia

Matriz de consistencia

Tesis: “Carpeta asfáltica reciclada para tratar las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿De qué manera la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada?</p> <p>Problemas específicos: a) ¿En qué medida la carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada? b) ¿Cuánto la carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada? c) ¿De qué manera la carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada? d) ¿En qué manera la carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar de qué manera la carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada.</p> <p>Objetivos específicos: a) Analizar en qué medida la carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada. b) Determinar en cuánto la carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada. c) Establecer de qué manera la carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada. d) Analizar de qué manera la carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada.</p>	<p>Hipótesis general: La carpeta asfáltica reciclada da tratamiento a las propiedades físicas y mecánicas de base granular deteriorada, modificando la granulometría, índice de plasticidad, compactación y resistencia.</p> <p>Hipótesis específicas: a) La carpeta asfáltica reciclada modifica la granulometría de una base granular deteriorada. b) La carpeta asfáltica reciclada varía el índice de plasticidad de una base granular deteriorada, reduciéndolo. c) La carpeta asfáltica reciclada modifica la compactación de una base granular deteriorada, incrementándolo. d) La carpeta asfáltica reciclada varía la resistencia de una base granular deteriorada, incrementándola.</p>	<p>Variable independiente (X): carpeta asfáltica reciclada.</p> <p>Variable dependiente 1 (Y1): propiedades físicas</p> <p>Variable dependiente 2 (Y2): propiedades mecánicas</p>	<p>- Carpeta asfáltica reciclada.</p> <p>- Granulometría.</p> <p>- Índice de plasticidad.</p> <p>- Compactación.</p> <p>- Resistencia.</p>	<p>Porcentaje en relación al peso del suelo.</p> <p>- Pasante del tamiz.</p> <p>- Límite líquido.</p> <p>- Límite plástico.</p> <p>- Óptimo contenido de humedad.</p> <p>- Máxima densidad seca.</p> <p>- CBR.</p>	<p>Método general: Método científico.</p> <p>Tipo de investigación: Aplicada.</p> <p>Nivel: Explicativo.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental.</p> <p>Población: La población correspondió a un aproximado de 300 kg de base granular deteriorada de la Av. Andrés Avelino Cáceres del distrito de Nueve de julio en la provincia de Concepción del departamento de Junín, la cual fue utilizada para la realización de los ensayos que se muestran en la Tabla 10.</p> <p>Muestra: En esta investigación no se utilizó una técnica de muestreo, sino el censo, porque se consideró el total de la población establecida.</p>

Anexo N° 02: Ensayos en laboratorio

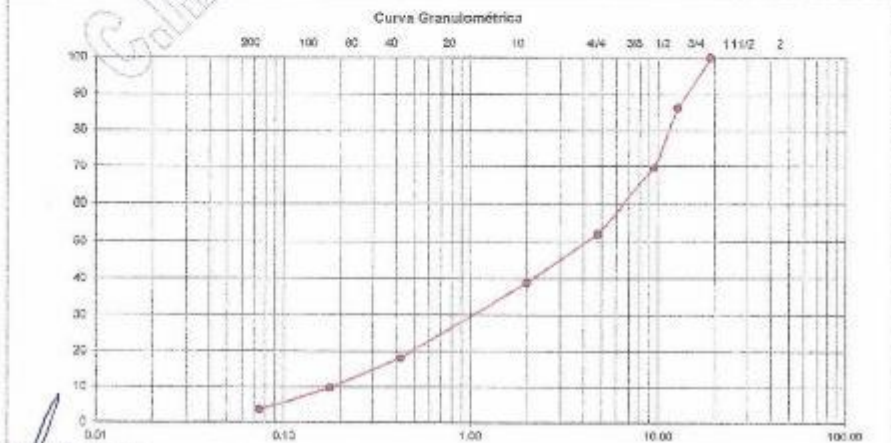
Anexo N° 02.01: Carpeta asfáltica reciclada

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

SOLICITADO/PETICIONARIO: BACH. YOHN PERRY DELGADO PEREZ
 PROYECTO / OBRAS: CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA

MUESTRA / UBICACION: Nº 1 ASFALTO RECICLADO
 UBICACION DE OBRA: Distrito: CONCEPCION MUESTRA Nº 01
 Provincia: CONCEPCION TECNICO J.SANTA CRUZ V.
 Region: JUNIN FECHA 2003/02/08

TAMICES	ABERTURA EN M.M.	PESO RETENIDO	%			DIFERENCIA EN TECNICA GRANOMON	TAMIZO MAXIMO DEL AGREGADO TAMIZ 30"
			RETENIDO PORCENT	RETENIDO ACUMULADO	PASANTE		
3"	76.200						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						Peso Lavado: 600.00
1"	25.400				100.00		
3/4"	19.000						
1/2"	12.500	124.50	18.9	18.9	89.2		
3/8"	9.500	150.00	16.7	30.5	69.5		
1/4"	6.300						
Nro 4	4.750	155.00	17.2	47.7	62.3		
Nro 8	2.360						
Nro 10	2.000	120.00	14.2	61.1	46.9		
Nro 18	1.180						
Nro 20	0.840						
Nro 30	0.600						
Nro 40	0.420	189.00	20.9	81.9	18.1		
Nro 50	0.300						
Nro 60	0.250						
Nro 80	0.175	25.10	3.5	90.3	9.7		
Nro 200	0.075	55.50	6.2	96.5	3.5		
< Nro 200		31.90	3.5	100.00			
TOTAL							
PESO HC.	0.000						



C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L. LABORATORIO DE SUELOS EN ORTO YASAGUO Concepción, Telef: 581405 - Cel: Mov: 975151126 - *413654 - 084612405 - 105302 - 800431784 - Fax: 2003220711
 Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com
 C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L. SUELOS EN ORTO YASAGUO
 JUAN C. DICOMISIO ISLA INGENIERO CIVIL

Anexo N° 02.02: Base granular existente

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

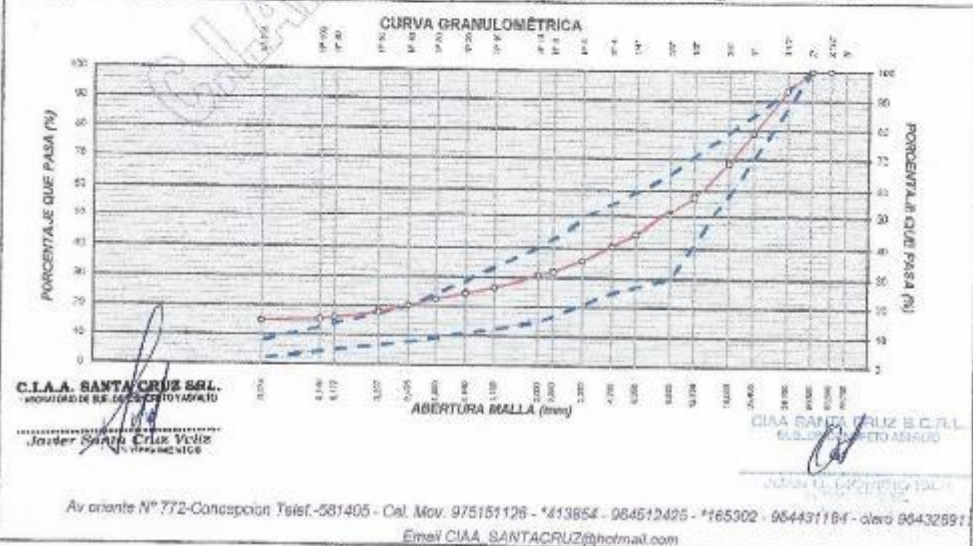
SOLICITA / PETICIONARIO: SACIL JOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / OBRA : CARPETA ASPALTICA RECLICADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
TRAMO
CANTERA / UBICACION N° 01 - MUESTRA TOMADA DE CARRETERA
UBICACION DE OBRA Distrito CONCEPCION
 Provincia CONCEPCION
 Departam. JUNIN
TECNICO : J. Santa Cruz V.
FECHA : 30/03/2020

MALLA SERIE NORMADA	GRAMULOMETRIA					DESCRIPCION
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL	RET. ACUMUL.	PASA (%)	
3"	76.200					BASE
2 1/2"	63.500				100.0	GRAD A
2"	50.800				100.0	100
1 1/2"	38.100	329.9	6.8	6.8	93.2	
1"	25.400	688.1	14.2	21.0	78.0	70 - 80
3/4"	19.000	800.2	10.3	31.3	68.7	
1/2"	12.700	535.8	11.0	42.3	57.7	
3/8"	9.525	272.3	5.8	47.9	52.1	20 - 65
1/4"	6.350	347.9	7.2	55.1	44.9	
N° 4	4.750	204.8	4.2	59.3	40.7	25 - 55
N° 6	3.360	236.8	4.9	64.2	35.8	
N° 8	2.360	180.9	3.7	67.9	32.1	
N° 10	2.000	86.0	1.3	69.2	30.8	15 - 40
N° 18	1.190	215.4	4.4	73.6	26.4	
N° 20	0.840	82.2	1.9	75.5	24.5	
N° 30	0.590	93.3	1.9	77.4	22.6	
N° 40	0.425	114.2	2.4	79.8	20.2	6 - 20
N° 50	0.300	110.8	2.3	82.1	17.9	
N° 60	0.177	86.9	1.8	83.9	16.1	
N° 100	0.149	22.7	0.5	84.4	15.6	
N° 200	0.074	36.8	0.8	85.2	14.8	2 - 8
N° 200	-	717.3	14.6	100.0	-	

OBSERVACIONES			
GRAVA	33.9%	$P_d = 0.074$	$C_u = 160.906$
ARENA	66.1%	$D_u = 1.150$	$D_c = 0.086$
FINES	66.1%	$D_c = 0.086$	

CARACTERIZACION DEL SUELO	
- HUMEDAD NATURAL (%)	8.5
- LIMITE LIQUIDO (%)	25.0
- LIMITE PLASTICO (%)	15.9
- INDICE PLASTICIDAD (%)	4.1
- CLASIFICACION SUELO	GM CC
- CLASIFICACION AASFO	A-1-a (3)

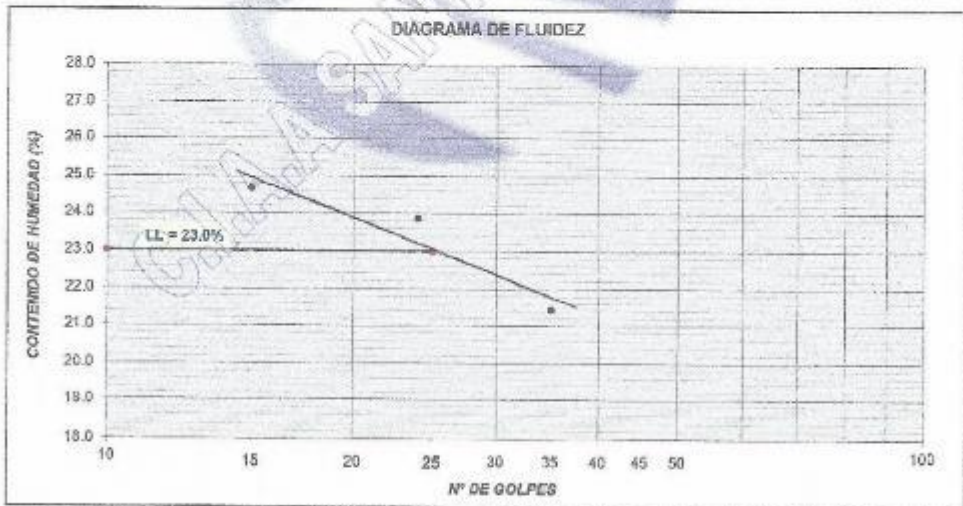
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
- PESO TOTAL (g)	485.0
- PESO GRAVA (%)	100.0 %
- PESO ARENA (g)	
- PESO DE ARENA EMPLEADA (g)	0.0



LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / OBRA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE
TRAMO: GRANULAR DETERIORADA
CANTERA / UBICACIÓN: N° 01 - MUESTRA TONADA DE CARRETERA
UBICACIÓN DE OBRA: Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION
 Region : JUNIN
TECNICO : J. Santa Cruz V.
FECHA : 30/03/2020

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	18	19	14	4	8
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	38.20	32.50	35.50	14.30	15.00
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	31.30	29.40	32.20	14.60	14.80
PESO AGUA, g	3.90	3.10	3.30	0.30	0.40
PESO DE LA CÁPSULA, g	15.50	16.40	16.00	12.40	12.60
PESO SUELO SECO, g	15.80	13.00	15.40	1.60	2.10
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	24.68	23.85	21.43	16.75	16.05
NÚMERO DE GOLPES	15	24	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	23.0	LÍMITE PLÁSTICO (%)	18.9	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	4.1

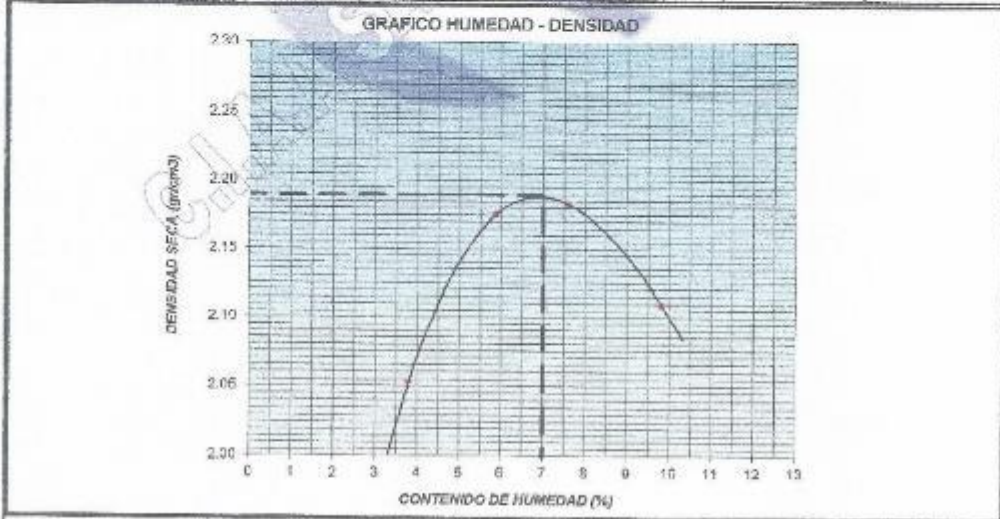
Av. oriente N° 772 - Concepción Telef. -591405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512425 - *165302 - 954431184 - cisco 964326911
 Email CAA_SANTACRUZ@hotmail.com
C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
 MONITOREO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
 Javier Santa Cruz Velásquez
 TFC. 954 - 954431184
CIAA SANTA CRUZ S.C.R.L.
 SUELOS Y ASFALTO
 954431184

PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PERCIONARIO: BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
 PROYECTO / TESIS : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
 MUESTRA / UBICACION : N° 01 MATERIAL DE BASE EXISTENTE
 UBICACION DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : J.S.C.V
 Departamento : JUNIN FECHA : 30/03/2020

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo-Molde (gr)	7486.0	7852.0	7959.0	7680.0
Peso del Molde (gr)	2938.0	2935.0	2935.0	2936.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4548.0	4917.0	5024.0	4744.0
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.131	2.303	2.348	2.218
Contenido de Humedad promedio (%)	3.9	6.9	7.6	9.8
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.053	2.175	2.183	2.109

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	21	1	4	6
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	100.0	105.5	147.5	141.5
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	96.0	100.2	138.8	139.1
Peso del agua (gr)	4.0	5.3	8.7	11.4
Peso del recipiente (gr)	19.4	15.2	24.3	14.0
Peso del suelo seco (gr)	81.6	85.0	114.5	118.1
Contenido de humedad (%)	3.8	6.9	7.6	9.9
Contenido de humedad promedio (%)	3.8	6.9	7.6	9.9



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.19	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	7.0

Av. oriente N° 7120 - Concepcion Telef. 501425 - Cel. Mov. 975151126 - *413954 - 064512425 - *165302 - 954431154 - Celro 964328911

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
 INGENIEROS Y ARQUITECTOS
 JAVIER SANTA CRUZ VELAZQUEZ
 R.U.C. 1046077780000

Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

CIAA SANTA CRUZ S.C.R.L.
 SUBCASA METALABALDI

JUAN P. DELGADO PEREZ

PROYECTO : CARPETA ASPALTICA RECLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DESTERROPADA

SOLICITA : BACH. YOMI PIENRE DELGADO PEREZ

TECNICO : J.S.C.V

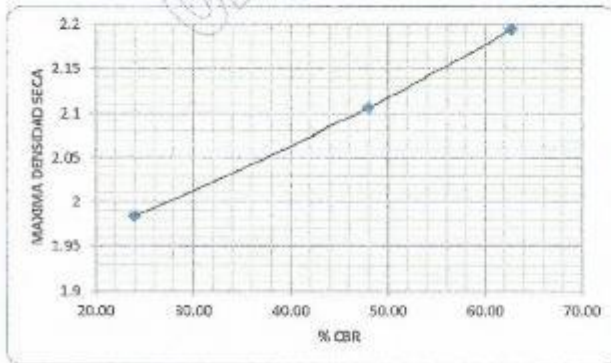
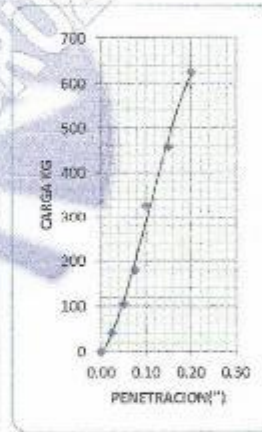
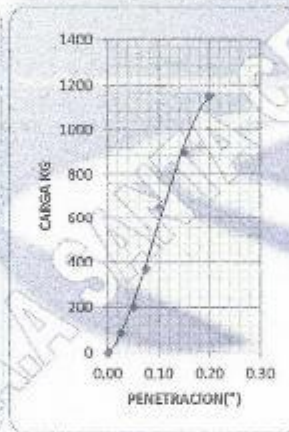
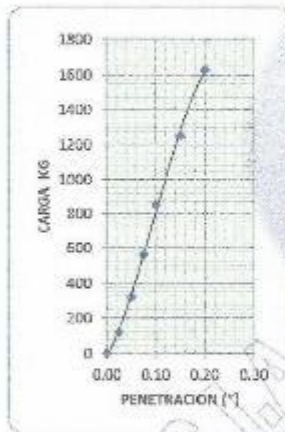
UBICACION : DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION - DPTO JUNIN

FECHA : 30/03/2020

CALICATA : N° 01 MUESTRA TOMADA DE CARRETERA

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

	PENETRACION	N° GOLPES 56	PENETRACION	N° GOLPES 25	PENETRACION	N° GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	120	0.03	85	0.03	41
0.50	0.05	320	0.05	202	0.05	105
0.75	0.08	560	0.08	370	0.08	180
1.00	0.10	850	0.10	550	0.10	320
1.50	0.15	1250	0.15	860	0.15	450
2.00	0.20	1620	0.20	1150	0.20	620



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (g/cm³)	2.18
% C. H. (%)	7.00
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	62.72
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	43.67
CARGA PATRON	1355

Anexo N° 02.03: 80 % de base existente + 20 % de CAR

COMBINACION DE CANTERAS

PROYECTO / OBRA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETRIORADA
 SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. JOHN PIERRE DELGADO PEREZ
 CANTERA N° / UBICACION : COMBINACION 80% DE MATERIAL DE BASE - 20% DE ASFALTO RECICLADO
 UBICACION DE OBRA : Distrito CONCEPCION
 Provincia CONCEPCION TECNICO : J. Santa Cruz Vello
 Departamento JUNIN FECHA : MARZO DEL 2020

COMBINACION GRANULOMETRICA DE CANTERAS

Mallas	CANTERA BASE GRANULAR		ASFALTO RECICLADO		OTROS		Total	Especificación	
	80%		20%		0%			100%	GRADACION " A "
								Lim. Inf.	Lim. Sup.
2"	100	80.0	100	20.0	100	0.0	98.0		100
3/8"	56.5	45.2	69.5	13.9	100	0.0	65.1	30	65
N° 4	42.1	33.7	52.3	10.5	100	0.0	44.3	25	55
N° 10	29.4	23.5	38.9	7.8	100	0.0	31.3	15	40
N° 40	15	12.8	18.5	3.7	100	0.0	15.5	8	20
N° 200	9.2	7.4	3.5	0.7	100	0.0	8.1	2	8



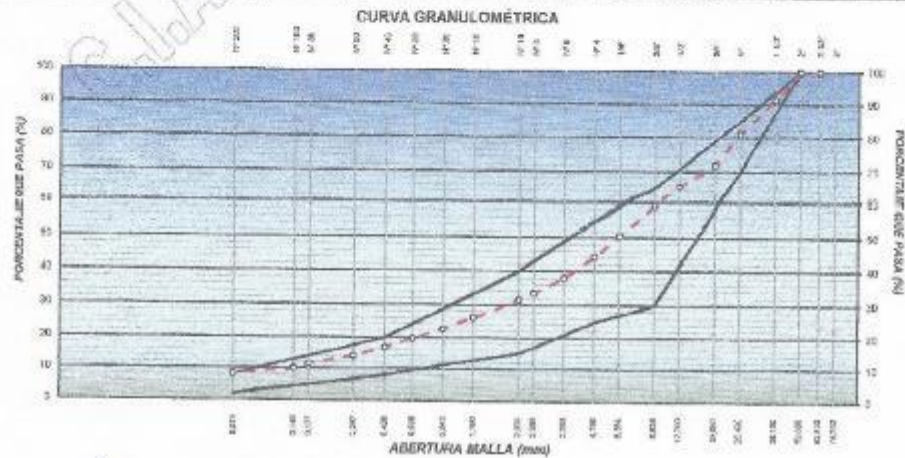
C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS E INGENIERIA
 Juan Carlos Santa Cruz Vello
 Ing. Esp. SUELOS Y FUNDACIONES

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
 BULLOS C. S. S. S. S. S.
 Juan Carlos Santa Cruz Vello
 Ing. Esp. CIVIL

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH, YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / OBRA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
MATERIAL / UBICACIÓN: N° 02 MUESTRA 1 - 80% MATERIAL DE BASE GRANULAR - 20% ASFALTO RECICLADO
UBICACIÓN DE OBRA: Distrito CONCEPCION
 Provincia CONCEPCION
 Departam JUNIN
TECNICO : J. Santa Cruz V.
FECHA : 30/03/2025

MALLAS NORMATIVAS	GRANULOMETRÍA						CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFIC.		
8"	78.200						BASE	
2 1/2"	63.500				100.0	GRAD A		
2"	50.800				100.0	100		
1 1/2"	38.100	338.0	9.50	8.5	91.5		OBSERVACIONES	
1"	25.400	412.0	10.50	19.0	81.0	70 - 85		
3/4"	19.000	358.0	9.10	28.1	71.9			
15"	12.700	258.0	6.60	34.7	65.3		- GRASA : 55.8 % $D_{50} = 0.75$ $C_u = 25.620$	
35"	8.500	239.0	5.10	40.8	59.2	30 - 65	- ARGILA : 36.1 % $D_{60} = 1.751$ $C_c = 2.011$	
14"	6.350	240.0	6.70	49.5	50.5		- ARENAS : 8.1 % $D_{10} = 0.425$	
N° 4	4.750	245.0	6.30	55.8	44.2	20 - 55	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
N° 6	3.350	245.5	6.20	62.0	38.0		- HUMEDAD NATURAL (%) : 7.0	
N° 8	2.360	175.0	4.50	66.5	33.5		- LIMITE LIQUIDO (%) : 20.0	
N° 10	2.000	78.5	2.00	68.5	31.5	1A - 40	- LIMITE PLASTICO (%) : 17.8	
N° 16	1.180	210.9	5.40	73.9	26.1		- INDICE PLASTICIDAD (%) : 2.4	
N° 20	0.840	135.5	3.40	77.3	22.7		CLASIFICACIÓN SUCS : GW-GM	
N° 30	0.600	116.1	3.00	80.3	19.7		CLASIFICACIÓN AASHTO : A-1-a (0)	
N° 40	0.420	115.5	2.90	83.2	16.8	B - 20		
N° 50	0.300	112.0	2.80	85.0	14.0		DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO	
N° 60	0.250	102.0	2.60	86.8	13.2		- PESO TOTAL (g) : 3830.0 100.0 %	
N° 100	0.145	80.0	1.50	88.3	9.9		- PESO GRAVA (g) :	
N° 200	0.075	71.0	1.80	91.9	8.1	2 - 8	- PESO ARENA (g) :	
- N° 200	-	317.0	8.10	100.0	-	-	- PESO DE ARENA EMPLEADA (g) :	

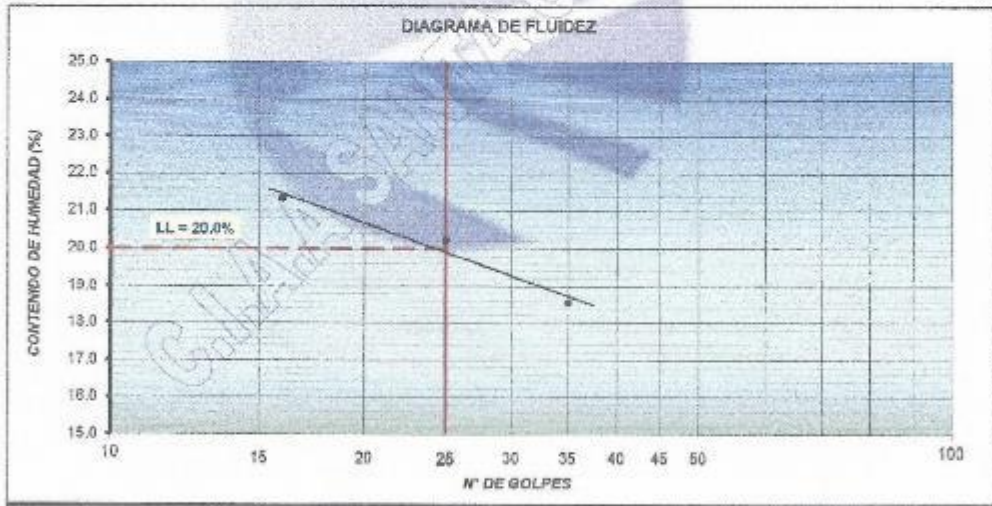


Av. Olanillo N° 772 - Concepción Telef. 501405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512425 - *185302 - 954431184 - claro 364328911
C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
 INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES
 Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com
 C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L. SUELOS Y GEOTECNIA
 JUAN G. DUCHENY C.I.A.A.

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / OBRA: CARPETA ASFALTICA REICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
TRAMO: GRANULAR DETERIORADA
CANTERA / UBICACIÓN: N° 02 MUESTRA 1 - 85% MATERIAL DE BASE GRANULAR - 20% ASFALTO REICLADO
UBICACIÓN DE OBRA: Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : J. Santa Cruz V
 Departamento : JUNIN FECHA : 30/03/2020

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO No.	10	15	5	2	8
CÁPSULA No.					
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	34.50	33.80	32.60	16.50	13.80
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	32.80	31.70	30.80	16.00	13.10
PESO AGUA, g	1.60	1.80	2.60	0.50	0.50
PESO DE LA CÁPSULA, g	25.40	22.80	16.00	13.20	10.20
PESO SUELO SECO, g	7.50	8.90	14.00	2.80	2.90
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	21.33	20.22	18.57	17.65	17.24
NÚMERO DE GOLPES	10	25	35		



RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	20.0	LÍMITE PLÁSTICO (%)	17.6	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	2.4

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
 LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y TALLADO
 Javier Santa Cruz Veliz
 INGENIERO CIVIL - PERU

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 SUELOS, GEOTECNIA Y TALLADO
 JUAN C. DIONISIO ISLA
 INGENIERO CIVIL - PERU

PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
 PROYECTO / TESIS : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DEYENORADA
 MUESTRA / UBICACION : N° 02 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 80% - 20% DE ASFALTO RECICLADO
 UBICACION DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : J.S.C.V
 Departamento : JUNIN FECHA : 30/03/2020

M-2

Determinación de la Densidad					
Peso del suelo húmedo + Molde (gr)	7800.0	7980.0	7995.0	7878.0	
Peso del Molde (gr)	2935.0	2935.0	2935.0	2935.0	
Peso del suelo húmedo (gr)	4865.0	5045.0	5060.0	4943.0	
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0	
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.280	2.364	2.370	2.315	
Contenido de Humedad promedio (%)	4.2	6.2	6.2	6.2	
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.097	2.217	2.196	2.121	
Determinación del Contenido de Humedad					
Muestra N°					
Recipientes N°	2	10	5	4	
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	108.5	108.2	131.5	112.5	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	102.3	107.5	123.5	105.2	
Peso de agua (gr)	6.2	4.7	8.0	7.3	
Peso del recipiente (gr)	25.8	26.5	26.2	25.5	
Peso del suelo seco (gr)	76.7	76.0	97.3	79.7	
Contenido de humedad (%)	4.2	6.2	8.2	9.2	
Contenido de humedad correcta (%)	4.2	6.2	6.2	6.2	



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.23	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.8

Av. oriente N° 772-Concepcion Telef.-681405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512425 - *165302 - 954431184 - claro 964328911
C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
 INGENIEROS Y ARQUITECTOS
 JUAN PABLO CRUZ VELAZQUEZ
 TITULO ESP. SUELOS Y FUNDACIONES

Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

CIAA SANTA CRUZ S.R.L.
 SUPLENIENTE LEGAL
 JUAN PABLO CRUZ VELAZQUEZ
 INGENIERO Y ARQUITECTO

PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: **RACH, YOHN PIERRE DELGADO PEREZ**
 PROYECTO / TESIS : **CARPETA ASFALTICA RECLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA**
 MUESTRA / UBICACION : **N° 02 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 80% - 20% DE ASFALTO RECLADO**
 UBICACION DE OBRA : **Districto : CONCEPCION**
Provincia : CONCEPCION **TECNICO : J.S.C.V**
Departamento : JUNIN **FECHA : 30/03/2020**

M-1

Determinación de la Densidad					
Peso del suelo húmedo-Moide (gr)	7595.0	7850.0	8025.0	7880.0	
Peso del Moide (gr)	2935.0	2935.0	2935.0	2935.0	
Peso del suelo húmedo (gr)	4660.0	5015.0	5090.0	4945.0	
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0	
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.183	2.349	2.384	2.318	
Contenido de humedad promedio (%)	4.1	6.0	8.1	10.1	
Densidad seca (gr/cm ³)	2.095	2.215	2.235	2.103	
Determinación del Contenido de Humedad					
Muestra N°					
Recipiente N°	10	5	8	1	
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	102.5	101.3	112.1	116.1	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	99.5	97.5	105.8	108.3	
Peso del agua (gr)	3.0	4.8	6.5	7.8	
Peso del recipiente (gr)	25.0	25.0	25.0	25.1	
Peso del suelo seco (gr)	74.0	71.2	80.5	77.2	
Contenido de humedad (%)	4.1	6.0	8.1	10.1	
Contenido de humedad promedio (%)	4.1	6.0	8.1	10.1	



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.23	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.7

Av. oriente N° 722 Concepcion Telef. 581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512425 - *165302 - 954431164 - claro 964328911
C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com
Juan O. DICKERSON
 INGENIERO CIVIL
 C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C. S.R.L.
 SUPL. DE PROY. ASIST. C.

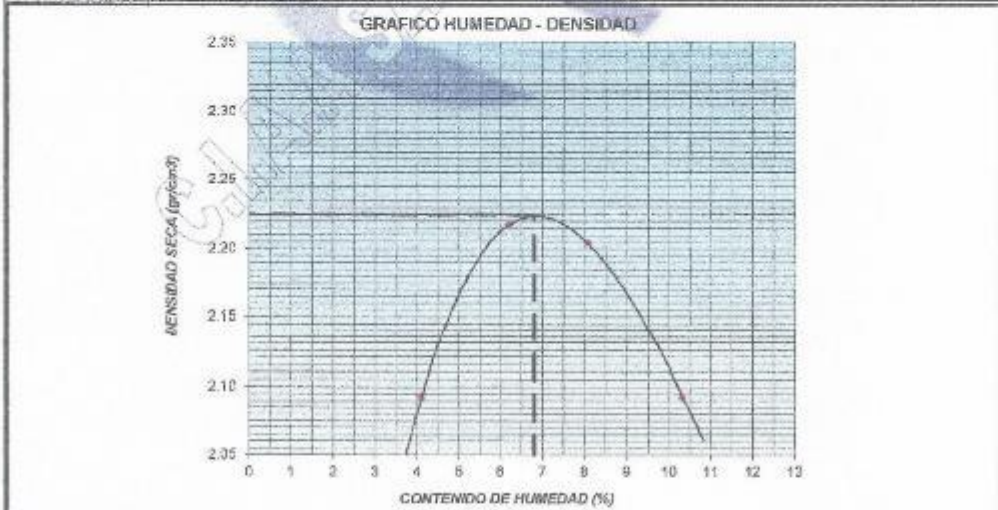
PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: RACH YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / TESIS : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
MUESTRA / UBICACION : N° 02 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 60% - 20% DE ASFALTO RECICLADO
UBICACION DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION **TECNICO :** J.S.C.V
 Departamento : JUNIN **FECHA :** 30/03/2020

M-3

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7585.0	7962.0	8020.0	7805.0
Peso del Molde (gr)	2935.0	2935.0	2935.0	2935.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4650.0	5027.0	5085.0	4870.0
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.178	2.355	2.382	2.309
Contenido de Humedad promedio (%)	4.1	6.2	8.1	10.3
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.092	2.217	2.264	2.083

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	9	5	7	7
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	112.2	110.5	115.2	110.5
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	106.7	105.5	108.5	107.5
Peso del agua (gr)	5.5	5.0	6.7	3.0
Peso del recipiente (gr)	23.5	24.9	25.5	25.0
Peso del suelo seco (gr)	83.2	80.6	83.0	77.5
Contenido de humedad (%)	4.1	6.2	8.1	10.3
Contenido de humedad promedio (%)	4.1	6.2	8.1	10.3



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.23	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.8

Av. oriente N° 732 - Concepcion Telf: 581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512425 - *165302 - 954431184 - c/cara 954329911

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
 INGENIERIA DE SUELOS Y GEOTECNIA

Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

CIAA SANTA CRUZ E. C. R. L.
 SUELOS SACRDO ASF. 30

Javier Acosta Cruz Vellos
 TIT. T. SUELOS Y GEOTECNIA

JUAN S. DIONISIO GILA
 INGENIERO CIVIL

PROYECTO : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA

SOLICITA : BACH. YOHN PIERRE DELCADO PEREZ

TECNICO J.S.C.V

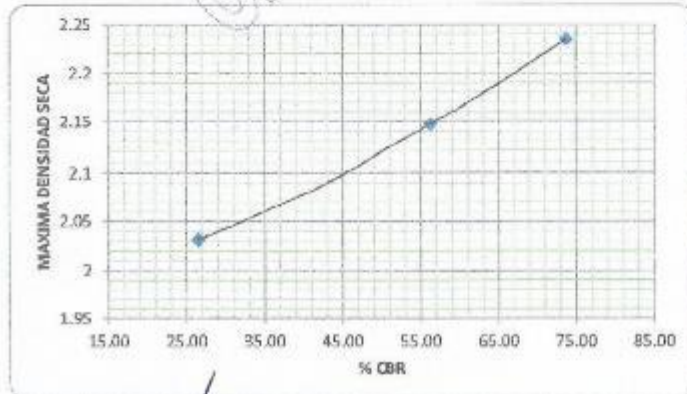
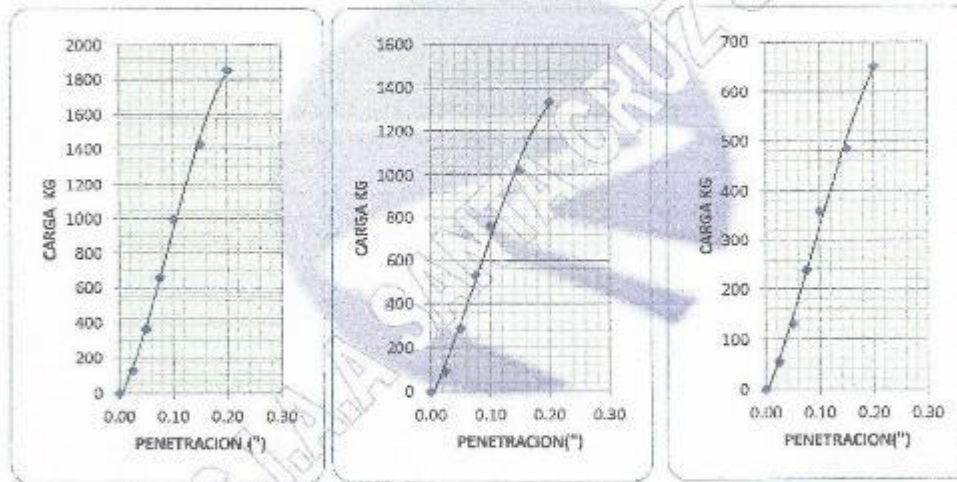
UBICACION: DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN

FECHA 30/03/2020

MUESTRA N° 02 ENSAYO 3 - 80% DE MATERIAL DE BASE EXISTENTE Y 20% DE ASFALTO RECICLADO

C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION		PENETRACION		PENETRACION	
		N° GOLPES 56		N° GOLPES 25		N° GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	128	0.03	90	0.03	65
0.50	0.05	366	0.05	288	0.05	132
0.75	0.08	661	0.08	535	0.08	239
1.00	0.10	999	0.10	762	0.10	358
1.50	0.15	1428	0.15	1020	0.15	485
2.00	0.20	1855	0.20	1335	0.20	662



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cc)	2.23
O. C. H. (%)	6.80
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	73.67
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	50.82
CARGA PATRON	1355

PROYECTO : CARPETA ASFALTICA RECYCLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA

SOLICITA : BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ

TECNICO : J.S.C.V

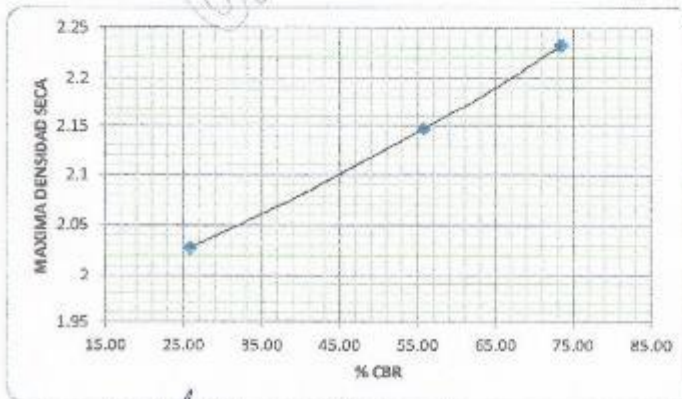
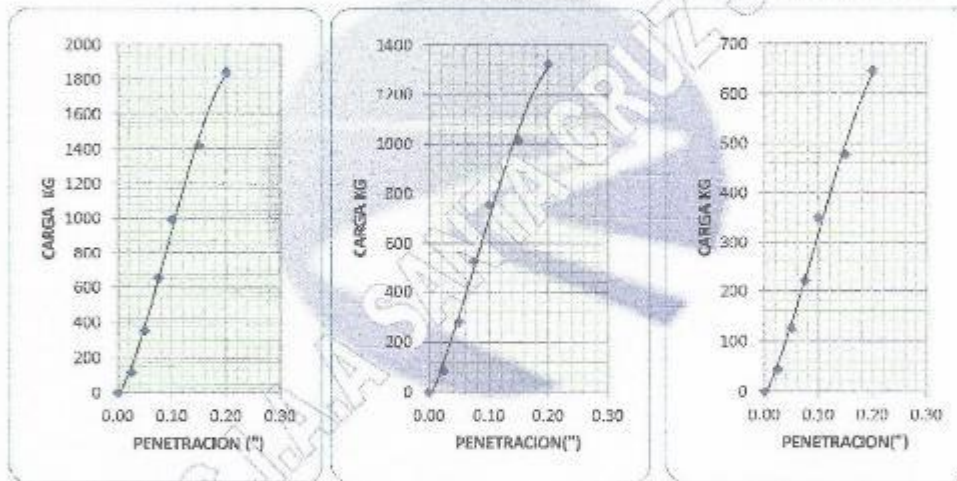
UBICACION : DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION- DPTO. JUNIN

FECHA : 30/03/2020

MUESTRA : N° 02 ENSAYO 2 - 90% DE MATERIAL DE BASE EXISTENTE Y 20% DE ASFALTO RECYCLADO

C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	N° GOLPES 56	PENETRACION	N° GOLPES 25	PENETRACION	N° GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	120	0.03	86	0.03	45
0.50	0.05	355	0.05	280	0.05	126
0.75	0.08	655	0.08	525	0.08	222
1.00	0.10	995	0.10	755	0.10	350
1.50	0.15	1425	0.15	1015	0.15	478
2.00	0.20	1840	0.20	1325	0.20	647



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (gr/cc)	: 2.23
O. C. H. (%)	: 6.80
C.B.R. AL 100 % DE M.D.S. (%)	: 73.39
C.B.R. AL 95 % DE M.D.S. (%)	: 49.63
CARGA PATRON	: 1355

Av. oriente 772-Concepcion Telf: 581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512425 - **185302 - 954431164 - olara 964329811

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

CIAA SANTA CRUZ S.C.R.L.
SUSCRITOS AL 100% ABR/20

Juan Carlos Cruz Velazco
INGENIERO EN GEOTECNIA

JUAN C. STANLEY
INGENIERO EN GEOTECNIA

PROYECTO : CARPETA ASFALTICA REICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DEYERORADA

SOLICITA : BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ

TECNICO : J.S.C.V

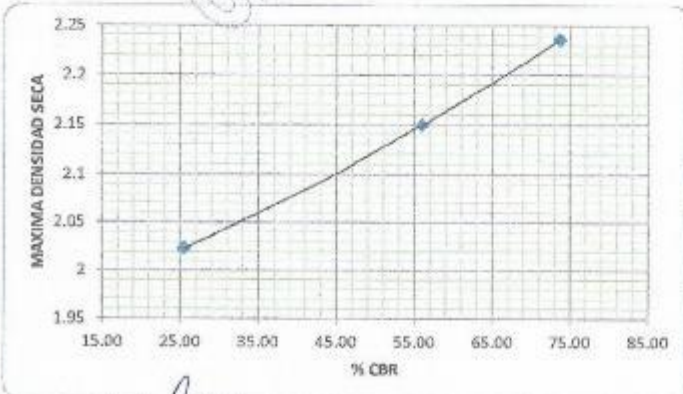
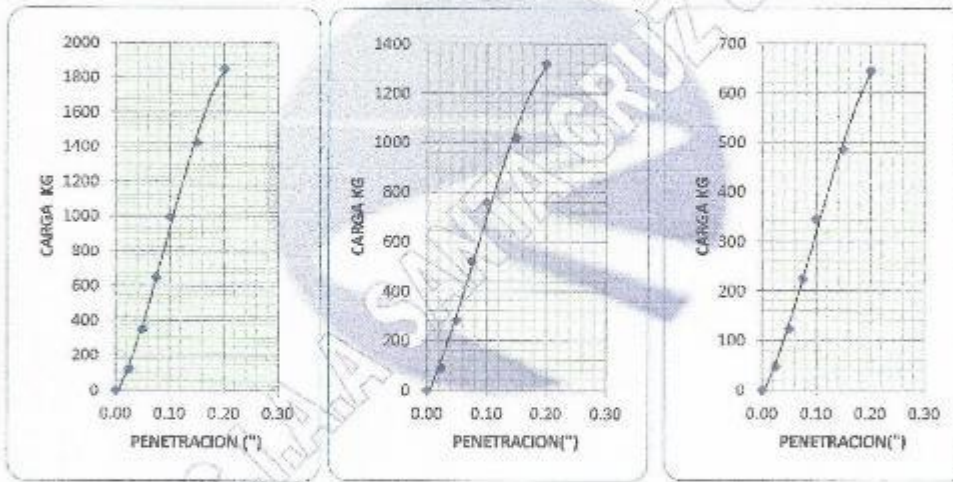
UBICACION : DIST.CONCEPCION - PROV.CONCEPCION- DPTO JUNIN

FECHA : 30/03/2020

MUESTRA : N° 02 ENSAYO 1 - 90% DE MATERIAL DE BASE EXISTENTE Y 20% DE ASFALTO REICLADO

C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	N° GOLPES 55	PENETRACION	N° GOLPES 25	PENETRACION	N° GOLPES 12
	0.00	0.00	0	0.00	0	0.00
	0.25	0.03	125	0.03	90	0.03
	0.50	0.05	350	0.05	295	0.05
	0.75	0.08	650	0.08	520	0.08
	1.00	0.10	968	0.10	758	0.10
	1.50	0.15	1425	0.15	1020	0.15
	2.00	0.20	1850	0.20	1320	0.20



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (g/cc)	2.23
O. C. H. (%)	6.70
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	73.62
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	50.18
CARGA PATRON	1355

Av orizaba N° 72-Concepcion Talisi.-591405 - Cel. Mov. 975151125 - *413854 - 984512425 - *165302 - 954431154 - ciera 904328911
 E-mail CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com CIAA SANTA CRUZ S.C.R.L. SUR DEPARTAMENTO ASFALTO
C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
 LABORATORIO DE SUELOS SACRIFICIO Y ANALISIS
 Jauquey Santa Cruz Veliz
 TPO. Fco. V. FLORES YRIBARRA

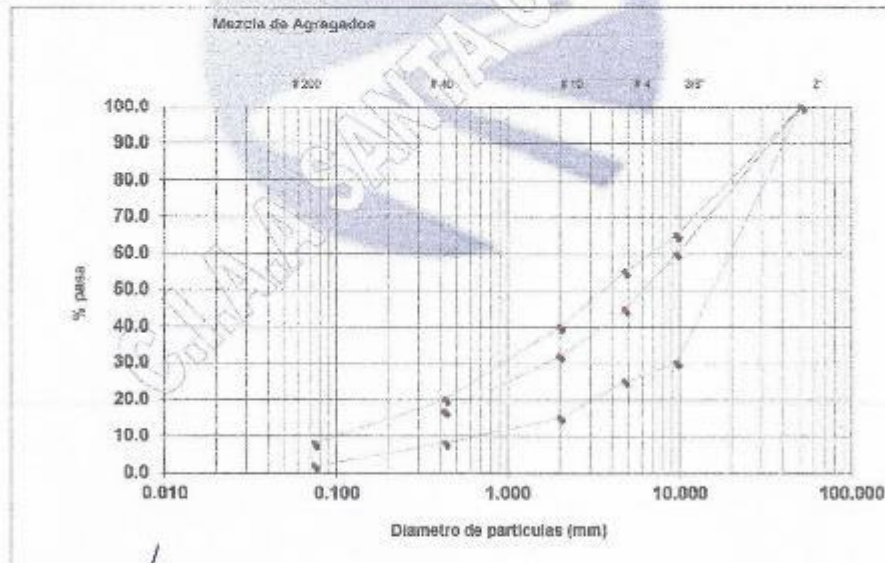
Anexo N° 02.04: 75 % de base existente + 25 % de CAR

COMBINACION DE CANTERAS

PROYECTO / OBRA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
 SOLICITA / PETICIONARIO : RAUL YOHAN PARRA DELGADO PEREZ
 CANTERA N° / UBICACION : COMBINACION 75 % DE MATERIAL DE BASE - 25 % DE ASFALTO RECICLADO
 UBICACION DE OBRA : Dpto CONCEPCION
 Provincia CONCEPCION TECNICO : J. Santa Cruz Veliz
 Departamento JUNIN FECHA : MARZO DEL 2020

COMBINACION GRANULOMETRICA DE CANTERAS

Mallas	CANTERA BASE GRANULAR		ASFALTO RECICLADO		OTROS		Total	Especificación	
	75%	25%	0%	100%	Lim. Inf.	Lim. Sup.			
2"	100	100	100	100	100	0.0	100.0	100	
3/8"	56.5	69.5	17.4	100	0.0	0.0	59.8	30	65
N° 4	42.1	51.6	32.3	100	0.0	0.0	44.7	25	50
N°10	29.4	22.1	38.9	9.7	100	0.0	31.8	15	40
N° 40	16	13.0	18.5	4.6	100	0.0	18.6	8	20
N° 200	9.2	6.9	5.5	0.9	100	0.0	7.8	2	6



C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
 LABORATORIO DE SUELOS, CONTROL Y ASFALTO
 Javier Santa Cruz Veliz
 ING. ESP. SUELOS Y MATERIAS

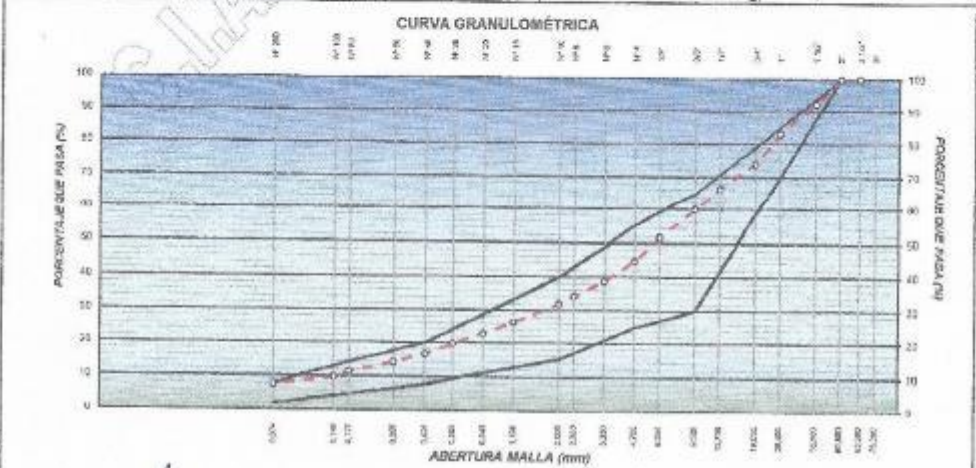
C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 BUENOS AIRES, ARGENTINA
 JUAN M. DICINISIO S.L.A.
 INGENIERO CIVIL
 CIP 130192

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO: DACH, YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / OBRA : CARPETA ASPALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DESTRUYIDA
MATERIAL / UBICACIÓN: N° 63 MUESTRA 1 - 75% MATERIAL DE BASE GRANULAR - 25% ASFALTO RECICLADO
UBICACIÓN DE OBRA: Distrito CONCEPCION
 Provincia CONCEPCION
 Departam. JUNIN
TECNICO : J. Santo Cruz V.
FECHA : 30/03/2020

MALLA NORMA NACIONAL	GRANULOMETRÍA						ESPECIFIC. BASE	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	MATERIAL GRANULAR DE PIEDRAS ANGULOSAS DE MEDIANA PLASTICIDAD		OBSERVACIONES			
3"	76.200										
3 1/2"	89.500				100.0	GRAD A					
2"	50.800				100.0	100					
1 1/2"	38.100	295.0	7.80	7.8	92.2						
1"	25.400	350.8	9.30	17.1	82.9	70 - 85					
3/4"	18.750	335.2	9.90	26.0	74.0						
1/2"	12.500	285.5	7.80	33.8	66.4						
3/8"	9.525	250.2	6.60	40.2	59.8	50 - 65					
1/4"	6.350	315.0	8.40	48.6	51.4						
N° 4	4.750	253.5	6.70	55.3	44.7	25 - 55					
N° 6	3.350	225.0	6.00	61.3	38.7						
N° 8	2.380	175.0	4.60	65.9	34.1						
N° 10	2.000	89.0	2.30	68.2	31.8	15 - 40					
N° 16	1.180	202.5	5.40	73.6	26.4						
N° 20	0.848	130.0	3.60	77.2	22.8						
N° 30	0.600	116.2	3.10	80.3	19.7						
N° 40	0.425	116.0	3.10	83.4	16.6	6 - 20					
N° 60	0.250	100.0	2.70	86.1	13.9						
N° 80	0.177	86.0	2.60	88.7	11.3						
N° 100	0.149	58.8	1.60	90.3	9.7						
N° 200	0.074	70.1	1.80	92.2	7.8	5 - 8					
-N°200	-	293.0	7.80	100.0							

CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
GRAVA	55.3%	D ₁₅ = 0.194 C _u = 67.107
ARENA	38.0%	D ₅₀ = 1.660 C _c = 1.014
FINO	7.4%	D ₆₀ = 0.858
CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
HUMEDAD NATURAL (%)		7.0
LÍMITE LÍQUIDO (%)		19.5
LÍMITE PLÁSTICO (%)		17.6
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		1.9
CLASIFICACIÓN SUCS		GW-GM
CLASIFICACIÓN AASHTO		A-1-a (0)
DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO		
PESO TOTAL (g)	3785.0	100.0 %
PESO GRAVA (g)		
PESO ARENA (g)		
PESO DE ARENA EMPLEADA (g)		

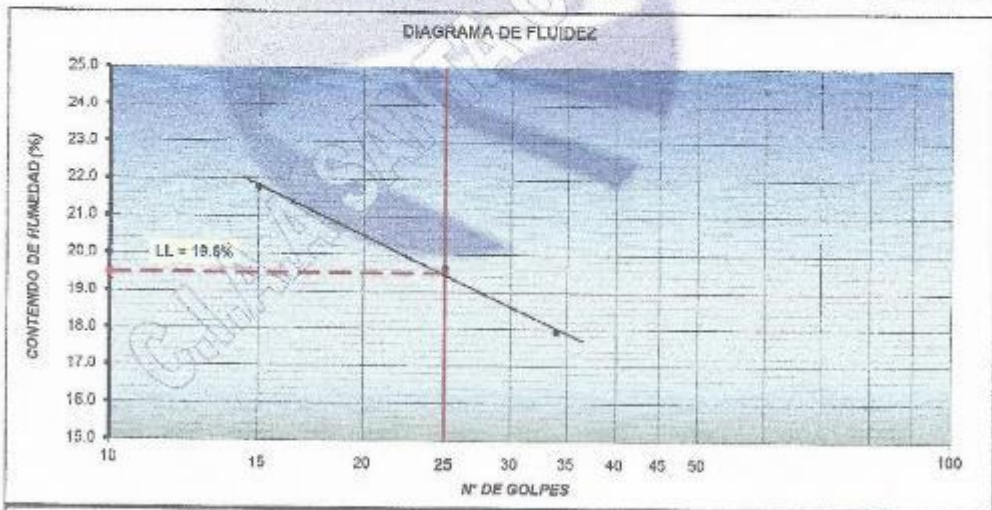


Av. oriente N° 772 Concepcion Tolet-551405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854- 984512425 - *185302- 954431184 - claro 064328911
C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
 INGENIEROS DE GEOTECNIA Y ASFALTO
 Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com
 C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 SUELOS Y GEOTECNIA
 JOUAN R. DIAZ FIGUEROA

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO : DACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
 PROYECTO / OBRA : CARPETA ASFALTICA RECIKLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE
 TRAMO : GRANULAR DETERIORADA
 CANTERA / FABRICACIÓN : N° 03 MUESTRA 1 : 75% MATERIAL DE BASE GRANULAR - 25% ASFALTO RECIKLADO
 UBICACIÓN DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : J. Santa Cruz V.
 Departamento : JUNIN FECHA : 30/03/2020

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	5	12	8	10
ENSAYO No.					
CÁPSULA No.	9	5	12	8	10
PESO CÁPSULA + SUELO HÚMEDO, g	34.53	33.97	30.24	18.50	15.20
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	30.70	30.55	27.65	18.00	15.70
PESO AGUJA, g	3.93	3.47	2.59	0.50	0.50
PESO DE LA CÁPSULA, g	12.65	12.82	13.21	15.20	12.80
PESO SUELO SECO, g	18.05	17.68	14.44	2.80	2.90
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	21.77	19.63	17.61	17.85	17.24
NÚMERO DE GOLPES	15	25	34		



RESULTADOS DE ENSAYOS					
LÍMITE LÍQUIDO (%)	19.5	LÍMITE PLÁSTICO (%)	17.6	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	1.9

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y AGUJAS
Javier Santa Cruz Veliz
TIC. CIP. 1000 - INGENIERO

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
SUELOS, GEOTECNIA Y AGUJAS
JUAN D. FIONISPO ISLA
INGENIERO CIVIL
CIP. 1000 - 83

Av. oriente N° 772-Concepcion Telef-581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 984512425 - *185302 - 954431184 - claro 964328911
Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
 PROYECTO / TESIS : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
 MUESTRA / UBICACION : N° 03 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 75% - 25% DE ASFALTO RECICLADO
 UBICACION DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : J.S.C.V
 Departamento : JUNIN FECHA : 30/03/2020
 M-3

	1	2	3	4
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7825.0	7925.0	8075.0	7925.0
Peso del Molde (gr)	2835.0	2935.0	2935.0	2835.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4990.0	4990.0	5140.0	4990.0
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.337	2.337	2.407	2.330
Contenido de Humedad promedio (%)	2.9	5.0	7.9	8.9
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.284	2.225	2.231	2.127

Muestra N°	13	1	6	15
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	120.2	118.5	123.1	118.5
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	117.5	117.2	118.0	117.0
Peso del agua (gr)	2.7	1.3	5.1	1.5
Peso del recipiente (gr)	26.9	26.2	25.6	25.5
Peso del suelo seco (gr)	90.6	91.0	92.4	91.5
Contenido de humedad (%)	2.9	5.0	7.9	8.9
Contenido de humedad promedio (%)	2.9	5.0	7.9	8.9



MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.25	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :	6.4
--	-------------	-----------------------------------	------------

Av. oriente N° 7 Concepción Telef. -581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 954512425 - **165302 - 854431184 - c/cor: 994328911
C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
 (SOCIOS: JUAN G. DIONISIO ISLA Y JUAN P. GARCIA)
 Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com
 C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
 SUBSIDIARIA DE C.I.A.A. S.A.
JUAN G. DIONISIO ISLA
 INGENIERO CIVIL

PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACHIL JOHN PIERRE DELGADO PEREZ
 PROYECTO / TESIS : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
 MUESTRA / UBICACION : N° 03 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 75% - 25% DE ASFALTO RECICLADO
 UBICACION DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : J.S.C.V
 Departamento : JUNIN FECHA : 30/03/2020

M-2

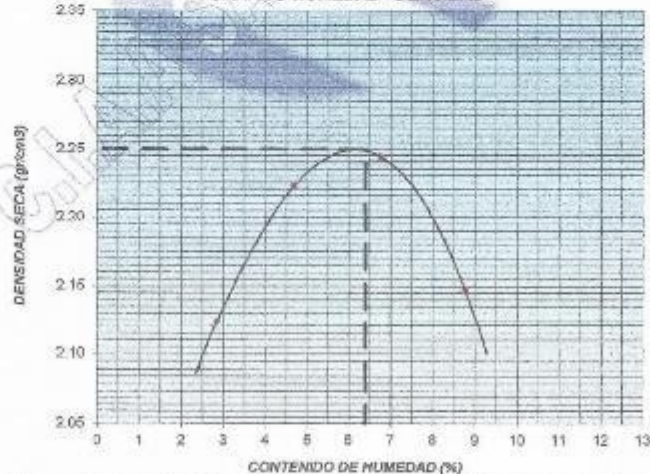
Determinación de la Densidad

Peso del suelo húmedo+Módulo (gr)	7830.0	7900.0	8080.0	7920.0
Peso del Módulo (gr)	2935.0	2935.0	2935.0	2935.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4895.0	4965.0	5145.0	4985.0
Volumen del módulo (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.29	2.326	2.396	2.336
Contenido de Humedad promedio (%)	2.9	4.7	6.8	8.8
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.124	2.222	2.244	2.147

Determinación del Contenido de Humedad

Muestra N°				
Recipiente N°	12	5	2	31
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	115.2	115.5	121.1	122.2
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	112.7	111.5	115.0	115.3
Peso del agua (gr)	2.5	4.0	6.1	7.9
Peso del recipiente (gr)	25.2	25.0	24.9	25.2
Peso del suelo seco (gr)	87.5	86.5	90.1	90.1
Contenido de humedad (%)	2.9	4.7	6.8	8.8
Contenido de humedad promedio (%)	2.9	4.7	6.8	8.8

GRÁFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADO DEL ENSAYO

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.25	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.4
--	------	---------------------------------	-----

Av. enriente N° 772 Concepción Telef. -581-405 - Cel. Móv. 975151126 - *413854 - 964512425 - *165302 - 954431184 - claro 504328011

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
 INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES

Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES

Javier Santa Cruz Velásquez
 TEP. N° 1 - ELITE Y REVISENTO

JUAN C. TORRES ISLA
 INGENIERO CIVIL

PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: **BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ**
 PROYECTO / TESIS : **CARPETA ASPALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA**
 MUESTRA / UBICACION : **N° 03 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 75% - 25% DE ASFALTO RECICLADO**
 UBICACION DE OBRA : Distrito : **CONCEPCION** TECNICO : **J.S.C.V**
 Provincia : **CONCEPCION** FECHA : **30/03/2020**
 Departamento : **JUNIN**

M-1

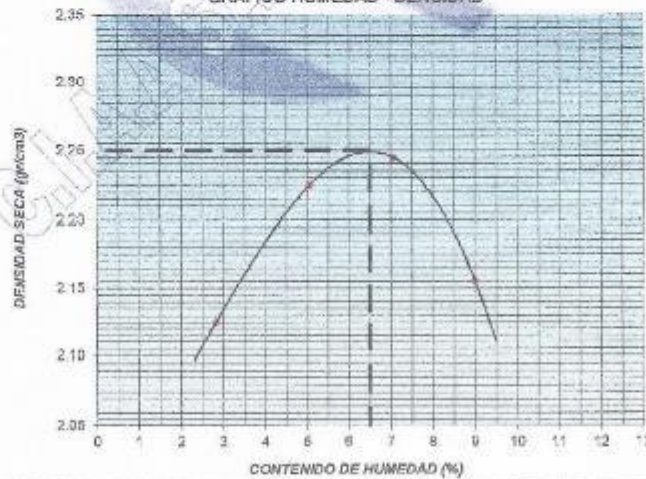
Determinación de la Densidad

Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7600.0	7925.0	8065.0	7950.0
Peso del Molde (gr)	2935.0	2935.0	2935.0	2935.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4665.0	4990.0	5130.0	5015.0
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.185	2.337	2.403	2.349
Contenido de Humedad promedio (%)	2.8	5.0	7.1	8.0
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.125	2.225	2.244	2.155

Determinación del Contenido de Humedad

Muestra N°	8	3	31	10
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	86.8	195.4	149.8	168.2
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	84.5	162.6	141.2	157.5
Peso del agua (gr)	2.3	32.8	8.7	11.7
Peso del recipiente (gr)	13.0	16.7	26.5	27.4
Peso del suelo seco (gr)	61.5	128.9	114.7	130.1
Contenido de humedad (%)	2.8	5.0	7.1	8.0
Contenido de humedad promedio (%)	2.8	5.0	7.1	8.0

GRAFICO HUMEDAD - DENSIDAD



RESULTADO DEL ENSAYO

MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.25	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.5
--	-------------	---------------------------------	------------

Av. oriente N° 772 - Concepcion Telef. -561-405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 064512425 - *185302 - 954431184 - claro 864328211

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
LABORATORIO DE ENSAYOS DE SUELOS Y ASFALTO

Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

CIAA SANTA CRUZ S.C.R.L.L.
SUELOS Y ENSAYOS DE ASFALTO

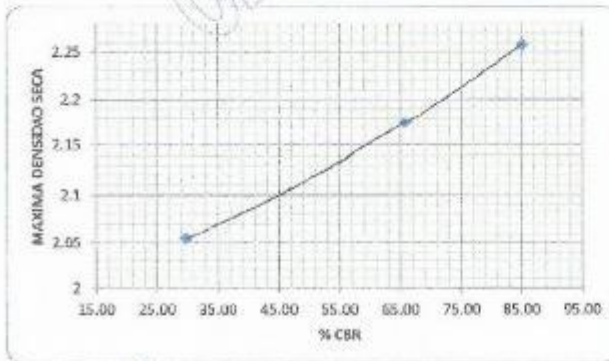
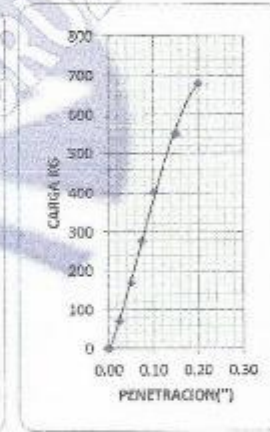
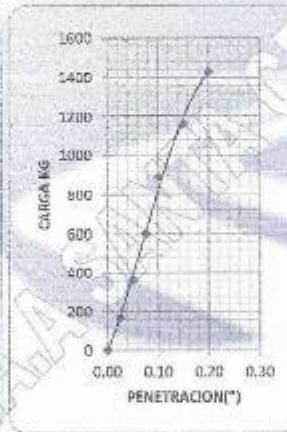
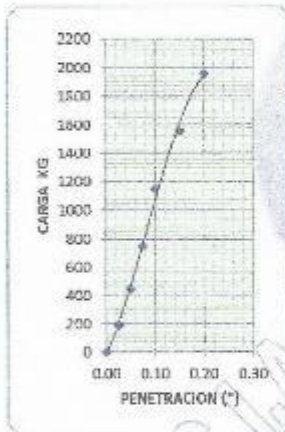
Juan G. DIONISIO IGLEA
772 561 716 LON Y PAUVENTON

JUAN G. DIONISIO IGLEA
INGENIERO CIVIL

PROYECTO : CARPETA ASPALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
SOLICITA : BACH. YOHAN FIGUERO DELGADO PEREZ TECNICO J.S.C.V
UBICACION : DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN FECHA 30/03/2020
MUESTRA : N° 03 ENSAYO 3 - 75% DE MATERIAL DE BASE EXISTENTE Y 25% DE ASFALTO RECICLADO

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

PENETRACION		N° OCLPES	PENETRACION		N° OCLPES
0.00	0.06	56	0.00	25	12
0.00	0.00	0	0.00	0	0
0.25	0.03	188	0.03	169	70
0.50	0.06	446	0.06	365	172
0.75	0.08	751	0.08	600	278
1.00	0.10	1153	0.10	890	402
1.50	0.15	1958	0.15	1160	551
2.00	0.20	1958	0.20	1429	690



M. D.S. (g/cc)	2.25
D.C.H. (%)	6.40
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	85.10
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	57.83
CARGA PATRON	1300

CIAA SANTA CRUZ S.C.R.L.
SUELOS Y GEOTECNIA

JUAN C. DIONISIO ISLA
INGENIERO CIVIL
D.O. 190152

CIAA SANTA CRUZ S.C.R.L.
SUELOS Y GEOTECNIA

INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES
JUAN C. DIONISIO ISLA
D.O. 190152

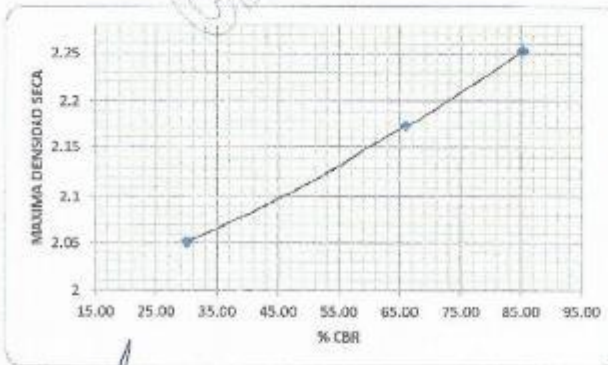
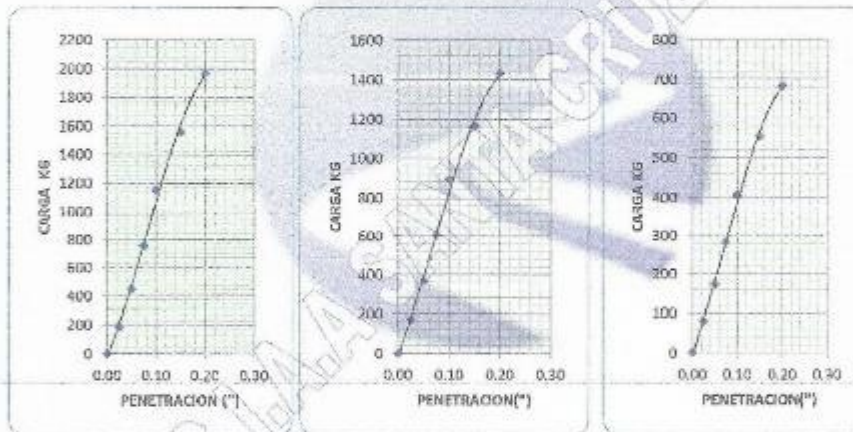
N° 772 - Concepcion Telef: 581405 - Cel. Mov. 973151125 - *413854 - 864512425 - *165302 - 604431194 - claro 984328911

Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

PROYECTO : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DEGRADADA
 SOLICITA : BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ TECNICO J.S.C.V
 UBICACION : DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION- DPTO JUNIN FECHA 30/03/2020
 MUESTRA : N° 03 ENSAYO 2 - 79% DE MATERIAL DE BASE EXISTENTE Y 29% DE ASFALTO RECICLADO

VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	N° GOLPES	PENETRACION	N° GOLPES	PENETRACION	N° GOLPES
		56		25		12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	181	0.03	171	0.03	81
0.50	0.05	452	0.05	369	0.05	175
0.75	0.06	755	0.06	605	0.06	281
1.00	0.10	1156	0.10	894	0.10	406
1.50	0.15	1580	0.15	1185	0.15	555
2.00	0.20	1985	0.20	1435	0.20	684



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (g/cm ³)	2.25
G. C. H. (%)	6.40
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	85.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	57.03
CARGA PATRON	1355

CIAA SANTA CRUZ S.C.R.L.
 BULEVARD LOS ANDES

JUAN G. DOMESTICO LICA
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 14012

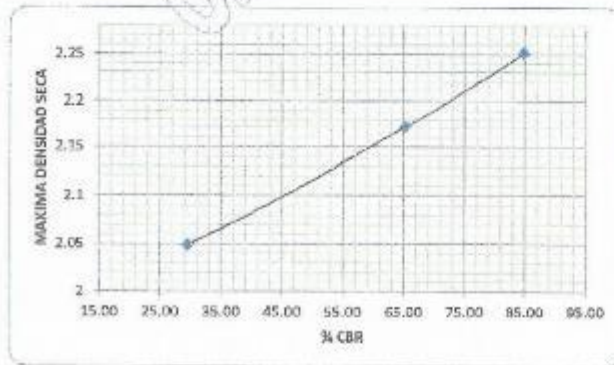
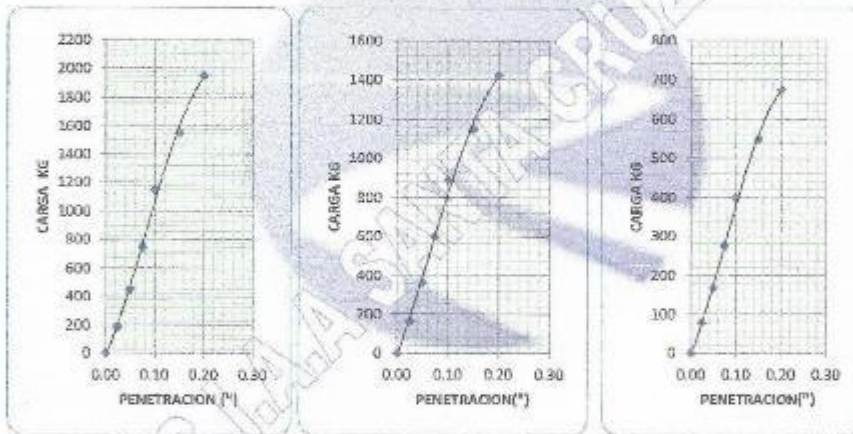
CIAA SANTA CRUZ S.R.L.
 LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y AGUAS

Av. Huancayo N° 772 - Concepcion Telef: 581405 - Cel. Mov. 975151128 - *413854 - 964512425 - *185302 - 954431184 - claro 954320911
 Javier Zúñiga Cruz Vela
 INGENIERO CIVIL Y GEOTECNIA
 Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

PROYECTO : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
 SOLICITA : BACH. YOHN PHIBBI DALCADO PEREZ TECNICO : J.S.C.V
 UBICACION : DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN FECHA : 30/03/2020
 MUESTRA : N° 03 ENSAYO 1 - 75% DE MATERIAL DE BASE EXISTENTE Y 25% DE ASFALTO RECICLADO

VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D

	PENETRACION	N° GOLPES	PENETRACION	N° GOLPES	PENETRACION	N° GOLPES
		56		25		12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	186	0.03	185	0.03	78
0.50	0.06	450	0.06	365	0.06	168
0.75	0.08	750	0.08	600	0.08	276
1.00	0.10	1150	0.10	885	0.10	398
1.50	0.15	1550	0.15	1150	0.15	560
2.00	0.20	1950	0.20	1425	0.20	675



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (g/cm³)	2.25
% C. B.	8.50
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	84.87
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	56.17
CARGA PATRON	1355

Av. oriente N° 772-Concepcion Telef: 581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512425 - *185302 - 964431184 - claro 964328911
C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
 LABORATORIO DE SUELOS, CARRETEROS Y ASFALTO
 Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com
 C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 SUBODON 2010-ARMAVIC
JUAN G. DIONISIO C.I.A.
 INGENIERO CIVIL

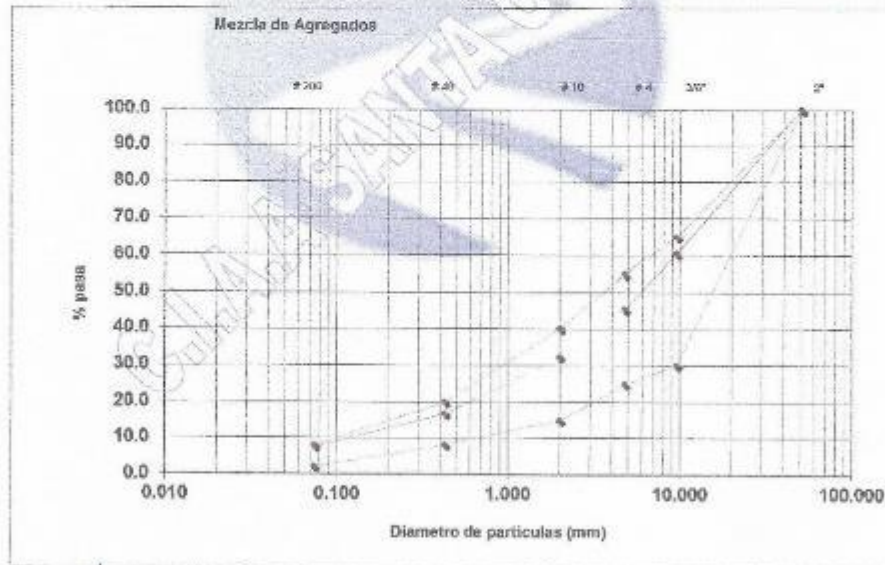
Anexo N° 02.05: 70 % de base existente + 30 % de CAR

COMBINACION DE CANTERAS

PROYECTO / OBRA : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DEGRADADA
SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. YOSIN PIERRE DELGADO PEREZ
CANTERA N° / UBICACION : COMBINACION 70% DE MATERIAL DE BASE 30% DE ASFALTO RECICLADO
UBICACION DE OBRA : DIVERSA CONCEPCION
Provincia : CONCEPCION TECNICO : J. Santa Cruz Veltz
Departamento : XUVN FECHA : MARZO DEL 2020

COMBINACION GRANULOMETRICA DE CANTERAS

Mallas	CANTERA BASE GRANULAR		ASFALTO RECICLADO		OTROS		Total	Especificación	
	70%		30%		0%			GRADACION " A "	
							100%	Lim. Inf.	Lim. Sup.
2"	100	100	100	100	100	0.0	100.0	100	
3/8"	55.1	39.6	69.5	20.9	100	0.0	60.4	30	55
N° 4	42.1	29.3	52.1	15.7	100	0.0	46.2	25	55
N°10	29.4	20.6	38.9	11.7	100	0.0	32.3	15	40
N° 40	16	11.2	18.2	5.6	100	0.0	18.6	8	20
N° 200	9.2	6.4	3.3	1.1	100	0.0	7.8	2	8



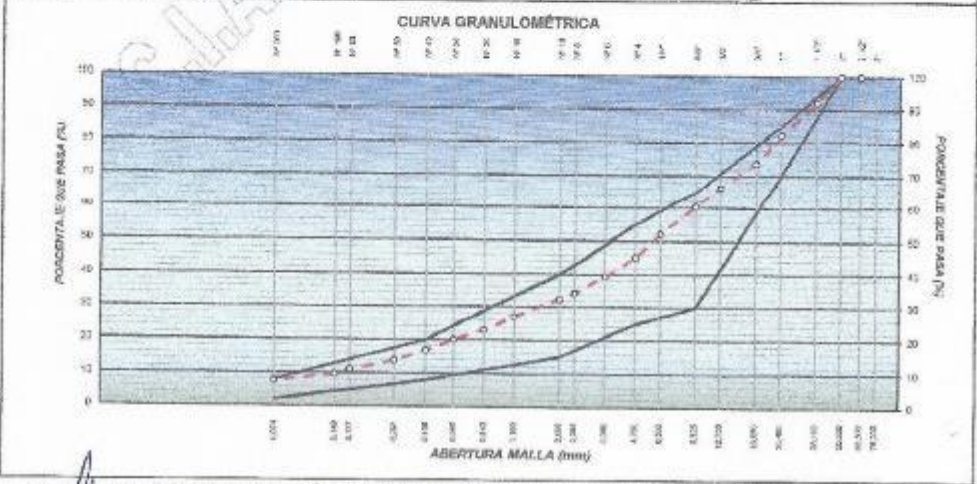
C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
LABORATORIO DE SUELOS, GEOTECNIA Y MINAS
Javier Santa Cruz Veltz
TEC. EN SUELOS Y FUNDACIONES

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
SUBDIR. DE CALIDAD
JUAN G. DOMESTICO BELLA
INGENIERO CIVIL
C.R. 195163

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / OBRA: CARPETA ASFALTICA REICICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DEBTERIORADA
MATERIAL / UBICACIÓN: N° DE MUESTRA 1 - 70% MATERIAL DE BASE GRANULAR - 30% ASFALTO REICICLADO
UBICACIÓN DE OBRA: Distrito CONCEPCION
 Provincia CONCEPCION
 Departam: JUNIN
TECNICO: J. Santa Cruz V.
FECHA: 30/03/2020

MUESTRA N°	GRANULOMETRÍA						CARACTERIZACIÓN DEL SUELO				
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL	RET. ACUMUL. (%)	PASA (%)	ESPECIFIC					
3"	76.200					BASE	MATERIAL GRANULAR DE PIEDRAS ANGULOSAS DE MEDIANA PLASTICIDAD				
2 1/2"	63.500				100.0	GRAD. A					
2"	50.800				100.0	100					
1 1/2"	38.100	315.0	8.00	8.0	92.0		OBSERVACIONES				
1"	25.400	365.0	8.60	17.8	82.2	70 - 65					
3/4"	19.000	335.0	8.50	26.3	73.7		GRAVA	54.0 %	D ₁₀ = 0.15	Cu = 58.000	
1/2"	12.700	289.0	7.30	33.6	66.4		ARENA	57.5 %	D ₆₀ = 1.000	Cc = 1.760	
3/8"	9.500	234.0	6.00	39.6	60.4	30 - 25	FINOS	17.6 %	D ₈₅ = 0.500		
1/4"	6.350	329.5	8.40	48.0	52.0		CARACTERIZACIÓN DEL SUELO				
N° 4	4.750	289.5	6.80	54.8	45.2	25 - 20					
N° 5	3.350	232.5	6.90	60.7	39.3						
N° 8	2.360	205.5	6.20	66.9	34.1						
N° 10	2.000	71.5	1.80	67.7	32.3	15 - 10					
N° 16	1.180	212.5	5.40	73.1	26.8						
N° 20	0.840	156.0	4.00	77.1	22.9						
N° 30	0.600	115.8	2.90	80.0	20.0						
N° 40	0.425	125.9	3.20	83.2	16.8	8 - 20					
N° 60	0.250	118.5	3.00	86.2	13.8						
N° 80	0.175	110.1	2.80	86.0	14.0						
N° 100	0.140	55.2	1.40	80.4	9.6						
N° 200	0.074	78.5	2.00	82.4	7.6	2 - 8					
- N° 200		297.0	7.60	100.0							
							DATOS DE LA MUESTRA DE ENSAYO				
							- PESO TOTAL (g)	:	3930.0	100.0 %	
							- PESO GRAVA (g)	:			
							- PESO ARENA (g)	:			
							- PESO DE ARENA EMPLEADA (g)	:			



Av. Arce N° 772 - Concepcion Telef: 581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 964512426 - *165302 - 954431184 - claro 964328911
C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
 Av. Arce N° 772 - Concepcion
 T. 581405 - F. 581405

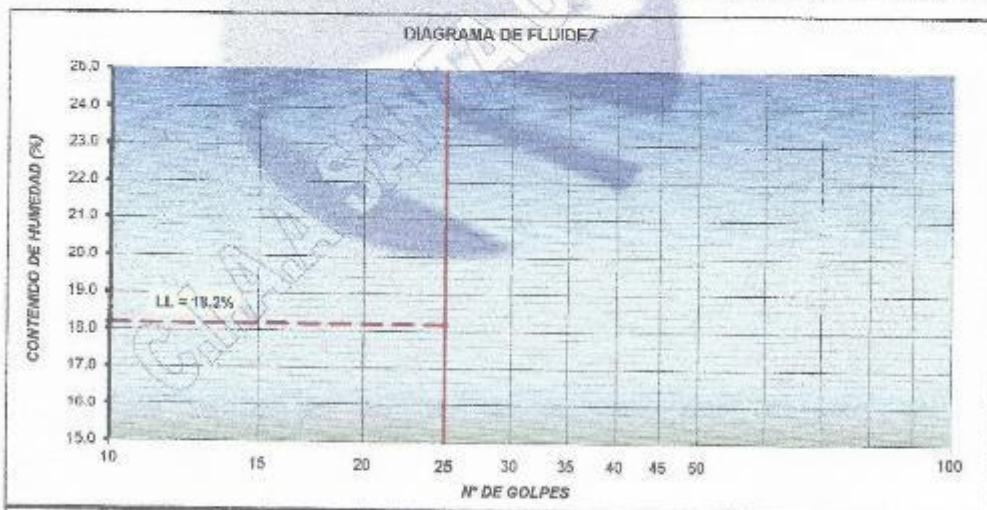
Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

JUAN AL. DIONISIO ISLA
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 150109

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO: BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
 PROYECTO / OBRA: CARPETA ASPALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE
 TRAMO: GRANULAR DETERIORADA
 CANTERA / UBICACIÓN: Nº 04 MUESTRA 1 - 70% MATERIAL DE BASE GRANULAR - 30% ASFALTO RECICLADO
 UBICACIÓN DE OBRA: Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : J. Santa Cruz V.
 Departamento : JUNIN FECHA : 30/03/2020

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO
ENSAYO No.	1	
CÁPSULA No.	10	
PESO CÁPSULA + SUELO HUMEDO, g	35.50	
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	32.50	
PESO AGUA, g	3.00	
PESO DE LA CÁPSULA, g	18.00	
PESO SUELO SECO, g	18.50	
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	18.18	
NÚMERO DE GOLPES	10	



RESULTADOS DE ENSAYOS

LÍMITE LÍQUIDO (%)	18.2	LÍMITE PLÁSTICO (%)	-,-	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP
--------------------	------	---------------------	-----	---------------------------	----

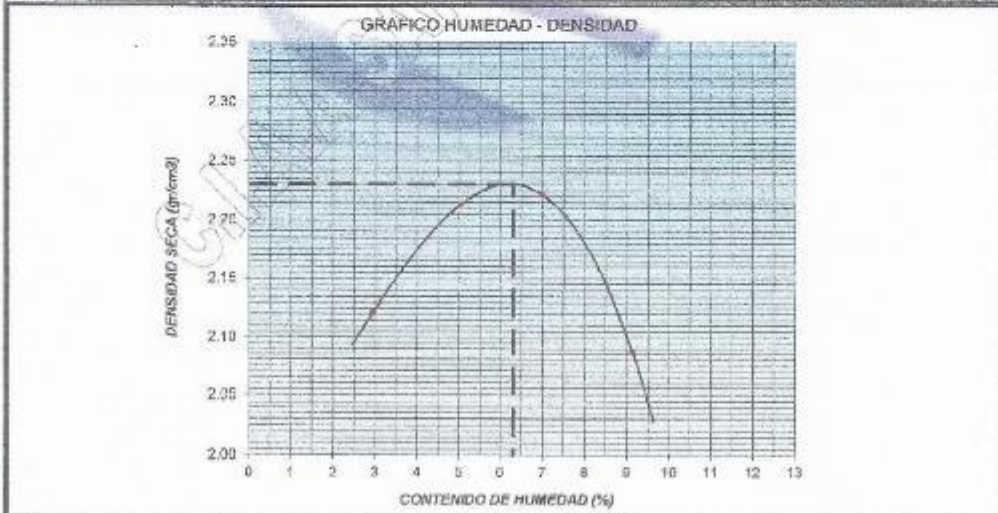
PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: SACH. JOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / TESIS : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
MUESTRA / UBICACION : N° 04 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 70% - 30% DE ASFALTO RECICLADO
UBICACION DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION **TECNICO :** J.S.C.V
 Departamento : JUNIN **FECHA :** 30/03/2020

M-3

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+Molde (gr)	7698.0	7808.0	8010.0	7708.0
Peso del Molde (gr)	2035.0	2035.0	2035.0	2035.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4663.0	4963.0	5075.0	4663.0
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.184	2.325	2.377	2.278
Contenido de Humedad promedio (%)	2.8	5.0	7.0	9.1
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.121	2.213	2.221	2.087

Determinación del Contenido de Humedad					
Muestra N°					
Recipiente N°	6	4	3	7	
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	95.2	102.1	100.3	155.1	
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	95.2	98.4	102.9	144.5	
Peso del agua (gr)	2.0	3.7	5.4	10.6	
Peso del recipiente (gr)	28.4	26.0	25.8	39.0	
Peso del suelo seco (gr)	67.6	72.4	77.1	116.9	
Contenido de humedad (%)	2.9	5.0	7.0	9.1	
Contenido de humedad promedio (%)	2.9	5.0	7.0	9.1	5.1



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.23	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.3

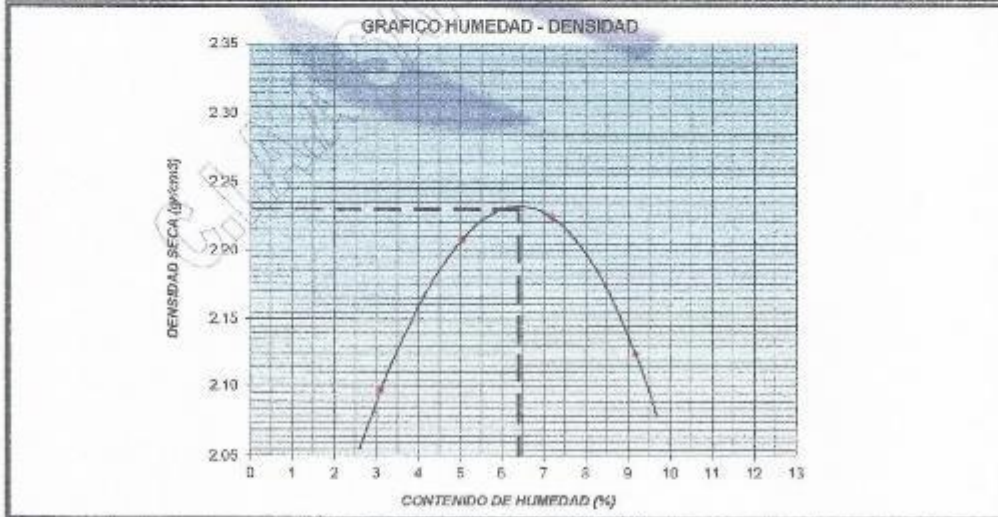
PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO: RACH, YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
PROYECTO / TESIS : CARPETA ASFALTICA RECIKLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
MUESTRA / UBICACION : N° 04 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 70% - 30% DE ASFALTO RECIKLADO
UBICACION DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION
 Departamento : JUNIN
TECNICO : J.S.C.V
FECHA : 30/03/2020

M-2

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo+molde (gr)	7590.0	7680.0	8025.0	7585.0
Peso del molde (gr)	2935.0	2935.0	2935.0	2935.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4655.0	4745.0	5090.0	4650.0
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.182	2.223	2.384	2.179
Contenido de Humedad promedio (%)	3.1	5.0	7.2	9.2
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.097	2.208	2.224	2.124

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	9	1	14	7
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	102.1	128.8	113.2	145.2
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	69.0	120.7	107.3	130.2
Peso del agua (gr)	2.3	4.6	5.9	10.0
Peso del recipiente (gr)	28.0	23.4	25.2	26.7
Peso del suelo seco (gr)	24.3	97.3	82.1	103.0
Contenido de humedad (%)	3.1	5.0	7.2	9.2
Contenido de humedad promedio (%)	3.1	5.0	7.2	9.2



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.23	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.4

PROCTOR MODIFICADO ASTM(D-1557)

SOLICITA / PETICIONARIO : BACH. YOHN PIERRE DELGADO PEREZ
 PROYECTO / TESIS : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
 MUESTRA / UBICACION : N° 04 COMBINACION - MATERIAL DE BASE EXISTENTE 70% - 30% DE ASFALTO RECICLADO
 UBICACION DE OBRA : Distrito : CONCEPCION
 Provincia : CONCEPCION TECNICO : J.S.C.V
 Departamento : JUNIN FECHA : 30/03/2020

M-1

Determinación de la Densidad				
Peso del suelo húmedo-Molde (gr)	7390.0	7855.0	8015.0	7850.0
Peso del Molde (gr)	2935.0	2935.0	2935.0	2935.0
Peso del suelo húmedo (gr)	4455.0	4920.0	5080.0	4915.0
Volumen del molde (cm ³)	2135.0	2135.0	2135.0	2135.0
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	2.184	2.310	2.377	2.302
Contenido de Humedad promedio (%)	3.0	5.0	6.9	9.2
Densidad Seca (gr/cm ³)	2.120	2.209	2.224	2.109

Determinación del Contenido de Humedad				
Muestra N°	5	10	7	3
Recipiente N°				
Peso del recipiente + suelo húmedo (gr)	107.2	144.7	174.5	207.4
Peso del recipiente + suelo seco (gr)	98.7	136.2	165.0	192.9
Peso del agua (gr)	2.5	5.5	9.5	15.7
Peso del recipiente (gr)	35.4	25.1	29.7	27.3
Peso del suelo seco (gr)	63.3	111.1	135.3	165.6
Contenido de Humedad (%)	3.0	5.0	6.9	9.2
Contenido de humedad promedio (%)	3.0	5.0	6.9	9.2



RESULTADO DEL ENSAYO			
MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm ³) :	2.23	OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6.3

Av. orientales N° 732 - Concepcion Telf: 581405 - Cel. Mov. 975151126 - *413854 - 064512425 - *165302 - 054431194 - claro 094328911

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA

Email CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

CIAA SANTA CRUZ S.R.L.
SUELOS Y GEOTECNIA

Javier Santiz Cruz Veliz
TEL: 581405 - 064512425

JUAN G. DIONISIO ISI A.

PROYECTO : CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DESTORONADA

SOLICITA : BACH. YUJIN PIERRE DELGADO PEREZ

TECNICO J.S.C.V

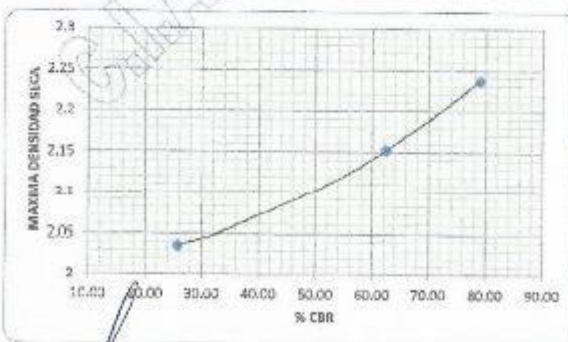
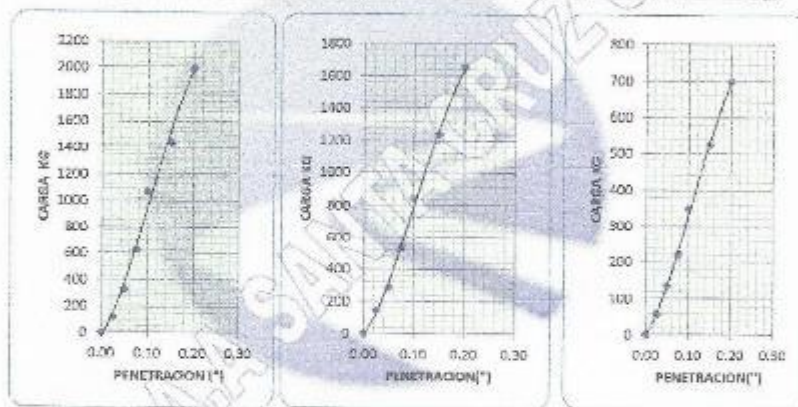
UBICACION: DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN

FECHA 30/03/2020

MUESTRA N° 04 ENSAYO 3 - 70% DE MATERIAL DE BASE EXISTENTE Y 30% DE ASPALTO RECICLADO

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

	PENETRACION	N° GOLPES 56	PENETRACION	N° GOLPES 25	PENETRACION	N° GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	125	0.03	145	0.03	58
0.50	0.05	332	0.05	289	0.05	135
0.75	0.08	620	0.08	538	0.08	221
1.00	0.10	1070	0.10	845	0.10	348
1.50	0.15	1440	0.15	1240	0.15	525
2.00	0.20	1995	0.20	1650	0.20	698



RESULTADO DE C.B.R.	
Grav. (g/cm³)	2.23
w = M. (%)	6.40
C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	78.98
C.B.R. AL 85% DE M.D.S. (%)	55.25
CARGA PRÁCTICA	1365

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
 INGENIERIA DE SUELOS Y GEOTECNIA
 JUAN G. DIQUEIRO ISLA
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 132709

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES
 JUAN G. DIQUEIRO ISLA
 INGENIERO CIVIL
 C.R. 132709



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

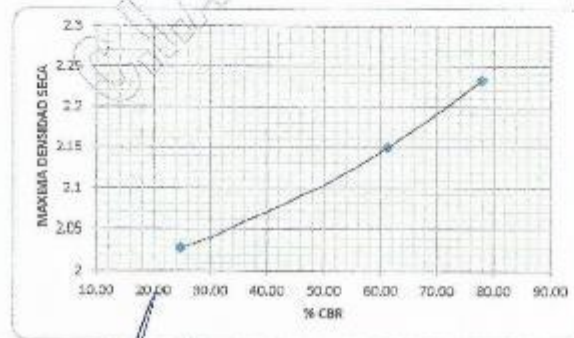
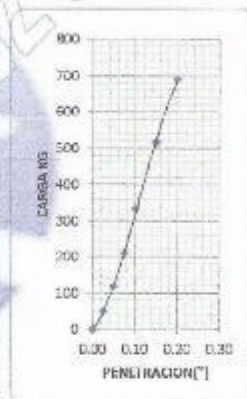
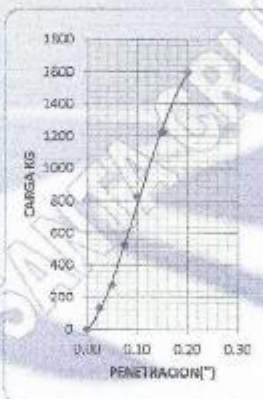
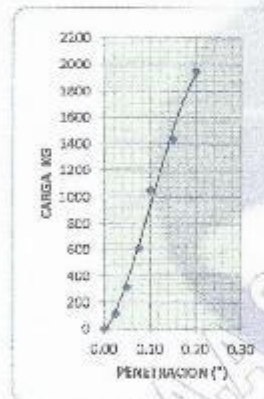
SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: CARPETA ASFALTICA REICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DE TRAZADORA
SOLICITA: BACHE Y/O UN PIEDRE DELGADO PERAL
UBICACION: DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN
MUESTRA: N° 04 SWS4 Y0 2 - 70% DE MATERIAL DE BASC EXISTENTE Y 30% DE ASPHALTO REICLADO
TECNICO: J.S.C.V.
FECHA: 30/03/2020

VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHTO T-190 D

	PENETRACION		PENETRACION		PENETRACION	
		N° GOLPES		N° GOLPES		N° GOLPES
		56		25		12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	115	0.03	130	0.03	50
0.50	0.05	320	0.05	275	0.05	118
0.75	0.08	612	0.08	525	0.08	210
1.00	0.10	1055	0.10	625	0.10	335
1.50	0.15	1435	0.15	1225	0.15	615
2.00	0.20	1850	0.20	1600	0.20	688



RESULTADO DE C.B.R.	
M. D. S. (g/cm³)	2.23
D. C. R. (%)	6.40
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	77.91
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	53.86
CARGA PERMITIDA	1.305

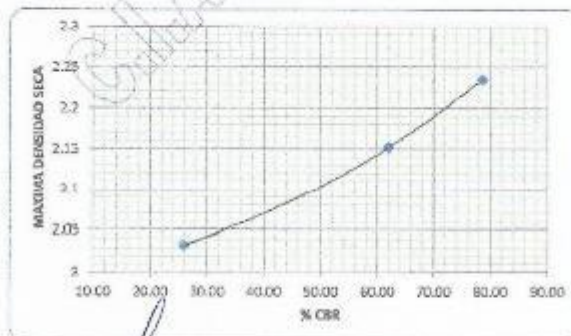
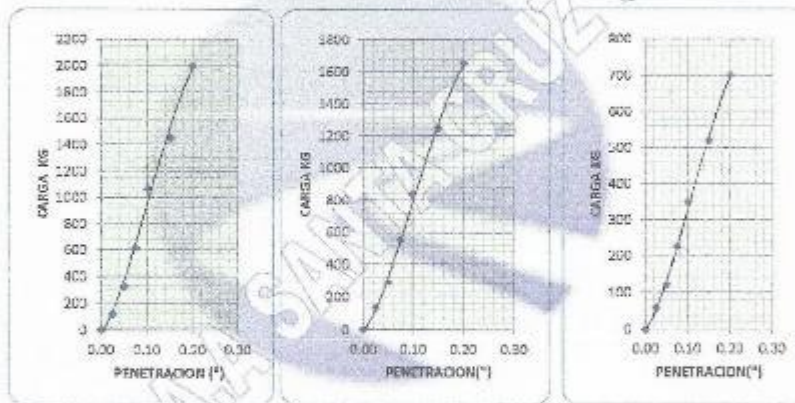
C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL.
 INGENIEROS DE SUELOS Y GEOTECNIA
 J. J. J. J.
 Javier Santa Cruz Valle
 ING. ESPECIALISTA EN GEOTECNIA

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.C.R.L.
 SUBSIDIARIA DE INGENIEROS
 J. J. J. J.
 JUAN D. DOMINGO ELIA
 INGENIERO CIVIL
 CIP 130102

PROYECTO: CARPETA ASFALTICA RECICLADA PARA TRATAR LAS PROPIEDADES FISICAS Y MECANICAS DE BASE GRANULAR DETERIORADA
SOLICITA: BACIL YOHY FIGUERO DELGADO PEREZ
UBICACION: DIST. CONCEPCION - PROV. CONCEPCION - DPTO. JUNIN
MUESTRA: N° 64 ENSAYO 1 - 70% DE MATERIAL DE BASE EXISTENTE Y 30% DE ASFALTO RECICLADO
TECNICO: J.B.C.V.
FECHA: 30/03/2020

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE
C.B.R. METODO DE COMPACTACION AASHO T-180 D**

	PENETRACION	N° GOLPES 56	PENETRACION	N° GOLPES 25	PENETRACION	N° GOLPES 12
0.00	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0.03	120	0.03	135	0.03	56
0.50	0.05	325	0.05	285	0.05	120
0.75	0.08	620	0.08	550	0.08	225
1.00	0.10	1085	0.10	840	0.10	350
1.50	0.15	1450	0.15	1250	0.15	520
2.00	0.20	1988	0.20	1650	0.20	700



RESULTADO DE C.B.R.

M. D.S. (g/cm³)	2.25
C.B.R. (%)	6.30
C.B.R. AL 100 % DE M.D.S. (%)	78.59
C.B.R. AL 95 % DE M.D.S. (%)	54.54
CARGA PENETRO	1355

C.I.A.A. SANTA CRUZ SRL
LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA
Javier Santa Cruz Valle
100. ESP. SUELOS Y GEOTECNIA

C.I.A.A. SANTA CRUZ S.R.L.
SUELOS Y GEOTECNIA
JUAN G. BIONDINI BELLA
INGENIERO CIVIL
CIR 120103

Anexo N° 03: Certificados de calibración de instrumentos



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMF-016-2020

Laboratorio de Fuerza

Pág. 1 de 2

Expediente 2013
ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ
SOLICITANTE SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA SOC.COM.RESPONS.
LTDA

Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION
CONCEPCION

Instrumento de Medición Máquinas para Ensayos Uniaxiales Estáticos
Máquinas de Ensayo de Tensión / Compresión

Equipo Calibrado PRENSA DE CBR (DIGITAL)
Alcance de Indicación 5000 KGF
Marca (o Fabricante) NO INDICA
Modelo NO INDICA
Número de Serie NO INDICA
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Indicador de Lectura DIGITAL
Marca (o Fabricante) CARDINAL
Modelo 204
Número de Serie NO INDICA
Identificación NO INDICA
Procedencia NO INDICA
Alcance de Indicación 0 KGF A 5000 KGF
Resolución 0.1 KGF
Transductor de Fuerza CELDA S
Alcance de Indicación 5000 KGF
Marca (o Fabricante) LOADTRON
Modelo LS1-10K
Número de Serie GS19132
Fecha de Calibración 2020-01-17
Ubic. Del Equipo INSTALACIONES DEL SOLICITANTE

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

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración, no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

Lugar de Calibración LABORATORIO DE FUERZA DE CALIBRACIONES PERU SAC

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2020-01-17

KAREN VANESSA ZARRALUPIA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20604149721



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 010-LL-2020

202

Página 1 de 1

- Fecha de Emisión : 2020/01/17
Expediente : 2010
- 1. SOLICITANTE** : CONSTRUCTORA INGENIEROS Y
ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ
SOCIEDAD COMERCIAL DE
RESPONSABILIDAD LIMITADA
SOC.COM.RESP.ONS. LTDA
- DIRECCIÓN** : AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA
DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN -
CONCEPCION CONCEPCION
- 2. EQUIPO DE MEDICIÓN** : CAZUELA CASAGRANDE
- Marca : SOILTEST
Modelo : CL-207
Número de serie : S/N
Procedencia : NO INDICA
- FECHA DE CALIBRACIÓN** : 2020/01/17
- 3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**
La calibración se efectuó por comparación directa con termómetros
patrones calibrados que tienen trazabilidad a la Escala Internacional
de Temperatura de 1990 (ITS-90).
- 4. LUGAR DE CALIBRACIÓN PATRON 180035**
La calibración se realizó en el laboratorio de CALIBRACIONES PERU S.A.C.

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 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 normativas vigentes.

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

TABLA DE RESULTADOS

10 mm	+1 mm	10 mm
-------	-------	-------



[Signature]
KAREN VANESSA IZARRA TUMBA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20004149721



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMT-017-2020

Laboratorio de Temperatura

Pág. 1 de 3

Expediente	2016	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
Solicitante	CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	
Dirección	AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN - CONCEPCION - CONCEPCION	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.
Equipo	ESTUFA (HORNO)	
Marca (o Fabricante)	EUROTCH	Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.
Modelo	DHC-9025A	
Numero de Serie	BMS-EST15-201804001	Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.
Procedencia	GERMANY	
Identificación	NO INDICA	
Instrumento de Medición	Termómetro con Indicación Digital.	
Marca/ Modelo	JTD-2000	
Alcance de Indicación	50 °C a 300 °C	
Div. de escala (Resoluc)	0.1 °C	
Identificación	No indica	
Selector	Digital	
Marca/ Modelo	JTD-2000	
Alcance de Indicación	50 °C a 300 °C	
Div. de escala (Resoluc)	0.1 °C	
Lugar de Calibración	Laboratorio Temperatura Calibraciones Peru S.A.C	
Fecha de Calibración	1/17/2020	

Metodo de Calibración

La calibración se realizó por comparación según el PC - 18, 2da.Ed., "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isotermos con Aire como medio Termostático".

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados : T - 2739 - 2019

Condiciones Ambientales

Temperatura ambiental : Inicial 20.8 °C ; Final : 20.8 °C
Humedad Relativa ambiental : Inicial 68 HR % ; Final : 68 HR %

Sello

Fecha de emisión

Jefe del laboratorio de calibración



2020-01-17

Karen Vanessa Izarra Topa
KAREN VANESSA IZARRA TOPA
GERENTE GENERAL
CALIBRACIONES PERU S.A.C.
RUC: 20604149721



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMT-017-2020

Laboratorio de Temperatura

Pág. 2 de 3

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C ± 5 °C

Tiempo (min)	T _{Ind} (°C) (Termómetro del equipo)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN										T _{prom} °C	T _{max} -T _{min} °C
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	110.0	110.0	109.0	110.0	108.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.8	3.0
2	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.8	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	4.5
4	110.0	110.0	109.2	110.0	110.3	110.0	110.1	110.8	109.0	109.8	109.8	109.8	2.0
6	110.0	110.6	109.0	108.8	110.0	110.0	110.0	108.9	108.8	109.9	110.0	109.8	3.4
8	110.0	110.0	109.5	110.2	109.0	110.1	110.2	108.0	110.2	110.2	108.1	109.8	3.4
10	110.0	110.6	109.5	110.6	110.6	109.9	109.5	110.3	109.8	109.9	110.0	109.8	2.3
12	110.0	110.5	109.0	110.4	109.9	110.0	110.2	111.6	110.9	110.8	110.5	110.4	3.2
14	110.0	109.5	110.6	110.5	108.0	110.0	110.2	110.2	110.2	108.9	110.0	110.0	3.4
16	110.0	110.0	109.9	109.0	109.0	109.9	109.8	109.2	110.0	110.5	110.0	109.7	3.7
18	110.0	110.0	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.9	110.0	110.0	109.0	109.6	4.3
20	110.0	109.0	110.0	110.4	110.2	110.8	110.6	109.0	110.0	110.9	110.8	110.2	3.6
22	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.9	109.9	110.6	110.0	109.0	110.0	110.1	3.4
24	110.0	110.8	109.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.6	109.7	109.8	110.0	110.0	2.2
26	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.0	3.4
28	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	108.8	109.8	110.1	3.0
30	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.8	3.8
32	110.0	110.2	110.8	110.3	109.9	109.9	110.7	109.9	110.1	109.7	109.8	110.1	3.7
34	110.0	108.9	108.8	111.0	110.1	109.9	109.9	110.0	110.0	110.0	110.2	110.1	3.7
36	110.0	108.9	108.8	110.0	109.9	109.8	109.8	109.9	110.2	109.9	110.0	110.0	3.7
38	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.9	109.9	110.7	110.7	110.2	3.5
40	110.0	110.0	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.9	109.9	109.8	109.8	110.1	3.8
42	110.0	110.0	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.6
44	110.0	109.9	110.9	110.0	109.7	109.8	109.9	110.6	110.0	109.9	110.0	109.9	3.6
46	110.0	110.6	108.9	110.5	109.9	110.6	109.5	109.8	109.7	109.8	110.0	110.0	3.7
48	110.0	110.4	109.9	109.9	109.9	110.1	110.1	109.8	109.9	110.7	110.7	110.0	3.0
50	110.0	105.3	110.2	109.3	109.7	108.5	110.2	110.1	109.7	107.2	109.0	109.5	3.4
52	110.0	110.0	110.6	110.5	109.0	110.0	110.2	110.2	110.2	108.9	110.0	110.0	3.6
54	111.0	110.0	111.6	109.0	109.0	112.9	114.8	111.2	110.0	110.5	110.0	109.0	3.6
56	110.0	109.5	109.0	110.0	109.0	110.0	109.9	108.8	110.0	110.0	109.0	110.0	2.9
58	110.0	109.5	110.0	111.2	110.2	110.2	110.4	109.8	109.9	109.9	109.8	109.9	2.6
60	110.0	109.5	110.5	110.1	110.6	110.5	113.9	113.1	109.9	110.0	109.8	110.0	3.7
T _{PRON}	110.0	109.5	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2	110.3	
T _{MAX}	110.0	109.2	110.1	101.1	109.2	110.2	109.5	105.3	109.7	110.1	110.2		
T _{MIN}	110.0	110.2	109.4	110.1	110.0	110.2	110.0	110.0	110.0	110.0	110.1		
DTT	0.0	3.6	4.5	3.0	3.8	3.7	3.7	3.1	3.9	3.6	3.7		



Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre expandida (°C)
Máxima temperatura Medida	111.0	0.5
Mínima Temperatura Medida	108.9	0.5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	4.5	0.2
Desviación de Temperatura en el Espacio	3.4	0.2
Estabilidad Medida (±)	0.2	0.1
Uniformidad Medida	4.5	0.1



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN LMT-017-2020

Laboratorio de Temperatura

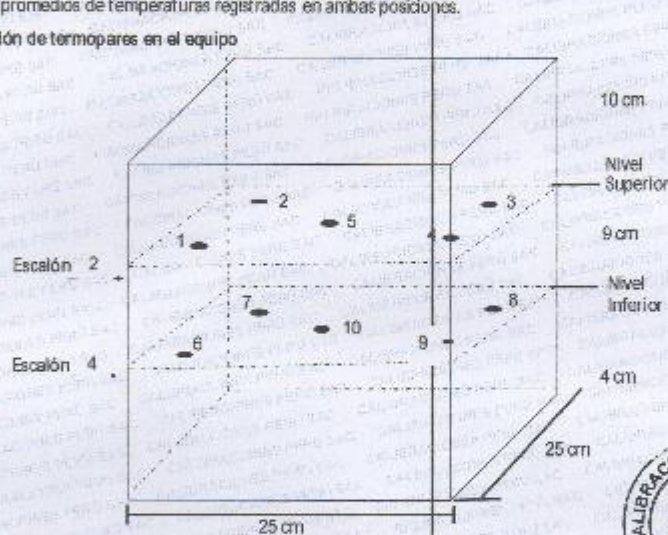
Pág. 3 de 3

- T.PROM : Promedio de la temperatura una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T.PROM : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura Máxima.
T.MIN : Temperatura Mínima.
DTT : desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT está dada por la diferencia entre máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Distribución de termopares en el equipo



- Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos parrillas.
- Los termopares 1 al 5 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla superior.
- Los termopares 6 al 10 están ubicados a 2 cm por encima de la parrilla inferior.
- Los termopares 1 y 4 y del 6 al 9 están ubicados a 4.5 cm de las paredes laterales y a 5 cm del frente y fondo de la estufa.
- Los escalones indican las posiciones de las parrillas.

Observaciones:

- * Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO"
- * La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013 - CLW - 2020

Pág. 1 de 2

Fecha de Emisión 1/17/2020
Expediente: 369
1 Solicitante CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL
DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
SOC.COM. RESPONS. LTDA
Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
EMBUTIDOS HUAYCHULO) JUNIN -
CONCEPCION - CONCEPCION
2 Instrumento de
Medición MAQUINA DE OBRASION DE LOS ANGELES
Marca (o Fabricante) PINZUAR
Modelo PC-117
Numero de Serie 1245
Indicación NO INDICA
Procedencia COLOMBIANA
Cant. De Bajas 12
Fecha de
Calibración 1/17/2020

3 METODO DE CALIBRACIÓN

La calibración del equipo se realizó por el método de
comparación directa usando un Tacómetro Patron, marca
MONARCH, con certificado de calibración S8789(Monarca
Calibración Lab.

4 LUGAR DE CALIBRACION

Instalación de Calibraciones Peru SAC.

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 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.

CALIBRACIONES PERU S.A.C. no se
responsabiliza de los perjuicios
que pueda ocasionar el uso
inadecuado de este instrumento.

Sello



Jefe del laboratorio de calibración


ROBERTO QUINTO C.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 013 - CLW- 2020

Pág. 2 de 2

6 OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibración".

7 RESULTADOS

N°	DIAMETRO (MM)	PESO (g)
1	47,31	417,7
2	46,62	412,9
3	46,61	411,9
4	46,60	412,6
5	46,65	413,1
6	46,68	414,7
7	46,29	405,6
8	46,31	407,9
9	46,59	412,1
10	46,69	414,2
11	46,61	413,7
12	49,23	440,8
Paso total		4086,2

TIEMPO (s)	N DE VUELTAS	GIRO DEL TAMBOR (rpm)
60	31	33,2
120	63	31,2
180	96	32,6
240	128	33,2
300	160	32,3
360	193	31,4
420	224	32,7
480	257	33,1
540	288	32,8
600	320	32,9
660	354	32,3
720	385	33,1
780	417	33,1
840	451	33,3
900	486	33,5



Fin del documento



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-060-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 1 de 3

Expediente 2059
Solicitante CONSTRUCTORA INGENIEROS Y ARQUITECTOS
 ASESORES SANTA CRUZ SOCIEDAD COMERCIAL
 DE RESPONSABILIDAD LIM1 SOC.COM.RESPONS.
 LTDA
Dirección AV. ORIENTE NRO. 772 (FRENTE A FABRICA DE
 EMBUTIDOS HUAYCHULO), JUNIN - CONCEPCION
 CONCEPCION
Instrumento de Medición BALANZA NO AUTOMATICA
Marca (o Fabricante) OHAUS
Modelo R31P30
Numero de Serie 8335440482
Procedencia USA
Tipo Electronica
Identificación No indica
Alcance de Indicación 0 gr a 30000 gr
**Division de escala (d)
 o resolución** 1 gr
Div.verific. De escala (e) 10 gr (*)
Capacidad Mínima 20 gr (**)
Clase de exactitud III (***)
Lugar de Calibración Laboratorio de Masa de CALIBRACIONES PERU
Fecha de Calibración 2020-01-17

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

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio emisor.

Los certificados de calibración sin firma y sello no son válidos.

La calibración se realizó según el método descrito en el PC-001, "Procedimiento de calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII" del SNM-INDECOPI, Edición Tercera Enero 2009.

Trazabilidad

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI)

Patrones utilizados :

M-0984-2019, M-0982-2019, M-0982-2019, M-0981-2019

Sello



Fecha de emisión

2020-01-17

Jefe del laboratorio de calibración

KAREN VANESSA ZARRA TUPA
 GERENTE GENERAL
 CALIBRACIONES PERU S.A.C.
 RUC: 20604149721

CALIBRACIONES PERU S.A.C. - RUC: 20600820959
 Jr. Pasco N° 3312 San Martín De Porres, Lima - Perú
 Telf.: (01) 397 8754 Cel.: 949 985 016

E-mail: ventas@calibracionesperu.pe
 laboratorio@calibracionesperu.pe
 www.calibracionesperu.pe



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

LMM-060-2020

Laboratorio de Masa

Pág. 2 de 3

Resultados de Medicion

INSPECCION VISUAL

AJUSTES DE ACERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE RETABILIDAD

Temperatura	Inicial 25.4 °C	Final 25.4 °C
-------------	-----------------	---------------

Medicion N°	Carga L1= 15000 g			Carga L2= 30000 g		
	l (g)	L (g)	E (g)	l (g)	L (g)	E (g)
1	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
2	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
3	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
4	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
5	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
6	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
7	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
8	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4
9	15001	0.4	4.6	30001	0.7	3.3
10	15001	0.4	4.6	30001	0.6	3.4

Carga (gr)	Emax-Emin (gr)	e.m.p (gr)
15000	0.000	20
30000	0.100	30

2	5	Posicion de las Cargas	Ensayo de Excentricidad		
3	4		Temperatura	Inicial 25.4 °C	Final 25.4 °C



Posicion de la Carga	Carga-min (g)	Carga			Carga				e.m.p ± gr
		l (g)	L (g)	E0 (g)	l (g)	L (g)	E (g)	Ee (g)	
1	10	10	0.3	4.7	10000	0.5	3.5	-1.2	20
2	10	10	0.3	4.7	10000	0.4	3.6	-1.1	20
3	10	10	0.2	4.8	10000	0.4	3.6	-1.2	20
4	10	10	0.2	4.8	10000	0.3	4.7	-0.1	20
5	10	10	0.2	4.8	10000	0.4	4.5	-0.2	20



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN MM-O60-202

Laboratorio de Masa

Pág. 3 de 3

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura	Inicial	25.4 °C	Final	25.4 °C
-------------	---------	---------	-------	---------

Carga L (g)	I (g)	ΔI (g)	F (g)	Ec (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	Ec (g)	emp
10	10	0.4	4.6						± g
20	20	0.4	4.6	0.0	20	0.3	4.7	0.1	10
500	500	0.3	4.7	0.1	500	0.3	4.7	0.1	10
1000	1000	0.3	4.7	0.1	1000	0.4	4.6	0.0	10
5000	5001	0.4	4.6	0.0	5001	0.3	4.7	0.1	10
8000	8001	0.4	4.6	0.0	8001	0.4	4.6	0.0	20
10000	10001	0.5	4.5	-0.1	10001	0.4	4.6	0.0	20
15000	15001	0.5	4.5	-0.1	15001	0.5	4.5	-0.1	20
20000	20001	0.5	4.5	-0.1	20001	0.5	3.5	-1.1	20
25000	25001	0.5	3.5	-1.1	25001	0.6	3.4	-1.2	30
30000	30001	0.6	3.4	-1.2	30001	0.6	3.4	-1.2	30

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. E: Error encontrado
I: Indicaciones de la balanza. E : Error en cero
ΔI: Carga adicional. Ec : Error corregido

Incertidumbre expandida de medición $U = 2 \times \sqrt{0.16928 + 0.000000100932 R^2}$
Lectura corregida $R_{\text{correctada}} = 0.0000239780 R$

Observaciones

Con fines de identificación se colocó una etiqueta adhesiva color verde con indicaciones "CALIBRADO"

La incertidumbre de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$ para una distribución normal de aproximadamente 95%

(*) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(**) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

(***) Se determinó utilizando la consideración 10.1 del PC-001.

Fin del documento



**ESPECIFICACIONES TECNICAS DE
MOLDE CBR - 3 JGO**

MOLDE:	152,4 mm diám. Int. x 177,8 mm alt. (6 x 7 pulg.)
SERIE:	NO INDICA
MARCA:	KAIZACORP
ESPESOR DE PARED:	6,5 MM
COLLARIN:	50,8 mm (2 pulg. Alt.) se acopla al molde por ambos lados
PLACA BASE:	Perforada; se acopla al molde
FABRICACION:	Enteramente en acero enchapado.
PESO APROX.:	Neto 9 Kg (20 libras)

PLACA DE AUMENTO DE VOLUMEN

PLACA:	149,2 mm. Diámetro (5-7/8 pulgadas); perforada
CABEZA DE CONTACTO:	Ajustable, queda bloqueada en el vástago mediante una tuerca moleteada
FABRICACION:	Bronce/Aluminio
PESO APROX.:	Neto 1,1 Kg. (2-1/2 Libras).

SOBRECARGA CIRCULARES Y ANULARES

FABRICACION:	Maquinadas en acero.
ACABADO:	Enchupado
PESO APROX.:	5 Libras

CUMPLE CON LAS NORMAS ASTM D-1883; AASHTO T-193

MOLDE Y MARTILLO PROCTOR MODIFICADO

Los Moldes y Martillos están usados para determinar la relación entre el contenido de humedad y la densidad de suelos compactados. Hechos de acero niquelado, incluye collar, cuerpo del molde y base (plata). Los martillos están usados para compactar la muestra de suelo en los moldes Proctor y son hechos de acero niquelado. Diferentes modelos están disponibles, cumpliendo con los estándares pertinentes.

*** Los siguientes datos corresponden al molde de 6":**

Marca: KAIZACORP

Serie: No indica

Medidas: 6 pulg (152,4 mm diametro x 4.584 pul (116.43mm)

Placa base: 12,7 mm x 200 mm x 200 mm

Collar: Diámetro interior de 152,4 mm (6") | Altura de 60,33 mm

*** Los siguientes datos corresponden al martillo de 6":**

Marca: KAIZACORP

Serie: No indica

Medidas: Martillo 2 pulg.(50.8 mm) diámetro

Peso: 101 lb (4.55kgf)

Caída: Altura de 18 pulg.(457.2 mm)

Anexo N° 04: Procesamiento de resultados de laboratorio

Tabla 36. Procesamiento de resultados de laboratorio.

Muestra	Granulometría			Límite líquido (%)	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad (%)	Máxima densidad seca (g/cm ³)	Óptimo contenido de humedad (%)	CBR (%)	
	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)						AI 95 %	AI 100 %
Base granular deteriorada	59.3	25.9	14.8	23	18.9	4.1	2.19	7	43.87	62.72
Base granular deteriorada + 20 % de CAR	55.8	36.1	8.1	20	17.6	2.4	2.23	6.7	50.18	73.62
Base granular deteriorada + 20 % de CAR							2.23	6.8	49.63	73.39
Base granular deteriorada + 20 % de CAR							2.23	6.8	50.82	73.67
Base granular deteriorada + 25 % de CAR	55.3	36.9	7.8	19.5	17.6	1.9	2.25	6.5	56.17	84.87
Base granular deteriorada + 25 % de CAR							2.25	6.4	57.03	85.28
Base granular deteriorada + 25 % de CAR							2.25	6.4	57.83	85.1
Base granular deteriorada + 30 % de CAR	54.8	37.6	7.6	18.2			2.23	6.3	54.54	78.59
Base granular deteriorada + 30 % de CAR							2.23	6.4	53.86	77.91
Base granular deteriorada + 30 % de CAR							2.23	6.3	55.25	78.96

Anexo N° 05: Panel fotográfico



Fotografía 1 y Fotografía 2. Vista de la Av. Andrés Avelino Cáceres del distrito de Nueve de julio en la provincia de Concepción.



Fotografía 3. Delimitación del área para extraer la carpeta asfáltica y base granular.



Fotografía 4. Extracción de la carpeta asfáltica.



Fotografía 5. Extracción de base granular deteriorada.



Fotografía 6. Espesor de la carpeta asfáltica existente.



Fotografía 7. Vista de la carpeta asfáltica extraída.



Fotografía 8. Vista de las muestras extraídas tanto de base granular y carpeta asfáltica.



Fotografía 9. Base granular deteriorada.



Fotografía 10. Resane del área donde se extrajo la carpeta asfáltica.



Fotografía 11. Lugar de muestreo resanado.