

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas
asfálticas en caliente modificadas con escoria negra de
horno de arco eléctrico - Chimbote 2022”**

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

Autores:

Bach. Arroyo Rodríguez, Juan David
Bach. Goycochea De La Cruz, Pierina Alexandra

Asesora

Dra. Fernández Mantilla, Jenisse del Rocío

DNI: 33264434

Código, ORCID: 0000-0003-3336-4786

Nuevo Chimbote - Perú
2024

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

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

**“Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas asfáltica en
caliente modificadas con escoria negra de horno de arco eléctrico -
Chimbote 2022”**

Revisado y aprobada por:

**Dra. Jenisse del Rocio Fernández
Mantilla**

DNI 33264434

ORCID 0000-0003-3336-4786

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



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

**Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas asfáltica en caliente
modificadas con escoria negra de horno de arco eléctrico - Chimbote 2022**

Revisado y aprobada por el siguiente jurado:

Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz
Presidente
DNI 32770844
ORCID 0000-0002-4180-9362

Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Integrante
DNI 26673663
ORCID 0000-0002-3500-2378

Dra. Jenisse Fernández Mantilla
Secretaria
DNI 33264434
ORCID 0000-0003-3336-4786

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 09 días del mes de abril del año dos mil veinticuatro, siendo las 12: 00 horas, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 574-2023-UNS-CFI, con fecha 05.09.2023, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Secretario), Dra. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla (Integrante), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitaria) en base a la Resolución Decanal N° 159-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022", presentado por los Bachilleres: : ARROYO RODRÍGUEZ JUAN DAVID con cód. N° 0201513037, y GOYCOCHEA DE LA CRUZ PIERINA ALEXANDRA con cód. N° 0201513005, quienes fueron asesorados por la docente Dra. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 775-2021-UNS-FI, de fecha 28.12.2021.

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

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ARROYO RODRÍGUEZ JUAN DAVID	17	Bueno

Siendo las 13.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 09 de abril de 2024.



Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Presidente



Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Secretario



Dra. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla
Integrante



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil
- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 09 días del mes de abril del año dos mil veinticuatro, siendo las 12: 00 horas, en el Aula C-1 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 574-2023-UNS-CFI, con fecha 05.09.2023, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González (Secretario), Dra. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla (Integrante), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitaria) en base a la Resolución Decanal N° 159-2024-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022", presentado por los Bachilleres: : ARROYO RODRÍGUEZ JUAN DAVID con cód. N° 0201513037, y GOYCOCHEA DE LA CRUZ PIERINA ALEXANDRA con cód. N° 0201513005, quienes fueron asesorados por la docente Dra. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla, según lo establece la T. Resolución Decanal N° 775-2021-UNS-FI, de fecha 28.12.2021.

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

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
GOYCOCHEA DE LA CRUZ PIERINA ALEXANDRA	17	Bueno

Siendo las 13.00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 09 de abril de 2024.


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Presidente


Ms. Felipe Eleuterio Villavicencio González
Secretario


Dra. Jenisse Del Rocío Fernández Mantilla
Integrante

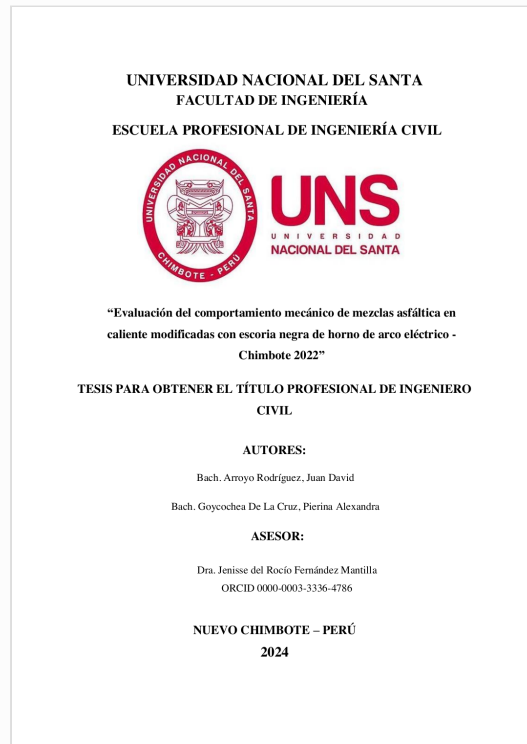


Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Michael Anthony Lector Lafitte
Título del ejercicio: E4
Título de la entrega: Tesis Arroyo-Goycochea.pdf
Nombre del archivo: Tesis_Arroyo-Goycochea.pdf
Tamaño del archivo: 38.39M
Total páginas: 253
Total de palabras: 32,490
Total de caracteres: 184,524
Fecha de entrega: 02-may.-2024 07:49p. m. (UTC+0200)
Identificador de la entrega... 2369033409



Tesis Arroyo-Goycochea.pdf

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

3%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.uns.edu.pe

Fuente de Internet

12%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

6%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Activo

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE GENERAL	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	xiv
RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
Capítulo I: INTRODUCCIÓN	3
1.1. Antecedentes del problema	3
1.2. Formulación Del Problema	5
1.2.1. Problema General	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo Principal.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos	6
1.4. Justificación.....	6
1.5. Limitaciones del trabajo	7
1.6. Formulación De La Hipótesis	7

Capítulo II: MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes de la investigación:	9
2.1.1. Internacional	9
2.1.2. Nacional.....	11
2.2. Base Teórica.....	13
2.2.1. Escoria Negra	13
2.2.1.1. Generación de las escorias de acero de horno eléctrico	15
2.2.1.2. Características de las escorias de horno eléctrico	16
2.2.2. Mezcla asfáltica en caliente.....	18
2.2.2.1. Porcentaje de cemento asfáltico óptimo.....	19
2.2.2.2. Densidad.....	19
2.2.2.3. Vacíos de aire.....	19
2.2.2.4. Vacíos en el agregado mineral (VMA)	20
2.2.2.5. Estabilidad.....	20
2.2.2.6. Flujo	21
2.2.2.7. Índice de rigidez	21
2.2.2.8. Resistencia a la compresión de mezclas asfálticas.....	22
2.2.2.9. Componentes de la mezcla asfáltica en caliente	22
2.2.2.9.1. Agregados minerales grueso	22
2.2.2.9.2. Ensayos realizados a los agregados minerales grueso	23

2.2.2.9.3. Agregados minerales finos.....	28
2.3. Definición de términos.....	32
2.4. Marco Normativo.....	34
Capitulo III: MATERIALES Y MÉTODOS.....	39
3.1. Tipo de investigación.....	39
3.2. Nivel de investigación.....	39
3.3. Diseño de investigación.....	40
3.4. Unidad de análisis.....	41
3.5. Ubicación.....	41
3.6. Población y Muestra.....	42
3.7. Variables.....	44
3.7.1. Variable independiente.....	44
3.7.2. Variable dependiente.....	44
3.7.3. Matriz de consistencia.....	45
3.7.4. Operacionalización de variables.....	46
3.8. Técnica e Instrumentos de recolección de datos.....	47
3.9. Procedimientos.....	49
- Ensayos realizados al agregado grueso.....	49
3.9.1. Análisis Granulométrico del agregado Grueso (MTC E 204 -2016).....	49
3.9.2. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (MTC E 209-2016).....	50

3.9.3. Ensayo de abrasión de los Ángeles al desgaste (1 1/2”) (MTC E 207-2016)	51
3.9.4. Determinación de Partículas Chatas y Alargadas (MTC E 223-2016).....	53
3.9.5. Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso (MTC E 210-2016)..	54
3.9.6. Sales Solubles En Agregados Para Pavimentos Flexibles (MTC E 219-2016).....	55
3.9.7. Peso específico y absorción de agregados gruesos (MTC E 206-2016).....	57
- Ensayos realizados al agregado fino	58
3.9.8. Análisis Granulométrico del agregado fino (MTC E 204 -2016).....	58
3.9.9. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena suelos y agregado fino (MTC E 114-2016).....	59
3.9.10. Angularidad del agregado fino (MTC E 222-2016)	61
3.9.11. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (MTC E 209-2016).....	61
3.9.12. Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219-2016)	63
3.9.13. Peso específico y absorción de agregados finos (MTC E 206-2016).....	64
- Elaboración de mezclas asfálticas usando el método Marshall.....	65
3.9.14. Elaboración de las briquetas.	65
3.9.15. Compactación de las briquetas.	66
- Ensayos realizados a la mezcla asfáltica en caliente.....	67
3.9.16. Resistencia De Mezclas Bituminosas Empleando El Aparato Marshall (MTC E 504-2016)	67
3.9.17. Efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas (MTC E 518-2016)	68

Capítulo IV: RESULTADOS	70
4.1 Análisis e interpretación de resultados.....	70
4.1.1 Caracterización de los agregados y escorias negras de horno de arco eléctrico de Chimbote para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente.	70
4.1.2 Determinación de la dosificación óptima de contenido de asfalto por medio de la metodología Marshall.....	82
4.1.3 Analizar la variación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica convencional en comparación con la mezcla asfáltica modificada, sustituyendo el agregado grueso con diferentes porcentajes de escorias negras.....	89
4.2 Discusión.....	95
Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	101
5.1 Conclusiones	101
5.2 Recomendaciones.....	104
Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
Capítulo VII: ANEXOS	111
7.1 Anexo 01 - Panel Fotográfico	111
7.2 Anexo 02 – Ensayos realizados al agregado fino.....	128
7.3 Anexo 03 – Ensayos realizados al agregado grueso	135
7.4 Anexo 04 – Ensayos realizados a la escoria negra.....	143
7.5 Anexo 05 – Ensayos realizados a la mezcla asfáltica convencional	146
7.6 Anexo 06 – Ensayos realizados a la mezcla asfáltica modificada	163

7.7	Anexo 07 – Certificado de calibración de equipos de laboratorio	181
7.8	Anexo 08 – Autorización para recabar información y material en SIDERPERÚ ..	229
7.9	Anexo 09 – Plano de localización de cantera “Chero”	232

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características físicas de la escoria de horno eléctrico.....	16
Tabla 2 Características químicas de la escoria negra.....	17
Tabla 3 Ensayos realizados a los agregados minerales gruesos	23
Tabla 4 Tamaño mínimo de la muestra.....	24
Tabla 5 Ensayos realizados a los agregados minerales finos.....	28
Tabla 6 Muestra de la investigación para el grupo de control	43
Tabla 7 Muestra de la investigación para el grupo experimental	44
Tabla 8 Valor equivalente del agregado fino	71
Tabla 9 Peso específico y absorción del agregado fino	71
Tabla 10 Durabilidad al sulfato de sodio del agregado fino	72
Tabla 11 Angularidad del agregado fino	72
Tabla 12 Sales solubles totales del agregado fino	73
Tabla 13 Adhesividad de los ligantes bituminosos de los áridos finos	73
Tabla 14 Peso específico y absorción del agregado grueso	74
Tabla 15 Abrasión los ángeles del agregado grueso.....	75
Tabla 16 Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso	76
Tabla 17 Partículas Chatas y alargadas del agregado grueso	76
Tabla 18 Durabilidad al sulfato de sodio del agregado grueso.....	77
Tabla 19 Sales solubles totales del agregado grueso	77
Tabla 20 Adherencia del agregado grueso.....	78
Tabla 21 Peso específico y absorción de la escoria de acero.....	79
Tabla 22 Abrasión los ángeles de la escoria	80
Tabla 23 Comparación entre los requerimientos establecidos por la norma y los valores obtenidos - Agregado fino.....	80

Tabla 24 Comparación entre los requerimientos establecido por la norma y los valores obtenidos – Agregado grueso.....	81
Tabla 25 Diseño de mezcla asfáltica método Marshall	82
Tabla 26 Cuadro Resumen - % Cemento asfáltico	87
Tabla 27 Resultados y características del diseño de mezcla asfáltica	88
Tabla 28 Resultados y características del diseño de mezcla asfáltica con escoria negra	89
Tabla 29 Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente con distintos porcentajes de escoria de acero	90
Tabla 30 Flujo de la mezcla asfáltica en caliente con distintos porcentajes de escoria de acero	91
Tabla 31 Factor de rigidez de la mecla asfáltica en caliente con distintos porcentajes de escoria de acero	92
Tabla 32 Relación de la resistencia a la tracción de la mezcla asfáltic en caliente con distintos porcentajes de escoria de acero	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Escoria negra de la empresa SIDERPERU	14
Figura 2 Patio de chatarra de la empresa SIDERPERU	15
Figura 3 Preparación de mezcla asfáltica en caliente	19
Figura 4 Agregado mineral grueso	28
Figura 5 Composición de las mezclas.	44
Figura 6 Análisis Granulométrico del agregado grueso.	50
Figura 7 Ensayo para determinar la durabilidad al sulfato de sodio y al sulfato de magnesio....	51
Figura 8 Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso.	52
Figura 9 Ensayo para determinar las partículas chatas y alargadas del agregado grueso.....	54
Figura 10 Ensayo para determinar el porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso.	55
Figura 11 Ensayo para determinar las sales solubles del agregado grueso	56
Figura 12 Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.....	57
Figura 13 Análisis granulométrico del agregado fino	59
Figura 14 Valor equivalente del agregado fino	60
Figura 15 Ensayo para determinar la durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio agregado fino	62
Figura 16 Ensayo para determinar la durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio agregado fino	64
Figura 17 Curva Granulométrica del agregado fino.....	70
Figura 18 Curva Granulométrica del agregado grueso.....	74
Figura 19 Curva Granulométrica de escoria de acero	79
Figura 20 Grafica de Peso Unitario - Método Marshall	82
Figura 21 Grafica de % Vacíos - Método Marshall.....	83
Figura 22 Grafica de porcentaje de Vacíos de agregado mineral - Método Marshall.....	84
Figura 23 Grafica de Flujo - Método Marshall.....	85

Figura 24 Grafica de Estabilidad - Método Marshall.....	85
Figura 25 Grafica de Estabilidad de rigidez- Método Marshall.....	86
Figura 26 Variación de la Estabilidad de la mezcla asfáltica con escoria negra.....	90
Figura 27 Variación del flujo de la mezcla asfáltica con escoria negra.....	91
Figura 28 Variación del factor de rigidez de la mezcla asfáltica con escoria negra.....	93
Figura 29 Variación de la relación de la resistencia a la tracción de la mezcla asfáltica con escoria negra.....	94

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Índice de rigidez.....	21
Ecuación 2. Resistencia a la compresión	22
Ecuación 3. Porcentaje de desgaste	25
Ecuación 4. Porcentaje de partículas chatas y alargadas	25
Ecuación 5. Porcentaje de caras fracturadas	26
Ecuación 6. Porcentaje de sales solubles del agregado grueso	27
Ecuación 7. Peso Específico de la masa-Agregado grueso.....	27
Ecuación 8. Peso Específico de la masa con superficie seca-Agregado grueso	27
Ecuación 9. Peso Específico Aparente-Agregado grueso.....	27
Ecuación 10. Absorción-Agregado grueso	27
Ecuación 11. Arena equivalente	29
Ecuación 12. Angularidad.....	29
Ecuación 13. Porcentaje de sales solubles del agregado fino	30
Ecuación 14. Peso Específico de la masa-Agregado fino.....	30
Ecuación 15. Peso Específico de la masa con superficie seca-Agregado fino	31
Ecuación 16. Peso Específico Aparente-Agregado fino	31
Ecuación 17. Absorción-Agregado fino	31

RESUMEN

El propósito central de este estudio consistió en llevar a cabo una evaluación exhaustiva del desempeño mecánico de la mezcla asfáltica, específicamente modificada mediante la incorporación de escorias negras en Chimbote. La metodología empleada se enmarcó en una investigación de Aplicada-Cuasiexperimental, adoptando un enfoque cuantitativo. El proceso abordó varias etapas, incluyendo la caracterización de los agregados y las escorias negras provenientes de hornos de arco eléctrico en Chimbote, la determinación de la dosificación óptima de contenido de asfalto a través del método Marshall y el análisis detallado de las variaciones en el comportamiento mecánico entre la mezcla asfáltica convencional y la mezcla modificada, en la cual el agregado grueso fue sustituido por diferentes proporciones de escorias negras. A partir de los resultados obtenidos, se llegó a diversas conclusiones significativas. Primeramente, se comprobó que los agregados extraídos de la cantera Chero y utilizados en la producción de mezcla asfáltica en caliente cumplen con los estándares requeridos por la normativa vigente. Además, el porcentaje óptimo de contenido de asfalto se determinó como 5.7% a través del método Marshall. Particularmente, se destacó que la mezcla que contiene un 50% de escoria negra satisface el criterio del porcentaje de vacíos en el agregado mineral, tal como lo establece el Manual de Carreteras. Además, esta mezcla exhibe un Flujo sustancialmente menor (0.3 cm) en comparación con la mezcla convencional (0.39 cm). Por otro lado, presenta una estabilidad superior (1304.0 Kg), superando la norma (554.88 Kg). En el caso de la mezcla asfáltica en caliente con un 75% de escoria negra, se constató que su factor de rigidez (3979 kg/cm) se sitúa dentro del rango recomendado de 1700 a 4000 kg/cm por la MTC (2014). Adicionalmente, se resaltó su mayor relación de la resistencia a la tracción (79.5%), la cual supera el valor mínimo del 75% establecido por la MTC (2014). Estos hallazgos ofrecen perspectivas prometedoras sobre la viabilidad y beneficios de emplear escorias negras en la mejora de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas.

Palabras claves: Evaluación, Comportamiento mecánico, Escoria, Mezclas asfálticas.

ABSTRACT

The central purpose of this study was to carry out an exhaustive evaluation of the mechanical performance of the asphalt mix, specifically modified by the incorporation of black slag in Chimbote. The methodology used was framed in an Applied-Cuasiexperimental investigation, adopting a quantitative approach. The process covered several stages, including the characterization of the aggregates and the black slag from electric arc furnaces in Chimbote, the determination of the optimal dosage of asphalt content through the Marshall method and the detailed analysis of the variations in the behavior between the conventional asphalt mix and the modified mix, in which the coarse aggregate was replaced by different proportions of black slag. From the results obtained, several significant conclusions were reached. Firstly, it was verified that the aggregates extracted from the Chero quarry and used in the production of hot mix asphalt meet the standards required by current regulations. In addition, the optimal percentage of asphalt content was determined as 5.7% through the Marshall method. It was highlighted that the mixture containing 50% black slag satisfies the criterion of the percentage of voids in the mineral aggregate, as established by the Highway Manual. In addition, this mix exhibits substantially less Flow (0.3 cm) compared to the conventional mix (0.39 cm). On the other hand, it presents superior stability (1304.0 Kg), surpassing the standard (554.88 Kg). In the case of hot mix asphalt with 75% black slag, it was found that its stiffness factor (3979 kg/cm) is within the recommended range of 1700 to 4000 kg/cm³ by the MTC (2014). Additionally, its higher tensile strength ratio (79.5%) was highlighted, which exceeds the minimum value of 75% established by the MTC (2014). These findings offer promising perspectives on the feasibility and benefits of using black slag to improve properties. mechanics of asphalt mixes.

Keywords: Evaluation, Mechanical behavior, Slag, Asphalt mixtures.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La ingeniería busca atender las diversas necesidades humanas mediante el desarrollo e innovación de herramientas y tecnologías, así como perfeccionando nuevos métodos en la industria y otros ámbitos científicos. Entre ellos, las diferentes aplicaciones involucran tecnología, construcción de varios edificios, investigación científica, etc. Este gran campo de conocimiento se ocupa de la ingeniería civil que utiliza conocimientos de cálculo, diseño, física, estadística, estática, hidráulica, estudios de suelo, diversos softwares, construcción de infraestructura y su propio mantenimiento, dando lugar a la aplicación de varias ramas en conjunto para definir un ingeniero civil, tales como transporte, gestión, ingeniería geotécnica, estructuras, pavimentos, hidráulica y construcción. Sin embargo, por el interés de la tesis a desarrollarse, se procederá con aportes mínimos de la construcción y otras áreas. Esta rama significa estudiar varios códigos y mantenerlos actualizados para obtener construcciones que no fallen y colapsen como se espera, sin embargo, todas las áreas están enlazadas. Además de dar nuevos usos a los residuos de la industria siderúrgica, tiene aplicaciones en otras áreas de la construcción. Uno de los principales residuos que produce la industria es la escoria blanca y negra, el primer material en ser estudiado por su aporte a las carreteras de varios países de Europa y Estados Unidos. Por su alta tasa de fabricación, que produce escoria negra del 10% al 15% por tonelada de acero producido, se busca su reutilización estudiando sus propiedades y diversas características.

Esta tesis, se desarrollará en capítulos, los cuales son detallados a continuación:

En el CAPITULO I, se exhiben la introducción, también la problemática, la justificación y la formulación de la hipótesis.

En el CAPITULO II, se revelan los antecedentes que son la base de esta investigación, así mismo el marco y aspectos teóricos.

En el CAPITULO III, se exhiben el tipo de investigación, unidad de análisis, población, muestra, variables, los materiales y métodos e instrumentos utilizados en la investigación.

En el CAPITULO IV, se exhiben el análisis e interpretación de resultados, ya su vez la discusión de acuerdo con las pruebas y ensayos realizados.

En el CAPITULO V, se exhiben las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

En el CAPITULO VI, se exhiben las referencias bibliográficas y finalmente los anexos.

Capítulo I: INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes del problema

El diseño de mezclas asfálticas en caliente ha experimentado una notable evolución con el pasar de los años, reflejando avances significativos tanto en los métodos de elaboración como en la evaluación de sus propiedades de desempeño. Frente a estos avances, uno de los desafíos más críticos en la ingeniería moderna radica en la optimización de los recursos utilizados en estos procesos, buscando reducir su impacto ambiental. Este problema ha intensificado el interés en estrategias de sostenibilidad como el reciclaje y la reutilización de materiales convencionales. La reconsideración de los materiales empleados no solo apunta a mejorar la eficiencia de las mezclas asfálticas, sino también a promover prácticas más responsables con el medio ambiente, redefiniendo así los estándares y prácticas en la industria de la construcción vial.

De acuerdo con el estudio llevado a cabo por la Sociedad Pública de Gestión Ambiental IHOBE en 2011, los principales desechos generados por estas industrias son las escorias de acero, se pueden reutilizar eficazmente como material de construcción. Este proceso de reciclaje no solo contribuye a mitigar el impacto ambiental al disminuir la acumulación de desechos industriales, sino que también proporciona una alternativa sostenible y económica para materiales de construcción convencionales. La escoria triturada de hornos de oxígeno básico (BOF) y de hornos eléctricos (EAF) es particularmente valorada por sus propiedades mecánicas, que la hacen idónea para aplicaciones como la fabricación de concreto, la pavimentación de caminos y la estabilización de suelos. Incorporar estos materiales reciclados no solo reduce la demanda de agregados vírgenes, sino que también fomenta la innovación y la sostenibilidad en el sector de la construcción, alineando prácticas industriales con objetivos medioambientales más amplios.

En el contexto de Sudamérica, de acuerdo con las estadísticas proporcionadas por la Asociación Mundial del Acero en 2017, Perú ocupó la cuarta posición en términos de producción de acero en el año 2016, y se ubicó en el tercer puesto en lo que respecta a la fabricación de acero mediante hornos de arco eléctrico. Según un informe de América Economía en 2013, las empresas SIDERPERÚ y Aceros Arequipa son los principales protagonistas en la producción de acero en el país. Estas compañías generan exclusivamente escorias de acero a partir de sus hornos de arco eléctrico, siendo Aceros Arequipa el mayor productor con una cantidad de 143 kg de escoria por cada tonelada de acero producido anualmente.

La generación de residuos domésticos e industriales en las ciudades del Perú, incluida la ciudad de Chimbote, refleja un desafío ambiental compartido con otras ciudades del continente. En Chimbote, la industria siderúrgica produce aproximadamente 500 toneladas de residuos industriales al año, los cuales son descargados al ambiente, causando impactos ambientales adversos. Esta situación subraya la urgencia de adoptar medidas eficaces para prevenir y controlar la contaminación ambiental. Además, la explotación intensiva de canteras para obtener áridos necesarios en la construcción de infraestructura urbana y carreteras contribuye significativamente a la degradación ambiental, efectos negativos en la biodiversidad, importantes pérdidas energéticas y costes económicos elevados. Ante este panorama, es crítico implementar estrategias de gestión de residuos más sostenibles y eficientes. Estas podrían incluir el reciclaje y la reutilización de materiales industriales, como las escorias de la siderurgia, en aplicaciones de construcción, lo que reduciría la dependencia de los recursos naturales vírgenes y disminuiría la presión sobre las canteras locales. De esta manera, se podría promover un desarrollo más sostenible y económico en la región, al tiempo que se mitigan los impactos ambientales asociados con la generación de residuos y la explotación de recursos naturales.

En tal sentido, este proyecto de investigación tiene como objetivo evaluar el uso de escorias negras de la siderurgia de SIDERPERU en mezclas asfálticas modificadas, comparándolas con mezclas asfálticas convencionales. La intención es determinar la viabilidad de incorporar estos residuos industriales en proyectos de pavimentación en Chimbote, lo que no solo proveería una solución práctica para la infraestructura local, sino que también contribuiría a la gestión ambiental de los desechos generados por la industria del acero.

1.2. Formulación Del Problema

1.2.1. Problema General

Esto lleva a preguntar:

¿Cuál será el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada con escorias negras en Chimbote?

1.2.2. Problemas específicos

Por lo que se genera la siguiente interrogante:

- ¿Cuáles características presentan los agregados y escorias negras de horno de arco eléctrico de Chimbote para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente?
- ¿Cuál es el porcentaje óptimo de contenido de asfalto según la metodología Marshall?
- ¿Qué comportamiento mecánico presenta la mezcla asfáltica convencional en comparación con la mezcla asfáltica modificada?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo Principal

- Evaluar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada con escorias negras en Chimbote.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar los agregados y escorias negras de horno de arco eléctrico de Chimbote para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente.
- Determinar la dosificación óptima de contenido de asfalto por medio de la metodología Marshall.
- Analizar la variación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica convencional en comparación con la mezcla asfáltica modificada, sustituyendo el agregado grueso con diferentes porcentajes de escorias negras.

1.4. Justificación

Se encuentra una sólida justificación social en la decisión de brindar beneficios a todos los residentes cercanos al área de investigación, al introducir mejoras en la composición de la mezcla asfáltica en caliente. Estas mejoras estarán en línea con la construcción de pavimentos flexibles, lo que conlleva a una mejora sustancial en la capacidad de tránsito en la región y a una mayor comodidad para los peatones.

Existe una fundamentada justificación económica en la optimización del diseño de la mezcla asfáltica en caliente al incorporar de manera más efectiva los residuos provenientes de la siderurgia, al mismo tiempo que se desarrollan pavimentos flexibles de mayor durabilidad. Esta iniciativa resultará en la disminución de los gastos relacionados con la operación y el mantenimiento a lo largo del recorrido de la carretera.

La justificación técnica es sólida al emplear la metodología precisa establecida en el Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2013) con el objetivo de lograr mejoras en el diseño de la mezcla asfáltica en caliente mediante la incorporación de escorias negras.

La justificación académica es respaldada al aplicar los conocimientos y enfoques metodológicos adquiridos en el ámbito de suelos y pavimentos, con el propósito de

demostrar de qué manera es posible mejorar el rendimiento mecánico de una mezcla asfáltica tradicional a través de la inclusión de escorias negras.

1.5. Limitaciones del trabajo

Se tuvieron las siguientes limitaciones:

- Limitaciones sociales: el acceso a la empresa SIDERPERÚ en tiempos del COVID-19.
- Limitaciones económicas: los estudios de Mecánica de suelos resultaron ser más costosos en consecuencia al COVID-19.
- Limitaciones técnicas: En el método Marshall, el tipo de ligante puede ser determinante en la elección del contenido óptimo, ya que existen otros parámetros que afectan el diseño, como la estabilidad y fluidez, independientemente del tipo de ligante asfáltico utilizado.

1.6. Formulación De La Hipótesis

Si se incorpora escoria negra de horno de arco eléctrico a mezcla asfáltica en caliente convencional, entonces se optimizará el comportamiento mecánico.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Capítulo II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación:

2.1.1. Internacional

Flechas y Pérez (2023), desarrollado en la Universidad Santo Tomás, la metodología empleada es de carácter cualitativo, el tipo de estudio es aplicada y es de naturaleza experimental. Presento como propósito principal establecer la dosificación óptima de Mezcolanza Densa a base de asfalto alterado GCR con granulometría seca de 2 mm, agregado pétreo de Boyacá en comparación con mezclas convencionales, analizando su estabilidad y fluidez. De acuerdo con los datos alcanzados, en cuanto a la estabilidad, se puede fijar que el resultado de la mezcolanza tradicional no es tan bueno como el de la mezcolanza alterada con un GCR del 12%, la mezcolanza alterada con 8% de GCR mostró mejores resultados en términos de nivel de flujo (la competencia de la mezcolanza asfáltica para sostener el asentamiento y cambio gradual sin resquebrajarse).

Higuera y Morales (2021) en la investigación, desarrollado en la Universidad Santo Tomás, la metodología empleada es de carácter cualitativo, el prototipo de la investigación es aplicada y es de naturaleza experimental. Presento como propósito principal determinar los rasgos mecánicos de las mezcolanzas asfálticas calientes hechas a partir de Pavimento Asfáltico Reciclado (RAP) y escoria de horno de arco eléctrico con base en partición óptima y prácticas regulatoria. De acuerdo con los datos extraídos se llegó a la deducción que los innovadores componentes optimizan las características físicas y mecánicas de las mezcolanzas asfálticas convencionales, en cuanto a equilibrio y flujo.

Segura (2016) en su estudio desarrollado en Colombia, la estrategia de trabajo utilizada en el programa de investigación es de carácter cualitativo, el tipo de investigación es aplicada y es de naturaleza cuasiexperimental. La tesis tiene como uno de sus objetivos: Tasar la conducta de conjuntos de agregados de acero en mezcolanzas asfálticas. Para ello se realizaron ensayos preliminares a diferentes muestras, siendo conveniente alcanzar una evidencia con 5,5% de betún para valorar sus propiedades, luego se procedió a caracterizar los áridos convencionales y acero para posteriormente diseñar mezcolanzas según el método de Marshall, tomando en cuenta la normativa INV. E-748-13. Según los hallazgos obtenidos de este modo usando una mezcolanza diseñada con compuesto 100% convencional como mezcolanza estándar, lo que demuestra que las mezcolanzas asfálticas que mezclan agregados convencionales con agregados de acero muestran un mejor desempeño bajo diferentes requisitos.

2.1.2. Nacional

Lucen Sosa, Siclane Smith (2019) en su tesis desarrollada en Lima, Los métodos utilizados son: métodos cualitativos, tipo de investigación aplicada. Los niveles están correlacionados y son casi experimentales. El propósito de este trabajo es difundir los beneficios del uso de escorias siderúrgicas para la reparación de pavimentos flexibles en La Victoria - Lima 2018, teniendo en cuenta el propósito primordial: valorar la integración de escorias siderúrgicas en el desempeño de los pavimentos flexibles en La Victoria - Lima 2018 para la reparación de pavimentos flexibles. Con el fin de mejorar el desempeño del asfalto, se determinó que la dosificación de escoria de acería sea de 0,07%, 0,13% y 0,21%, respectivamente, con el fin de encontrar la dosificación para mejorar el desempeño del pavimento flexible. Últimamente, pasamos a demostrar que la adición de 0.07% de escoria de acería, respecto al peso del material, mejorará el cometido del pavimento flexible reparado en la comuna de La Victoria en el 2018. Se concluyó que el valor de estabilidad superó el límite de aceptación del parámetro (830), lo que permitió confirmar que la mezcla ensayada cumplió con la norma ASTM D 3515.

Choque Hinojosa (2012) realizó una investigación aplicada, y el diseño es cuasiexperimental. El propósito primordial que se marca el proyecto de investigación es valorar y probar las propiedades de la escoria siderúrgica a través de los hallazgos logrados en el laboratorio de suelos y ensayos de pavimentos. Se ha comprobado que la escoria negra puede ser usada como mezcla asfáltica, base y subbase de grapas de pavimentación, también se dice que la escoria siderúrgica proviene de la fusión del acero en hornos eléctricos, cada una tiene sus ventajas y desventajas, y se deduce que la mezcla hecha de escoria de acero eléctrico tiene mayor resistencia a la estabilidad, lo que sugiere que son más resistentes a la deformación causada por el tráfico. Además, las pruebas realizadas han demostrado que tanto la escoria como los materiales de

cantera conservan propiedades similares. La ventaja de utilizar escorias es que ofrece la posibilidad de reciclar residuos que ocupan un ambiente significativo; reduciendo la extracción de canteras dañinas para el medio ambiente al cambiar el paisaje de la zona

2.2. Base Teórica

2.2.1. Escoria Negra

Según Guerrero (2021), Se define como un subproducto de la producción siderúrgica, compuesto esencialmente por silicatos de calcio, hierro y magnesio, extraídos mediante reacciones químicas que ocurren durante el procesamiento de fabricación del metal.

Según Reynaga y Rodríguez (2022), la palabra escoria proviene del griego escoria, que a su vez es la suma de dos palabras: skor, que significa excremento o desperdicio, y -ía, que significa masa. La escoria es el producto principal de la metalurgia, que se origina por la reacción química de varios metales durante el proceso de fundición. Además de mantener la estabilidad de la temperatura y reducir la eventual oxidación del metal, la escoria también se utiliza para eliminar ciertos residuos. La escoria siderúrgica está formada básicamente por calcio, hierro, silicato de magnesio, aluminio y hierro.

Según Rondón, Muniz y Reyes (2018), Durante el desarrollo de elaboración de acero, se produce un resultado de residuo designado escoria, y el tipo de escoria varía según el tipo específico de acero producido y el horno utilizado. Los hornos para fabricar escoria de acero son: fundidor de oxígeno (HOB), horno de arco eléctrico (HAE) y horno cuchara (HC).

Según Rojas et. al (2021), Las escorias siderúrgicas se producen cuando se introduce hierro caliente en el horno de oxígeno básico y/o entra chatarra en el horno, y estos son los principales metales utilizados en la fabricación de acero. En estas técnicas, se inyecta cal como fundente y se combina con silicatos, alúmina, magnesia, óxidos de manganeso y ferritas para producir escoria de acero. Estos residuos se vierten del horno en estado fundido, luego se enfrían y procesan gradualmente para eliminar todos los

metales libres y se organizan en distintos productos para su posterior reciclaje.

En la presente investigación se usó escoria de acero de horno de arco eléctrico (EHAE), también titulada como escoria negra, que se produce durante la fase de fundición de chatarra de la acería de SIDERPERÚ.

Figura 1 Escoria negra de la empresa SIDERPERÚ



Nota. En la imagen se muestran las escorias negras del horno de arco eléctrico provenientes de la empresa SIDERPERÚ.

2.2.1.1. Generación de las escorias de acero de horno eléctrico

Según Holguín (2018), SIDERPERÚ produce acero a partir de chatarra gracias a un horno de arco eléctrico, mediante un procesamiento de fundición de fundentes y ferroaleaciones para lograr acero con la composición química deseada. El horno eléctrico produce 1.000 toneladas de acero fundido al día. Las chatarras se cargan en cestas y se trasladan gracias a un puente grúa de 50 Tn de capacidad antes de descargarlas en hornos eléctricos para iniciar el procesamiento de fundición.

Figura 2 *Patio de chatarra de la empresa SIDERPERU*



Según Zelada (2016), la materia prima se alimenta a través del techo, que está cerrado, y se inicia un arco que derrite la chatarra al proporcionar energía de corriente alterna. Una vez que se ha formado el líquido fundido debajo de los electrodos a 1600°C, se debe agregar cal al horno para crear escoria y oxígeno puro para oxidar el acero fundido. Finalmente, se agrega polvo de carbón para elaborar una escoria espumosa. Después de 40-60 minutos, el horno eléctrico gira y la capa

superior de escoria se extrae a través del orificio, se transfiere al área de enfriamiento y luego se vacía al área de recuperación de metal. La cantidad de escoria de horno eléctrico producida es de 111 kg/t de acero sólido. Cuando la escoria EAF se saca del horno, se exhibe en estado líquido y, repentinamente, se enfría con agua, se produce la coalescencia entre las partículas, formando la roca. Estos se desvían a una planta donde se recuperan los materiales ferrosos para reciclarlos en hornos eléctricos y los materiales no ferrosos se clasifican por tamaño para trasladarlos a las áreas de acopio. (p.7-8)

2.2.1.2. Características de las escorias de horno eléctrico

2.2.1.2.1. Características físicas

En un estudio realizado por Zelada y Rodríguez en 2016, se investigaron las propiedades físicas de las escorias generadas en hornos eléctricos. Los hallazgos de esta investigación se detallan en la tabla 1.

Tabla 1

Características físicas de la escoria de horno eléctrico

Presentación:	Granel: Gravilla (0-3/8”), grava huso 67 (3/8”-1”), grava huso 3 (1”-2”), grava (2”-3”) y base (3-10”).
---------------	---

Estado físico:	Sólido
Color:	Gris y negro
Textura:	Rugosa y áspera
Forma:	Cubica y Angular
Olor:	Ninguno
Otras propiedades:	Inerte

Nota: Los datos fueron recopilados en el laboratorio de la compañía SIDERPERÚ en el año 2016. En este estudio, se emplearon escorias provenientes del horno eléctrico con tamaño Huso 67 (3/8”-1”).

2.2.1.2.2. Características químicas

En la TABLA 2 se presenta el reporte de análisis del contenido de metales que contiene la escoria de horno eléctrico de SIDERPERÚ.

Tabla 2

Características químicas de la escoria negra.

Parámetro	Unidades	Límite de Cuantificación	Muestra 1	Muestra 2
B	%	-	0.02	0.03
Al	%	-	1.55	1.31
P	%	-	0.13	0.09
Ti	%	-	0.24	0.17
V	%	-	0.09	0.04
Cr	%	-	0.15	0.12
Mn	%	-	2.25	1.28
Cu	%	-	0.02	0.02
Zn	%	-	0.03	0.03
Sr	%	-	0.03	0.02
Mo	%	-	14.84	41.29
Ba	%	-	0.07	0.05
No	%	-	0.19	0.25
Mg	%	-	4.65	2.20
K	%	-	0.12	0.18
Ca	%	-	19.08	9.21
Fe	%	-	18.05	25.02
Li	mg/kg	0.12	16.67	13.58
Be	mg/kg	0.06	0.83	0.58
Co	mg/kg	0.02	6.18	25.94
Ni	mg/kg	0.04	44.05	246.58
As	mg/kg	0.04	8.86	57.85
Se	mg/kg	0.02	<0.02	0.92
Ag	mg/kg	0.02	1.54	8.44
Cd	mg/kg	0.02	0.54	3.90
Sn	mg/kg	0.04	62.53	500.0
Sb	mg/kg	0.02	0.57	11.14
Ce	mg/kg	0.03	26.05	29.68
W	mg/kg	0.50	95.30	31.15
Tl	mg/kg	0.03	<0.03	0.15
Pb	mg/kg	0.02	148.25	2200.0
Bi	mg/kg	0.03	<0.03	<0.03
Th	mg/kg	0.10	3.90	4.67
U	mg/kg	0.03	1.94	1.74
Hg	mg/kg	0.01	2.66	2.54

Nota: Resultados de la Empresa Inspectorate-Bureau Beritas (2009).

2.2.2. Mezcla asfáltica en caliente

Según Rolando (2002), el hormigón asfáltico, también conocido como asfalto en caliente, es una mezcla homogéneamente combinada con cemento asfáltico a temperaturas elevadas, lo que permite explorar diversas posibilidades en proyectos de asfaltado. Esta mezcla se prepara siguiendo especificaciones meticulosas establecidas en los planes de diseño, asegurando que los materiales se integren de manera óptima para alcanzar las propiedades deseadas. El proceso de aplicación del pavimento de mezcla asfáltica en caliente incluye la compactación, producción y extensión de la mezcla, manteniendo las temperaturas necesarias para garantizar la calidad y la eficacia del pavimento. Estas temperaturas generalmente oscilan entre 135 y 145°C, aunque pueden variar en función de las condiciones locales y las especificaciones técnicas de la planta de asfalto. Este control de temperatura es crucial para asegurar que el pavimento tenga la durabilidad y resistencia requeridas para soportar las condiciones de tráfico y climáticas del área.

Según Pomari (2022), la mezcla asfáltica, que incluye asfalto, piedra y rellenos minerales, cumple una función esencial tanto en la superficie de la carretera como en sus capas inferiores. Su propósito principal es proporcionar a los usuarios de la carretera un área segura, económica y cómoda para la circulación, mejorando significativamente las condiciones de conducción. Esta mezcla no solo facilita un tránsito suave y eficiente, sino que también es crucial para distribuir adecuadamente la carga del tráfico hacia la base de la carretera, garantizando así la estabilidad y durabilidad del pavimento. La correcta aplicación y mantenimiento de este tipo de mezcla asfáltica son fundamentales para extender la vida útil de las carreteras y reducir la necesidad de reparaciones frecuentes, contribuyendo a una infraestructura vial más sostenible y costo-efectiva.

Figura 3 Preparación de mezcla asfáltica en caliente



2.2.2.1. Porcentaje de cemento asfáltico óptimo

Según Cruz (2022), depende de las propiedades de los agregados que la conforman, como la capacidad de absorción (capacidad de absorber betún) y el tamaño de las partículas, lo que significa que cuanto más fina sea la mezcolanza, mayor será la cantidad de cemento asfáltico necesario para envolver todos los componentes de la mezcla. Por otro lado, las mezcolanzas que contienen grandes cantidades de compuesto grueso requieren menores niveles de cemento asfáltico debido a la menor extensión a cubrir.

2.2.2.2. Densidad

Cruz (2022) indicó que la densidad es: “Descrito como peso unitario, esta particularidad es vital para tener una alta densidad en la capa asfáltica y por lo tanto un producto duradero”.

2.2.2.3. Vacíos de aire

Según Cruz (2022), pequeños vacíos encontrados entre los agregados de revestimiento en mezclas asfálticas compactadas. La mezcolanza debe tener un porcentaje de vacíos de aire para tolerar una compactación extra por el tráfico

vehicular y para dotar espacio libre para el flujo de cemento asfáltico para una compactación adicional. Si la porosidad de la mezcla asfáltica es alta, el agua penetrará en la capa asfáltica provocando el deterioro de la capa asfáltica, por el contrario, si la porosidad es baja, el asfalto sangrará. La densidad está relacionada de forma directa con la porosidad: a mayor densidad, menor porosidad en la mezcolanza y viceversa.

2.2.2.4. Vacíos en el agregado mineral (VMA)

Según Cruz (2022), es el espacio de aire entre las partículas que componen el agregado en una mezcla asfáltica compactada, incluidos los espacios rellenos con asfalto. Cuanto mayor sea el porcentaje de VMA, más espacio estará utilizable para la membrana bituminosa. El valor mínimo de VMA garantiza un espesor permanente de la película bituminosa. Al aumentar la densidad granulométrica del árido, obteniendo un valor de VMA por debajo del mínimo especificado, puede resultar en una mezcla con baja durabilidad, y, por tanto, la reducción del porcentaje de VMA es perjudicial.

2.2.2.5. Estabilidad

Conforme al Manual de Ensayos de Materiales MTC (2016), la resistencia a la deformación bajo una carga constante define la dureza máxima de un material. Esta capacidad se modifica en función del tipo y la gradación del agregado que conforma una mezcla asfáltica, además del grado de cemento asfáltico utilizado. Cuanto mayor es la estabilidad de un pavimento, más robusto y resistente se vuelve frente a las cargas impuestas por el tráfico vehicular.

2.2.2.6. Flujo

Según Cruz (2022), Está relacionado con la estabilidad de las mezclas asfálticas medida después de la falla del espécimen en las pruebas Marshall. Medición de la deformación de mezclas asfálticas; entre tanto el valor de rendimiento sea alto, la mezcla asfáltica es demasiado plástica y se deforma fácilmente bajo cargas de tráfico vehicular. Por otro lado, si el valor de rendimiento es bajo, ocurrirá una falla frágil de la capa de asfalto.

2.2.2.7. Índice de rigidez

Según Cruz (2022), es la correlación entre estabilidad y caudal calculada mediante el método de Marshall. Cuando el índice de rigidez es alto, la capa asfáltica tiene poca ductilidad y es rompible; cuando el índice de rigidez es bajo, la capa asfáltica tiene buena flexibilidad y se desproporciona fácilmente. Se calcula de la siguiente manera:

$$IR = \frac{P}{D}$$

Ecuación 1. *Índice de rigidez*

Donde:

IR: es el Módulo de Resiliencia (índice de rigidez) de la mezcla bituminosa.

P: la carga máxima aplicada a la probeta durante el ensayo Marshall (en unidades de fuerza, como newtons o libras).

D: la deformación registrada en la probeta durante el ensayo Marshall (en unidades de longitud, como milímetros o pulgadas)

2.2.2.8. Resistencia a la compresión de mezclas asfálticas

Según la MTC E 518(2016), el efecto del agua en la resistencia a la compresión es un aspecto crítico para considerar en la evaluación del comportamiento y durabilidad de los pavimentos asfálticos. La presencia de agua en las mezclas bituminosas puede tener impactos significativos en su resistencia a la compresión, lo que a su vez puede afectar la integridad y la vida útil del pavimento. Este efecto se explora a través de ensayos específicos diseñados para simular condiciones de humedad y evaluar cómo disminuir la resistencia de la mezcla. La resistencia se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R = \frac{2xT}{AxQx\pi}$$

Ecuación 2. Resistencia a la compresión

Donde:

R: Resistencia a la compresión (Kg/cm²)

T: Carga de tracción indirecta (Kg)

A: Diámetro(cm)

Q: espesor(cm)

2.2.2.9. Componentes de la mezcla asfáltica en caliente

2.2.2.9.1. Agregados minerales grueso

- Se ajusta a lo estipulado en la Subsección 415.02(a) del Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras EG-2013). Los agregados minerales gruesos, deben satisfacer con las demandas, decretadas en la Tabla 3:

Tabla 3

Ensayos realizados a los agregados minerales gruesos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	15% máx.
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	35% máx.
Adherencia	MTC E 517	+95	+95
índice de Durabilidad	MTC E 214	35% min.	35% min.
Partículas Chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	10% máx.
Caras Fracturadas	MTC E 210	85/50	90/70
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción*	MTC E 206	1,0% máx.	1,0% máx.

Nota: Esta tabla fue extraída del Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013), página 265

2.2.2.9.2. Ensayos realizados a los agregados minerales grueso

- Análisis granulométrico del agregado grueso

Según la MTC E 204 (2016), el concepto de "granulometría" o "análisis granulométrico" de un agregado hace referencia a cualquier enfoque, ya sea manual o mecánico, que se emplea para separar las partículas que conforman dicho agregado en función de sus dimensiones. Esto posibilita calcular las proporciones en peso de cada tamaño de partícula, contribuyendo así al peso total del agregado. El tamaño de la muestra está determinado por la tabla 4

Tabla 4

Tamaño mínimo de la muestra.

Tamaño nominal		Tamaño mínimo de la muestra
mm	pulg	(gr)
9.5	3/8	1000
12.5	1/2	2000
19	3/4	5000
25	1	10 000
37.5	1 1/2	15 000

Nota: Esta tabla fue extraída del Manual de ensayo de material del Ministerio de transporte y comunicaciones (2016), página 304

- Peso unitario y vacíos de los agregados:

MTC E 203 (2016) indicó: “es utilizado siempre para obtener el valor del peso unitario utilizado por algunos métodos de diseño de mezclas de concreto”.

- Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio:

De acuerdo con la normativa MTC E 209 (2016), se evalúa la desintegración de los agregados gruesos a través del proceso de inmersión en una solución sobresaturada de sulfato de sodio o sulfato de magnesio durante un período de tiempo que oscila entre 16 y 18 horas, garantizando que la solución cubra por completo la muestra.

- Abrasión los ángeles (L.A.) Al desgaste de los agregados de tamaños menores de 37,5 mm (1 ½”):

Según MTC E 207 (2016), es una medida de la degradación de un agregado mineral de grado estándar por la acción combinada de un tambor de acero giratorio que contiene un número específico de bolas de acero, según el grado de la muestra de prueba. Se calculó el porcentaje de desgaste mediante la siguiente expresión:

$$\%Des = \frac{m1 - m2}{m1}$$

Ecuación 3. Porcentaje de desgaste

Donde:

%Des: Porcentaje de desgaste

m1: Peso inicial

m2: Peso final

- Revestimiento y desprendimiento de mezclas agregado – bitumen:

MTC E 517 (2016) indicó, “El método no debe utilizarse como medida del rendimiento de campo, ya que no se ha establecido una correlación similar y su precisión no puede aplicarse por debajo del nivel del 95 %.”

- Prueba de ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado:

MTC E 214 (2016) indicó, “Esta prueba proporciona un valor empírico para la cantidad relativa, la finura y la naturaleza del material arcilloso que se puede producir como agregado tras la desintegración mecánica.”

- Partículas chatas y alargadas en agregados:

MTC E 223 (2016) indicó, “este método permite comprobar si se cumplen los valores límite de dichas partículas o determinar la forma característica del árido grueso. Se calculó las partículas chatas y alargadas mediante la siguiente expresión:

$$\%Particulas\ chatas = \left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) \times \left(\frac{A}{D} \times 100 \right) \right] / 100$$

Ecuación 4. Porcentaje de partículas chatas y alargadas

Donde:

%Partículas chatas y alargadas: Porcentaje de partículas chatas y alargadas.

A: Peso retenido en cada tamiz

D: Peso de la muestra (Retenido de 3/8”)

E: Partículas chatas

- Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso:

De acuerdo con el estándar MTC E 210 (2016), ciertas especificaciones incorporan condiciones relacionadas con el porcentaje de partículas trituradas en los agregados gruesos. Uno de los propósitos detrás de estos requerimientos es maximizar el esfuerzo de corte mediante el aumento de la fricción entre las partículas en las mezclas de agregados, tanto en su estado suelto como compactado. Para determinar este porcentaje de masa o el porcentaje de conteo de partículas que cumplen con el número prescrito de caras fracturadas, se realiza un cálculo con una aproximación del 1%, conforme a la siguiente metodología:

$$\%Cara\ fracturada = \frac{P}{(F+N)} \times 100$$

Ecuación 5. Porcentaje de caras fracturadas

Donde:

P = representa el porcentaje de partículas con el número especificado de caras fracturadas.

F = denota la masa o cantidad de partículas fracturadas con al menos el número especificado de caras fracturadas.

N = señala la masa o cantidad de partículas en la categoría de no fracturadas o que no cumple con el criterio de partícula fracturada.

- Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles:

MTC E 219 (2016) indicó: “El método es adecuado para el control de edificios debido a la velocidad de obtención de imágenes y la cuantificación del contenido de sal. Se calculó el porcentaje de sales solubles mediante la siguiente expresión:

$$\%Sales\ solubles = \frac{1}{\frac{Cx A}{DxB} - 1} \times 100$$

Ecuación 6. Porcentaje de sales solubles del agregado grueso

- Peso específico y absorción de agregados gruesos:

MTC E 206 (2016) indicó: “El peso unitario saturado en superficie seca y la absorción se basan en agregados remojados en agua después de 24 horas. Este modo de funcionamiento no es adecuado para áridos ligeros.” El peso específico y la absorción se calculó mediante la siguiente expresión:

$$P. E. M = \frac{A}{(B-C)} \%$$

Ecuación 7. Peso Específico de la masa-Agregado grueso

$$P. E. S = \frac{B}{(B-C)} \%$$

Ecuación 8. Peso Específico de la masa con superficie seca-Agregado grueso

$$P. E. A = \frac{A}{(A-C)} \%$$

Ecuación 9. Peso Específico Aparente-Agregado grueso

$$\%ABSORCION = \frac{B - A}{(A)} \times 100$$

Ecuación 10. Absorción-Agregado grueso

Donde:

A = Peso de la muestra seca en el aire, gramos

B = Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire, gramos

C = Peso en el agua de la muestra saturada.

Figura 4 Agregado mineral grueso



2.2.2.9.3. Agregados minerales finos

- Los agregados minerales finos, deben satisfacer con las demandas, decretadas en la Tabla 5:

Tabla 5

Ensayos realizados a los agregados minerales finos

Ensayos	Norma	Requerimiento	
		Altitud (msnm)	
		≤3.000	>3.000
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	70
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	40
Azul de metileno	AASHTO TP 57	8 máx.	8 máx.
índice de Plasticidad (malla N° 40)	MTC E 111	NP	NP
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	18% máx.
índice de Durabilidad	MTC E 214	35 min.	35 min.
índice de Plasticidad (malla N° 200)	MTC E 111	4 máx.	NP
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0,5% máx.
Absorción*	MTC E 205	0,5% máx.	0,5% máx.

Nota: Esta tabla fue extraída del Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013), página 265

- Equivalente de arena:

Según la MTC E 114 (2016), El equivalente de arena se define como la relación entre la altura de la capa de arena y la altura de la capa de arcilla, expresada como un porcentaje. La muestra recibida en el laboratorio debe cumplir con al menos la masa mínima requerida según el procedimiento establecido en las MTC. Se calculó la arena equivalente mediante la siguiente expresión:

$$AE = \frac{Lar}{(La)} \times 100$$

Ecuación 11. Arena equivalente

Donde:

AE = Arena equivalente

Lar = Lectura de arena

La= Lectura de arcilla

- Angularidad:

Según la MTC E 222 (2016), la angularidad del agregado fino se define como el porcentaje de espacios vacíos que contiene el aire en las partículas que tienen un tamaño menor a 2,36 mm (que pasan a través de la malla N° 8), cuando se encuentran ligeramente compactadas. Se calculó la angularidad del agregado fino mediante la siguiente expresión:

$$A^{\circ} = \frac{V - \frac{W}{Gsb}}{(V)} \times 100$$

Ecuación 12. Angularidad

Donde:

W: peso del agregado fino

V: volumen conocido que llena el cilindro

Gsb: Gravedad específica bruta del agregado seleccionado

- Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles:

MTC E 219 (2016) indicó: Las sales solubles halladas en los agregados para elaborar pavimentos incluyen calcio, magnesio, sodio, cloruro, sulfato y bicarbonato. Aunque en cantidades menores, también se encuentran potasio, amonio, nitratos y carbonatos. Se calculó el porcentaje de sales solubles mediante la siguiente expresión:

$$\%Sales\ solubles = \frac{1}{\frac{Cx_A}{DxB} - 1} \times 100$$

Ecuación 13. Porcentaje de sales solubles del agregado fino

- Peso específico y absorción de agregados finos:

Según la MTC E 205 (2016), La absorción en los agregados se refiere al aumento en la masa del material debido a la presencia de agua en sus poros, excluyendo el agua que está adherida a la superficie externa de las partículas. Este incremento se expresa como un porcentaje de la masa seca del agregado. El peso específico y la absorción se calculó mediante la siguiente expresión:

$$P. E. M = \frac{A}{(B-C)} \%$$

Ecuación 14. Peso Especifico de la masa-Agregado fino

$$P. E. S = \frac{B}{(B-C)} \%$$

Ecuación 15. Peso Especifico de la masa con superficie seca-Agregado fino

$$P. E. A = \frac{A}{(A-C)} \%$$

Ecuación 16. Peso Especifico Aparente-Agregado fino

$$\%ABSORCION = \frac{B - A}{(A)} \times 100$$

Ecuación 17. Absorción-Agregado fino

2.3. Definición de términos

- **Adhesividad:**

Grado de adherencia de los ligantes bituminosos a los áridos finos.

- **Agregado grueso:**

Es uno de los componentes fundamentales de una mezcla asfáltica, por ello su calidad es considerablemente esencial para asegurar óptimos resultados en la elaboración de estructuras de pavimento. Es un agregado retenido en el tamiz de 4.75mm (N°4).

- **Agregado fino:**

Se conoce también como la arena, hace referencia a la parte del árido o material cerámico inactivo que participa en la conformación de una mezcla asfáltica. Es un agregado que pasa el tamiz de 4.75mm (N°4).

- **Asfalto**

Material cementante, de color marrón oscuro a negro, constituido principalmente por betunes de origen natural u obtenidos por refinación del petróleo.

- **Carpeta asfáltica:**

Capa superior del pavimento que absorbe directamente la acción del tránsito

- **Emulsión asfáltica**

Producto de la adición de agua a un cemento asfáltico, es necesario incorporar un agente emulsificante para que se pueda mezclar.

- **Escoria**

Sustancia vítrea, formada por impurezas que flota en el crisol de los altos hornos metalúrgicos.

- **Estabilidad Marshall:**

Máxima resistencia a la deformación a una razón constante de carga.

- **Flujo Marshall:**

Es una medida de la deformación de las mezclas bituminosas determinado durante el ensayo de estabilidad

- **Escorias de horno de arco eléctrico**

Desechos o residuos siderúrgicos que se genera durante el proceso de fabricación del acero en un horno eléctrico, cuya materia prima principal es la chatarra.

- **Relleno mineral:**

Un producto mineral finamente dividido en donde más del 70 por ciento pasa el tamiz de 0.075 mm (#200). La caliza pulverizada constituye el relleno mineral fabricado más común. También se usan otros polvos de roca, cal hidratada, cemento Portland, y ciertos depósitos naturales de material fino.

- **Vacíos:**

Espacios en una mezcla compactada rodeados de partículas cubiertas de asfalto.

2.4. Marco Normativo

- Método de ensayo para determinar peso unitario y vacíos de los agregados - MTC E 203 – R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta norma técnica especifica el procedimiento para determinar el peso unitario suelto o compactado y el porcentaje de vacíos de agregado fino, grueso o una mezcla de ambos, expresado como porcentaje de una muestra de suelo.

- Método de ensayo para la durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio - MTC E 209 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta norma técnica especifica el procedimiento para determinar la resistencia a la disgregación de los agregados por una solución saturada de sulfato de sodio o sulfato de magnesio que constituye una muestra de suelo.

- Método de ensayo para determinar la abrasión los ángeles (L.A.) Al Desgaste de los Agregados De Tamaños Menores De 37,5 Mm (1 ½”) - MTC E 207 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

- Esta Norma Técnica describe detalladamente el procedimiento para evaluar la resistencia a la abrasión de los agregados gruesos con un tamaño menor a 1 ½" (37,5 mm), utilizando la prueba de los Ángeles (L.A.). Esta norma técnica es fundamental para determinar la resistencia de los agregados a la acción del desgaste producido por el roce y la fricción en condiciones de servicio, lo que proporciona información crucial para la selección y el diseño de materiales en proyectos de construcción de carreteras, pavimentos y otros tipos de infraestructuras.

- Método de ensayo para determinar revestimiento y desprendimiento de mezclas agregado – bitumen - MTC E 517 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta norma técnica establece el procedimiento para evaluar la capacidad de retención

de la película bituminosa en la superficie de agregados en condiciones de presencia de agua.

- Método de ensayo estándar para índice de durabilidad del agregado - MTC E 214 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta norma técnica detalla los métodos de prueba utilizados para calcular el índice de durabilidad y el índice de agregación en muestras de agregado.

- Determinación partículas chatas y alargadas en agregados - MTC E 223 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Esta norma técnica establece el procedimiento para calcular el porcentaje de partículas que son planas o alargadas en los agregados gruesos, con el propósito de verificar o determinar la forma característica de dichos agregados gruesos.

- Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso - MTC E 210 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Este método de prueba abarca la medición del porcentaje en masa o el conteo numérico de partículas fracturadas en una muestra de agregado grueso contenido en una muestra de suelo.

- Método de ensayo para determinar sales solubles en agregados para pavimentos flexibles- MTC E 219 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Establecer procedimientos analíticos de cristalización para evaluar la cantidad de cloruros y sulfatos solubles en agua en los agregados pétreos destinados a cimientos de estabilización y en mezclas asfálticas.

- Ensayo de peso específico y absorción de agregados gruesos - MTC E 206 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26
- Especifica el procedimiento para determinar el peso específico y la absorción de los

agregados gruesos. Este procedimiento incluye la medición del Peso Base Seco, el Peso Base Saturado Superficie Seca, el Peso Base Aparente, y la Absorción de Agregado Grueso. El Peso Base Seco se refiere al peso del agregado después de haber sido secado en horno hasta alcanzar un estado de peso constante. El Peso Base Saturado Superficie Seca se mide después de sumergir el agregado en agua hasta la saturación, permitiendo que toda la superficie se seque al aire, mientras que el interior del agregado permanece saturado de agua. El Peso Base Aparente se obtiene al medir el peso del agregado sumergido en agua, lo que ayuda a determinar su densidad. Finalmente, la Absorción se calcula como la diferencia de peso entre el agregado en su estado seco y su estado saturado, expresada como un porcentaje del peso seco. Estos ensayos son críticos para entender las propiedades físicas de los agregados gruesos, las cuales afectan directamente la calidad, la trabajabilidad y la durabilidad de las mezclas de concreto y asfalto. Conocer estos parámetros permite a los ingenieros y constructores ajustar las proporciones de los materiales de manera que se optimicen las propiedades mecánicas y la longevidad de las estructuras de concreto.

- Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino MTC E 114 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Este método de prueba tiene como objetivo proporcionar una evaluación rápida y pertinente en el terreno para indicar las proporciones relativas de arcilla, finos plásticos y polvo en suelos granulares y en agregados finos que tienen la capacidad de pasar a través de un tamiz No. 4 bajo condiciones estándar.

- Ensayo de angularidad del agregado fino - MTC E 222 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Este método se determina mediante el cálculo de la porosidad y la angularidad del agregado fino, lo cual guarda relación con la capacidad de resistir la formación de

surcos.

- Método de ensayo para la determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) - MTC E 111- R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Para obtener el límite líquido (L.L.) de un suelo determinado, se realiza la medición del límite plástico del suelo y luego se efectúa el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) en un entorno de laboratorio.

- Método de ensayo de gravedad específica y absorción de agregados finos- MTC E 205- R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Para calcular el peso base seco, el peso base de saturación en superficie seca, el peso base aparente y la absorción de agua del agregado fino.

- Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall - MTC E 504 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Los diversos parámetros de comportamiento de las muestras de mezcla asfáltica se determinarán y calcularán a través de la preparación y compactación de las muestras de mezcla asfáltica utilizando el método manual de Marshall.

- Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas - MTC E 505 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

La determinación de estos parámetros está basada en el valor del porcentaje de vacíos en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas.

- Efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas - MTC E 518 - R.D. N° 18-2016-MTC/14. Publicada el 2016-06-26

Para evaluar el impacto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas asfálticas compactadas que incluyen cemento asfáltico.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

Capítulo III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

De acuerdo con la finalidad: Aplicada

La investigación realizada fue de carácter aplicado y se centró en resolver la interrogante sobre el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas modificadas con escorias negras en Chimbote. Para abordar este problema, se aplicó el método Marshall, una técnica consolidada y reconocida en el campo de la ingeniería de pavimentos.

Esta metodología permitió evaluar de manera efectiva cómo las escorias negras influían en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en condiciones reales. Además, se integraron diversos conocimientos y teorías relacionados con el diseño de mezclas asfálticas en caliente, lo que enriqueció el análisis y proporcionó una comprensión más profunda de cómo los materiales reciclados pueden mejorar la infraestructura vial y contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Esta aproximación práctica no solo ayudó a entender mejor las características técnicas del material, sino que también facilitó la propuesta de soluciones innovadoras para la construcción de carreteras en la región.

3.2. Nivel de investigación

De acuerdo con el nivel de investigación: Correlacional

Según Arias y Corvinos (2021), explican que el propósito fundamental de la investigación correlacional es analizar cómo una variable se comporta en relación con otra que está correlacionada con ella.

En este tipo de estudio, se plantean hipótesis de correlación entre variables, sin categorizarlas específicamente como independientes o dependientes. Se reconoce una relación entre ambas, sin otorgar mayor importancia a una sobre la otra, y el orden en que se presentan las variables no influye en los resultados del estudio.

Este estudio se llevó a cabo como una investigación correlacional, cuyo propósito principal fue explorar y comprender la relación entre dos variables específicas: el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente y la utilización de escoria negra de horno de arco eléctrico como modificador. El enfoque del estudio estuvo dirigido a identificar y analizar las posibles relaciones o asociaciones entre las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas y la incorporación de escoria negra.

Las hipótesis desarrolladas en la investigación se centraron en determinar cómo varía el comportamiento mecánico de estas mezclas asfálticas al modificarlas con escoria negra, comparándolas con mezclas que no contienen este aditivo. La investigación buscó proporcionar evidencia empírica sobre el impacto positivo o negativo de la escoria en las características mecánicas del asfalto, lo que es crucial para la toma de decisiones en la ingeniería de pavimentos y para el desarrollo de prácticas de construcción más sostenibles. La investigación actual adopta un enfoque cuantitativo al recolectar y analizar datos numéricos en respuesta a las preguntas planteadas y para validar la hipótesis propuesta.

La evaluación del comportamiento mecánico implica la medición de propiedades físicas y mecánicas en mezclas asfálticas, las cuales son cuantificables y mensurables en términos numéricos. Además, el estudio incluye la comparación entre diversas mezclas asfálticas, algunas de las cuales han sido modificadas con escoria negra, mientras que otras no lo han sido. Este tipo de comparaciones y análisis comparativos se inscriben dentro de los métodos cuantitativos.

3.3. Diseño de investigación

La presente investigación presenta un diseño de investigación: Cuasiexperimental.

Según Hernández (2014), en un diseño cuasiexperimental, la esencia de este diseño de investigación es la manipulación de la variable independiente, y las pruebas posteriores son necesarias para determinar el efecto de las condiciones experimentales.

Para alcanzar este objetivo, se diseñó cuidadosamente un experimento en el que se manipuló el porcentaje de escoria negra de horno de arco eléctrico en los tratamientos de laboratorio. Este diseño cuasiexperimental permitió establecer dos grupos diferenciados: el grupo experimental, que recibió mezcla asfáltica enriquecida con escoria negra, y el grupo control, que consistió en una mezcla asfáltica convencional sin modificaciones. Esta estructuración fue esencial para controlar rigurosamente las variables experimentales durante la producción de las nuevas mezclas asfálticas en caliente.

El experimento se centró en evaluar y comparar el comportamiento mecánico de ambas mezclas, con el propósito de validar la hipótesis de que la incorporación de escoria negra optimiza las características mecánicas de las mezclas asfálticas.

Los ensayos realizados incluyeron pruebas de resistencia, durabilidad, y otras propiedades mecánicas relevantes que podrían ser afectadas por la adición de escoria.

La metodología aplicada no solo facilitó la observación directa del impacto de la escoria en las propiedades asfálticas, sino que también permitió un análisis sistemático y detallado de los resultados.

Este análisis incluyó la comparación estadística entre los grupos experimental y control, proporcionando evidencia empírica sobre la eficacia de la escoria negra como modificador de mezclas asfálticas.

3.4. Unidad de análisis

Briquetas elaboradas de manera convencional y con escoria negras.

3.5. Ubicación

Distrito : Chimbote
Provincia : Santa
Departamento : Ancash

3.6. Población y Muestra

Según Robledo (2004), una población finita es aquella en la que se conoce su tamaño y, en algunos casos, son tan grandes que su comportamiento se asemeja al de una población infinita.

En el contexto de la presente investigación, la población en estudio es finita y está constituida por las briquetas de mezcla asfáltica caliente, tanto convencional como aquellas que contienen escorias negras. Al conocer el tamaño exacto de esta población, se tiene la posibilidad de realizar análisis y generalizaciones más precisas sobre sus características y comportamiento.

Según Hernández (2014), el tipo de muestreo utilizado en este estudio es no probabilístico o dirigido. En este enfoque, la selección de los elementos de la muestra no se realiza mediante la probabilidad, sino que se lleva a cabo de manera intencionada y dirigida. La elección de los elementos a incluir en la muestra depende de causas relacionadas con las características específicas de la investigación o los propósitos y objetivos establecidos por el investigador. Este tipo de muestreo permite seleccionar cuidadosamente los elementos que resulten más relevantes para alcanzar los objetivos de la investigación.

En este estudio, se llevó a cabo el muestreo por conveniencia, respaldado por el criterio conjunto del investigador y del ingeniero asesor, considerando el Manual de ensayo de materiales brindado por el Ministerio de Transporte y Comunicación.

La experiencia y conocimiento de estos profesionales influyeron en la selección de las unidades de análisis más relevantes y representativas.

Los detalles específicos de la muestra se encuentran detallados en la Tabla 6 y la Tabla 7.

- **Muestras para la mezcla asfáltica convencional**

Tabla 6

Muestra de la investigación para el grupo control

% de C. A	Estabilidad y flujo MTC E 504	% de Vacíos MTC E 505	Resistencia a la compresión MTC E 518	Total
PATRÓN-5.00	3	1		4
PATRÓN-5.50	3	1		4
PATRÓN-6.00	3	1		4
PATRÓN -6.50	3	1		4
PATRÓN -7.00	3	1		4
PATRÓN -%OP	3	1	6	10
Cantidad de muestras				30

Nota: La MTC establece la cantidad de muestras necesarias para llevar a cabo cada ensayo, como se detalla en la tabla correspondiente. En el marco de este estudio, se confeccionaron un total de 30 muestras con el propósito de determinar el porcentaje óptimo de cemento asfáltico utilizando el método Marshall.

- **Muestras para las mezclas asfálticas con escorias negras**

Combinaciones y especificaciones: Los tres tipos de mezcla en caliente se variaron de la siguiente manera:

Mezcla N°01: 50% agregado grueso y 50% escoria negra reemplazo de agregado grueso, agregado fino, asfalto PEN 60

Mezcla N°02: 25% agregado grueso y 75% escoria negra reemplazo de agregado grueso, agregado fino, asfalto PEN 60

Mezcla N°03: 100% escoria negra en reemplazo de agregado grueso, agregado fino, asfalto PEN 60

En la figura 05, que muestra las combinaciones de las mezclas a analizar y en la tabla 7, la cantidad de briquetas realizadas con escorias negras.

Figura 5 Composición de las mezclas.

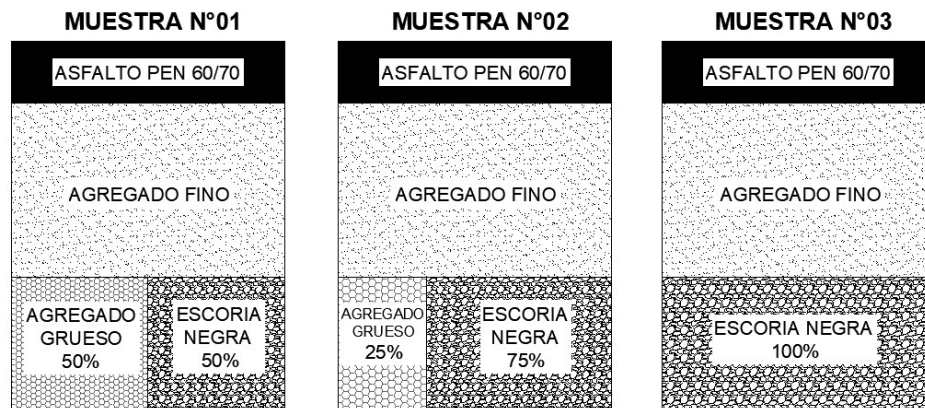


Tabla 7

Muestra de la investigación para el grupo experimental

% de C. A	Estabilidad y flujo MTC E 504	% de Vacíos MTC E 505	Resistencia a la compresión MTC E 518	Total
E-50	3	1	6	10
E-75	3	1	6	10
E-100	3	1	6	10
Cantidad de muestras				30

Nota: La MTC establece la cantidad de muestras requeridas para llevar a cabo cada ensayo, como se puede observar en la tabla 7. En el contexto de este estudio, se confeccionaron un total de 30 muestras que incorporan escorias negras.

3.7. Variables

3.7.1. Variable independiente

- Escoria negra

3.7.2. Variable dependiente

- Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente.

3.7.3. Matriz de consistencia

TITULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES
	<p>Problema General:</p> <p>¿Cuál será el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada con escorias negras en Chimbote?</p>		<p>Objetivo General:</p> <p>Evaluar el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica modificada con escorias negras en Chimbote</p>	
<p>“Evaluación del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente modificadas con escoria negra de horno de arco eléctrico – Chimbote 2022”</p>	<p>Problemas Específicos:</p> <p>¿Cuál características presentan los agregados y escorias negras de horno de arco eléctrico de Chimbote para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente?</p>	<p>Si se incorpora escoria negra de horno de arco eléctrico a mezcla asfáltica en caliente convencional, entonces se optimizará el comportamiento mecánico.</p>	<p>Objetivos Específicos:</p> <p>Caracterizar los agregados y escorias negras de horno de arco eléctrico de Chimbote para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente.</p>	<p align="center">INDEPENDIENTE</p> <p>Escorias negras De horno de arco eléctrico.</p>
	<p>¿Cuál es el porcentaje óptimo de contenido de asfalto según la metodología Marshall?</p>		<p>Determinar la dosificación óptima de contenido de asfalto por medio de la metodología Marshall.</p>	
	<p>¿Qué comportamiento mecánico presenta la mezcla asfáltica convencional en comparación con la mezcla asfáltica modificada?</p>		<p>Analizar la variación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica convencional en comparación con la mezcla asfáltica modificada, sustituyendo el agregado grueso con diferentes porcentajes de escorias negras.</p>	

3.7.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala de medición
Variable Dependiente: Comportamiento de la mezcla asfáltica en caliente	Guerrero (2021) indico: "Es la conducta que presentan las propiedades de los materiales al ser sometidas a fuerzas mecánicas externas."	Se evaluará el comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica en caliente convencional y con escorias negras mediante los parámetros Marshall, porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas y efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas.	Parámetros Marshall	Estabilidad	Fichas de observación	Razón
				Flujo	Fichas de observación	Razón
				Rigidez	Fichas de observación	Razón
			Porcentaje de vacíos De Aire En Mezclas Asfálticas Compactadas Densas Y Abiertas	Porcentaje	Fichas de observación	Razón
Variable Independiente: Escoria negra	Según Guerrero (2021), definió como un subproducto de la industria de acero principalmente formado por calcio, hierro y silicato de magnesio, en el cual se obtiene por las reacciones químicas que tienen lugar en los procesos de formación de los metales.	Se realizará ensayos de laboratorio para determinar las características físicas de la escoria negra (granulometría, peso específico, abrasión de los ángulos) para luego ser usados en distintas proporciones en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente.	Características físicas	Granulometría	Fichas de observación	Razón
				Peso específico	Fichas de observación	Razón
				Abrasión de los ángulos	Fichas de observación	Razón
			Proporción	50%	Excel	Razón
				75%	Excel	Razón
				100%	Excel	Razón

3.8. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

En este estudio, se empleó la técnica de observación sistemática como método de recopilación de datos. Esta elección se fundamenta en la preparación y control de los datos en condiciones específicas establecidas por el investigador. Se realizaron pruebas destinadas a medir las dimensiones de las variables independientes, y los resultados obtenidos fueron analizados e interpretados. Este análisis se llevó a cabo para corroborar las hipótesis planteadas, que sostienen que la inclusión de escoria negra proveniente de hornos de arco eléctrico en la mezcla asfáltica en caliente convencional conduce a una optimización en el comportamiento mecánico.

Se utilizaron como instrumentos a las fichas técnicas de recolección de datos de las pruebas realizadas en laboratorio de acuerdo con la normativa vigente:

Resistencia de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall según la MTC E 504

Porcentaje de vacíos de aire en mezclas asfálticas compactadas densas y abiertas según la MTC E 505

Efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas según la MTC E 518

Para asegurar la confiabilidad y validez de los datos obtenidos en esta investigación, se siguieron los siguientes procedimientos:

- Se adhirieron a los procedimientos y pautas establecidas en la normativa de la MTC y el Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras EG-2013). Esto proporcionó una base sólida y profesional para llevar a cabo los ensayos y recopilar los datos de manera consistente y estandarizada.

- Los ensayos de laboratorio fueron realizados bajo la supervisión directa de un profesional competente y fueron avalados por la firma del ingeniero especialista a cargo del laboratorio. Esta supervisión garantizó la precisión y la adecuada ejecución de los ensayos.
- Los equipos empleados en los ensayos cuentan con certificados de calibración, lo que certifica que han pasado por procesos de verificación y ajuste para asegurar su exactitud y precisión en las mediciones realizadas.
- Estas medidas adoptadas aseguran que los datos recopilados en el estudio sean fiables, precisos y válidos, lo que refuerza la calidad y la robustez de los resultados obtenidos. Los equipos utilizados en los ensayos cuentan con certificados de calibración, lo que demuestra que han sido sometidos a procesos de verificación y ajuste para garantizar su exactitud y precisión.

3.9. Procedimientos

- Ensayos realizados al agregado grueso

3.9.1. Análisis Granulométrico del agregado Grueso (MTC E 204 -2016)

- Se verificó y calibró la balanza con una resolución de 0.1 g., donde la recomendación es que la calibración sea en al menos 5 puntos (1000,2000, 5000,10000 y 15000 g).
- Se calibró y verificó con un instrumento de medición lineal calibrado, según las ASTM E11.
- El horno eléctrico fue calibrado y verificado con una resolución de 1°C, teniendo en cuenta el rango de trabajo (110°).
- Se seleccionó los tamices a utilizar de acuerdo con lo especificado en el diseño.
- Se verificó los tamices que estén totalmente limpios para no perjudicar el proceso de la prueba.
- Se aplicó los tamices de manera decreciente de arriba hacia abajo.
- Se muestreo el agregado de acuerdo con las especificaciones de los estándares del muestro de los agregados. La muestra fue secada a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$.
- Se registró la masa inicial de la muestra (A), con una aproximación de 0.1 g.
- Se ubicó la muestra de material grueso en la malla superior. Luego se agito manualmente los tamices.
- Luego se registró la masa retenida en cada tamiz con un aproximado de 0.1g.
- Se finalizó registrando los pesos obtenidos.

Figura 6 Análisis Granulométrico del agregado grueso.



3.9.2. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (MTC E 209-2016)

Equipos

- Se utilizaron tamices con aberturas cuadradas de 3’’.
- Se aplicaron envases para emparar las muestras en la solución.
- Se utilizó una balanza con una sensibilidad no menor a 0.1 g.
- Se regulo el horno para calentar continuamente entre 105 a 110°C durante 4 h manteniendo las puertas cerradas.
- Se preparó una solución saturada de sulfato de sodio químicamente puro disolviendo la sal en agua a una temperatura de 25°C a 30°C.
- Las muestras de agregados grueso fueron lavadas y secadas.
- Se zambulló las muestras en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio, durante no menos de 16h, ni más de 18h.

- La solución cubrió a una profundidad de por lo menos 1.5 cm.
- Se dejó escurrir durante 15 minutos y se colocó en el horno a secar. Luego de ellos se sacaron las muestras del horno y se pesaron.

Figura 7 Ensayo para determinar la durabilidad al sulfato de sodio y al sulfato de magnesio



3.9.3. Ensayo de abrasión de los Ángeles al desgaste (1 1/2”) (MTC E 207-2016)

- Se revisó la máquina de los ángeles considerándolo en buen estado, cuando que no contenga residuos mayores a 2mm. Los agregados gruesos deberán tener un tamaño máximo de 1.9 cm a 2.5cm.
- Se preparó y se pesó la muestra del agregado grueso.
- Luego se lavó la muestra para evitar residuos o partículas menos de a los 2mm.
- Se introdujo la muestra dentro del horno eléctrico a una temperatura a 110°C.

- Se metió en el tambor de la maquina los ángeles la carga abrasiva correspondiente junto con la muestra. Se hizo girar electrónicamente el tambor a una velocidad uniforme de 30^a 35r.p.m. hasta alcanzar las 500 revoluciones.
- Después de las 500 revoluciones, se paró automáticamente el tambor, luego se vació la muestra en una bandeja.
- Luego se zarandó el material sobre el tamiz de corte.
- Se pesó el material retenido y se anotó el valor obtenido.

Figura 8 *Ensayo de abrasión de los ángeles del agregado grueso.*



3.9.4. Determinación de Partículas Chatas y Alargadas (MTC E 223-2016)

- Primero, se determinó el peso de la muestra, posteriormente se procedió a secarla en un horno a una temperatura constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
- Después de secarla, se tamizó la muestra de acuerdo con las especificaciones de la norma MTC E 205. Se realizó un ensayo para cada partícula de cada fracción medida, dividiéndolas en tres grupos: partículas planas, partículas alargadas y partículas que no son ni planas ni alargadas.
- Luego se procedió a realizar ensayos en las partículas planas, ajustando la apertura entre el brazo mayor y el poste al ancho de las partículas. Una partícula se consideró plana si su grosor pasaba por la apertura menor.
- Posteriormente, se llevaron a cabo ensayos en las partículas alargadas, ajustando la apertura mayor a la longitud de las partículas. Una partícula se consideró alargada si su ancho pasaba por la apertura menor.
- Finalmente, se realizó la clasificación de las partículas en los grupos correspondientes, ya sea por conteo o según los criterios requeridos, y se registraron los resultados obtenidos.

Figura 9 Ensayo para determinar las partículas chatas y alargadas del agregado grueso.



3.9.5. Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso (MTC E 210-2016)

- La muestra se sometió a un proceso de secado adecuado hasta que se obtuvo una separación clara entre la fracción fina y gruesa durante el tamizado.
- Luego, la muestra se tamizó a través de una malla No. 4 (4.75 mm) y otra malla específica designada para retener el material necesario para este ensayo, siguiendo el método de prueba ASTM C 136. Posteriormente, la porción retenida en la malla se redujo utilizando un cuarteador según la práctica MTC E 103 (ASTM C 702) hasta alcanzar un tamaño adecuado para el ensayo.
- La porción de la muestra seca y preparada se extendió sobre una superficie larga, plana y limpia, lo que permitió una inspección detallada de cada partícula.
- Se procedió a determinar la masa o cantidad de partículas que cumplieran con los criterios de fractura, así como la masa o cantidad de partículas que no cumplieran con dichos criterios. Este proceso se repitió para cada uno de los requisitos especificados.

Figura 10 *Ensayo para determinar el porcentaje de partículas fracturadas del agregado grueso.*

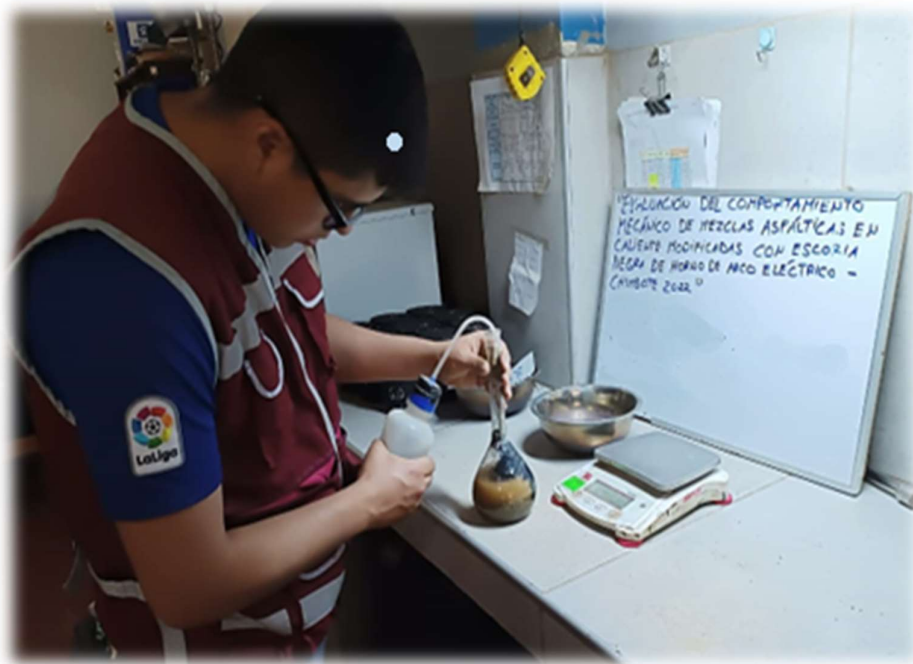


3.9.6. Sales Solubles En Agregados Para Pavimentos Flexibles (MTC E 219-2016)

- La muestra se sometió a un proceso de secado en un horno a una temperatura constante de 110 ± 5 °C. El resultado de este proceso se registró como "A".
- La muestra se colocó en un vaso de precipitado y se añadió agua destilada en cantidad suficiente para cubrir la muestra con alrededor de 3 cm de agua por encima de su nivel.
- Se agitó durante 1 minuto y esta agitación se repitió en intervalos regulares, realizando un total de cuatro agitaciones en un lapso de 10 minutos.
- Se dejó reposar durante 10 minutos hasta que el líquido se volviera transparente y luego se transfirió el líquido sobrenadante a otro recipiente.

- Luego, se realizaron pruebas separadas en dos tubos de ensayo para identificar las sales solubles mediante los reactivos químicos correspondientes.
- Se repitieron los pasos anteriores hasta que ya no se detectara la presencia de sales, y los líquidos sobrenadantes se combinaron.
- Después de enfriar, se vertieron todos los líquidos sobrenadantes acumulados en un matraz aforado y se llenó hasta el punto de enrase con agua destilada. El volumen del enrase se registró como "B".
- Se tomó una porción de volumen entre 50 y 100 ml de la muestra previamente homogeneizada del matraz aforado, y este volumen se registró como "C".
- La porción tomada se cristalizó en un horno a 100 ± 5 °C hasta que alcanzara una masa constante, y la masa resultante se registró como "D".

Figura 11 *Ensayo para determinar las sales solubles del agregado grueso*



3.9.7. Peso específico y absorción de agregados gruesos (MTC E 206-2016)

- Se colocó en el frasco una muestra de 500 g de material previamente preparado. Luego, se agregó agua a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta alcanzar el nivel de 500 cm³ en el frasco.
- Para eliminar cualquier burbuja de aire, se agitó manualmente el frasco.
- Una vez eliminadas las burbujas de aire, se aseguró que tanto el frasco como su contenido alcanzaran la temperatura de 23 ± 2 °C, y se llenó el frasco hasta su capacidad calibrada. Se registró el peso total del frasco, la muestra y el agua.
- Se retiró el agregado fino del frasco y se permitió que el frasco se enfriara a temperatura ambiente durante un período de ½ a 1 ½ horas. Luego, se determinó el peso resultante.

Figura 12 Ensayo para determinar el peso específico y absorción del agregado grueso.



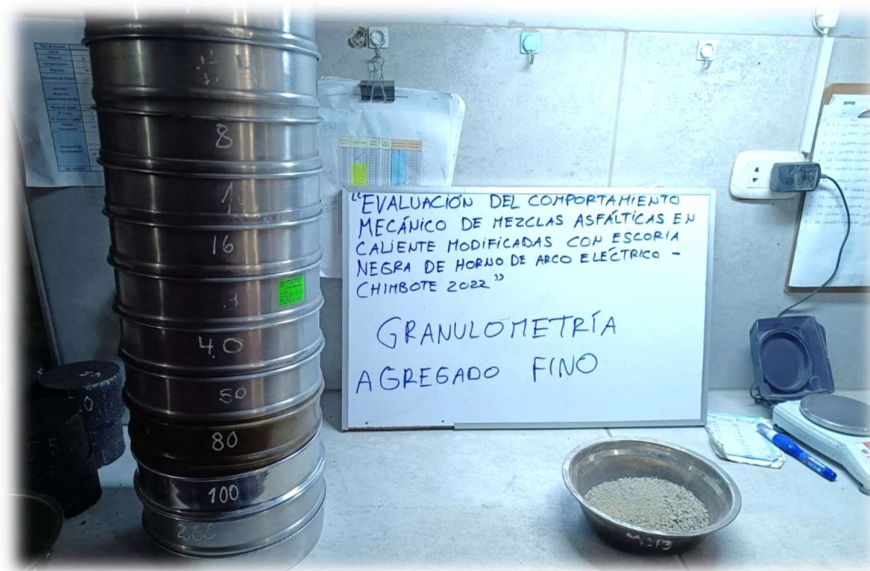
- **Ensayos realizados al agregado fino**

3.9.8. Análisis Granulométrico del agregado fino (MTC E 204 -2016)

- La balanza fue verificada y calibrada con una resolución de 0.1 g, siguiendo la recomendación de realizar la calibración en al menos 5 puntos diferentes (1000, 2000, 5000, 10000 y 15000 g).
- Se llevó a cabo la calibración y verificación de un instrumento de medición lineal, siguiendo las normas de la Especificación Estándar para Mallas de Alambre Metálico y Tamices (ASTM E11).
- Asimismo, se calibró y verificó el horno eléctrico con una resolución de 1 °C, asegurándose de cumplir con el rango de trabajo requerido (110 °C).
- Los tamices para utilizar fueron seleccionados conforme a las especificaciones del diseño.
- Se verificó que los tamices estuvieran completamente limpios y libres de cualquier material que pudiera afectar el proceso de la prueba.
- Los tamices fueron dispuestos en orden decreciente de arriba hacia abajo.
- El agregado fue muestreado de acuerdo con los estándares de muestreo de agregados.
- La muestra fue homogeneizada y reducida de acuerdo con las especificaciones de la práctica estándar para reducir el tamaño de la muestra al requerido para la prueba.
- La muestra fue secada a una temperatura de 110 ± 5 °C.
- Se registró la masa inicial de la muestra (A), con una aproximación de 0.1 g.
- El material grueso se colocó en la malla superior, y luego los tamices se agitaron manualmente con un movimiento hacia arriba a una velocidad de aproximadamente 150 veces por minuto.

- Después, cada tamiz se giró aproximadamente 1/6 de su circunferencia en intervalos de alrededor de 25 golpes.
- Se registró la masa retenida en cada tamiz con una aproximación de 0.1 g.
- Se concluyó el proceso registrando la masa total retenida como la suma de las masas retenidas en cada tamiz, con una aproximación de 0.1 g.

Figura 13 *Análisis granulométrico del agregado fino*



3.9.9. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena suelos y agregado fino (MTC E 114-2016)

- Se agregó humedad a la muestra para mantener una condición donde el material no fluya libremente.
- Utilizando un recipiente de medida, se tomaron cuatro mediciones de la muestra.
- El extremo inferior del recipiente de medida se golpeó sobre una superficie dura, como una mesa de madera, al menos cuatro veces, y luego se agitó ligeramente para obtener una medida de material consolidado a nivel o ligeramente redondeado en el extremo.

- Se calculó y registró la cantidad de material contenida en estas cuatro mediciones, ya sea por peso o por volumen.
- La muestra de ensayo fue secada en un horno a una temperatura constante de $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$ y luego se permitió enfriar.
- Después del tiempo mínimo necesario para el curado, se mezcló nuevamente durante 1 minuto sin agregar agua. Una vez que estuvo completamente mezclado, el material fue dispuesto en forma de cono con la ayuda de una trulla.
- La lata de medida fue sostenida en una mano y se presionó directamente en la base de la pila de material mientras la otra mano se mantenía firmemente contra el lado opuesto de la pila.
- A medida que la lata atraviesa la pila y emerge, se aplicó presión con la mano para que el material llenara la lata.
- El exceso de material en la parte superior se niveló utilizando el filo de una llana, moviéndola en un movimiento de aserrado a lo largo del borde.

Figura 14 *Valor equivalente del agregado fino*



3.9.10. Angularidad del agregado fino (MTC E 222-2016)

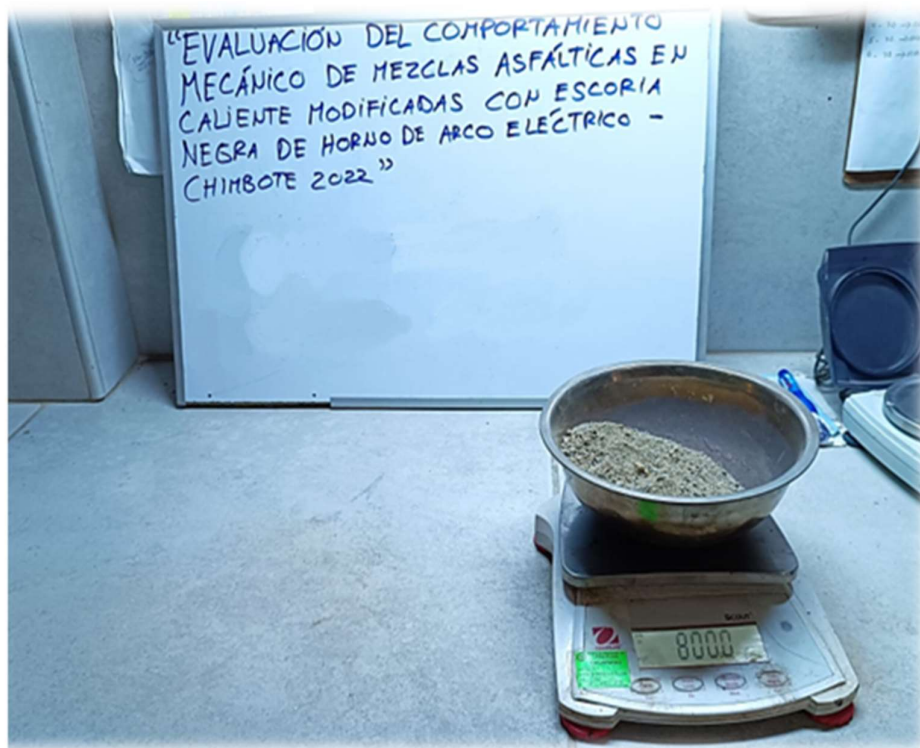
- Se separó el material que pueda pasar a través del tamiz de 2,36 mm (Nº 8) pero que sea retenido por el tamiz de 75 mm (Nº 200).
- Se llevó a cabo la determinación de la gravedad específica aparente del agregado seleccionado (Gsb).
- Se vertió la arena a través de un embudo hasta que rebasara el cilindro de volumen conocido. Luego, se niveló el exceso y se pesó la cantidad de material retenido en el cilindro.

3.9.11. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (MTC E 209-2016)

- Se emplearon tamices con aberturas cuadradas de 3 pulgadas.
- Se utilizaron recipientes para sumergir las muestras de agregados en la solución. Posteriormente, se ajustó la temperatura sumergiéndolas en una solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio.
- Se utilizó una balanza con una capacidad de al menos 500 g y con una sensibilidad no menor a 0.1 g.
- Se hizo uso de un horno con capacidad para mantener una temperatura continua entre 105 y 110 °C, con una velocidad de evaporación promedio de al menos 25 g por hora a dicha temperatura. Este proceso se mantuvo durante 4 horas con las puertas cerradas.
- Se preparó una solución saturada de sulfato de sodio químicamente puro, disolviendo la sal en agua a una temperatura de 25 °C a 30 °C. Se añadió suficiente sal en su forma anhidra o cristalina para asegurar la saturación, garantizando la presencia de cristales en exceso cuando la solución estuviera lista.

- Las muestras de agregados gruesos se lavaron y secaron minuciosamente.
- Las muestras se sumergieron en la solución de sulfato de sodio o sulfato de magnesio durante un período no menor a 16 horas ni mayor a 18 horas, de tal manera que la solución las cubriera con una profundidad de al menos 1.5 cm.
- Luego de la inmersión, las muestras se dejaron escurrir durante 15 minutos y posteriormente se colocaron en el horno para secar. Después del proceso de secado, las muestras se retiraron del horno y se pesaron.

Figura 15 Ensayo para determinar la durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio agregado fino



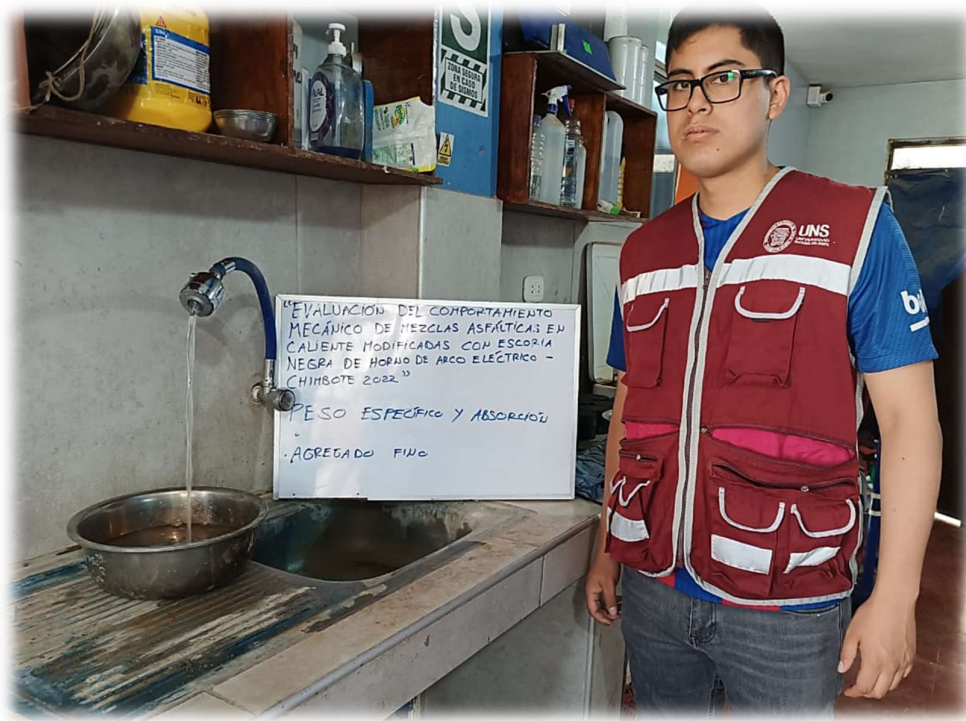
3.9.12. Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219-2016)

- La muestra se sometió a un proceso de secado en un horno a una temperatura constante de 110 ± 5 °C. El resultado de este proceso se registró como "A".
- La muestra se colocó en un vaso de precipitado y se agregó agua destilada en cantidad suficiente para cubrir la muestra con alrededor de 3 cm de agua por encima de su nivel.
- Se agitó durante 1 minuto, repitiendo esta agitación en intervalos regulares hasta completar cuatro agitaciones en un período de 10 minutos.
- Luego se dejó reposar durante 10 minutos hasta que el líquido se volviera transparente, momento en el cual se transfirió el líquido sobrenadante a otro recipiente.
- Se realizó una determinación separada de las sales solubles utilizando dos tubos de ensayo y los reactivos químicos correspondientes.
- Los pasos anteriores se repitieron hasta que ya no se detectó presencia de sales en el líquido sobrenadante. En este punto, los líquidos sobrenadantes se combinaron.
- Después de que todo se enfriara, los líquidos sobrenadantes acumulados se vaciaron en un matraz aforado y se llenaron hasta el punto de enrase con agua destilada. El volumen de enrase se registró como "B".
- Se tomó una porción de volumen entre 50 y 100 ml de la muestra previamente homogeneizada del matraz aforado, y este volumen se registró como "C".
- Esta alícuota se sometió a un proceso de cristalización en un horno a 100 ± 5 °C hasta alcanzar una masa constante, y la masa resultante se registró como "D".

3.9.13. Peso específico y absorción de agregados finos (MTC E 206-2016)

- Se colocó en el frasco una muestra de 500 g de material previamente preparado.
- Se añadió agua al frasco a una temperatura de 23 ± 2 °C hasta que el nivel alcanzara la marca de 500 cm³.
- Se agitó el frasco para eliminar las burbujas de aire manualmente.
- Una vez que se eliminaron las burbujas de aire, se ajustó la temperatura del frasco y su contenido a 23 ± 2 °C, y se llenó el frasco hasta su capacidad calibrada.
- Se determinó el peso total del frasco, la muestra y el agua.
- Luego, se retiró el agregado fino del frasco y se permitió que el frasco se enfriara a temperatura ambiente durante un período de ½ a 1 ½ horas.
- Después del enfriamiento, se determinó el peso resultante.

Figura 16 *Ensayo para determinar la durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio agregado fino*



- **Elaboración de mezclas asfálticas usando el método Marshall**

3.9.14. Elaboración de las briquetas.

- Se preparó la dosificación, introduciendo el porcentaje de cada árido según el ensayo granulométrico. Estos son en términos al porcentaje pasante, en relación con un peso de 1200 gramos, siendo la cantidad debida que debe trabajarse cada briqueta para cumplir con las especificaciones.
- Posteriormente, en la tara previamente tarada, se pesó por turnos la cantidad de cada fracción del árido.
- Para hacer briquetas, el agregado y el cemento asfáltico deben calentarse a una temperatura entre 140° y 160°C, por lo que se calienta con la ayuda de un horno eléctrico.
- Se colocó el molde tipo Marshall en el horno para que no se pierda el calor de la mezcla asfáltica al hacer las briquetas
- Se vertió el cemento asfáltico en el recipiente donde se calienta el árido, una vez mezclado esperar una temperatura de 160°C.
- Se removió el árido lo más rápido posible para obtener una mezcla homogénea, evitando pérdidas en el proceso, hasta alcanzar un tiempo no mayor a 3 minutos, asegurando una buena mezcla. Al mismo tiempo, se colocó el molde tipo Marshall en el horno para que la temperatura de la mezcla asfáltica no se pierda mientras se hacen las briquetas.

3.9.15. Compactación de las briquetas.

- Se preparó la zona de compactación y se colocó la mezcla preparada en el molde de briquetas precalentado.
- Se colocó una hoja de papel circular ajustada al tamaño del molde en el fondo del molde antes de verter la muestra. Después de aplicar la mezcla, se golpeó la espátula 15 veces en el perímetro y 10 veces en el interior.
- Se preparó la zona de compactación y se colocó la mezcla preparada en el molde de briquetas precalentado.
- Después, se colocó otra lámina encima de la muestra, se cerró el collar para que el molde de briquetas se pueda ajustar para curar antes de golpear con un martillo Marshall.
- Se le aplicó 50 golpes a la briketa. Cuando se completó los primeros golpes de una cara de la muestra, se levantó el collarín para levantar el molde y darle la vuelta, y se continuó con otros 50 impactos en el lado opuesto de la muestra mientras reajusta.
- Al final de todo el moldeo por soplado, el molde se dejó enfriar hasta que la muestra haya alcanzado la temperatura adecuada, después de lo cual se expulsó con cuidado para extraer el modelo.

- **Ensayos realizados a la mezcla asfáltica en caliente**

3.9.16. Resistencia De Mezclas Bituminosas Empleando El Aparato Marshall

(MTC E 504-2016)

- Se prepararon las muestras de mezclas bituminosas de acuerdo con las especificaciones y proporciones de diseño establecidas en la normativa.
- Se compactaron las muestras utilizando el Aparato Marshall. Se colocó una muestra de mezcla en un molde Marshall y se sometió a la compactación mediante la aplicación de golpes controlados y repetidos.
- Se determinó la densidad y contenido de aire: Después de la compactación, se midió la densidad de la muestra y se calculó el contenido de aire utilizando procedimientos estandarizados.
- Se sometió los especímenes compactados al proceso de inmersión en agua caliente a una temperatura de $60 \pm 2^{\circ}\text{C}$ un período de tiempo específico, generalmente 30 a 60 minutos.
- Después de la inmersión, se retiraron los especímenes del agua caliente y se permitió que se drenen y sequen superficialmente.
- Se colocó el espécimen en el dispositivo de ensayo Marshall y se aplicó la carga axial hasta que se alcance el punto de fluencia máxima.
- Se registró la estabilidad y el flujo en unidades Marshall.
- Se calculó la relación estabilidad/flujo.

3.9.17. Efecto del agua en la resistencia a la compresión de mezclas bituminosas compactadas (MTC E 518-2016)

- Se prepararon las muestras de mezclas bituminosas compactadas de acuerdo con las especificaciones de diseño y mezclas establecidas en la normativa.
- Se etiquetaron cada muestra de manera única para su posterior identificación y seguimiento.
- Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión en seco en una serie de muestras para obtener la resistencia inicial de referencia.
- Se sumergieron las muestras en agua a una temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ durante un período específico de tiempo, generalmente 24 horas.
- Después de la inmersión, se retiraron las muestras del agua y permitir que se drenen y sequen superficialmente.
- Se realizaron pruebas de resistencia a la compresión en las muestras que fueron sumergidas en agua y se Compararon los resultados con las muestras secas inicialmente.
- Se calculo la diferencia porcentual entre la resistencia a la compresión inicial y la resistencia después de la inmersión en agua.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

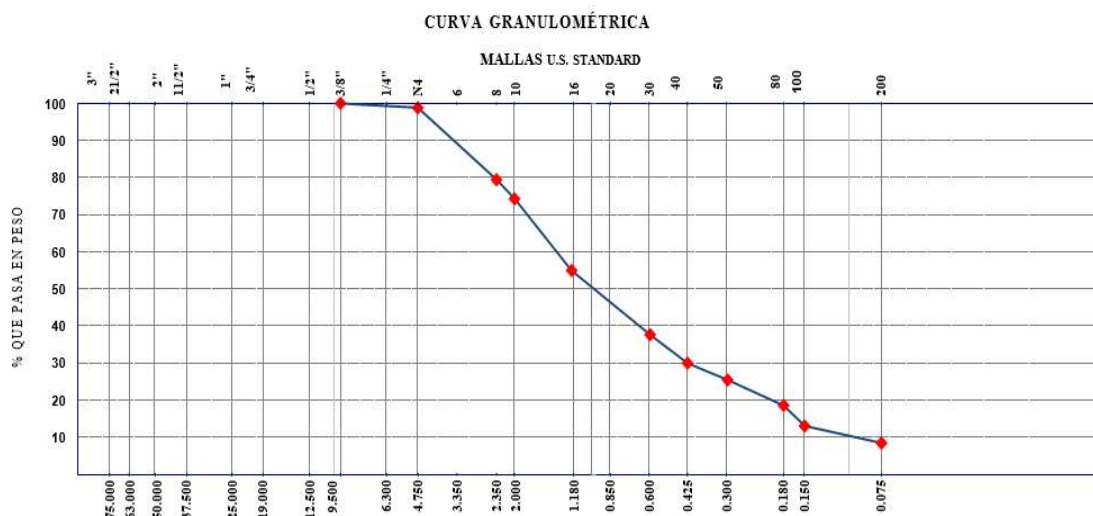
Capítulo IV: RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Caracterización de los agregados y escorias negras de horno de arco eléctrico de Chimbote para el diseño de la mezcla asfáltica en caliente.

En la Figura 17, se muestra de manera gráfica la curva granulométrica que representa la distribución de partículas del agregado fino. El agregado fino se adquirió de la Cantera Chero.

Figura 17 Curva Granulométrica del agregado fino



En la Tabla 08, se observa que el valor equivalente de la arena tiene un promedio del 74%. Esta característica ejerce influencia en diversas propiedades de los materiales de construcción y puede incidir de manera significativa en la calidad, durabilidad y desempeño de las estructuras y pavimentos. Es crucial resaltar que, de acuerdo con la MTC (2014), se establece un límite mínimo para la equivalencia de arena en 60% para el agregado fino. En este contexto, es destacable que el agregado fino proveniente de la cantera Chero cumple con este requisito, ya que su valor promedio de equivalencia de arena se encuentra dentro de los límites establecidos.

Tabla 8
Valor equivalente del agregado fino

Valor equivalente de arena (ASTM D-2419, MTC E114)			
Muestra	M1	M2	M3
Equivalencia de arena %	76	73	73
Equivalencia de arena promedio %	74		

En la Tabla 09, se aprecia que el agregado fino proveniente de la cantera Chero presenta un peso específico de 2.55% y una absorción de 0.49%. Resulta destacable subrayar que, conforme a la MTC (2014), se establece un límite máximo de absorción del 0.5% para el agregado fino. En este contexto, es significativo observar que el agregado fino de la cantera Chero satisface este requisito, ya que su valor de absorción está por debajo del límite establecido.

Tabla 9
Peso específico y absorción del agregado fino

Descripción		Promedio	gr.
P. Especifico Bulk	P_{esss}	2.56	gr/cm ³
P. Especifico de Masa	P_{em}	2.55	gr/cm ³
P. específico Aparente	P_{ea}	2.58	gr/cm ³
Absorción	Ab	0.49	%

En la Tabla 10, se evidencia que el agregado fino proveniente de la cantera Chero exhibe una durabilidad al sulfato de sodio del 3.64%. Es pertinente destacar que, con arreglo a la MTC (2014), se establece un límite máximo del 18% para la durabilidad frente al sulfato de sodio o sulfato de magnesio. En este contexto, cabe resaltar que el agregado fino extraído de la cantera Chero cumple con este estándar, ya que su valor se sitúa por debajo del límite máximo estipulado.

Tabla 10

Durabilidad al sulfato de sodio del agregado fino

Durabilidad al sulfato de sodio o sulfato de magnesio ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016				
Información de la muestra:				
Material	Cantera	Clase de solución	Inmersión de la muestra	Ciclos
Agregado fino	Chero	16-18 horas por ciclo	Sulfato de sodio	5
Durabilidad			3.64	%

En la Tabla 11, se observa que el agregado fino obtenido de la cantera Chero presenta una angularidad del 46.7%. Es relevante señalar que, de acuerdo con la MTC (2014), se establece un límite del 30% para la angularidad. En este contexto, se destaca que el agregado fino extraído de la cantera Chero cumple con este estándar, dado que su valor se encuentra por encima del límite estipulado.

Tabla 11

Angularidad del agregado fino

Angularidad - MTC. E 222				
Ensayo	Nº	1	2	3
Gravedad Específica de Agregado Fino	Gsb	2.52	2.52	2.52
Vacios no compactados	%	46.5	47.9	45.8
Promedio	%		46.7	

En la Tabla 12, se observa que el agregado fino obtenido de la cantera Chero presenta un porcentaje de sales solubles del 0.43%. Es relevante señalar que, de acuerdo con la MTC (2014), se establece un límite máximo del 0.5% para el porcentaje de sales solubles. En este contexto, se destaca que el agregado fino extraído de la cantera Chero cumple con este estándar, dado que su valor se encuentra por debajo del límite estipulado.

Tabla 12

Sales solubles totales del agregado fino

Sales solubles Totales	
Muestra	Arena Gruesa
Sales Solubles Totales	0.43%

En la Tabla 13, Se resalta que el agregado cumple con el requisito de adhesividad mínima (4) estipulado en la norma MTC E 220 según el manual de carreteras.

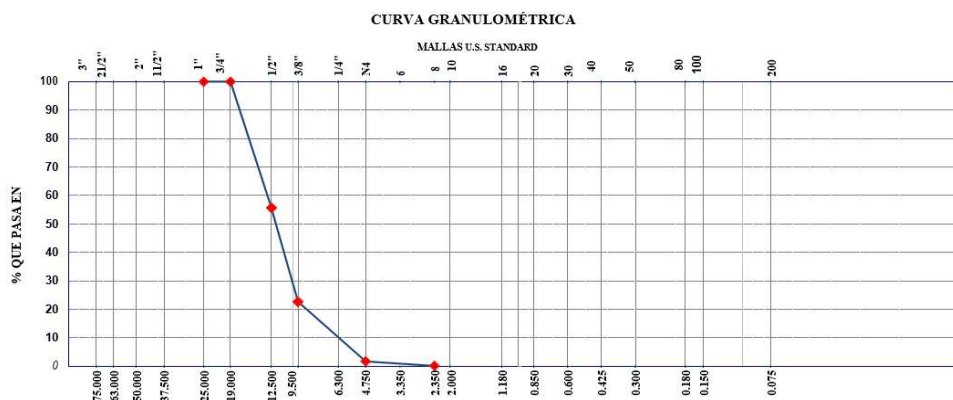
Tabla 13

Adhesividad de los ligantes bituminosos de los áridos finos

Adhesividad de los ligantes bituminosos a los áridos finos MTC E 220 – 2000				
Denominación		Desprendimiento Árido - asfalto	Resultados	Especificaciones
Agua destilada		Nulo		
	M/256	Nulo		
	M/128	Nulo		
	M/64	Nulo		
Concentración de carbonato de sodio	M/32	Nulo	PARCIAL: 6 TOTAL: 10	Min 4 = Cumple
	M/16	Nulo		
	M/8	Parcial		
	M/4	Parcial		
	M/2	Parcial		
	M/1	Parcial		

En la Figura 18, se muestra de manera gráfica la curva granulométrica que representa la distribución de partículas del agregado grueso. El agregado grueso se adquirió de la Cantera Chero.

Figura 18 Curva Granulométrica del agregado grueso



En la tabla 14, se observa que el agregado grueso de la cantera Chero tiene un peso específico de 2.60% y una absorción de 0.41%. Es importante destacar que según la MTC (2014), se establece un límite máximo de absorción del 1% para el agregado grueso. En este sentido, es notable que el agregado proveniente de la cantera Chero cumple con este requisito, ya que su valor de absorción se encuentra por debajo del límite establecido.

Tabla 14

Peso específico y absorción del agregado grueso

Descripción		Promedio	gr.
P. Especifico Bulk	P _{esss}	2.61	gr/cm ³
P. Especifico de Masa	P _{e_m}	2.60	gr/cm ³
P. Especifico Aparente	P _{e_a}	2.63	gr/cm ³
Absorción	Ab	0.41	%

En la tabla 15, se observa que el agregado grueso de la cantera Chero tiene un porcentaje de desgaste: 14%. Es importante destacar que según la MTC (2014), se establece un límite máximo de porcentaje de desgaste del 40% para el agregado grueso. En este sentido, es notable que el agregado proveniente de la cantera Chero cumple con este requisito, ya que su valor de porcentaje de desgaste se encuentra por debajo del límite establecido.

Tabla 15

Abrasión los ángeles del agregado grueso

Abrasión los ángeles (ASTM C-535, MTC E 207)				
Información de la muestra:				
Material	Cantera	Gradación	N.º de revoluciones	N.º de esferas
Agregado grueso	Chero	B	511	11
Porcentaje de desgaste			14	%

En la tabla 16, se observa que el agregado grueso de la cantera Chero tiene un porcentaje de caras fracturadas de 108/72. Es importante destacar que según la MTC (2014), se establece un límite de porcentaje de caras fracturadas de 85/50 para el agregado grueso. En este sentido, es notable que el agregado proveniente de la cantera Chero cumple con este requisito, ya que su valor de porcentaje de caras fracturadas se encuentra dentro del límite establecido.

Tabla 16

Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso

Porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso (MTC E210)			
Material	Piedra chancada	Cantera	Chero
Partículas con dos o más Caras de Fractura			71.60%
Partículas con unas caras de Fractura			108%

En la tabla 17, se observa que el agregado grueso de la cantera Chero tiene porcentaje de partículas chatas y alargadas de 8%. Es importante destacar que según la MTC (2014), se establece un límite máximo de porcentaje de partículas chatas y alargadas de 10% para el agregado grueso. En este sentido, es notable que el agregado proveniente de la cantera Chero cumple con este requisito, ya que su valor de porcentaje de partículas chatas y alargadas se encuentra por debajo del límite establecido.

Tabla 17

Partículas Chatas y alargadas del agregado grueso

Partículas chatas, alargadas, ó partículas chatas y alargadas en agregados granulares
 (ASTM D-4791, MTC E223)

Material	Piedra chancada	Cantera	Chero
Partículas chatas y alargadas		8	%

En la tabla 18, se observa que el agregado grueso obtenido de la cantera Chero tiene una durabilidad al sulfato de sodio del 3.39%. Es relevante señalar que, de acuerdo con la MTC (2014), se establece un límite máximo del 18% para la durabilidad al sulfato de sodio o sulfato de magnesio. En este contexto, se destaca que el agregado grueso extraído de la cantera Chero cumple con este estándar, dado que su valor se encuentra por debajo del límite máximo estipulado.

Tabla 18

Durabilidad al sulfato de sodio del agregado grueso

Durabilidad al sulfato de sodio o sulfato de magnesio (ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016)				
Información de la muestra:				
Material	Cantera	Clase de solución	Inmersión de la muestra	Ciclos
Agregado Grueso	Chero	16-18 horas por ciclo	Sulfato de sodio	5
Durabilidad al sodio			3.39%	

En la tabla 19, Se observa que el agregado grueso obtenido de la cantera Chero un porcentaje de sales solubles del 0.44%. Es relevante señalar que, de acuerdo con la MTC (2014), se establece un límite máximo del 0.5% para el porcentaje de sales solubles. En este contexto, se destaca que el agregado grueso extraído de la cantera Chero cumple con este estándar, dado que su valor se encuentra por debajo del límite estipulado.

Tabla 19

Sales solubles totales del agregado grueso

Sales solubles Totales N.T.P. 339.152.2002	
Muestra	Piedra Chancada
Sales Solubles Totales	0.44%

En la tabla 20, Se observa que el agregado grueso obtenido de la cantera Chero un porcentaje de adherencia de 95%. Es relevante señalar que, de acuerdo con la MTC (2014), se establece un límite de 95% para el porcentaje de adherencia. En este contexto, se destaca que el agregado grueso extraído de la cantera Chero cumple con este estándar, dado que su valor se encuentra por dentro del límite estipulado.

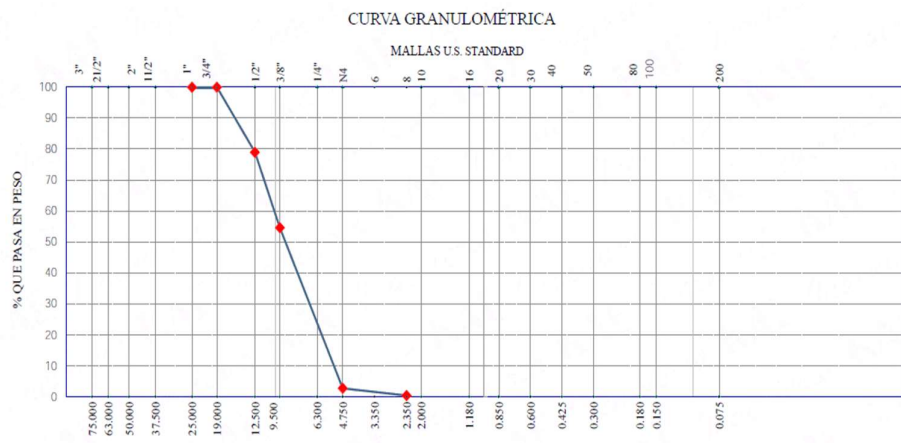
Tabla 20

Adherencia del agregado grueso

Ensayo de adherencia	
ASTM D1664 / MTC E 519	
Descripción - Ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100
Desprendimiento, % retenido	95

En la Figura 19, se muestra de manera gráfica la curva granulométrica que representa la distribución de partículas de la escoria negra. La escoria negra se adquirió de SIDERPERÚ.

Figura 19 Curva Granulométrica de escoria de acero



En la tabla 21, la escoria de acero tuvo un peso específico de 2.94 gr/cm³ y una absorción de 1.14%. Es importante destacar que según la MTC (2014), se establece un límite máximo de absorción del 1% para el agregado grueso. En este sentido, se puede evidenciar que el agregado proveniente de SIDERPERÚ sobrepasaba ligeramente con este requisito.

Tabla 21

Peso específico y absorción de la escoria de acero

Descripción		Promedio	gr.
P. Especifico Bulk	P _{esss}	2.88	gr/cm ³
P. Especifico de Masa	P _{em}	2.85	gr/cm ³
P. Especifico Aparente	P _{ea}	2.94	gr/cm ³
Absorción	Ab	1.14	%

En la tabla 22, la escoria de acero tuvo una abrasión de 17%. Es importante destacar que según la MTC (2014), se establece un límite máximo de porcentaje de desgaste del 40% para el agregado grueso. En este sentido, es notable que el agregado proveniente de SIDERPERÚ cumple con este requisito, ya que su valor de porcentaje de desgaste se encuentra por debajo del límite establecido.

Tabla 22

Abrasión los ángeles de la escoria

Abrasión los ángeles (ASTM C-535, MTC E 207)				
Información de la muestra:				
Material	Cantera	Gradación	N.º de revoluciones	N.º de esferas
Agregado grueso	Chero	B	500	11
Porcentaje del desgaste			17	%

En la tabla 23, al contrastar los resultados obtenidos de los ensayos con los criterios establecidos en el Manual de Carreteras, se evidencia que el agregado fino proveniente de la Cantera Chero satisface los parámetros requeridos.

Tabla 23

Comparación entre los requerimientos establecido por la norma y los valores obtenidos- Agregado fino.

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm) ≤3.000	Valor obtenido
Equivalente de Arena	MTC E 114	60	74
Angularidad del agregado fino	MTC E 222	30	46.7
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	-	3.64%
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0.43%
Absorción*	MTC E 205	0,5% máx.	0.49%

En la tabla 24, al contrastar los resultados obtenidos de los ensayos con los criterios establecidos en el Manual de Carreteras, se evidencia que el agregado grueso proveniente de la Cantera Chero satisface los parámetros requeridos.

Tabla 24

Comparación entre los requerimientos establecido por la norma y los valores obtenidos- Agregado grueso

Ensayos	Norma	Requerimiento Altitud (msnm) ≤3.000	Valor obtenido
Durabilidad (al Sulfato de Magnesio)	MTC E 209	18% máx.	3.39%
Abrasión Los Ángeles	MTC E 207	40% máx.	14%
Ensayo de adherencia	MTC E 517	95	95
Partículas Chatas y alargadas	ASTM 4791	10% máx.	8%
Caras Fracturadas	MTC E 210	80/50	108/72
Sales Solubles Totales	MTC E 219	0,5% máx.	0.44%
Absorción*	MTC E 206	1,0% máx.	0.41%

4.1.2 Determinación de la dosificación óptima de contenido de asfalto por medio de la metodología Marshall.

En la tabla 25 proporciona información sobre la composición de la mezcla asfáltica decorada. En términos de proporciones, la mezcla está compuesta por los siguientes porcentajes de diferentes tipos de agregados: Grava: 41,9%, Arena: 53,2% y Fino: 4,9%. Esta información es crucial para entender la distribución de los diferentes tamaños de agregados en la mezcla asfáltica. La grava y la arena son los agregados más gruesos, mientras que el material fino comprende un porcentaje menor. La proporción y distribución de estos agregados afectarán las propiedades mecánicas, durabilidad y comportamiento de la mezcla asfáltica en su aplicación final, como la resistencia, la textura y la adherencia al ligante asfáltico.

Tabla 25

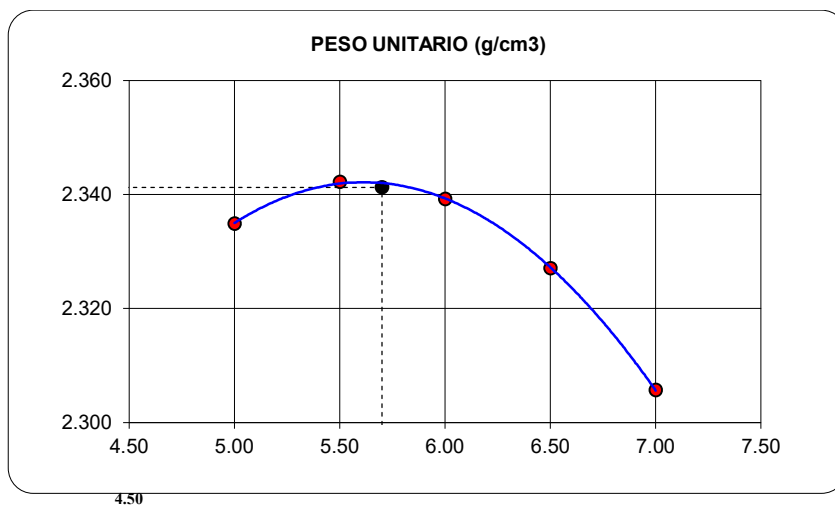
Diseño de mezcla asfáltica método Marshall

Diseño de Mezcla Asfáltica Método Marshall

% Agregados	% Grava:	% Arena:	% Fino:
	41.9	53.2	4.9

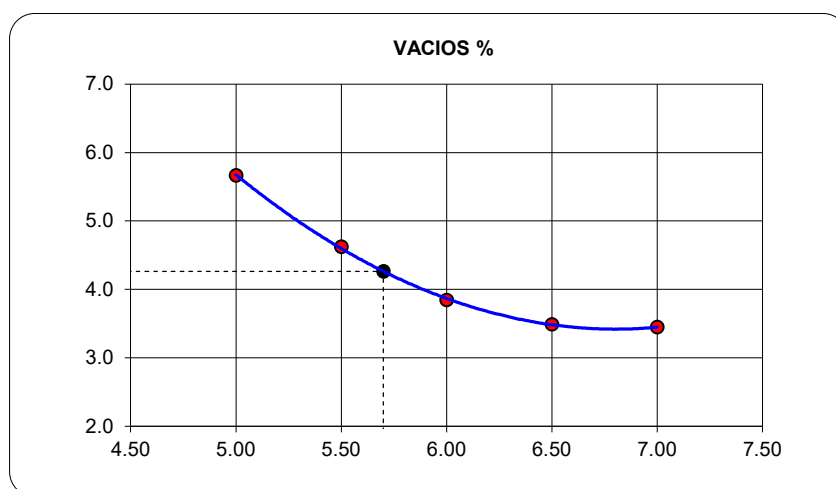
En la Figura 20, el resultado del diseño revela que el peso unitario de la mezcla asfáltica es de 2.34 gramos por centímetro cúbico (g/cm^3). El peso unitario, que mide la densidad de la mezcla, puede influir en diversas propiedades, como la resistencia, durabilidad y comportamiento frente a cargas de tráfico. Este valor es fundamental para comprender el comportamiento esperado de la mezcla asfáltica en el contexto de la construcción de carreteras o superficies pavimentadas.

Figura 20 Grafica de Peso Unitario - Método Marshall



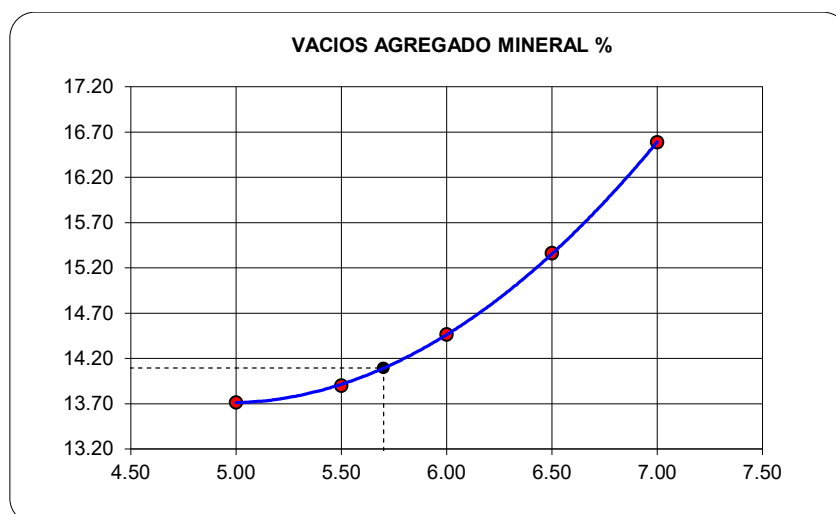
En la Figura 21, el resultado del diseño revela que la mezcla asfáltica presenta un porcentaje de vacíos del 4.26%. Este dato indica el espacio dentro de la mezcla asfáltica que no está ocupado por agregados o ligante. La importancia de este valor radica en su potencial impacto en la densidad, resistencia, durabilidad y capacidad de drenaje de la mezcla asfáltica. Un porcentaje de vacíos menor podría sugerir una mezcla más compacta y probablemente más resistente, mientras que un porcentaje más elevado podría indicar una mezcla más permeable pero potencialmente menos duradera.

Figura 21 Grafica del porcentaje de Vacíos - Método Marshall



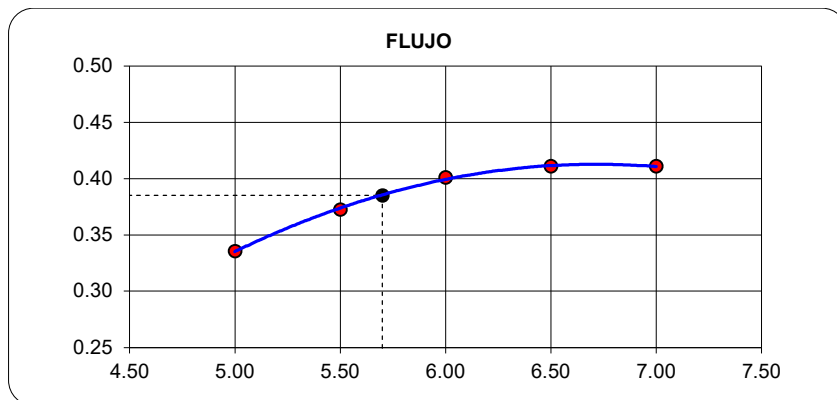
En la Figura 22, Según el método Marshall, el resultado del diseño muestra que la mezcla asfáltica tiene un porcentaje de vacíos de agregado mineral de 14.10. Un porcentaje de vacíos de 14.10 sugiere que una proporción del volumen total de la mezcla está compuesta por espacios vacíos entre los agregados minerales. Este valor puede ser considerado en relación con los estándares y requisitos específicos de diseño de mezclas asfálticas en caliente para evaluar cómo la mezcla se desempeñará en condiciones reales de uso, como en pavimentos y carreteras.

Figura 22 *Grafica de porcentaje de Vacíos de agregado mineral - Método Marshall*



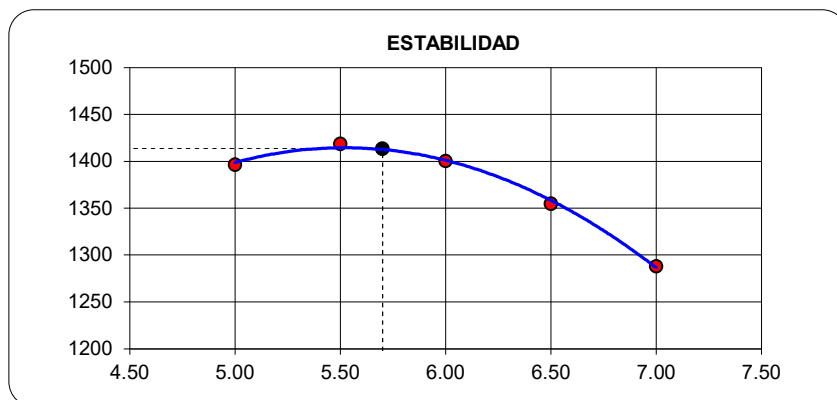
En la Figura 23, de acuerdo con el método Marshall, el resultado del diseño revela un flujo de la mezcla asfáltica de 0.39 cm. En este contexto, un valor de flujo de 0.39 cm representa la cantidad de deformación vertical que experimenta la mezcla bajo la carga aplicada según las condiciones establecidas por el método Marshall. Este valor de flujo sirve como indicador de la plasticidad y la capacidad de deformación de la mezcla asfáltica cuando está sometida a cargas de tráfico. Es crucial para comprender la respuesta anticipada de la mezcla frente a las cargas y deformaciones a lo largo de su vida útil en carreteras y pavimentos.

Figura 23 *Grafica de Flujo - Método Marshall*



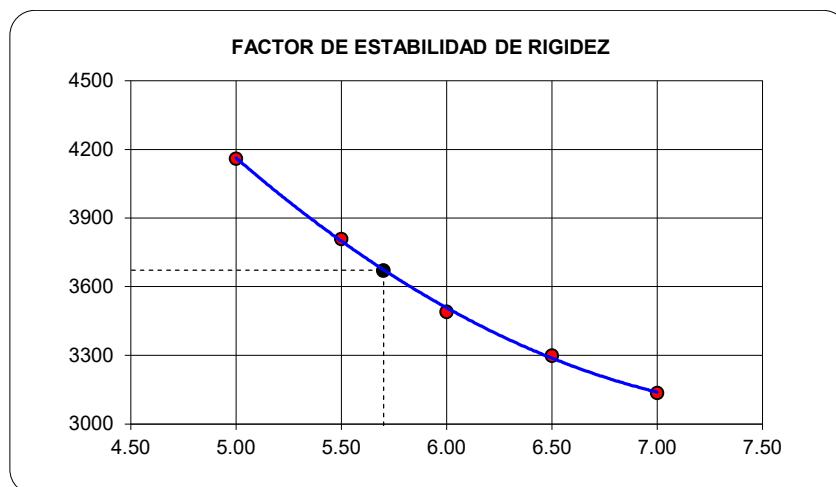
En la Figura 24, según el método Marshall, el resultado del diseño indica que la mezcla asfáltica presenta una estabilidad de 1414 kg. En el contexto del método Marshall, la estabilidad se refiere a la capacidad de la mezcla asfáltica para resistir las fuerzas de corte y deformación bajo condiciones específicas de carga y temperatura. Una estabilidad de 1414 kg representa la cantidad de fuerza que la mezcla asfáltica puede soportar antes de experimentar deformaciones significativas o fallar. Este valor es esencial para evaluar la capacidad de la mezcla asfáltica para resistir las cargas de tráfico y mantener su integridad estructural a lo largo del tiempo. Se utiliza para determinar la idoneidad de la mezcla para su aplicación en carreteras y pavimentos, y puede tener un impacto significativo en la durabilidad y el rendimiento de la superficie de la carretera.

Figura 24 *Grafica de Estabilidad - Método Marshall*



En la Figura 25, de acuerdo con el método Marshall, el resultado del diseño indica que la mezcla asfáltica posee un factor de rigidez de 3672 kg/cm². El factor de rigidez constituye una medida de la capacidad de la mezcla asfáltica para resistir deformaciones bajo carga. Un valor más elevado de factor de rigidez generalmente sugiere que la mezcla es más rígida y exhibe una mayor resistencia a la deformación. Esta propiedad es crucial para evaluar la capacidad de la mezcla asfáltica para soportar el tráfico y las cargas sin experimentar deformaciones excesivas. El factor de rigidez sirve como un indicador clave de la calidad y el comportamiento de la mezcla asfáltica en carreteras y pavimentos. Un valor más alto podría indicar que la mezcla posee una mayor capacidad de carga y una mayor durabilidad bajo condiciones de tráfico intenso.

Figura 25 Grafica de Estabilidad de rigidez- Método Marshall



En la Tabla 26, se exhiben los resultados obtenidos mediante el método de Marshall. Estos resultados, que abarcan propiedades como porcentaje de vacíos, estabilidad, flujo, factor de rigidez, entre otros, son fundamentales para evaluar tanto la calidad como el desempeño de la mezcla asfáltica en situaciones prácticas en carreteras y pavimentos. La presentación de estos datos posibilita a ingenieros y profesionales involucrados en la construcción y mantenimiento de carreteras comprender la respuesta anticipada de la mezcla asfáltica bajo cargas y condiciones específicas de tráfico. Esta información es vital para tomar decisiones bien fundamentadas acerca de la selección de materiales y métodos de construcción apropiados con el objetivo de lograr pavimentos duraderos y seguros.

Tabla 26

Cuadro Resumen - % Cemento Asfáltico

Cuadro resumen					
% Cemento Asfáltico en peso	5	5.5	6	6.5	7
Peso específico Probeta	2.335	2.342	2.339	2.327	2.306
Vacíos	5.7	4.6	3.8	3.5	3.5
Vacíos Agregado Mineral	13.72	13.90	14.47	15.36	16.59
Vacíos llenados con C. A.	58.70	66.76	73.43	77.30	79.21
Flujo	0.34	0.37	0.4	0.41	0.41
Estabilidad	1397	1419	1400	1355	1288
Factor de rigidez	4161	3810	3492	3299	3136
Estab. /Fluencia	4161	3810	3492	3299	3136

En la Tabla 27, se logró un contenido óptimo de cemento asfáltico del 5.7%. Este valor desempeña un papel crucial en el diseño y la producción de mezclas asfálticas, ya que el contenido de cemento asfáltico ejerce un impacto significativo en las propiedades y el rendimiento de la mezcla. La determinación del contenido adecuado de cemento asfáltico resulta esencial para obtener una mezcla asfáltica con la consistencia y las características deseadas, tales como resistencia, durabilidad y adherencia. Un contenido óptimo asegura que la mezcla cuente con la cantidad adecuada de aglomerante para unir eficazmente los agregados y resistir las cargas del tráfico. La obtención de un contenido de cemento asfáltico del 5.7% indica la realización de un cuidadoso proceso de diseño y pruebas, orientado a lograr una mezcla asfáltica con las propiedades deseadas y el rendimiento anticipado en carreteras y pavimentos.

Tabla 27

Resultados y características del diseño de mezcla asfáltica

Resultados y características del diseño de mezcla asfáltica		
Numero de golpes en cada cara de la probeta	50	
% Cemento Asfáltico en peso	5.7	%
Peso unitario Probeta	2.342	g/cm ³
Vacíos	4.26	%
Vacíos Agregado Mineral	14.10	%
Vacíos llenados con C. A.	69.81	%
Flujo, 0.25 mm	0.39	cm
Estabilidad	1414	Kg / 3.86kN
Factor de rigidez	3672	kg/cm

4.1.3 Analizar la variación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica convencional en comparación con la mezcla asfáltica modificada, sustituyendo el agregado grueso con diferentes porcentajes de escorias negras.

En la Tabla 28, se observa que la mezcla asfáltica con un 75% de Escoria Negra logró una estabilidad superior (1350 kg), superando el mínimo estipulado por la MTC (2014) de 554.88 kg. Sin embargo, la mezcla asfáltica con un 50% de escoria negra no cumple con el factor de rigidez máximo establecido por la MTC (2014) de 4000 kg/cm². Es importante destacar que todas las muestras cumplen con el valor del flujo establecido en la MTC (2014).

Tabla 28

Resultados y características del diseño de mezcla asfáltica con escoria negra

Resultados y características del diseño de mezcla asfáltica				
	Patrón	E-50%	E-75%	E-100%
Numero de golpes en cada cara de la probeta	50	50	50	50
% Cemento Asfáltico en peso	5.7	5.7	5.7	5.7
Peso unitario Probeta (gr/cm ³)	2.342	2.371	2.379	2.363
Vacíos (%)	4.26	3.1	3.4	4.7
Vacíos Agregado Mineral (%)	14.10	14.60	15.1	16.50
Vacíos llenados con C. A. (%)	69.81	78.90	77.50	71.50
Flujo (cm)	0.39	0.3	0.34	0.39
Estabilidad (Kg)	1414	1304	1350	1327
Factor de rigidez (kg/cm)	3672	4403	3979	3394

En la Tabla 29, se evidenció una estabilidad superior en la mezcla asfáltica con un 75% de Escoria Negra, registrando 1350 kg, superando el mínimo de 554.88 kg establecido por la MTC (2014). Una estabilidad robusta es esencial para garantizar la durabilidad y la vida útil de las carreteras y pavimentos asfálticos. En este contexto, la incorporación de escoria de acero como reemplazo del agregado grueso en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente emerge como una opción viable y beneficiosa.

Tabla 29

Estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente con distintos porcentajes de escoria de acero.

Estabilidad Corregida (KG)				
Escoria de Acero	0%	50%	75%	100%
	1	2	3	4
M1	1397	1298	1323	1339
M2	1419	1291	1426	1353
M3	1400	1321	1302	1289
Promedio	1414	1304	1350	1327

En la Figura 26, se registra un valor más elevado de Estabilidad (Kg) con la muestra asfáltica que contiene un 75% de escoria negra, alcanzando los 1350 kg. Es importante destacar que en todos los casos se supera el valor mínimo de estabilidad establecido por la MTC (2014), que es de 554.88 kg. Este resultado respalda la viabilidad de utilizar escoria negra como sustituto del agregado grueso en la producción de mezcla asfáltica en caliente.

Figura 26 *Variación de la Estabilidad de la mezcla asfáltica con escoria negra*



En la Tabla 30, se observa un menor valor de flujo en la mezcla asfáltica con un 50% de escoria negra (0.30 cm), estando dentro del rango establecido por la MTC (2014) de 0.20 cm a 0.35 cm. Es esencial destacar que un flujo excesivo puede indicar una susceptibilidad a hundimientos y deformaciones bajo tráfico vehicular y condiciones climáticas cálidas. Por otro lado, un valor adecuado de flujo es crucial para garantizar la durabilidad y la integridad del pavimento. El control y la optimización del flujo desempeñan un papel fundamental en el diseño y la construcción de mezclas asfálticas, asegurando su rendimiento a lo largo del tiempo. En este contexto, la utilización de escoria de acero como reemplazo del agregado grueso en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente se presenta como una alternativa viable.

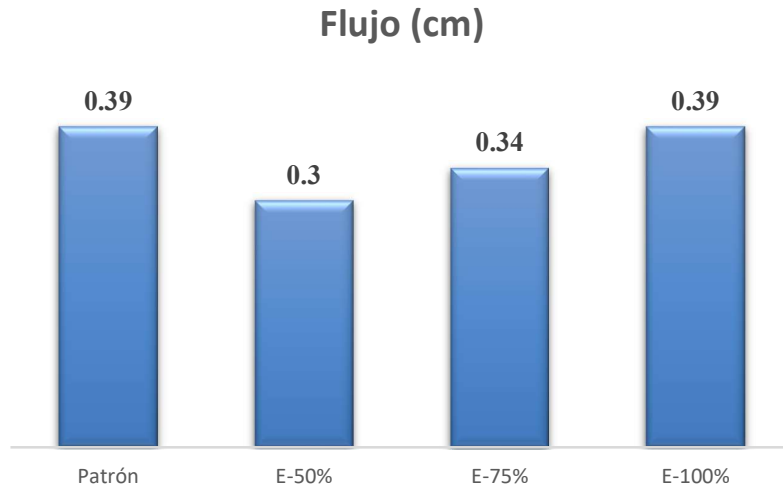
Tabla 30

Flujo de la mezcla asfáltica en caliente con distintos porcentajes de escoria de acero.

Flujo(cm)	0%	50%	75%	100%
Escoria de Acero	1	2	3	4
M1	0.39	0.3	0.33	0.39
M2	0.4	0.3	0.33	0.37
M3	0.37	0.29	0.35	0.42
Promedio	0.39	0.30	0.34	0.39

En la Figura 27, se evidenció un mejor resultado de Flujo (0.25 mm) con la muestra asfáltica que contiene un 50% de escoria negra (0.3 cm), lo que indica una mayor resistencia a la deformación. Manteniéndose dentro del rango establecido por la MTC (2014) de 0.20 cm a 0.35 cm, este valor apropiado de flujo es crucial para garantizar la durabilidad y la integridad del pavimento. La cumplimentación de este rango establecido respalda la idoneidad de la adición de escoria de acero en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente.

Figura 27 Variación del flujo de la mezcla asfáltica con escoria negra



En la Tabla 31, se registró un factor de rigidez mejorado con la mezcla asfáltica en caliente que contiene un 75% de escoria negra (3979 kg/cm), situándose dentro del rango establecido por la MTC (2014) de 1700 a 4000 kg/cm. Un factor de rigidez más elevado indica que la mezcla asfáltica es más resistente a la deformación, lo cual es esencial para garantizar la durabilidad y la vida útil de los pavimentos. El factor de rigidez se erige como un parámetro significativo en el diseño de pavimentos y en la evaluación de la calidad y el rendimiento de las mezclas asfálticas.

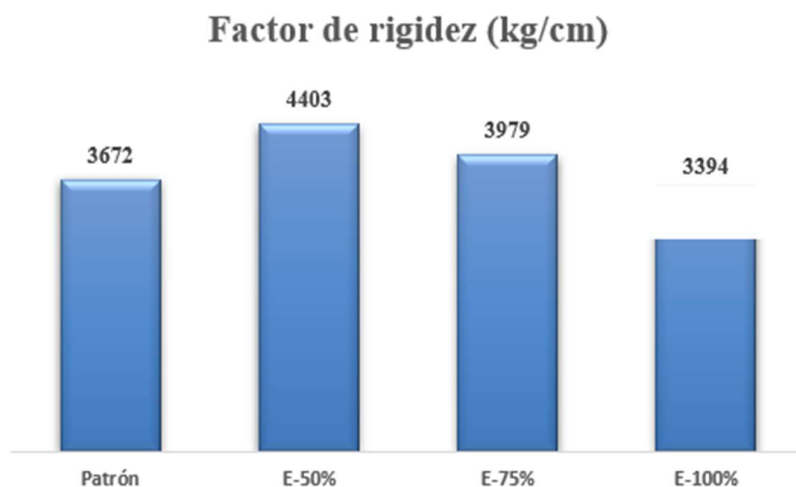
Tabla 31

Factor de rigidez de la mezcla asfáltica en caliente con distintos porcentajes de escoria de acero.

Factor de rigidez(kg/cm)				
Escoria de Acero	0%	50%	75%	100%
	1	2	3	4
M1	3810.0	4382.0	3951.0	3421.0
M2	3492.0	4282.0	4339.0	3704.0
M3	3399.0	4550.0	3670.0	3097.0
Promedio	3672.0	4403.0	3979.0	3394.0

En la Figura 28, la mezcla asfáltica en caliente que contiene un 75% de escoria negra (3979.0 kg/cm) exhibe un factor de rigidez que se sitúa dentro del rango establecido por la MTC (2014), que va de 1700 a 4000 kg/cm. El factor de rigidez proporciona una indicación de la rigidez o resistencia de la mezcla asfáltica a la deformación bajo carga.

Figura 28 Variación del factor de rigidez de la mezcla asfáltica con escoria negra



En la Tabla 32, se registró una mayor relación de resistencia a la tracción (TSR) en la mezcla asfáltica en caliente que contiene un 50% de escoria negra (85.97%), superando el valor mínimo del 75% establecido por la MTC (2014). La tracción indirecta se presenta como una medida fundamental para determinar el potencial de daño por humedad.

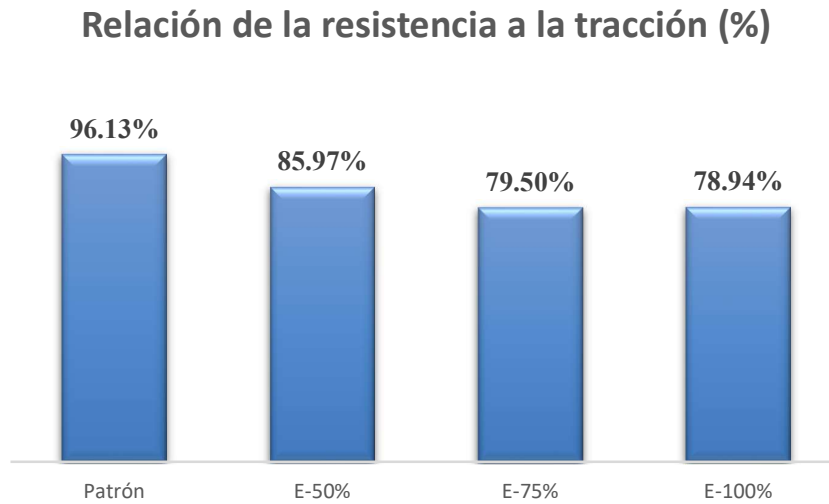
Tabla 32

Relación de la resistencia a la tracción de la mezcla asfáltica en caliente con distintos porcentajes de escoria de acero.

TSR (%)				
Escoria de Acero	0%	50%	75%	100%
	1	2	3	4
P1	96.55%	86.45%	81.87%	80.48%
P2	95.91%	84.35%	79.64%	79.03%
P3	95.56%	87.11%	77.27%	77.31%
TSR	96.13%	85.97%	79.50%	78.94%

En la Figura 29, se observa que la mezcla asfáltica en caliente con un 50% de escoria negra (85.97) exhibe una relación de resistencia a la tracción (TSR) superior al valor mínimo del 75% establecido por la MTC (2014). Una buena relación de resistencia a la tracción evita la ruptura de cohesión entre la superficie de los agregados y la película de asfalto en una mezcla asfáltica por acción del agua, produciendo un aumento de la integridad y la resistencia de la mezcla asfáltica.

Figura 29 Variación de la relación de la resistencia a la tracción de la mezcla asfáltica con escoria negra



4.2 Discusión

A continuación, se discuten los resultados obtenidos en esta investigación con lo que sostiene:

La hipótesis de la investigación planteaba que la incorporación de escoria negra de horno de arco eléctrico a mezclas asfálticas en caliente optimizaría su comportamiento mecánico. Al analizar los resultados obtenidos, se puede observar que la hipótesis se sustenta de manera positiva.

- La investigación llevada a cabo por Flechas y Pérez (2023) se enfocó en la utilización de diferentes porcentajes de caucho reciclado como sustituto del cemento asfáltico, observando mejoras notables en las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas convencionales en caliente. Los resultados indicaron un incremento en la estabilidad de la mezcla modificada con un 8%, alcanzando 30.6 KN, en comparación con la mezcla convencional que presentó una estabilidad de 22.9 KN. Además, se evidenció una disminución en la fluidez, pasando de 4.9 mm en la mezcla convencional a 4.2 mm con la adición del 8% de caucho reciclado. En el caso de la investigación actual, la estabilidad de la mezcla se incrementó con la adición de escoria negra. La mezcla modificada con un 75% de escoria negra exhibió una estabilidad de 13,5 KN, superior a lo estipulado en la norma 8,3 KN. Estos resultados respaldan la hipótesis al indicar que la incorporación de escoria negra puede mejorar la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente. Además, la disminución en la fluidez observada en la investigación actual de 0.39 cm en la mezcla convencional a 0.30cm con un 50% de escoria negra también sugiere que la hipótesis es válida, ya que se esperaba que la escoria negra optimice el comportamiento mecánico, incluyendo la fluidez de las mezclas. Ambos estudios, tanto el de Flechas y Pérez (2023) como la presente investigación, coinciden en que la incorporación de materiales modificadores, ya sea caucho reciclado o escoria negra, mejora

significativamente las propiedades clave de las mezclas asfálticas, como estabilidad y fluidez. Esto respalda la hipótesis y sugiere que tanto la escoria negra como el caucho reciclado son adiciones eficaces para optimizar el comportamiento mecánico de las mezclas asfálticas en caliente. Los resultados obtenidos en la investigación respaldan la hipótesis planteada, proporcionando evidencia sustancial de que la escoria negra de horno de arco eléctrico puede desempeñar un papel crucial en la mejora de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente. Estos hallazgos sugieren una dirección positiva para futuras aplicaciones de escoria negra en la ingeniería de pavimentos, destacando su potencial para contribuir tanto a la eficiencia mecánica como a la sostenibilidad en la construcción de carreteras.

- La investigación realizada por Higuera y Morales (2021) constituye un marco de referencia importante para la presente investigación, ya que ambos estudios exploran el uso de escoria negra como sustituto del agregado grueso en mezclas asfálticas en caliente. Los resultados obtenidos en ambas investigaciones respaldan la idea de que la escoria negra puede optimizar las características mecánicas de las mezclas asfálticas convencionales. En el estudio de Higuera y Morales (2021), la incorporación de escoria negra en porcentajes del 30%, 50%, y 100% como reemplazo del agregado grueso condujo a mejoras sustanciales en la estabilidad de la mezcla asfáltica en caliente. La mezcla convencional obtuvo una estabilidad de 7.42 KN, mientras que la mezcla modificada alcanzó una estabilidad de 16.12 KN, indicando un incremento significativo en la capacidad de carga de la mezcla. En la presente investigación, se utilizó escoria negra en porcentajes del 50%, 75%, y 100% como sustituto del agregado grueso. Aunque los resultados varían en comparación con el estudio anterior, se observa que la mezcla convencional obtuvo una estabilidad de 13.9 KN, y la mezcla modificada con un 75% de escoria negra alcanzó una estabilidad de 13.5 KN. Aunque la diferencia en estabilidad no

es tan marcada como en el estudio previo, se confirma que la escoria negra sigue desempeñando un papel positivo en la mejora de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente. Es interesante destacar que, al igual que en el estudio de Higuera y Morales (2021), la fluidez también se ve afectada positivamente por la adición de escoria negra en la presente investigación. Esto sugiere que la escoria negra no solo contribuye a la estabilidad de la mezcla, sino que también puede influir en otras propiedades mecánicas, como la fluidez. Es relevante señalar que la investigación actual coincide con Higuera y Morales (2021) al destacar las similitudes en la aplicación de escoria negra en mezclas asfálticas en caliente. Ambos estudios reconocen que estos materiales pueden mejorar propiedades mecánicas clave, como resistencia a la compresión, flexión y fatiga, lo que contribuye a la durabilidad y resistencia del pavimento. La presente investigación respalda y complementa los hallazgos de Higuera y Morales (2021), fortaleciendo la evidencia de que la escoria negra puede desempeñar un papel significativo en la mejora de las propiedades mecánicas de las mezclas asfálticas en caliente. Ambos estudios sugieren una dirección positiva para la aplicación de escoria negra en la ingeniería de pavimentos y destacan la importancia de considerar las características únicas de estos materiales en el diseño de mezclas asfálticas.

- La investigación llevada a cabo por Segura (2016) y el presente estudio comparten el enfoque de utilizar escoria negra como sustituto del agregado grueso en mezclas asfálticas en caliente, y ambas investigaciones coinciden en que la incorporación de escoria negra puede mejorar significativamente las propiedades de estas mezclas. Se observa que la mezcla asfáltica en caliente convencional obtuvo una estabilidad de 12.9 KN, mientras que la mezcla modificada con un 31% de escoria negra alcanzó una estabilidad de 17.4 KN. En la investigación actual, la mezcla convencional logró una estabilidad de 13.9 KN, y la mezcla modificada con un 75% de escoria negra obtuvo una estabilidad de 13.3 KN. Aunque los porcentajes y las magnitudes pueden variar entre los estudios, ambos demuestran consistentemente que la escoria negra contribuye positivamente a la estabilidad de las mezclas asfálticas en caliente. En cuanto a la fluidez, los resultados de Segura (2016) indican que la mezcla modificada con 31% de escoria negra presentó un flujo de 2.24 mm, en comparación con el flujo de 3.84 mm de la mezcla convencional. En la presente investigación, se observa que la mezcla modificada con un 50% de escoria negra tuvo un flujo de 0.30 cm, mientras que la mezcla convencional presentó un flujo de 0.39 cm. Ambos estudios coinciden en que la escoria negra puede influir positivamente en la fluidez de las mezclas asfálticas en caliente, contribuyendo a la resistencia a la deformación plástica a altas temperaturas. La discusión sobre la influencia de la escoria negra en la estabilidad y fluencia destaca la importancia de estos aspectos en la mejora de las propiedades y el rendimiento de los pavimentos. Se reconoce que la escoria negra puede interactuar con el asfalto y los agregados para formar una matriz más cohesiva y resistente, contribuyendo a prevenir deformaciones permanentes y agrietamientos en la superficie del pavimento. Además, la influencia de la escoria negra en la microestructura de la mezcla se destaca, con énfasis en su contribución a la densidad, compacidad, resistencia a la fatiga, y resistencia a la acción del agua. Ambas

investigaciones concuerdan en que la evaluación exhaustiva de las propiedades mecánicas, térmicas y de durabilidad es esencial para determinar el impacto específico de la escoria negra en cada proyecto de pavimentación. Es importante tener en cuenta que los efectos pueden variar según la dosificación de la escoria, las características de los agregados y el tipo de asfalto utilizado. En conjunto, los hallazgos respaldan la idea de que la escoria negra puede jugar un papel significativo en la mejora de las mezclas asfálticas en caliente, contribuyendo a la durabilidad, resistencia y rendimiento general de los pavimentos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Capítulo V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis “Si se incorpora escoria negra de horno de arco eléctrico a mezcla asfáltica en caliente convencional, entonces se optimizará el comportamiento mecánico”.

- Al realizar el caracterizar los agregados y escoria negra. Se concluye lo siguiente:

Características	Fino		Grueso		Escoria Negra
	Normativa	Normativa	Normativa	Normativa	
Valor equivalente de arena	74%	60%			
Abrasión de los ángeles			14%	40% Max.	17%
Peso específico	2.55 gr/cm ³		2.60 gr/cm ³		2.85 gr/cm ³
Absorción	0.49%	0.5% Max.	0.41%	1.0% Max.	1.14 %
Durabilidad al sulfato de sodio o sulfato de magnesio	3.64%		3.39%	18% Max.	
Angularidad	46.70%	30.00%			
Sales solubles totales	0.43%	0.5% Max.	0.44%	0.5% Max	
Adhesividad de los ligantes bituminosos de los áridos finos	10.00%				
Porcentaje de partículas fracturadas			108%	80%	
Partículas Chatas y alargadas			8%	10% Max	
Adherencia			95%	95%	

Que los agregados en la elaboración de mezcla asfáltica en caliente usados cumplen con los requisitos establecidos en la normativa Vigente.

- Al Determinar la dosificación óptima de contenido de asfalto por medio de la metodología Marshall, se concluye lo siguiente

Método de Marshall					
% Cemento Asfáltico en peso	5	5.5	6	6.5	7
Peso específico Probeta	2.335	2.342	2.339	2.327	2.306
Vacíos	5.7	4.6	3.8	3.5	3.5
Vacíos Agregado Mineral	13.72	13.90	14.47	15.36	16.59
Vacíos llenados con C. A.	58.7	66.76	73.43	77.30	79.21
Flujo	0.34	0.37	0.4	0.41	0.41
Estabilidad	1397	1419	1400	1355	1288
Factor de rigidez	4161	3810	3492	3299	3136
Estab. /Fluencia	4161	3810	3492	3299	3136

El porcentaje óptimo de contenido de asfalto determinado es del 5,7%, según los resultados obtenidos mediante el método Marshall. Este valor representa la cantidad ideal de asfalto necesaria para lograr las propiedades mecánicas y de compactación deseadas en la mezcla asfáltica. La optimización del contenido de asfalto es esencial para garantizar la durabilidad, resistencia y rendimiento general del pavimento en condiciones de tráfico y cargas variadas.

- Al analizar la variación del comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica convencional en comparación con la mezcla asfáltica modificada, sustituyendo el agregado grueso con diferentes porcentajes de escorias negras, se concluye lo siguiente:

Comportamiento mecánico de la mezcla asfáltica				
	Patrón	E-50%	E-75%	E-100%
Numero de golpes en cada cara de la probeta	50	50	50	50
% Cemento Asfáltico en peso	5.7	5.7	5.7	5.7
Peso unitario Probeta (gr/cm ³)	2.342	2.371	2.379	2.363
Vacíos (%)	4.26	3.1	3.4	4.7
Vacíos Agregado Mineral (%)	14.10	15.1	15.6	17
Vacíos llenados con C. A. (%)	69.81	79.5	78.2	72.4
Flujo (cm)	0.39	0.3	0.34	0.39
Estabilidad (Kg)	1414	1304	1350	1327
Factor de rigidez (kg/cm)	3672	4403	3979	3394
TSR (%)	96.13%	85.97%	79.50%	78.94%

La diferencia en cuanto al comportamiento mecánico en función de los parámetros Marshall, de la mezcla modificada, con respecto a la mezcla asfáltica convencional, se observa lo siguiente:

- El porcentaje de vacíos de la mezcla modificada es inferior a la mezcla convencional, pero van acorde a los parámetros de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

- El flujo de la mezcla con 50% de escoria negra con 0.30cm es significativamente inferior que el flujo de la mezcla asfáltica convencional con 0.39cm. Y se encuentra en el rango establecido en el Manual de carreteras “Especificaciones Técnicas Generales para la construcción”.
- La mezcla con 75% de escoria negra posee una estabilidad inferior (1350 Kg) con respecto a la mezcla convencional (1414kg), pero cumple con lo estipulado en la norma que indica un mínimo de 554.88 Kg.
- La mezcla asfáltica en caliente con el 75 % de Escoria negra (3979 kg/cm) presenta un factor de rigidez que se encuentra dentro del rango de 1700 - 4000 kg/cm establecido por la MTC (2014) y presenta una relación de la resistencia a la tracción mayor (79.5%) al valor mínimo de 75% establecido por la MTC (2014).

Debido a las conclusiones obtenidas de la investigación presente podemos mencionar que las mezclas asfálticas modificada al 50% y 75% con escorias negras cumplen en la mayoría de sus propiedades mecánicas según lo establecido en la norma y en tal caso, presenta mejoría en ciertos parámetros de la mezcla asfáltica convencional. Por lo tanto, se confirma la incorporación de escorias negras como alternativa parcial del agregado grueso.

5.2 Recomendaciones

- Se sugiere a los estudiantes de ingeniería civil llevar a cabo investigaciones que exploren alternativas de utilización para la escoria negra en el diseño de mezclas asfálticas en caliente. Esto se debe a que la escoria negra es un residuo que muestra la capacidad de mejorar el comportamiento mecánico de una mezcla convencional. La identificación de nuevos enfoques para incorporar la escoria negra en la construcción de pavimentos podría no solo contribuir al aprovechamiento de este material secundario, sino también resultar en mejoras adicionales en las propiedades y el rendimiento de las mezclas asfálticas.
- Se sugiere que los investigadores futuros lleven a cabo un seguimiento exhaustivo de esta investigación mediante la implementación de un tramo de prueba en condiciones reales. El objetivo principal sería evaluar de manera práctica y empírica cómo la mejora de la escoria afecta el comportamiento de las superficies de las carreteras frente a las cargas de tráfico y las variaciones climáticas.
- Se sugiere continuar la línea de investigación enfocada en la incorporación de escoria negra en la mezcla asfáltica en caliente, considerando su potencial como sustitución del agregado grueso en porcentajes comprendidos entre el 50% y el 75%. Este estudio ofrece oportunidades significativas para explorar nuevas formas de optimizar las propiedades mecánicas y funcionales de las mezclas asfálticas, así como para mejorar la sostenibilidad de la construcción de carreteras

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Capítulo VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AASHTO. (1993). Guide for Design of Pavement Structures 1993. American Association of State Highway and Transportation Officials. <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- Alves, F., Lima, D., Rodriguez de Oliveira, A., Fernandez, E., & Bezena, A. (2020). Propriedades mecânicas de argamassas com substituição da areia natural por escória de aciaria BSSF (baosteel's slag short flow). *Revista Matéria*, 25(1), 1-18. doi:10.1590/s1517-707620200001.0887
- Bojorque, J. (2019). Parámetros Marshall para el control de calidad de mezclas asfálticas en caliente después de la construcción del pavimento. *Revista Ingeniería de Construcción*.
- Cruz, P. (2021). *Análisis de nuevas mezclas asfálticas en caliente utilizando material asfáltico reciclado de la Av. Andrés Avelino Cáceres - Provincia de Concepción 2020* (Tesis de Pregrado). Universidad Continental, Perú.
- Flechas, E. y Pérez, V. (2023). *Análisis de estabilidad y flujo de mezclas asfálticas en caliente fabricadas con agregados de Boyacá* (Tesis de Pregrado). Universidad Santo Tomás, Colombia.
- Ganchozo, D. y Rodríguez, L. (2022). *Evaluación del comportamiento de mezclas asfálticas incorporando cemento como filler, mediante la metodología de Marshall*. (Tesis de Pregrado). Universidad Estatal Península De Santa Elen, Ecuador.
- Goli, H., Hesami, S., & Ameri, M. (2017). Laboratory Evaluation of Damage Behavior of Warm Mix Asphalt Containing Steel Slag Aggregates. *American Society of Civil Engineers*, 29(6), 9. doi:10.1061 / (ASCE) MT.1943-5533.0001832

- Guerrero, M. (2021). *Incorporación de escoria negra de acero y cal para mejorar la subrasante en la av. zona industrial de Pachacútec 2021*. (Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Hernández, R. (2014) Metodología de la investigación. *Mcgraw Hill*. México
- Manurung, D., & Sulaiman, S. (2020). Performance mix asphalt concrete wearing course with addition of plastic bottles of polyethylene terephthalate. *IOP Conference Series*.
- Minaya, S., & Ordoñez, H. (2006). Diseño moderno de pavimentos asfálticos (2 ed.). Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial*. Lima. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_1556.pdf
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC]. (2014). *Manual de Carreteras Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima-Perú. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4515.pdf
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones del Perú (MTC). (2008). *Manual de Diseño de Carreteras Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito*. Lima: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles <http://www.sutran.gob.pe/wp-content/uploads/2015/08/manualdedisenodecarreterasnopavimentadasdebajovolumendetransito.pdf>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Manual de ensayo de materiales. Lima. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf
- Montejo, A. (2002). *Ingeniería de pavimentos: Fundamentos, estudios básicos y diseño*. (2da ed.). Universidad Católica de Colombia

- Ochoa Diaz, R. (2012). Diseño de mezclas bituminosas para pavimentos con alquitrán, usando las metodologías Marshall y Ramcodes. *Respuestas*, 17(2), 63–70. <https://doi.org/10.22463/0122820X.421>
- Pomari, C. (2022). Influencia de la ceniza del tronco de eucalipto en las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, Puno 2022(Tesis de Pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Perú.
- Rivas, A. (2022, junio 01). Normas APA: La guía definitiva para presentar trabajos escritos. *Guía Normas APA*. <https://normasapa.in/>
- Rolando, F. (2002). *Estudio comparativo entre mezclas asfálticas con diluido RC-250 y emulsión* (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura, Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2010). *Norma CE.010-Pavimentos Urbanos*. Lima. http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf
- Robledo, J. (noviembre del 2004). Población de estudio y muestreo en la investigación epidemiológica. *Nure Investigación*, nº 10.
- Rondon, H., Ruge, J., & Muniz, M. (2018). Behavior of Hot-Mix Asphalt Containing Blast Furnace Slag as Aggregate: Evaluation by Mass and Volume Substitution. *American Society of Civil Engineers*, 31(2), 1-10. doi:10.1061 / (asce) mt.1943-5533.0002574
- Segura, A. (2016). *Estudio del Comportamiento Físico y Mecánico de Mezclas Asfálticas; con Materiales Reutilizables en la Construcción como Escoria de Acero* (Tesis de Pregrado). Universidad Católica de Colombia, Colombia.
- Según Rondón, Muniz y Reyes (2018). Uso de escorias de alto horno y acero en mezclas asfálticas: revisión. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín* | Vol. 17 Núm. 33 | julio-diciembre 2018 | pp. 71-97 | Medellín, Colombia.
- Siclane, S. L. (2019). *Aplicación de escoria siderúrgica para rehabilitar pavimentos flexibles*

en el Distrito de La Victoria-Lima 2018. (Tesis de Pregrado). Universidad César Vallejo.

Yinfei, D., Mingxin, D., Haibin, D., Deyi, D., Peifeng, C., & Cong, M. (2019). Incorporating hollow glass microsphere to cool pavement: Preliminary evaluation of asphalt mastic. *Construction and Building Materials*

Zhu, J., Ma, T., Fan, J., Fang, Z., Chen, T., & Zhou, Y. (2020). Experimental study of high modulus asphalt mixture containing reclaimed asphalt pavement. *Journal of Cleaner Production*.

Zumrawi, M., & Khalill, F. (2017). Experimental Study of Steel Slag used As Aggregate in Asphalt Mixture. *American Journal of Construction and Building*, 2(1), 26-32.
doi:<https://doi.org/10.11648/j.ajcbm.20170201.14>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Capítulo VII: ANEXOS

7.1 Anexo 01 - Panel Fotográfico



Foto 01:

Extracción de la escoria de la planta de SIDERPERU.

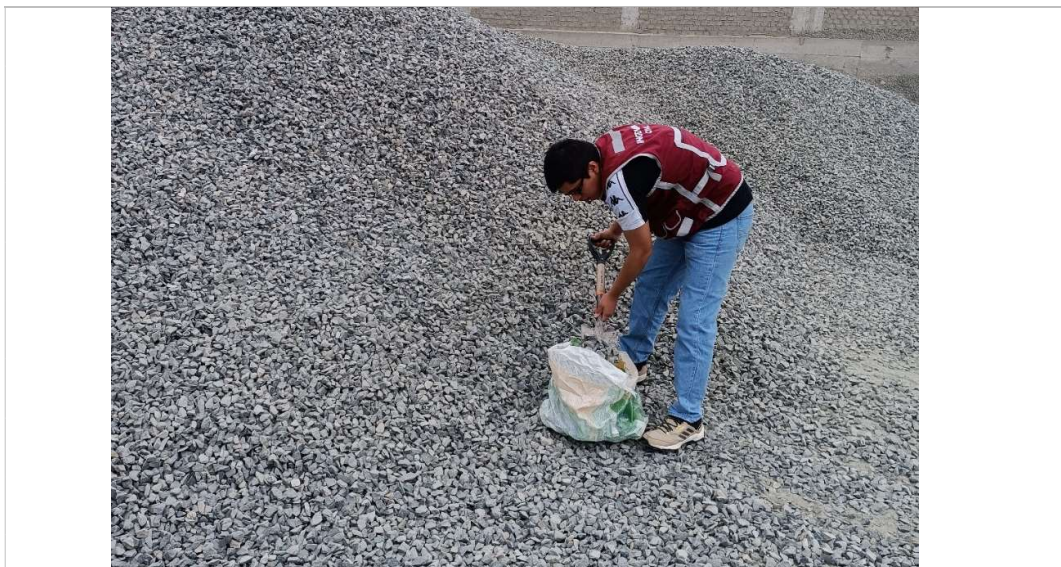


Foto 02:

Extracción del agregado grueso de la cantera “Chero”



Foto 03:

Extracción del agregado fino de la cantera “Chero”



Foto 04:

Ensayo de granulométrico de la escoria negra.

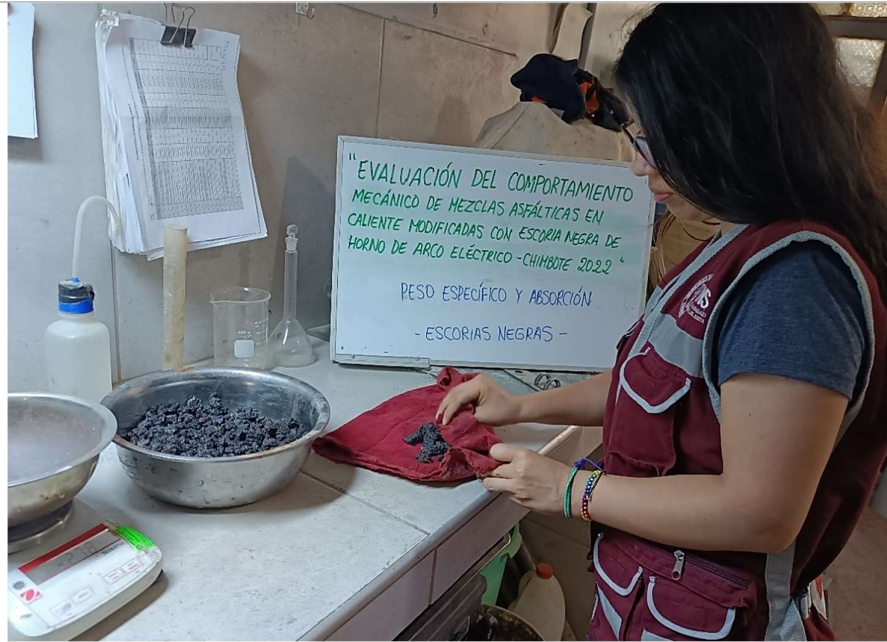


Foto 05:

Ensayo de peso específico y absorción de la escoria negra.



Foto 06:

Ensayo de abrasión de los ángeles de la escoria negra.

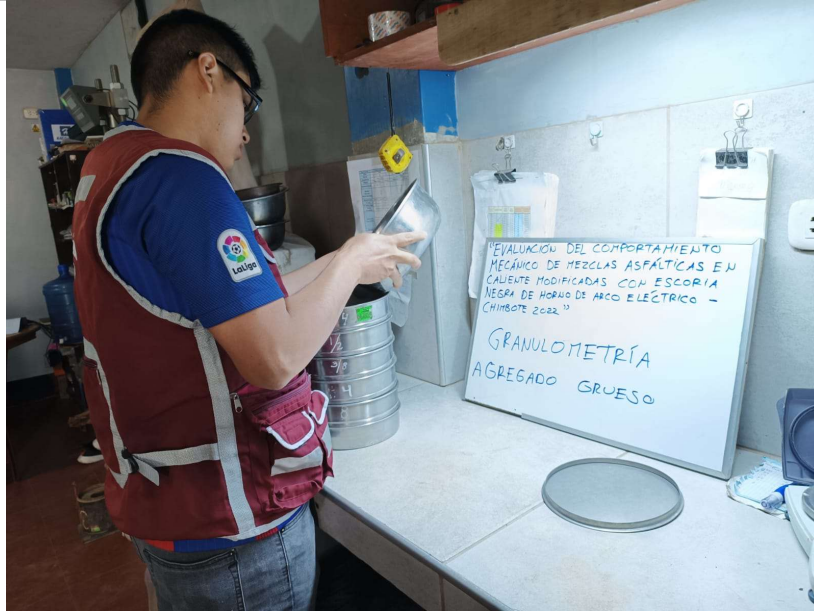


Foto 07:

Ensayo de granulométrico del agregado grueso.



Foto 08:

Ensayo para determinar las partículas chatas y alargadas del agregado grueso.



Foto 09: Ensayo de peso específico y absorción del agregado grueso.

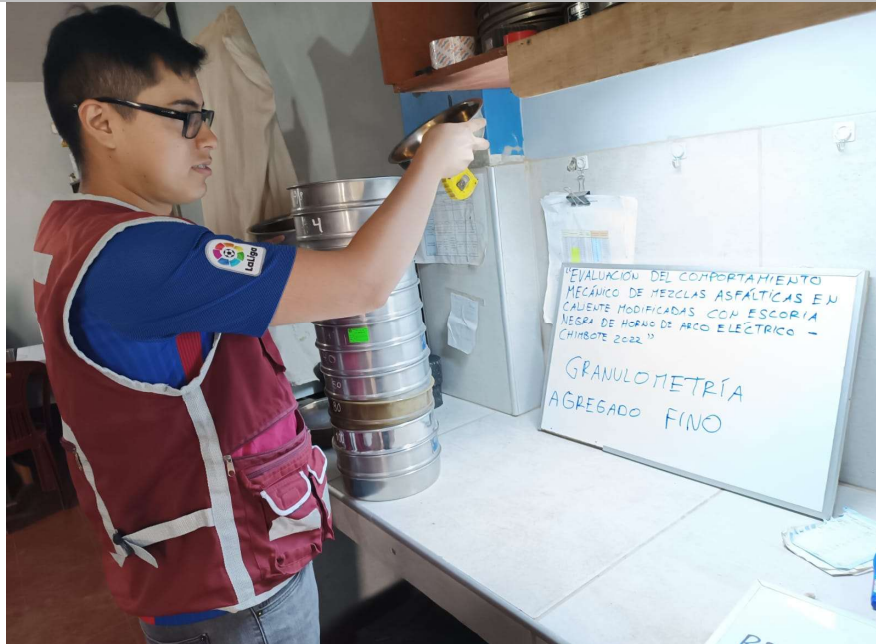


Foto 10: Ensayo de granulométrico del agregado fino.

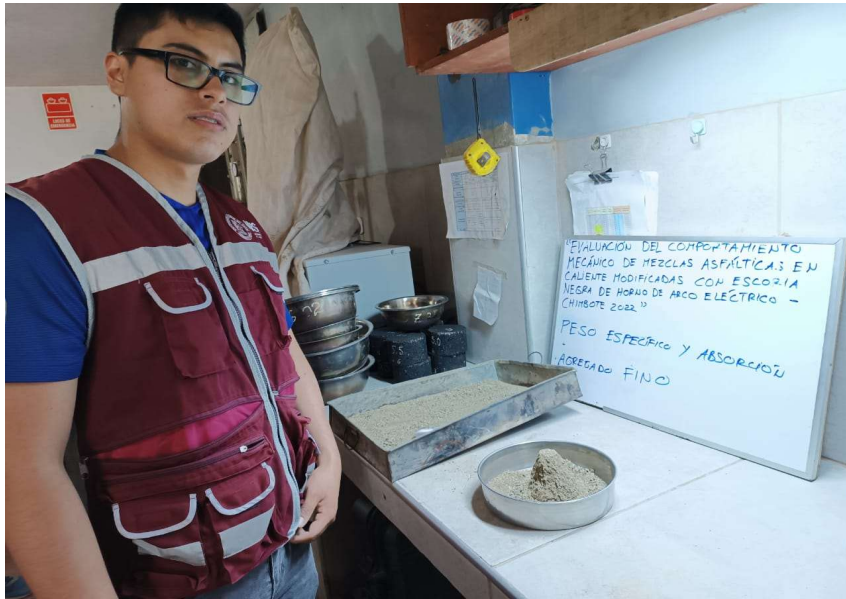


Foto 11:

Ensayo de peso específico y absorción del agregado fino.



Foto 12:

Preparación de la mezcla asfáltica patrón.



Foto 13:

Toma de temperatura a la mezcla asfáltica patrón



Foto 14:

Colocación de la mezcla asfáltica en el molde

**Foto 15:**

Compactación de la mezcla asfáltica

**Foto 16:**

Briquetas (mezcla asfáltica patrón) con cemento asfáltico de 5.0%, 5.50%, 6.0%, 6.50% Y 7.0%

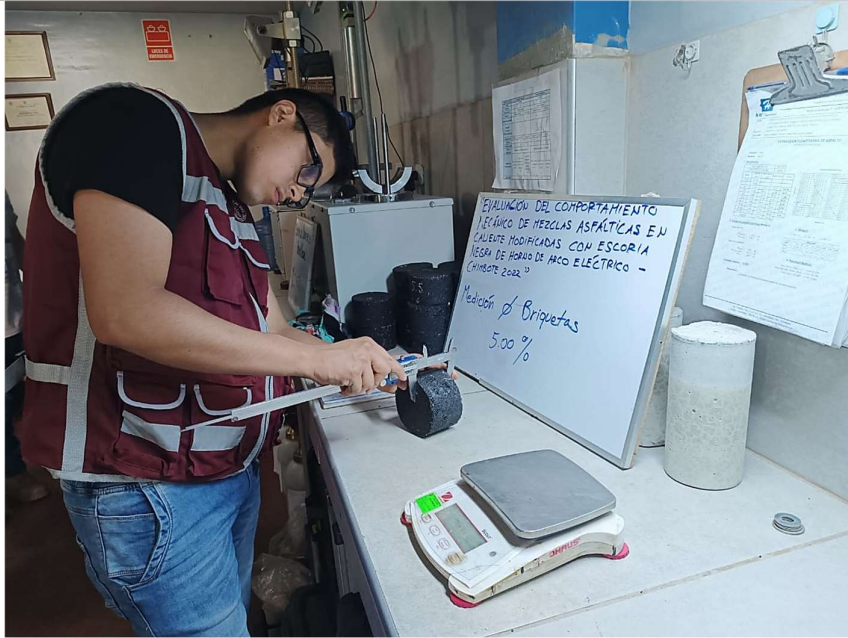


Foto 17:

Medición de las briquetas.



Foto 18:

Ensayo peso unitario y peso saturado de briquetas.

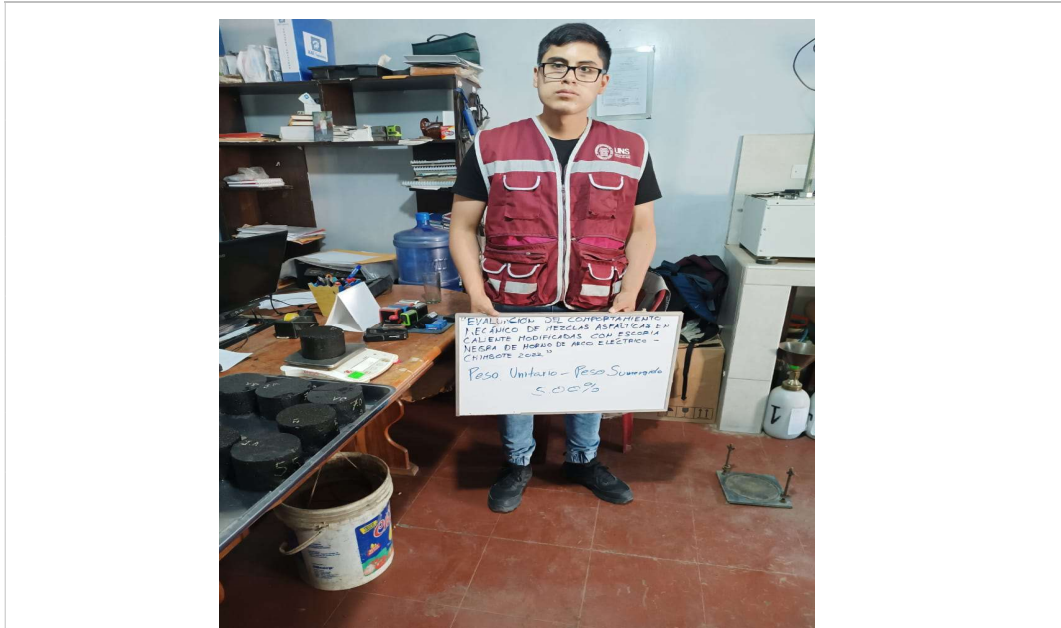


Foto 19:

Ensayo peso unitario y peso saturado de briquetas.

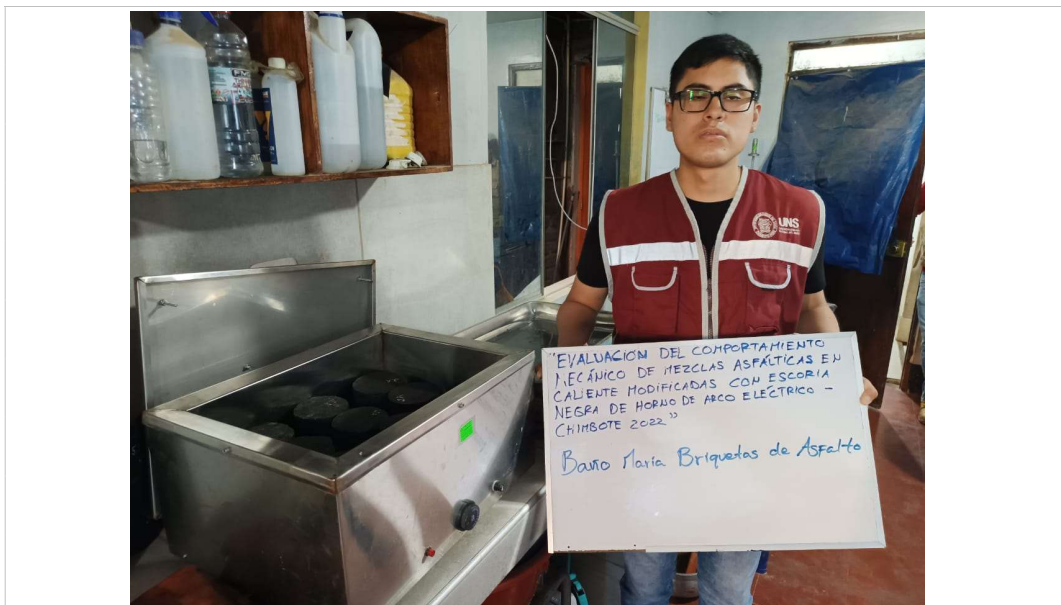


Foto 20:

Baño maria a briquetas de asfalto.



Foto 21:

Briquetas saturadas superficialmente secas.



Foto 22:

Ensayo de Estabilidad en prensa Marshall.



Foto 23:

Peso de las escorias negras - 50% del agregado grueso



Foto 24:

Peso de la grava - 50% del agregado grueso



Foto 25:

Mezcla asfáltica con escorias negras al 50%

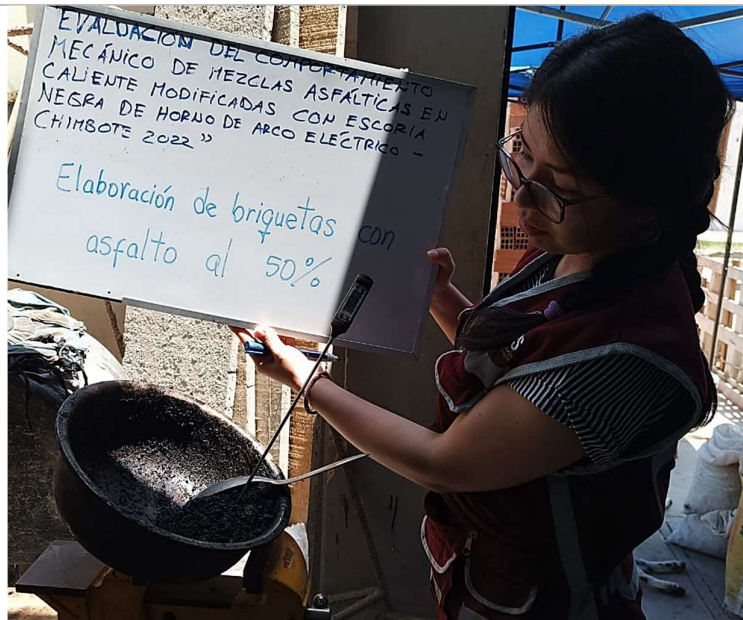


Foto 26:

Elaboración de briquetas con escorias negras al 50%



Foto 27:

Peso de las escorias negras - 75% del agregado grueso



Foto 28:

Peso de la grava - 25% del agregado grueso

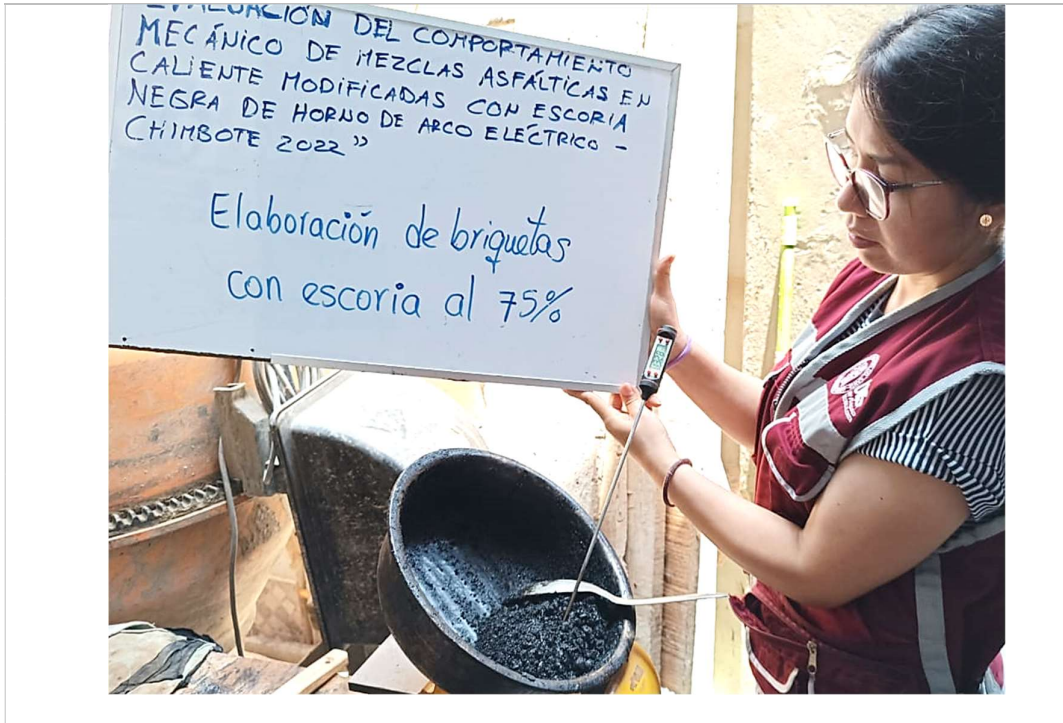


Foto 29:

Elaboración de briquetas con escorias negras al 75%



Foto 30:

Peso de las escorias negras - 100% del agregado grueso

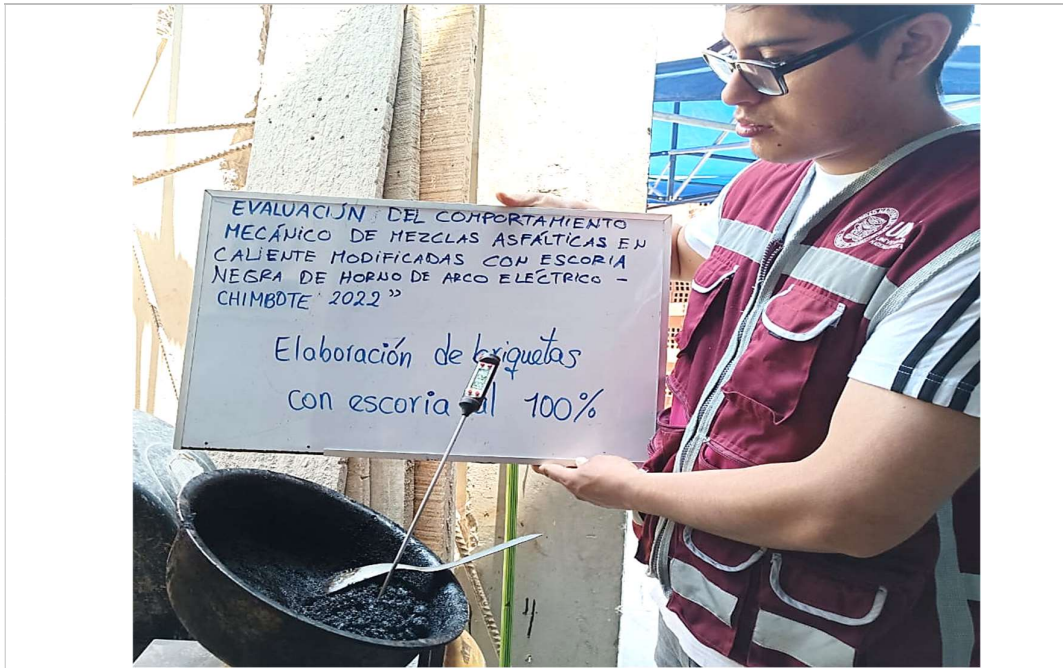


Foto 30:

Elaboración de briquetas con escorias negras al 100%



Foto 31:

Colocación de la mezcla asfáltica en el molde para briquetas

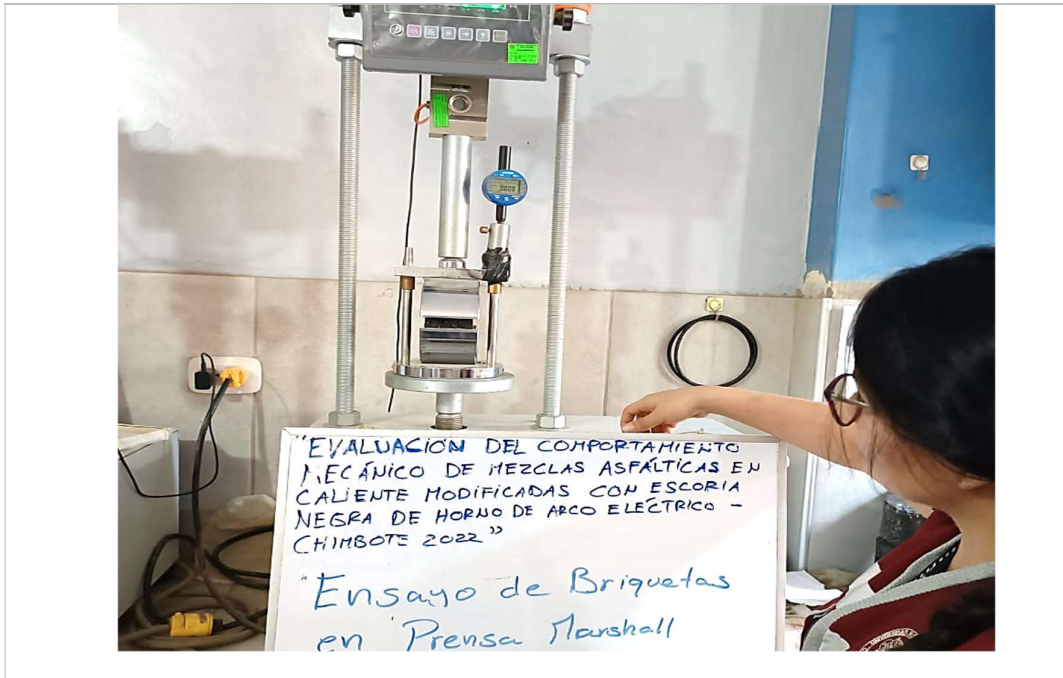


Foto 32:

Ensayo de mezclas asfálticas modificadas en prensa Marshall para hallar su estabilidad y flujo



Foto 33:

Extracción de vacíos de la mezcla asfáltica sin compactar

7.2 Anexo 02 – Ensayos realizados al agregado fino



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-GRA-02
CLIENTE	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	CANTERA	: Chero
		FECHA:	20/01/2023

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

ABERTURA (mm)	TAMIZ	M-01	M-02	AGREGADO FINO								
		Peso Inicial Seco (gr)	Peso Inicial Seco (gr)	CONTENIDO GRUESO M-1 (gr)	CONTENIDO GRUESO M-2 (gr)	RETENIDO PARCIAL M-1 (%)	RETENIDO PARCIAL M-2 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-1 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-2 (%)	% PASA M-1	% PASA M-2	% PASA (Promedio)
9.50	3/8"	800.00	800.00	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
4.75	N°04	742.17	722.20	10.6	8.1	1.32	1.01	1.32	1.01	98.68	98.99	98.84
2.35	N°08			161.2	148.3	20.15	18.53	21.47	19.54	78.53	80.46	79.50
2.00	N°10			41.8	40.9	5.22	5.11	26.69	24.65	73.31	75.35	74.33
1.20	N°16			155.6	154.2	19.45	19.27	46.14	43.93	53.86	56.07	54.97
0.60	N°30			135.7	141.0	16.96	17.63	63.11	61.56	36.90	38.45	37.67
0.43	N°40			59.6	63.1	7.45	7.89	70.56	69.45	29.44	30.55	30.00
0.30	N°50			39.9	32.7	4.99	4.09	75.55	73.53	24.45	26.47	25.46
0.18	N°80			58.2	52.2	7.28	6.52	82.82	80.06	17.18	19.94	18.56
0.15	N°100			42.1	46.1	5.26	5.77	88.08	85.82	11.92	14.18	13.05
0.075	N°200			37.5	35.6	4.69	4.45	92.77	90.28	7.23	9.72	8.48
	FONDO			57.8	77.8	7.23	9.72	100.00	100.00			



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N° :	CC-CMMA-EA-01
CLIENTE :	S.RTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N° :	01 de 01
UBICACIÓN :	Distribto: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	20/01/2023

VALOR EQUIVALENTE DE ARENA

(ASTM D-2419 , MTCE114)

Información de Muestra y Ensayo

Material : A. Zarandeada

N° Oscilaciones : 90 ciclos

Cantera : Chero

Método : Agitación Manual

Determinación N°	1	2	3
Saturación Inicial	11:20 AM	11:22 AM	11:24 AM
Saturación Final	11:30 AM	11:32 AM	11:34 AM
Prueba de ensayo inicial	11:32 AM	11:34 AM	11:36 AM
Prueba de ensayo final	11:52 AM	11:54 AM	11:56 AM
Lectura - Arcilla retenida	pulg. 4.5	4.4	4.5
Lectura - Arena retenida	pulg. 3.4	3.2	3.3
Equivalencia de arena	% 76	73	73
Equivalencia de arena promedio	% 74.0		

EA = 74%

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 118087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

KAE Ingeniería

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-PE.A-01
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR.JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

MTC E205

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Chero

Material : Arena Zarandeada

Muestra N°01		
Peso en el aire de la muestra secada en horno	149.27	gr.
Peso de la fiola llena de agua a la marca de calibración	680.30	gr.
Peso de la fiola con la muestra y el agua	771.80	gr.
P. Especifico SSSS	2.56	gr/cm3
P. Especifico Bulk	2.55	gr/cm3
P. Especifico Aparente	2.58	gr/cm3
Absorción	0.49	%

Observación: La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Wilmar Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CG-CMMA-DUR-01
		PÁGINA N°:	01 de 01
CLIENTE :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO
(ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016)

Información de Muestra y Ensayo

Material :	Agegado Fino	Clase de Solución :	Sulfato de Sodio	Ciclos :	5
Cantera :	Chero	Inmersión de Muestra :	16 a 18 horas por ciclos		

AGREGADO FINO - ANALISIS CUANTITATIVO

Tamaño	Peso Requerido gr	Peso Inicial gr	Peso Final gr	Perdida de Peso gr	Perdida de Peso %	Gradación Original %	Perdida Corregida %
3/8 a N°4	100	100.0	96.5	3.5	3.50	1.3	0.044
N°4 a N°8	100	100.0	94.1	5.9	5.90	21.0	1.236
N°8 a N°16	100	100.0	94.8	5.2	5.20	26.6	1.382
N°16 a N°30	100	100.0	95.8	4.2	4.20	18.7	0.787
N°30 a N°50	100	100.0	96.1	3.9	3.90	4.9	0.192
N°50 a N°100						13.4	
Pasan N°100						14.1	

TOTAL DE DESGASTE 3.64%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 16067



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-ANG-01
		PÁGINA N°:	01 de 01
CLIENTE :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

ANGULARIDAD
(M.T.C. E 205)

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Chero

Material : Arena Zarandeada

ENSAYO	N°	1	2	3	ANGULARIDAD
Peso del Agregado Fino + Molde	gr.	5431	5397	5446	FÓRMULA: $\frac{W}{V \cdot G_{sb}} \times 100$
Peso del Molde	gr.	4168	4168	4168	
Peso del Agregado Fino	(w)	1263	1229	1278	
Volumen del Cilindro	(v)	936	936	936	
Gravedad Específica de Agregado Fino	G _{sb}	2.520	2.520	2.520	
VACÍOS NO COMPACTADOS	%	46.5	47.9	45.8	Min. 30
PROMEDIO	%		46.7		

OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 R.E.C. 017 1215087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ANÁLISIS QUÍMICO

TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022

SOLICITA : SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ
SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ

UBICACIÓN : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash

FECHA : 20/01/2023

CANTERA: Chero

MATERIAL: Arena Zarandeada

Muestra	Piedra Chancada	Norma
Sales Solubles Totales	0.43 %	N.T.P. 339.152.2002

Observación:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Victor Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CH/ N° 19067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

KAE Ingeniería

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-RW-01
SOLICITA :	SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR.JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

**ADHESIVIDAD DE LOS LIGANTES RITUMINOSOS A LOS ARIDOS FINOS
(PROCEDIMIENTO RIEDEL - WEBER)
MTC E 220 - 2000**

REFERENCIA DE LAS MUESTRAS

Agregados: Arena - Cantera Chero 100%
Ligante Bituminoso Tipo de Asfalto PEN 60 - 70
 Aditivo Sin Aditivo

DENOMINACIÓN		DESPRENDIMIENTO ARIDO - ASFALTO	RESULTADOS	ESPECIFICACIONES
Concentración de carbonato de sodio	AGUA DESTILADA	0	NULO	Min 4 = Cumple
	M/256	1	NULO	
	M/128	2	NULO	
	M/64	3	NULO	
	M/32	4	NULO	
	M/16	5	NULO	
	M/8	6	PARCIAL	
	M/4	7	PARCIAL	
	M/2	8	PARCIAL	
M/1	9	PARCIAL		
			PARCIAL: 6 TOTAL: 10	

OBSERVACIONES:

Cumple con lo mínimo especificado en los requerimientos técnicos.
 La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Miguel Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CH. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.3 Anexo 03 – Ensayos realizados al agregado grueso



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN	REGISTRO N°:	CC-CMMA-GRA-01
	CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO –	PÁGINA N°:	01 de 01
	CHIMBOTE 2022		
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ		
	: SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	CANtera	: Chero
		FECHA:	20/01/2023

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

	M-01	M-02	AGREGADO GRUESO							
Peso Inicial Seco (gr)	4194.90	4372.40								
Peso Lavado y Seco (gr)	4186.80	4361.90								
ABERTURA (mm)	TAMIZ	CONTENIDO GRUESO M-1 (gr)	CONTENIDO GRUESO M-2 (gr)	RETENIDO PARCIAL M-1 (%)	RETENIDO PARCIAL M-2 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-1 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-2 (%)	% PASA M-1	% PASA M-2	% PASA (Promedio)
25.00	1"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
19.00	3/4"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
12.50	1/2"	1809.1	1990.8	43.13	45.53	43.13	45.53	56.87	54.47	55.67
9.50	3/8"	1330.9	1493.0	31.73	34.15	74.85	79.68	25.15	20.32	22.74
4.75	N°04	976.8	812.6	23.29	18.58	98.14	98.26	1.86	1.74	1.80
2.35	N°08	70.0	65.5	1.67	1.50	99.81	99.76	0.19	0.24	0.22
	FONDO	8.1	10.5	0.19	0.24	100.00	100.00			



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Miguel Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 R.C. CIP N° 19087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-PE-01
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

MTC E206

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Chero

Material : Piedra Chancada

Muestra N°01

Peso en el aire de la muestra secada en horno	2000	gr.
Peso de muestra saturada superficialmente seca en el aire	2008	gr.
Peso de la muestra en agua	1240	gr.
P. Especifico SSSS	Pe _{ss} 2.61	gr/cm ³
P. Especifico de Bulk	Pe _m 2.60	gr/cm ³
P. Especifico Aparente	Pe _a 2.63	gr/cm ³
Absorción	Ab 0.41	%

Observación:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Wilmar Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 15087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-ABR-01
		PÁGINA N°	: 01 de 01
SOLICITA	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 20/01/2023

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
(ASTM C-535 , MTC E207)

Información de Muestra y Ensayo

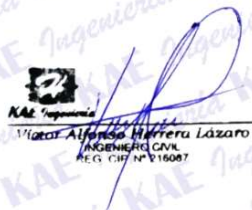
Material : Piedra Chancada Gradación : "B" N° Revoluciones : 500
 Cantera : Chero N° Esferas : 11

Peso inicial	gr	5000.20
Peso final retenido en el tamiz N°12	gr	4325.1
Coefficiente de desgaste	%	13.50%

Porcentaje de Desgaste 14%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Marco Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TECNOLOGÍA :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-PF-01
SOLICITANTE :	SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

**PORCENTAJE DE PARTÍCULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUESO
(MTC E210)**

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Chero **Material :** Piedra Chancada

Con Una Cara de Fractura						
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa	Retenido	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C x D)
2"	1 / 1/2"					
1 / 1/2"	1"					
1"	3 / 4 "					
3 / 4 "	1/2"	1200	342.1	28.5	79.9	22.8
1/2"	3 / 8"	302	198.5	65.7	20.1	13.2
Total		1502	540.6	94.2	100.0	36.0
Porcentaje de Partículas con una Cara Fracturada						36.0%

Con Dos Caras de Fractura						
Tamaño del Agregado		A	B	C	D	E
Pasa	Retenido	(g)	(g)	((B/A)*100)	(%)	(C x D)
2"	1 / 1/2"					
1 / 1/2"	1"					
1"	3 / 4 "					
3 / 4 "	1/2"	1200	942.3	78.5	79.9	62.7
1/2"	3 / 8"	302	132.8	44.0	20.1	8.8
Total		1502	1075.1	122.5	100.0	71.6
Porcentaje de Partículas con dos o más Caras de Fractura						71.6%
Partículas con una ó más caras de Fractura						108%

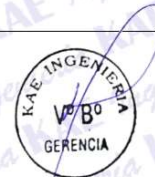
Resultados

CARAS DE FRACTURA =	108%	Partículas con una cara fracturada
	72%	Partículas con dos o más caras fracturadas

A	Peso de la Muestra
B	Peso del material con caras de Fractura
C	Porcentaje de Caras Fracturadas
D	Gradación Original
E	Promedio de Caras de Fractura

OBSERVACIONES:
La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Vladimir Alfonso Herrera Lazaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-CHA-01
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

PARTÍCULAS CHATAS, ALARGADAS, ó PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS EN AGREGADOS GRANULARES
(ASTM D-4791, MTC E223)

Relación Dimensional **1 : 5**

Información de Muestra y Ensayo

Cantera : Chero

Material : Piedra Chancada

MATERIAL		AGREGADO GRUESO			PARTÍCULAS CHATAS		PARTÍCULAS ALARGADAS		PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS		PARTÍCULAS NI CHATAS, NI ALARGADAS	
Tamiz	Abertura	PESO (A) gr	RETIENE (C) %	PASA %	PESO (E) gr	%	PESO (F) gr	%	PESO (G) gr	%	PESO (H) gr	%
(pulg)	(mm)											
3 "	76.200											
2 "	50.800											
1 1/2 "	38.100											
1 "	25.400											
3/4 "	19.050											
1/2 "	12.700	2005.3	46.21	53.79	152.30	5.04	121.80	4.03	114.10	3.78	1617.10	53.55
3/8 "	8.750	1014.7	23.38	30.41	115.70	3.83	94.30	3.12	126.90	4.20	677.80	22.44
1/4 "	6.350	512.3	11.80	18.61								
N° 04	4.760	807.5	18.61									
Peso Total de la Muestra (B)		4 339.8										
Peso de la Muestra de Ensayo (D) (Retenido 3/8")		3 020.0										

RESULTADO
(Promedio Ponderado)

PARTÍCULAS CHATAS Y ALARGADAS **8.0 %**

Fórmulas :

$$\text{Partículas Chatas / Alargadas ó Partículas Chatas y Alargadas (\%)} = \left[\left(\frac{E}{A} \times 100 \right) \times \left(\frac{A}{D} \times 100 \right) \right] / 100$$

Donde:

- | | | | |
|----------|--|----------|-----------------------------------|
| A | Peso retenido en cada tamiz | F | Partículas Alargadas |
| B | Peso Total de la Muestra Agregado Granular | G | Partículas Chatas y Alargadas |
| C | % Retenido en la muestra total | H | Partículas ni Chatas ni Alargadas |
| D | Peso de la Muestra de Ensayo (Retenido 3/8") | | |
| E | Partículas Chatas | | |

OBSERVACION:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


 Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CH. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-DUR-01
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

DURABILIDAD AL SULFATO DE SODIO O SULFATO DE MAGNESIO

(ASTM C-88, MTC E209, NTP 400.016)

Información de Muestra y Ensayo

Material :	Agregado Grueso	Clase de Solución :	Sulfato de Sodio	Ciclos :	5
Cantera :	Chero	Inmersión de Muestra :	16 a 18 horas por ciclos		

AGREGADO GRUESO - ANALISIS CUANTITATIVO

N°	Tamaño	%	Peso Requerido gr	Peso Inicial gr	Peso Final gr	Perdida de Peso gr	Perdida de Peso %	Gradación Original %	Perdida Corregida %
1	2 1/2" a 1 1/2"		5000 ± 300						
	2 1/2" a 2"	60	3000 ± 300						
	2" a 1 1/2"	40	2000 ± 200						
2	1 1/2" a 3/4"		1500 ± 50						
	1 1/2" a 1"	67	1000 ± 50						
	1" a 3/4"	33	500 ± 30						
3	3/4" a 3/8"		1000 ± 10						
	3/4" a 1/2"	67	670 ± 10	675.4	658.4	17.0	2.52	56.9	1.432
	1/2" a 3/8"	33	330 ± 5	334.1	318.7	15.4	4.61	34.9	1.607
4	3/8" a N°4		300 ± 5	302.9	272.6	30.3	10.00	3.5	0.353

TOTAL DE DESGASTE 3.39%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Wilmar Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 816087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

ANÁLISIS QUÍMICO

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022

SOLICITADO : SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ
SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ

UBICACIÓN : Distrito: Chimbote, Provincia: Santa, Departamento: Ancash

FECHA : 20/01/2023

CANTERA: Chero

MATERIAL: Piedra Chancada

Muestra	Piedra Chancada	Norma
Sales Solubles Totales	0.44 %	N.T.P. 339.152.2002

Observación:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.



Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-ADH-01
		PÁGINA N°:	01 de 01
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

**ENSAYO DE ADHERENCIA
ASTM D1664 / MTC E 519**

MUESTRA:
Mezcla Asfáltica - Diseño

Bitumen - Aditivo:
Mezcla: Agregado Grueso Bitumen (Cemento Asfáltico PEN 60/70)

Agregados Pétreos [proporciones]

° Agregado Grueso [piedra chancada Tmax. 3/4] 100.0%
Cantera Chero 100.0%

[Estimación Visual]

Descripción - Ensayo	Resultado
Recubrimiento, %	100.0
Despreñimiento, % retenido	+ 95.0

OBSERVACIONES:

Cumple con los requerimientos de las especificaciones técnicas.
La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O.P. N° 16007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.4 Anexo 04 – Ensayos realizados a la escoria negra



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

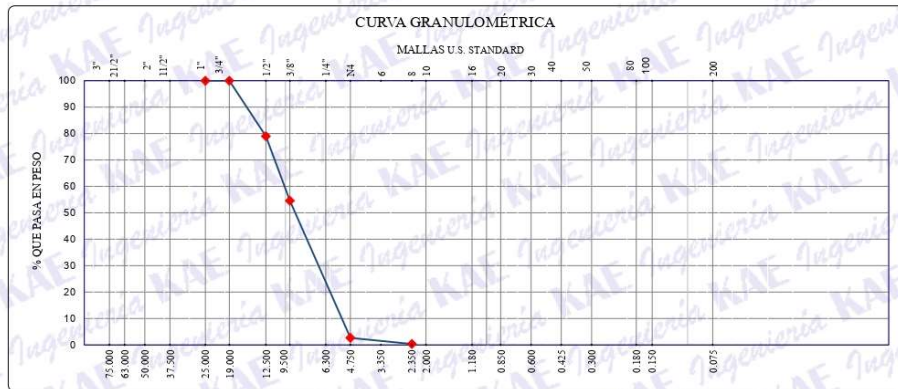
KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN	REGISTRO N°:	CC-CMMA-GRA-03
	CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO –	PÁGINA N°:	01 de 01
	CHIMBOTE 2022		
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ		
	: SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	MATERIAL	: Escoria
		FECHA:	20/01/2023

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LOS AGREGADOS (ASTM C-33, MTC E204, NTP-400-012)

	M-01	M-02	AGREGADO GRUESO							
Peso Inicial Seco (gr)	3637.00	3865.00								
Peso Lavado y Seco (gr)	3620.00	3855.30								
ABERTURA (mm)	TAMIZ	CONTENIDO GRUESO M-1 (gr)	CONTENIDO GRUESO M-2 (gr)	RETENIDO PARCIAL M-1 (%)	RETENIDO PARCIAL M-2 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-1 (%)	RETENIDO ACUMULADO M-2 (%)	% PASA M-1	% PASA M-2	% PASA (Promedio)
25.00	1"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
19.00	3/4"	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
12.50	1/2"	742.0	836.0	20.40	21.63	20.40	21.63	79.60	78.37	78.98
9.50	3/8"	951.0	875.0	26.15	22.64	46.55	44.27	53.45	55.73	54.59
4.75	N°04	1852.0	2045.0	50.92	52.91	97.47	97.18	2.53	2.82	2.67
2.35	N°08	75.0	99.3	2.06	2.57	99.53	99.75	0.47	0.25	0.36
	FONDO	17.0	9.7	0.47	0.25	100.00	100.00			



OBSERVACIONES: La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 A.E.G. C.V. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°:	CC-CMMA-PE-03
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°:	01 de 01
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA:	20/01/2023

ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

MTC E206

Información de Muestra y Ensayo

Procedencia : SIDERPERÚ

Material : Escoria

Muestra N°01	
Peso en el aire de la muestra secada en horno	2000 gr.
Peso de muestra saturada superficialmente seca en el aire	2023 gr.
Peso de la muestra en agua	1320 gr.
P. Especifico SSSS	Pe _{sss} 2.88 gr/cm3
P. Especifico de Bulk	Pe _m 2.85 gr/cm3
P. Especifico Aparente	Pe _a 2.94 gr/cm3
Absorción	Ab 1.14 %

Observación:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Micaela Alfaro
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP N° 15007



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO CHIMBOTE 2022	REGISTRO N° :	CC-CMMA-ABR-02
		PÁGINA N° :	01 de 01
SOLICITA :	SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	20/01/2023

ABRASIÓN LOS ÁNGELES
(ASTM C-535 , MTC E207)

Información de Muestra y Ensayo

Material : Escoria Gradación : "B" N° Revoluciones : 500
 Procedencia : SIDERPERÚ N° Esferas : 11

Peso inicial	gr	5000.20
Peso final retenido en el tamiz N°12	gr	4165.3
Coefficiente de desgaste	%	16.70%

Porcentaje de Desgaste 17%

OBSERVACIONES:

La muestra fue proporcionada por el solicitante.

Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y' , Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 • 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.5 Anexo 05 – Ensayos realizados a la mezcla asfáltica convencional



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	01 de 13
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

**FORMATO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (MTC E - 204)
DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL**

Tamiz	Abertura (mm)	Piedra Chancada Chero	Arena Chancada	Arena Zarandeada Chero	Filler (%)	Especificaciones		Observaciones
						MAC 2		
% Combinaciones		42	0	58	100			
3"	75.000							
2 1/2"	63.000							
2"	50.000							
1 1/2"	37.500							
1"	25.000	100.00		100.00	100.0			
3/4"	19.000	100.00		100.00	100.0	100		
1/2"	12.500	55.67		100.00	81.4	80 - 100		
3/8"	9.500	22.74		100.00	67.5	70 - 88		
1/4"	6.300							
No4	4.750	1.80		98.84	58.1	51 - 68		
No8	2.360	0.22		79.50	46.2			
No10	2.000	0.00		74.33	43.1	38 - 52		% Agregados
No16	1.180	0.00		54.97	31.9			
No20	0.850							% Grava: 41.9
No30	0.600			37.67	21.8			% Arena: 53.2
No40	0.425			30.00	17.4	17 - 28		% Fino: 4.9
No50	0.300			25.46	14.8			
No60	0.250							Observaciones
No80	0.180			18.56	10.8	8 - 17		
No100	0.150			13.05	7.6			
No200	0.075			8.48	4.9	4 - 8		
PASA								



Observaciones: La muestra fue proporcionada por el solicitante.


Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. 1787 N° 16007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	02 de 13
SOLICITA :	SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	42.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	58.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1537.5	1537.52	314.5
1354.1	1354.11	358.4
1472.9	1472.91	334.1

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.00	5.00	5.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	39.90	39.90	39.90		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	55.10	55.10	55.10		
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026		
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.600	2.600	2.600		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000		
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.550	2.550	2.550		
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1230.6	1228.7	1230.3		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1234.5	1232.4	1233.7		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	707.4	705.1	707.9		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	527.1	527.3	525.8		526.7
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.335	2.330	2.340		2.335
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.475	2.475	2.475		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.391	2.391	2.391		
21 % de Vacíos	%	5.7	5.9	5.5		5.7
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.571	2.571	2.571		
23 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral	%	13.7	13.9	13.5		13.7
24 % vacíos llenados con C.A.	%	58.6	57.8	59.6		58.7
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.674	2.674	2.674		
26 C.A. Absorvido por el Peso del Agregado Total	%	1.54	1.54	1.54		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	3.46	3.46	3.46		
28 Flujo	cm.	0.31	0.36	0.33		0.34
29 Estabilidad sin corregir		1538	1354	1473		
30 Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1476	1300	1414		1397
32 Factor de Rigidez (31/28)	kg/cm.	4693	3627	4232		4161
Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES:

[Firma]
 Lic. Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CO. N° 11608



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	03 de 13
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.00

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1245.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	8513.0
3.- Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9758.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	9255.0
5.- Volumen (3-4)	gr.	503.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.475

Ingeniero Civil
REG. CIP N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y', Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	04 de 13
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	42.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	58.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1430.8	1430.81	401.4
1472.5	1472.51	376.1
1530.4	1530.42	339.6

Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.50	5.50	5.50	
2 %de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	39.69	39.69	39.69	
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	54.81	54.81	54.81	
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%				
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%				
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000	
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.550	2.550	2.550	
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.				
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1232.2	1222.1	1226.5	
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1236.1	1226.7	1231.2	
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	712.1	703.2	707.2	
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	524.0	523.5	524.0	523.8
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.352	2.334	2.341	2.342
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.456	2.456	2.456	
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.374	2.374	2.374	
21 % de Vacíos	%	4.2	4.9	4.7	4.6
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	gr/cc.	2.571	2.571	2.571	
23 % V.M.A. Vacíos del Agregado Mineral 100-(2+3+4+5+6)*18/22	%	13.6	14.2	14.0	13.9
24 % vacíos llenados con C.A. 100*((23-21)/23)	%	68.7	65.2	66.4	66.8
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))	gr/cc.	2.673	2.673	2.673	
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (100*7)/((25-22)*(25*22)	%	1.52	1.52	1.52	
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	3.98	3.98	3.98	
28 Flujo	cm.	0.40	0.38	0.34	0.37
29 Estabilidad sin corregir		1431	1473	1530	
30 Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96	
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1374	1414	1469	1419
32 Factor de Rigidez (31/28)	kg/cm.	3422	3759	4326	3810
Número de Golpes por Capa		50	50	50	

OBSERVACIONES:
 Sr. Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIV. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	05 de 13
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.50

Identificación muestra		Und	01
1.-	Peso del material	gr.	1250.0
2.-	Peso agua + frasco	gr.	8513.0
3.-	Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9763.0
4.-	Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	9254.0
5.-	Volumen (3-4)	gr.	509.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³		gr./cm3	2.456


Pje. Fátima
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP N° 215087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	06 de 13
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023


FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	42.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	58.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1552.4	1552.42	380.2
1379.1	1379.11	430.3
1444.5	1444.51	392.6

Número de Probetas	N°					Promedio
		1	2	3	4	
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	6.00	6.00	6.00	
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	39.48	39.48	39.48	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	54.52	54.52	54.52	
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%				
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%				
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000	
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.550	2.550	2.550	
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.				
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1234.1	1233.5	1232.8	
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1237.5	1237.4	1236.6	
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	710.7	709.7	709.2	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	526.8	527.7	527.4	527.3
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.343	2.338	2.338	2.339
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.433	2.433	2.433	
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.358	2.358	2.358	
21	% de Vacios	%	3.7	3.9	3.9	3.8
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	gr/cc.	2.571	2.571	2.571	
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	14.3	14.5	14.5	14.5
24	% vacios llenados con C.A.	%	74.2	73.1	73.1	73.4
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))	gr/cc.	2.666	2.666	2.666	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (100*7)/((25-22)*(25*22)	%	1.43	1.43	1.43	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.57	4.57	4.57	
28	Flujo	cm.	0.38	0.43	0.39	0.40
29	Estabilidad sin corregir		1552	1379	1445	
30	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1490	1324	1387	1400
32	Factor de Rigidez (31/26)		3920	3077	3532	3492
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

OBSERVACIONES:  **Alfonso Herrera-Lazara**
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	07 de 13
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.00

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1248.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	8513.0
3.- Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9761.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	9248.0
5.- Volumen (3-4)	gr.	513.0
Peso Específico Máximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.433


 Gabriel Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	08 de 13
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	42.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	58.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1374.8	1374.81	433.3
1442.5	1442.51	386.9
1417.1	1417.11	412.1

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1	% C.A. en peso de la Mezcla	6.50	6.50	6.50		
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	39.27	39.27	39.27		
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	0.00	0.00	0.00		
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	54.23	54.23	54.23		
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla					
6	% de Filler en Peso de la Mezcla					
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc. 1.026	1.026	1.026		
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc. 2.600	2.600	2.600		
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc. 0.000	0.000	0.000		
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc. 2.550	2.550	2.550		
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.				
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr. 1231.3	1231.6	1230.9		
15	Peso de la briqueta Saturada	gr. 1234.5	1234.8	1235.3		
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr. 705.1	705.5	706.7		
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c. 529.4	529.3	528.6		529.1
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc. 2.326	2.327	2.329		2.327
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc. 2.411	2.411	2.411		
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc. 2.342	2.342	2.342		
21	% de Vacios	% 3.5	3.5	3.4		3.5
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	gr/cc. 2.571	2.571	2.571		
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral 100-(2+3+4+5+6)*18/22	% 15.4	15.4	15.3		15.4
24	% vacios llenados con C.A. 100*((23-21)/23)	% 77.0	77.2	77.6		77.3
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))	gr/cc. 2.661	2.661	2.661		
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total (100*7)/((25-22)*(25*22)	% 1.35	1.35	1.35		
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	% 5.15	5.15	5.15		
28	Flujo	cm. 0.43	0.39	0.41		0.41
29	Estabilidad sin corregir	1375	1443	1417		
30	Factor de Estabilidad	0.96	0.96	0.96		
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg. 1320	1385	1360		1355
32	Factor de Rigidez (31/28)	kg/cm² 3046	3579	3301		3299
	Número de Golpes por Capa		50	50		

OBSERVACIONES:


 Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O. N° 16007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	09 de 13
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 6.50

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1249.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	8513.0
3.- Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9762.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	9244.0
5.- Volumen (3-4)	gr.	518.0
Peso Específico Máximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.411



Miguel Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	10 de 13
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	42.0%
Arena Chancada	0.0%
Arena Zarandeada	58.0%
Filler	0.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60-70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1361.9	1361.91	394.2
1321.7	1321.71	436.5
1342.2	1342.21	401.6

Número de Probetas	N°	1	2	3	4	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	7.00	7.00	7.00		
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	39.06	39.06	39.06		
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00		
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	53.94	53.94	53.94		
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%					
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%					
7 Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026		
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.600	2.600	2.600		
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	0.000	0.000	0.000		
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.550	2.550	2.550		
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.					
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.					
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.					
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1227.4	1227.7	1226.7		
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1230.3	1230.9	1229.7		
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	699.3	698.7	696.1		
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	531.0	532.2	533.6		532.3
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.311	2.307	2.299		2.306
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.388	2.388	2.388		
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.326	2.326	2.326		
21 % de Vacios	%	3.2	3.4	3.7		3.5
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)	gr/cc.	2.571	2.571	2.571		
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral 100-(2+3+4+5+6)*18/22	%	16.4	16.5	16.8		16.6
24 % vacios llenados con C.A. 100*((23-21)/23)	%	80.4	79.4	77.8		79.2
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total (2+3+4+5+6)/((100/19 -1/7))	gr/cc.	2.653	2.653	2.653		
26 C.A. Absorcion por el Peso del Agregado Total (100*7)/((25-22)*(25*22)	%	1.24	1.24	1.24		
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.76	5.76	5.76		
28 Flujo	cm.	0.39	0.44	0.40		0.41
29 Estabilidad sin corregir		1362	1322	1342		
30 Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1307	1265	1289		1288
32 Factor de Rigidez (31/28)	kg/cm.	2907	2907	3208		3136
Número de Golpes por Capa		50	50	50		

OBSERVACIONES:


Aljondro Herrera-Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 19087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
		PÁGINA N°	11 de 13
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

**FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 7,00

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1249.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	8513.0
3.- Peso agua + frasco + material (1+2)	gr.	9762.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	9239.0
5.- Volumen (3-4)	gr.	523.0
Peso Especifico Maximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.388



Vicente Alfonso Herrera Lázaro
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



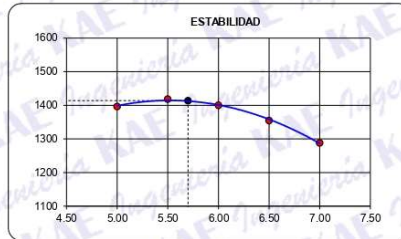
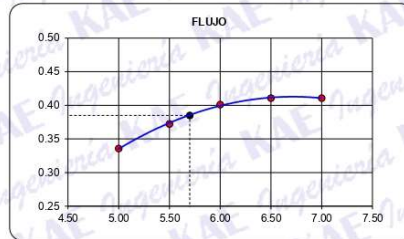
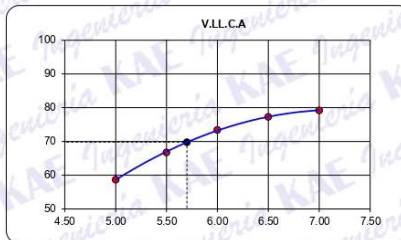
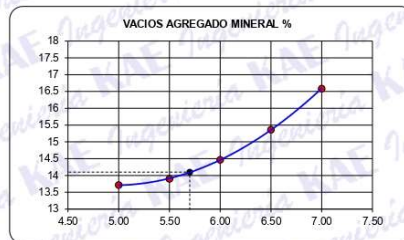
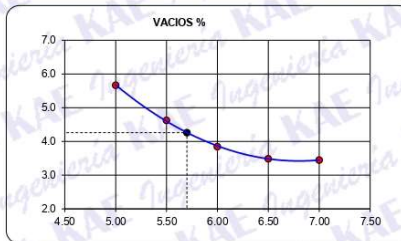
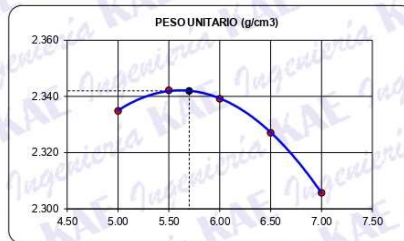
KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N° CC-CMMA-DMA-01
SOLICITA : SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N° 12 de 13
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA 21/01/2023

**REPRESENTACION GRÁFICA DEL DISEÑO ASFÁLTICO MÉTODO MARSHALL
AASHTO T 245 / ASTM D 1559**



Ing. Alberto Herrera Lázaro
INGENIERIA CIVIL
REG. CIP. N° 18087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-01
SOLICITA :	SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	13 de 13
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

**RESUMEN DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFÁLTICA MÉTODO MARSHALL
AASHTO T 245 / ASTM D 1559**

CUADRO RESUMEN CON PORCENTAJE DE C.A.					
% Cemento Asfáltico en peso	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00
Peso específico Probeta	2.335	2.342	2.339	2.327	2.306
Vacios	5.7	4.6	3.8	3.5	3.5
Vacios Agregado Mineral	13.72	13.90	14.47	15.36	16.59
Vacios llenados con C. A.	58.70	66.76	73.43	77.30	79.21
Flujo	0.34	0.37	0.40	0.41	0.41
Estabilidad	1397	1419	1400	1355	1288
Factor de rigidez	4161	3810	3492	3299	3136
Estab./Fluencia	4161	3810	3492	3299	3136

RESULTADOS Y CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA				
Numero de golpes en cada cara de la probeta	50.00		50.00	
% Cemento Asfáltico en peso	5.70	%	5.70	%
Peso unitario Probeta	2.342	g/cm3	2.342	g/cm3
Vacios	4.26	%	4.26	%
Vacios Agregado Mineral	14.10	%	14.10	%
Vacios llenados con C. A.	69.81	%	69.81	%
Flujo, 0.25 mm	0.39	cm	15.40	mm
Estabilidad	1414	kg	13.86	kN
Factor de rigidez	3672	kg/cm	3672	kg/cm

Victor Alfredo Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 116067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-RE-01
		PÁGINA N°	: 01 de 04
SOLICITA	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 22/01/2023

COMPACTACION VARIABLE

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico: 5.70%					
N° golpes por cara: 5					
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1222.5	1223.5	1224.6
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1224.3	1225.3	1225.8
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	680.3	680.1	676.9
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	544.0	545.2	548.9
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.247	2.244	2.231
G	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.442	2.442	2.442
H	% Vacios $100*((F-E)/F)$	%	7.98	8.10	8.64

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico: 5.70%					
N° golpes por cara: 25					
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1233.8	1233.4	1234.6
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1234.6	1235.6	1235.9
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	697.5	696.3	696.3
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	537.1	539.3	539.6
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.297	2.287	2.288
G	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.442	2.442	2.442
H	% Vacios $100*((F-E)/F)$	%	5.93	6.35	6.31

Observaciones


Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 R.E.C. C.I.F. N° 210067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-RE-01
		PÁGINA N°	: 02 de 04
SOLICITA	: S.R.T.A. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 22/01/2023

COMPACTACION VARIABLE

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico: 5.70%					
N° golpes por cara: 50					
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1237.6	1237.9	1235.6
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1238.1	1239.6	1237.3
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	708.6	710.2	709.6
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	529.5	529.4	527.7
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.337	2.338	2.341
G	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.442	2.442	2.442
H	% Vacios $100*((F-E)/F)$	%	4.29	4.25	4.12

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico: 5.70%					
N° golpes por cara: 75					
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr			
C	Peso de la Probeta Saturada	gr			
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr			
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc			
F	Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc			
G	Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc			
H	% Vacios $100*((F-E)/F)$	%			

NO SE EJECUTA

Observaciones


Juan Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. C.O.P. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

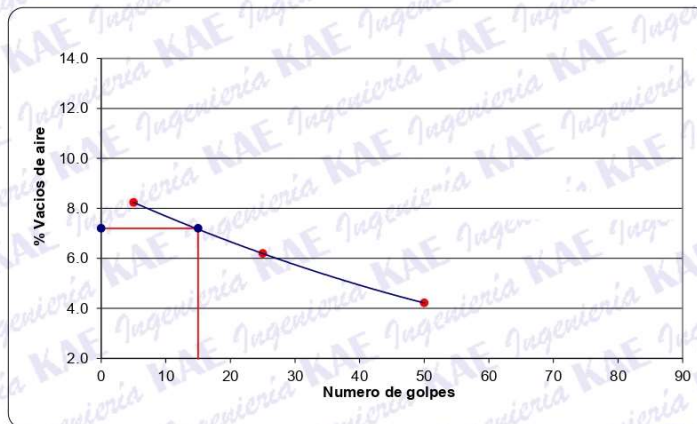
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-RE-01
		PÁGINA N°	: 03 de 04
SOLICITA	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 22/01/2023

GRÁFICO DE COMPACTACION VARIABLE

N° golpes	% vacios
50	4.22
25	6.19
5	8.24

N° golpes	% vacios
15	7.20



Observaciones


Ingeniero Civil
 REG. CIP N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-RE-01
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	: 04 de 04
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 22/01/2023

**EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MTC E-518 / ASTM D-4867 / AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO**

N° Probetas		04	05	06	01	02	03	
% cemento asfáltico:	5.70%	Grupo Saturado			Grupo Seco			
N° golpes por cara:	15.0							
A Diametro	cm	10.16	10.15	10.13	10.17	10.18	10.16	
B Espesor	cm	6.02	6.09	6.12	6.10	6.11	6.08	
C Peso Probeta al Aire	gr	1228.9	1220.6	1215.6	1222.3	1225.6	1224.3	
D Peso de la Probeta Saturada	gr	1226.5	1228.6	1223.5	1232.5	1235.2	1233.8	
E Peso de la Probeta en el Agua	gr	675.6	682.3	678.3	690.2	692.3	690.3	
F Volumen de la Probeta (D-E)	cc	550.9	546.3	545.2	542.3	542.9	543.5	
G Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc	2.231	2.234	2.230	2.254	2.258	2.253	
H Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.442	2.442	2.442	2.442	2.442	2.442	
I % Vacios $100*((H-G)/H)$	%	8.65	8.51	8.70	8.6	7.70	7.56	7.7
J Volumen de Vacios (F*I)/100	cc	47.66	46.46	47.41	41.77	41.02	42.15	
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°C								
K Peso de la Probeta Saturada	gr	1232.5	1233.8	1250.3	NO SE EJECUTA			
L Peso de la Probeta en el Agua	gr	680.0	685.0	700.0				
M Volumen de la Probeta (K-L)	cc	552.5	548.8	550.3				
N Volumen de agua de Absorción (K-L)	cc	3.6	13.2	34.7				
O Saturación $100*(N)/J$	%	7.6	28.4	73.2				36.4
P Hinchamiento $100*((M-F)/F)$	%	0.29	0.46	0.94				
Q Espesor	cm	6.60	6.50	6.60				
CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño María 60°C								
R Peso de la Probeta Saturada	gr	1237.6	1236.5	1234.6				
S Peso de la Probeta en el Agua	gr	682.0	685.0	686.0				
T Volumen de la Probeta (R-S)	cc	555.6	551.5	548.6				
U Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	8.7	15.9	19.0				
V Saturación $100*(U)/J$	%	18.3	34.2	40.1				
W Hinchamiento $100*((T-F)/F)$	%	0.85	0.95	0.62				
X Carga de Tracción Indirecta	kg	335	336	339	320	330	328	
Y Resistencia Seca $(2*X)/(A*B*\pi)$	kg/cm ²	3.49	3.46	3.48	3.26	3.378	3.36	3.3
Z Resistencia Humedad $(2*X)/(A*Q*\pi)$	kg/cm ²	3.18	3.24	3.23	3.2			
Resistencia Retenida								
Daños en la Mezcla								
TSR	%				96.1			

Observaciones Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 25° Hg.
Saturación mayor a 55 y menor a 80.
TSR = 70% minimo


Alvaro Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CH. N° 116087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.6 Anexo 06 – Ensayos realizados a la mezcla asfáltica modificada



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-E-01
		PÁGINA N°	01 de 18
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	21.0%
Escoria - 50%	21.0%
Arena Zarandeada	58.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60.70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1298.4	1298.4	296.3
1290.7	1290.7	301.4
1321.4	1321.4	290.4

Número de Probetas	N°				Promedio	
		1	2	3		
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.70	5.70	5.70	
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	19.80	19.80	19.80	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	19.80	19.80	19.80	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	54.69	54.69	54.69	
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%				
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
7	Peso Especifico Aparente de C.A.	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.850	2.850	2.850	
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.550	2.550	2.550	
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.				
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1223.1	1225.4	1224.3	
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1228.4	1231.2	1230.1	
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	713.1	714.2	713.6	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	515.3	517.0	516.5	516.3
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.374	2.370	2.370	2.371
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.447	2.447	2.447	
20	Peso Especifico Máximo (Teórico) $100 \cdot (1/7+2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.406	2.406	2.406	
21	% de Vacios $100 \cdot ((19-18)/19)$	%	3.0	3.1	3.1	3.1
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((2/8+3/9+4/10+5/11+6/12)$	gr/cc.	2.618	2.618	2.618	
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral $100 \cdot (2+3+4+5+6) \cdot 18/22$	%	14.5	14.6	14.6	14.6
24	% vacios llenados con C.A. $100 \cdot ((23-21)/23)$	%	79.4	78.6	78.7	78.9
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total $(2+3+4+5+6)/((100/19 - 1/7))$	gr/cc.	2.670	2.670	2.670	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total $(100 \cdot 7) \cdot ((25-22)/(25 \cdot 22))$	%	0.76	0.76	0.76	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	4.94	4.94	4.94	
28	Flujo	cm.	0.30	0.30	0.29	0.30
29	Estabilidad sin corregir		1298	1291	1321	
30	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1298	1291	1321	1304
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	4382	4282	4550	4403
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

OBSERVACIONES:

[Firma]
Vladimir Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 218007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-E-01
		PÁGINA N°	02 de 18
SOLICITA	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.70

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1495.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	8574.0
3.- Peso agua + frasco + material	gr.	10069.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	9458.0
5.- Volumen	gr.	611.0
Peso Específico Máximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.447

OBSERVACIONES :


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
		PÁGINA N°	: 03 de 18
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

COMPACTACIÓN VARIABLE

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	5				
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1230.2	1228.5	1228.4
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1231.0	1229.2	1228.9
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	690.2	689.3	688.9
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	540.8	539.9	540.0
F	Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.275	2.275	2.275
G	Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc	2.447	2.447	2.447
H	% Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	7.04	7.01	7.04
					7.03

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	25				
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1233.2	1235.2	1234.2
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1233.9	1236.1	1235.0
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	701.2	702.5	705.3
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	532.7	533.6	529.7
F	Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.315	2.315	2.330
G	Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc	2.447	2.447	2.447
H	% Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	5.39	5.40	4.78
					5.19

Observaciones :


Juan David Arroyo Rodríguez
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 016067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
		PÁGINA N°	: 04 de 18
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

COMPACTACION VARIABLE

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	50				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr	1232.5	1235.6	1231.5	
C Peso de la Probeta Saturada	gr	1233.5	1236.2	1232.4	
D Peso de la Probeta en el Agua	gr	713.2	714.5	713.5	
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc	520.3	521.7	518.9	
F Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.369	2.368	2.373	2.370
G Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc	2.447	2.447	2.447	
H % Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	3.19	3.21	3.01	3.14

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	75				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr				
C Peso de la Probeta Saturada	gr				
D Peso de la Probeta en el Agua	gr				
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc				
F Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc				
G Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc				
H % Vacíos $100*((F-E)/F)$	%				

NO SE EJECUTA

Observaciones :

Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 16007





**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

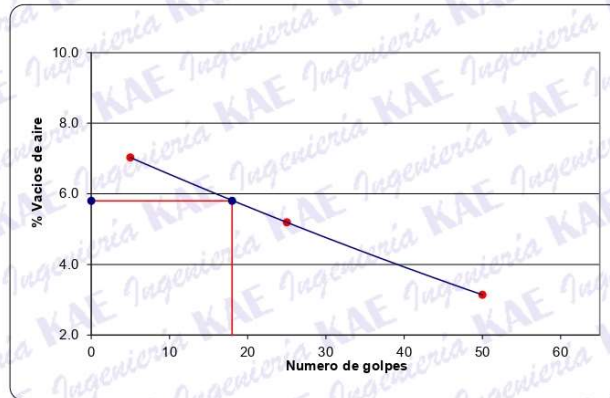
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	: 05 de 18
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

GRAFICO DE COMPACTACION VARIABLE

N° golpes	% vacios
50	3.14
25	5.19
5	7.03

N° golpes	% vacios
18	5.80



Observaciones :


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 115087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N° : CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA : SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N° : 06 de 18
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 21/01/2023

**EFEECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MTC E-518 / ASTM D-4867 / AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO**

N° Probetas		04	05	06	01	02	03	
% cemento asfáltico:	5.70%	Grupo Saturado			Grupo Seco			
N° golpes por cara:	18.0							
A Diametro	cm	10.16	10.20	10.18	10.14	10.10	10.11	
B Espesor	cm	6.05	6.12	6.02	6.12	6.16	6.09	
C Peso Probeta al Aire	gr	1227.6	1228.2	1229.2	1225.6	1228.2	1228.2	
D Peso de la Probeta Saturada	gr	1228.2	1229.1	1230.2	1226.7	1229.3	1228.9	
E Peso de la Probeta en el Agua	gr	680.0	678.3	675.2	706.8	707.5	710.2	
F Volumen de la Probeta (D-E)	cc	548.2	550.8	555.0	519.9	521.8	518.7	
G Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc	2.239	2.230	2.215	2.357	2.354	2.368	
H Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.447	2.447	2.447	2.447	2.447	2.447	
I % Vacios 100*((H-G)/H)	%	8.49	8.87	9.49	9.0	3.66	3.81	
J Volumen de Vacios (F*H)/100	cc	46.52	48.88	52.67	19.04	19.88	16.78	
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°C								
K Peso de la Probeta Saturada	gr	1230.5	1231.3	1232.5	NO SE EJECUTA			
L Peso de la Probeta en el Agua	gr	695.0	696.3	656.3				
M Volumen de la Probeta (K-L)	cc	550.0	556.2	559.3				
N Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc	2.9	3.1	3.3				
O Saturación (100*N)/J	%	6.2	6.3	6.3				6.3
P Hinchamiento 100*((M-F)/F)	%	0.33	0.98	0.77				
CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60°C								
Q Espesor	cm	6.23	6.20	6.21				
R Peso de la Probeta Saturada	gr	1230.2	1231.3	1230.2				
S Peso de la Probeta en el Agua	gr	675.0	672.0	665.0				
T Volumen de la Probeta (R-S)	cc	555.2	559.3	565.2				
U Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	2.6	3.1	1.0				
V Saturación (100*U)/J	%	5.6	6.3	1.9				
W Hinchamiento 100*((T-F)/F)	%	1.28	1.54	1.84				
X Carga de Tracción Indirecta	kg	266	262	275	302	306	308	
Y Resistencia Seca (2*X)/(A*B*π)	kg/cm ²	2.75	2.67	2.86	3.10	3.13	3.18	
Z Resistencia Humedad (2*X)/(A*Q*π)	kg/cm ²	2.68	2.64	2.77	2.7			
Resistencia Retenida								
Daños en la Mezcla								
TSR	%				85.9			

Observaciones Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 25° Hg. Saturación mayor a 55 y menor a 80. TSR = 70% mínimo


Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 R.E.G. 010710719087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA :	SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	07 de 18
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	10.5%
Escoria - 75%	31.5%
Arena Zarandeada	58.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60.70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1322.8	1322.8	334.8
1425.8	1425.8	328.6
1301.9	1301.9	354.7

Número de Probetas	N°	1	2	3	Promedio
1 % C.A. en peso de la Mezcla	%	5.70	5.70	5.70	
2 % de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	9.90	9.90	9.90	
3 % de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	29.70	29.70	29.70	
4 % de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	54.69	54.69	54.69	
5 % de Arena Fina en peso de la Mezcla	%				
6 % de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
7 Peso Especifico Aparente de C.A	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	
8 Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
9 Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.850	2.850	2.850	
10 Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.550	2.550	2.550	
11 Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12 Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.				
13 Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14 Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1235.6	1241.5	1238.3	
15 Peso de la briqueta Saturada	gr.	1242.6	1249.6	1245.4	
16 Peso de la briqueta en el Agua	gr.	722.7	727.9	725.4	
17 Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	519.9	521.7	520.0	520.5
18 Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.377	2.380	2.381	2.379
19 Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.463	2.463	2.463	
20 Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.425	2.425	2.425	
21 % de Vacios	%	3.5	3.4	3.3	3.4
22 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.643	2.643	2.643	
23 % V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	15.2	15.1	15.0	15.1
24 % vacios llenados con C.A.	%	76.9	77.6	77.9	77.5
25 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.691	2.691	2.691	
26 C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.69	0.69	0.69	
27 % de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.01	5.01	5.01	
28 Flujo	cm.	0.33	0.33	0.35	0.34
29 Estabilidad sin corregir		1323	1426	1302	
30 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
31 Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1323	1426	1302	1350
32 Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3951	4339	3670	3979
Número de Golpes por Capa		50	50	50	

OBSERVACIONES:

Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 19067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-E-01
		PÁGINA N°	08 de 18
SOLICITA	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS
AASHTO T 245 / ASTM D 1559
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.70

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1500.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	8574.0
3.- Peso agua + frasco + material	gr.	10074.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	9465.0
5.- Volumen	gr.	609.0
Peso Específico Máximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.463

OBSERVACIONES :


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 15007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

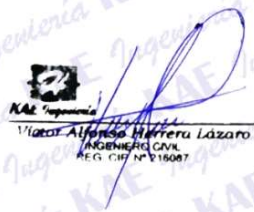
TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	: 09 de 18
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

COMPACTACIÓN VARIABLE

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	5				
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1228.5	1227.5	1227.3
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1232.1	1230.5	1231.2
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	690.5	690.7	689.4
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	541.6	539.8	541.8
F	Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.268	2.274	2.265
G	Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc	2.463	2.463	2.463
H	% Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	7.91	7.67	8.03
					7.87

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	25				
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1230.3	1229.3	1231.6
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1233.2	1232.6	1234.6
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	701.9	702.6	702.6
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	531.3	530.0	532.0
F	Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.316	2.319	2.315
G	Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc	2.463	2.463	2.463
H	% Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	5.98	5.83	6.01
					5.94

Observaciones :


 Sr. Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. COG. N° 19067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	: 10 de 18
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

COMPACTACIÓN VARIABLE

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	50				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr	1231.2	1232.5	1231.6	
C Peso de la Probeta Saturada	gr	1232.0	1233.2	1232.2	
D Peso de la Probeta en el Agua	gr	713.6	713.2	713.2	
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc	518.4	520.0	519.0	
F Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.375	2.370	2.373	2.373
G Peso Especifico Máximo (RICE)	gr/cc	2.463	2.463	2.463	
H % Vacios $100*((F-E)/F)$	%	3.57	3.77	3.65	3.66

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	75				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr				
C Peso de la Probeta Saturada	gr				
D Peso de la Probeta en el Agua	gr				
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc				
F Peso Especifico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc				
G Peso Especifico Máximo (RICE)	gr/cc				
H % Vacios $100*((F-E)/F)$	%				

NO SE EJECUTA

Observaciones :


Juan David Arroyo Rodríguez
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 18007



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

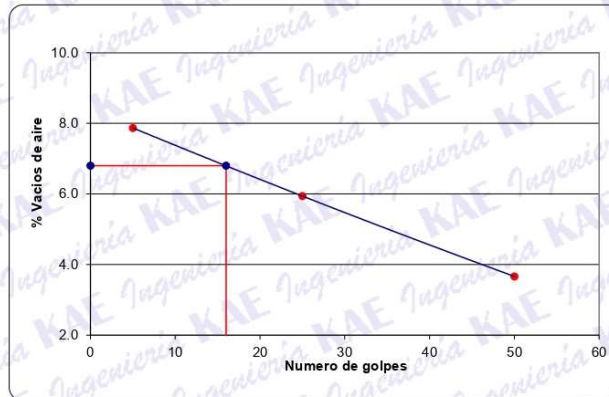
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	: 11 de 18
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

GRAFICO DE COMPACTACION VARIABLE

N° golpes	% vacios
50	3.66
25	5.94
5	7.87

N° golpes	% vacios
16	6.80



Observaciones :


 Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 15087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	: 12 de 18
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

**EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MTC E-518 / ASTM D-4867 / AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO**

N° Probetas		04	05	06	01	02	03	
% cemento asfáltico:	5.70%	Grupo Saturado			Grupo Seco			
N° golpes por cara:	16.0							
A Diametro	cm	10.10	10.12	10.12	10.10	10.13	10.00	
B Espesor	cm	6.03	6.09	6.10	6.00	6.05	6.09	
C Peso Probeta al Aire	gr	1227.3	1226.5	1227.0	1228.6	1230.2	1230.5	
D Peso de la Probeta Saturada	gr	1230.5	1230.5	1229.6	1233.2	1234.2	1233.9	
E Peso de la Probeta en el Agua	gr	678.8	676.3	673.2	700.3	699.5	698.5	
F Volumen de la Probeta (D-E)	cc	551.7	554.2	558.6	532.9	534.7	535.4	
G Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc	2.225	2.213	2.197	2.305	2.301	2.298	
H Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.463	2.463	2.463	2.463	2.463	2.463	
I % Vacios 100*((H-G)/H)	%	9.68	10.15	10.82	10.2	6.39	6.59	6.69
J Volumen de Vacios (F*H)/100	cc	53.41	56.23	60.43	34.08	35.23	35.81	
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°C								
K Peso de la Probeta Saturada	gr	1228.6	1228.6	1228.3	NO SE EJECUTA			
L Peso de la Probeta en el Agua	gr	665.0	660.3	660.0				
M Volumen de la Probeta (K-L)	cc	563.6	568.3	568.3				
N Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc	1.3	2.1	1.3				
O Saturación (100*N)/J	%	2.4	3.7	2.2				2.8
P Hinchamiento 100*((M-F)/F)	%	2.16	2.54	1.74				
CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60°C								
Q Espesor	cm	6.10	6.15	6.12				
R Peso de la Probeta Saturada	gr	1228.5	1229.6	1230.7				
S Peso de la Probeta en el Agua	gr	670.0	665.0	662.0				
T Volumen de la Probeta (R-S)	cc	558.5	564.6	568.7				
U Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	1.2	3.1	3.7				
V Saturación (100*U)/J	%	2.2	5.5	6.1				
W Hinchamiento 100*((T-F)/F)	%	1.23	1.88	1.81				
X Carga de Tracción Indirecta	kg	262	260	248	315	322	316	
Y Resistencia Seca (2*X)/(A*B*π)	kg/cm ²	2.74	2.69	2.56	3.31	3.34	3.30	
Z Resistencia Humedad (2*X)/(A*Q*π)	kg/cm ²	2.71	2.66	2.55	2.6			
Resistencia Retenida								
Daños en la Mezcla								
TSR	%				79.5			

Observaciones Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 25° Hg. Saturación mayor a 55 y menor a 80. TSR = 70% mínimo


Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 216087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO - CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-E-01
		PÁGINA N°	13 de 18
SOLICITA :	SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO MARSHALL

MTC E-504 ASTM D-1559

PORCENTAJES DE DISEÑO	
Piedra Chancada	0.0%
Escoria - 100%	42.0%
Arena Zarandeada	58.0%
Σ Suma	100.0%
C.A. (PEN)	60.70

Lectura dial	Lectura calibración	Flujo (0,01 mm)
1394.6	1394.6	391.3
1409.1	1409.1	365.2
1342.8	1342.8	416.3

Número de Probetas	N°				Promedio	
		1	2	3		
1	% C.A. en peso de la Mezcla	%	5.70	5.70	5.70	
2	% de Piedra chancada en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
3	% de Arena Chancada en peso de la Mezcla	%	39.61	39.61	39.61	
4	% de Arena Zarandeada en peso de la Mezcla	%	54.69	54.69	54.69	
5	% de Arena Fina en peso de la Mezcla	%				
6	% de Filler en Peso de la Mezcla	%	0.00	0.00	0.00	
7	Peso Especifico Aparente de C.A	gr/cc.	1.026	1.026	1.026	
8	Peso Especifico Piedra Chancada-Bulk	gr/cc.	2.600	2.600	2.600	
9	Peso Especifico Arena Chancada-Bulk	gr/cc.	2.850	2.850	2.850	
10	Peso Especifico Arena Zarandeada-Bulk	gr/cc.	2.550	2.550	2.550	
11	Peso Especifico Arena Fina -Bulk	gr/cc.				
12	Peso Especifico del filler-Aparente	gr/cc.				
13	Altura Promedio de la Probeta	cm.				
14	Peso de la briqueta en el Aire	gr.	1235.1	1238.2	1237.5	
15	Peso de la briqueta Saturada	gr.	1245.3	1248.7	1246.1	
16	Peso de la briqueta en el Agua	gr.	722.0	725.4	722.3	
17	Volumen de la briqueta por desplazamiento (15-16)	c.c.	523.3	523.3	523.8	523.5
18	Peso Especifico de la Probeta (14/17)	gr/cc.	2.360	2.366	2.363	2.363
19	Peso Especifico Máximo (Rice) ASTM D-2041	gr/cc.	2.479	2.479	2.479	
20	Peso Especifico Máximo (Teórico)	gr/cc.	2.445	2.445	2.445	
21	% de Vacios	%	4.8	4.6	4.7	4.7
22	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc.	2.668	2.668	2.668	
23	% V.M.A. Vacios del Agregado Mineral	%	16.6	16.4	16.5	16.5
24	% vacios llenados con C.A.	%	71.0	72.1	71.4	71.5
25	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc.	2.712	2.712	2.712	
26	C.A. Absorbido por el Peso del Agregado Total	%	0.62	0.62	0.62	
27	% de Asfalto Efectivo (1-26)	%	5.08	5.08	5.08	
28	Flujo	cm.	0.39	0.37	0.42	0.39
29	Estabilidad sin corregir		1395	1409	1343	
30	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96	
31	Estabilidad corregida (27*28)	kg.	1339	1353	1289	1327
32	Factor de Rigidez (29/26)	kg/cm.	3421	3704	3097	3394
	Número de Golpes por Capa		50	50	50	

OBSERVACIONES:

[Firma]
Vicente Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 19067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	CC-CMMA-DMA-E-01
		PÁGINA N°	14 de 18
SOLICITA	: SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	21/01/2023

FORMATO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO TEÓRICO MÁXIMO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS PARA PAVIMENTOS

AASHTO T 245 / ASTM D 1559

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Componentes:

Bitumen

Contenido Óptimo Cemento Asfáltico PEN 60/70 (en peso de la mezcla asfáltica total)

Rice= 5.70

Identificación muestra	Und	01
1.- Peso del material	gr.	1500.0
2.- Peso agua + frasco	gr.	8574.0
3.- Peso agua + frasco + material	gr.	10074.0
4.- Peso agua + frasco + material (ensayo)	gr.	9469.0
5.- Volumen	gr.	605.0
Peso Específico Máximo MAC, g/cm³	gr./cm3	2.479

OBSERVACIONES :


Víctor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. 1117 11 V 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
		PÁGINA N°	: 15 de 18
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ		
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

COMPACTACIÓN VARIABLE

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	5				
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1228.3	1230.2	1228.9
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1234.2	1234.2	1233.8
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	689.5	688.5	690.3
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	544.7	545.7	543.5
F	Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.255	2.254	2.261
G	Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc	2.479	2.479	2.479
H	% Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	9.04	9.06	8.79
					8.96

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	25				
A	Espesor	cm			
B	Peso Probeta al Aire	gr	1231.2	1230.3	1229.5
C	Peso de la Probeta Saturada	gr	1234.5	1233.2	1233.3
D	Peso de la Probeta en el Agua	gr	700.2	700.5	701.2
E	Volumen de la Probeta (B-C)	cc	534.3	532.7	532.1
F	Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.304	2.310	2.311
G	Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc	2.479	2.479	2.479
H	% Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	7.05	6.84	6.79
					6.89

Observaciones :


Víctor Alfredo Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP. N° 116067



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

KAE Ingeniería

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N° : CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA : SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N° : 16 de 18
UBICACIÓN : Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA : 21/01/2023

COMPACTACIÓN VARIABLE

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	50				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr	1230.2	1231.5	1230.6	
C Peso de la Probeta Saturada	gr	1231.0	1232.2	1231.2	
D Peso de la Probeta en el Agua	gr	710.8	712.3	711.5	
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc	520.2	519.9	519.7	
F Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc	2.365	2.369	2.368	2.367
G Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc	2.479	2.479	2.479	
H % Vacíos $100*((F-E)/F)$	%	4.60	4.45	4.48	4.51

N° Probetas		01	02	03	Promedio
% cemento asfáltico:	5.70%				
N° golpes por cara:	75				
A Espesor	cm				
B Peso Probeta al Aire	gr				
C Peso de la Probeta Saturada	gr				
D Peso de la Probeta en el Agua	gr				
E Volumen de la Probeta (B-C)	cc				
F Peso Específico Bulk de la Probeta (B/D)	gr/cc				
G Peso Específico Máximo (RICE)	gr/cc				
H % Vacíos $100*((F-E)/F)$	%				

NO SE EJECUTA

Observaciones :


Ingeniero
Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 N.º 119087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com



**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

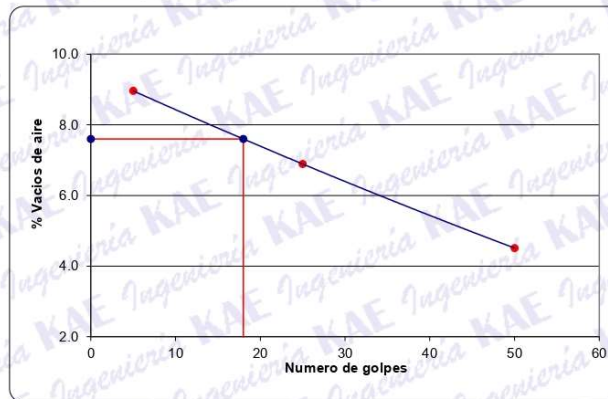
Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS :	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N° :	CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA :	SRTA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N° :	17 de 18
UBICACIÓN :	Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA :	21/01/2023

GRAFICO DE COMPACTACION VARIABLE

N° golpes	% vacios
50	4.51
25	6.89
5	8.96

N° golpes	% vacios
18	7.60



Observaciones :



Miguel Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIV. N° 215087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com


KAE Ingeniería

**Control de Calidad en Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto. Perfiles y Expedientes Técnicos
Prestación de Servicios Generales**

Registro Indecopi N° 028979-2021/DSD

TESIS	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022	REGISTRO N°	: CC-CMMA-DMA-E-01
SOLICITA	: SR.TA. PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ SR. JUAN DAVID ARROYO RODRIGUEZ	PÁGINA N°	: 18 de 18
UBICACIÓN	: Distrito: Chimbote - Provincia: Santa - Departamento: Ancash	FECHA	: 21/01/2023

**EFFECTO DE HUMEDAD SOBRE MEZCLAS ASFÁLTICAS
MTC E-518 / ASTM D-4867 / AASHTO T-283 LOTTMAN MODIFICADO**

N° Probetas		04	05	06	01	02	03		
% cemento asfáltico:	5.70%	Grupo Saturado			Grupo Seco				
N° golpes por cara:	18.0								
A Diametro	cm	10.05	10.15	10.11	10.13	10.11	10.15		
B Espesor	cm	6.12	6.10	6.13	6.09	6.13	6.12		
C Peso Probeta al Aire	gr	1229.6	1230.2	1230.5	1230.5	1231.3	1231.5		
D Peso de la Probeta Saturada	gr	1232.6	1233.5	1233.9	1233.5	1234.3	1234.6		
E Peso de la Probeta en el Agua	gr	685.9	686.3	687.3	702.3	700.5	700.8		
F Volumen de la Probeta (D-E)	cc	546.7	547.2	546.6	531.2	533.8	533.8		
G Peso Especifico Bulk de la Probeta (C-F)	gr/cc	2.249	2.248	2.251	2.316	2.307	2.307		
H Peso Especifico Maximo (RICE)	gr/cc	2.479	2.479	2.479	2.479	2.479	2.479		
I % Vacios $100 \cdot ((H-G)/H)$	%	9.27	9.31	9.19	9.3	6.56	6.95	6.94	6.8
J Volumen de Vacios (F·I)/100	cc	50.69	50.95	50.23	34.83	37.11	37.03		
MUESTRA SATURADA EN VACIO 19 A 28" Hg. de 5 a 15min. Agua destilada 25°C									
K Peso de la Probeta Saturada	gr	1230.8	1231.5	1232.0					
L Peso de la Probeta en el Agua	gr	665.3	670.3	665.0					
M Volumen de la Probeta (K-L)	cc	565.5	561.2	567.0					
N Volumen de agua de Absorción (K-C)	cc	1.2	1.3	1.5					
O Saturación $(100 \cdot N)/J$	%	2.4	2.6	3.0	2.6				
P Hinchamiento $100 \cdot ((M-F)/F)$	%	3.44	2.56	3.73					
CONDICION DE SATURACION A 24Hrs. Baño Maria 60°C									
Q Espesor	cm	6.12	6.16	6.14					
R Peso de la Probeta Saturada	gr	1230.2	1231.3	1231.6					
S Peso de la Probeta en el Agua	gr	659.0	655.0	657.0					
T Volumen de la Probeta (R-S)	cc	555.2	554.6	554.3					
U Volumen de agua de Absorción (R-C)	cc	0.6	1.1	1.1					
V Saturación $(100 \cdot U)/J$	%	1.2	2.2	2.2					
W Hinchamiento $100 \cdot ((T-F)/F)$	%	1.55	1.35	1.41					
X Carga de Tracción Indirecta	kg	259	255	253	323	321	327		
Y Resistencia Seca $(2 \cdot X)/(A \cdot B \cdot \pi)$	kg/cm ²	2.68	2.62	2.60	3.33	3.29	3.35	3.3	
Z Resistencia Humedad $(2 \cdot X)/(A \cdot Q \cdot \pi)$	kg/cm ²	2.68	2.60	2.59	2.6				
Resistencia Retenida									
Daños en la Mezcla									
TSR	%				78.9				


Observaciones: Muestra saturada en vacio realizado por 15 min. a 25° Hg. Saturación mayor a 55 y menor a 80. TSR = 70% mínimo


Victor Alfonso Herrera Lázaro
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIV. N° 16087



Pje. Fátima - Mz. Y, Lt. 1A - P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular: 954444061 - 969785163; Email: kaeingenieria@gmail.com

7.7 Anexo 07 – Certificado de calibración de equipos de laboratorio




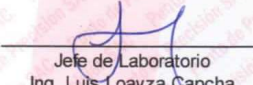
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 352 - 2022


Página : 1 de 2

Expediente	: 124-2022	Punto de Precisión S.A.C. utiliza en sus verificaciones y calibraciones patrones con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.									
Fecha de emisión	: 2022-07-09	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.									
1. Solicitante	: KAE INGENIERIA S.A.C.	Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.									
Dirección	: P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH										
2. Instrumento de Medición	: TERMÓMETRO										
Indicación	: DIGITAL										
Intervalo de Indicación	: -50 °C a 300 °C										
Resolución	: 0,1 °C										
Marca	: EUROTCH										
Modelo	: NO INDICA										
Serie	: NO INDICA										
Elemento Sensor	: UNA TERMORRESISTENCIA DE PLATINO										
Longitud de Bulbo	: 20,0 cm										
3. Lugar y fecha de Calibración	P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH 08 - JULIO - 2022										
4. Método de Calibración	La calibración se efectuó por comparación directa siguiendo el procedimiento de calibración PC - 017 "Procedimiento para la calibración de Termómetros Digitales".										
5. Trazabilidad	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">INSTRUMENTO</th> <th style="width: 20%;">MARCA</th> <th style="width: 20%;">CERTIFICADO</th> <th style="width: 30%;">TRAZABILIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TERMÓMETRO DIGITAL</td> <td>DELTA OHM</td> <td>LT - 099 - 2022</td> <td>INACAL - DM</td> </tr> </tbody> </table>		INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD	TERMÓMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 099 - 2022	INACAL - DM	
INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD								
TERMÓMETRO DIGITAL	DELTA OHM	LT - 099 - 2022	INACAL - DM								
6. Condiciones Ambientales	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 35%;">INICIAL</th> <th style="width: 35%;">FINAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temperatura °C</td> <td>21,6</td> <td>21,6</td> </tr> <tr> <td>Humedad %</td> <td>61</td> <td>61</td> </tr> </tbody> </table>			INICIAL	FINAL	Temperatura °C	21,6	21,6	Humedad %	61	61
	INICIAL	FINAL									
Temperatura °C	21,6	21,6									
Humedad %	61	61									
7. Resultados de la Medición	Los resultados de las mediciones se muestran en la página siguiente, tiempo de estabilización del Termómetro no menor a 10 minutos. La Incertidumbre a sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza del 95 %.										





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



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 150 - 2022

Página : 2 de 2

EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Dimensiones del Tambor :

DIÁMETRO	ANCHO
710 mm	505 mm

	PESO DE ESFERAS g	DIÁMETRO DE ESFERAS mm
Peso de Esfera 1	419,35 g	47,36 mm
Peso de Esfera 2	432,29 g	47,82 mm
Peso de Esfera 3	421,18 g	47,35 mm
Peso de Esfera 4	419,23 g	47,09 mm
Peso de Esfera 5	416,28 g	47,00 mm
Peso de Esfera 6	416,41 g	46,78 mm
Peso de Esfera 7	432,37 g	46,43 mm
Peso de Esfera 8	434,22 g	46,82 mm
Peso de Esfera 9	418,29 g	47,80 mm
Peso de Esfera 10	418,14 g	46,60 mm
Peso de Esfera 11	416,23 g	46,70 mm
Peso de Esfera 12	437,21 g	46,57 mm
Total	5081,20 g	

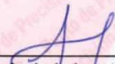
NUMERO DE VUELTAS DEL TAMBOR

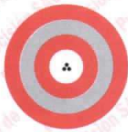
32 rpm

SEGÚN ESPECIFICACIONES DE LA NORMA DE ENSAYO ASTM C131 y C 535
EL PESO DE LAS ESFERAS DEBEN ESTAR ENTRE 390g a 445g
NUMERO DE VUELTAS ENTRE 30 rpm y 33 rpm
PESO TOTAL DE LAS 12 ESFERAS 5000 g ± 25g
DIÁMETRO DE ESFERAS ENTRE 46,38 mm a 47,63 mm

FIN DEL DOCUMENTO




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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LO - 150 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : EQUIPO DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Serie : NO INDICA

Marca de Contómetro : AUTONICS
Modelo de Contómetro : CT4S-1P
Serie de Contómetro : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Calibración efectuada según norma ASTM C131 Y C 535

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2022	PUNTO DE PRECISIÓN

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,9	22,0
Humedad %	60	61

7. Observaciones

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



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



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



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-425-2022
 Página: 3 de 3

2	5
1	4
3	

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E ₀				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E ₀ (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	10,0	10	0,5	0,0	10 000,0	10 000	0,8	-0,3	-0,3
2		10	0,9	-0,4		10 001	0,5	1,0	1,4
3		10	0,8	-0,1		10 000	0,9	-0,4	-0,3
4		10	0,8	-0,3		9 999	0,4	-0,9	-0,6
5		10	0,5	0,0		10 001	0,7	0,8	0,8
Error máximo permitido : ± 2 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
10,0	10	0,8	-0,3						
50,0	50	0,5	0,0	0,3	50	0,9	-0,4	-0,1	1
500,0	500	0,9	-0,4	-0,1	500	0,6	-0,1	0,2	1
2 000,0	2 000	0,6	-0,1	0,2	2 000	0,8	-0,3	0,0	1
5 000,0	5 000	0,8	-0,3	0,0	5 000	0,5	0,0	0,3	1
7 000,0	7 000	0,5	0,0	0,3	7 000	0,9	-0,4	-0,1	2
10 000,0	10 000	0,9	-0,4	-0,1	10 000	0,6	-0,1	0,2	2
15 000,0	15 000	0,6	-0,1	0,2	15 000	0,8	-0,3	0,0	2
20 000,0	20 000	0,8	-0,3	0,0	19 999	0,3	-0,8	-0,5	2
25 000,0	24 999	0,3	-0,8	-0,5	25 000	0,7	-0,2	0,1	3
30 000,0	29 999	0,4	-0,9	-0,6	29 999	0,4	-0,9	-0,6	3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 6,22 \times 10^{-7} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,84 \times 10^{-1} \text{ g}^2 + 3,26 \times 10^{-9} \times R^2}$$

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

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-425-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	19,5	19,6
Humedad Relativa	60,0	61,0

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	LM-C-018-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0056-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 29 994 g para una carga de 30 000 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Carga L1= 15 000,0 g			Carga L2= 30 000,0 g		
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)
1	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,6	-0,1
2	15 000	0,5	0,0	30 000	0,9	-0,4
3	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,7	-0,2
4	15 000	0,6	-0,1	29 999	0,4	-0,9
5	15 000	0,8	-0,3	30 000	0,9	-0,4
6	15 000	0,5	0,0	30 000	0,6	-0,1
7	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
8	15 000	0,5	0,0	30 000	0,5	0,0
9	15 000	0,7	-0,2	29 999	0,3	-0,8
10	15 000	0,9	-0,4	30 000	0,8	-0,3
Diferencia Máxima			0,4	0,9		
Error máximo permitido ±			2 g	± 3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-425-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-08

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES
ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : R31P30

Número de Serie : 8341406291

Alcance de Indicación : 30 000 g

División de Escala
de Verificación (e) : 1 g

División de Escala Real (d) : 1 g

Procedencia : CHINA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-07-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

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

3. Método de Calibración

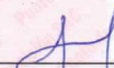
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02


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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-423-2022

Página: 3 de 3

2	1	5
3		4

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	Temp. (°C)			Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
		Inicial	Final	Final					
		20,7		20,7					
1	0,100	0,10	0,008	-0,003	200,000	199,99	0,004	-0,009	-0,006
2		0,10	0,005	0,000		200,00	0,008	-0,003	-0,003
3		0,10	0,007	-0,002		200,00	0,006	-0,001	0,001
4		0,10	0,009	-0,004		199,99	0,004	-0,009	-0,005
5		0,10	0,006	-0,001		199,98	0,007	-0,022	-0,021
Error máximo permitido : ±									0,3 g

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,200	0,20	0,005	0,000	0,003	0,20	0,009	-0,004	-0,001	0,1
20,000	20,00	0,009	-0,004	-0,001	20,04	0,006	0,039	0,042	0,1
50,000	50,01	0,006	0,009	0,012	50,04	0,008	0,037	0,040	0,1
70,000	70,00	0,008	-0,003	0,000	70,03	0,005	0,030	0,033	0,2
100,000	100,01	0,005	0,010	0,013	100,03	0,007	0,026	0,031	0,2
150,000	150,01	0,009	0,006	0,009	150,02	0,008	0,017	0,020	0,2
200,000	200,00	0,006	-0,001	0,002	200,01	0,005	0,010	0,013	0,2
400,001	400,01	0,008	0,006	0,009	400,01	0,009	0,005	0,008	0,3
500,000	500,00	0,005	0,000	0,003	500,01	0,007	0,008	0,011	0,3
600,001	600,01	0,009	0,005	0,008	600,01	0,009	0,005	0,008	0,3

e.m.p. error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,84 \times 10^{-5} \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{1,83 \times 10^{-4} \text{ g}^2 + 1,00 \times 10^{-9} \times R^2}$$

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

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

Punto de Precisión SAC

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-423-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-11

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS
Modelo : SE602F
Número de Serie : B528438327
Alcance de Indicación : 600 g
División de Escala de Verificación (e) : 0,1 g
División de Escala Real (d) : 0,01 g
Procedencia : NO INDICA
Identificación : NO INDICA
Tipo : ELECTRÓNICA
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2022-07-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

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

3. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-422-2022
 Página: 3 de 3

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

Posición de la Carga	Determinación de E _o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	E _o (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)
1	1,00	1,0	0,07	-0,02	2 000,00	1 999,9	0,04	-0,09	-0,07
2		1,0	0,05	0,00		1 999,9	0,03	-0,08	-0,08
3		1,0	0,09	-0,04		2 000,0	0,07	-0,02	0,02
4		1,0	0,06	-0,01		2 000,0	0,09	-0,04	-0,03
5		1,0	0,08	-0,03		1 999,9	0,03	-0,08	-0,05
Error máximo permitido : ± 0,3 g									

(*) valor entre 0 y 10 e

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	E _c (g)	
1,00	1,0	0,06	-0,01						
5,00	5,0	0,08	-0,03	-0,02	5,0	0,05	0,00	0,01	0,1
20,00	20,0	0,05	0,00	0,01	20,0	0,09	-0,04	-0,03	0,1
50,00	50,0	0,09	-0,04	-0,03	50,0	0,06	-0,01	0,00	0,1
500,00	500,0	0,06	-0,01	0,00	500,0	0,08	-0,03	-0,02	0,1
1 000,00	1 000,0	0,06	-0,03	-0,02	1 000,0	0,05	0,00	0,01	0,2
1 500,00	1 500,0	0,07	-0,02	-0,01	1 500,0	0,09	-0,04	-0,03	0,2
2 000,00	1 999,9	0,04	-0,09	-0,08	2 000,0	0,06	-0,01	0,00	0,2
5 000,01	5 000,1	0,09	0,05	0,06	5 000,1	0,08	0,06	0,07	0,3
6 000,01	6 000,0	0,05	-0,01	0,00	6 000,1	0,06	0,08	0,09	0,3
6 200,01	6 200,1	0,07	0,07	0,08	6 200,1	0,07	0,07	0,08	0,3

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{\text{corregida}} = R + 5,66 \times 10^{-9} \times R$$

$$U_R = 2 \sqrt{4,40 \times 10^{-3} \text{ g}^2 + 6,37 \times 10^{-10} \times R^2}$$

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

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-422-2022

Página: 2 de 3

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	20,1	20,3
Humedad Relativa	63,8	63,8

6. Trazabilidad

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021
	Pesa (exactitud F1)	1AM-0055-2022

7. Observaciones

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 6 198,9 g para una carga de 6 200,0 g
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

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

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición N°	Temp. (°C)					
	Inicial			Final		
	20,1			20,2		
	Carga L1= 3 100,00 g			Carga L2= 6 200,01 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,08	-0,04
2	3 100,0	0,09	-0,04	6 200,1	0,05	0,09
3	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,1	0,09	0,05
4	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,06	-0,02
5	3 100,0	0,06	-0,01	6 200,0	0,08	-0,04
6	3 100,0	0,09	-0,04	6 200,0	0,05	-0,01
7	3 100,0	0,07	-0,02	6 200,0	0,07	-0,03
8	3 099,9	0,04	-0,09	6 200,0	0,09	-0,05
9	3 100,0	0,08	-0,03	6 200,0	0,06	-0,02
10	3 099,9	0,03	-0,08	6 200,0	0,08	-0,04
Diferencia Máxima				0,08		
Error máximo permitido ±	0,3 g			± 0,3 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

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



Registro N° LC - 033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-422-2022

Página: 1 de 3

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-11

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES
ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : BALANZA

Marca : OHAUS

Modelo : SPX6201

Número de Serie : C039175150

Alcance de Indicación : 6 200 g

División de Escala
de Verificación (e) : 0,1 g

División de Escala Real (d) : 0,1 g

Procedencia : NO INDICA

Identificación : NO INDICA

Tipo : ELECTRÓNICA

Ubicación : LABORATORIO

Fecha de Calibración : 2022-07-08

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

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

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

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

3. Método de Calibración

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

4. Lugar de Calibración

LABORATORIO de KAE INGENIERIA S.A.C.
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

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

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

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

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



Laboratorio PP

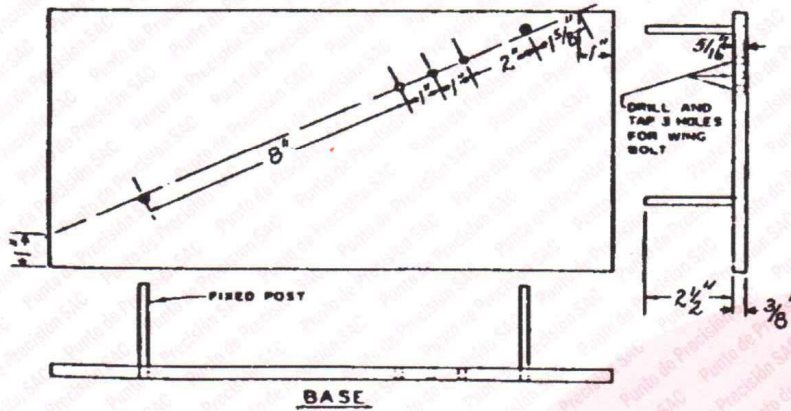
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2069 - 2022

Página : 2 de 2

Resultados

Medidas según Norma	Valor tomado	Error
mm	mm	mm
203,2	204,99	1,79
25,4	25,78	0,38
25,4	26,01	0,61
50,8	51,83	1,03
41,3	41,34	0,04



FIN DEL DOCUMENTO



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



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2069 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : CHATAS Y ALARGADAS

Marca : NO INDICA

Modelo : NO INDICA

Serie : 110

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparación, tomando como referencia la norma ASTM-4791

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,0	20,8
Humedad %	64	64

7. Observaciones

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



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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LL - 2061 - 2022

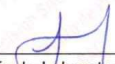
Página : 2 de 2

Resultados de Calibración

MEDICIONES	ALTURA DE CAIDA	PESO	DIÁMETRO DE GARA DE IMPACTO
	mm	g	mm
1	455	4550,02	98,55
2	455	4550,02	98,54
3	455	4550,02	98,52
4	456	4550,02	98,59
5	455	4550,02	98,54
6	455	4550,02	98,51
PROMEDIO	455,2	4550,02	98,54
ESTÁNDAR	457,0	4540	98
ERROR	-1,8 mm	10,0 g	0,54 mm

FIN DEL DOCUMENTO




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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2061 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : MARTILLO DE COMPACTACIÓN ESTABILIDAD MARSHALL

Capacidad : 10 lb

Marca : NO INDICA

Serie : NO INDICA

Material : FIERRO

Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparación, tomando como referencia la Norma ASTM D 6926.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM
BALANZA	KERN	LM - 002 - 2022	PUNTO DE PRECISIÓN

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,5
Humedad %	61	61

7. Observaciones

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



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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2060 - 2022

Página : 2 de 2

Medidas Verificadas

COPA CASAGRANDE								RANURADOR		
CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE				EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guía del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDA TOMADA	53,69	2,33	24,88	48,36	52,22	150,16	125,15	9,78	2,05	13,15
	53,09	2,23	24,93	48,20	52,15	150,07	125,19	10,10	2,08	13,06
	53,25	2,25	24,79	48,17	52,25	150,11	125,13	10,10	2,04	13,01
	53,31	2,30	25,01	48,31	52,25	150,15	125,15	9,88	2,09	12,92
	53,50	2,28	24,97	48,09	52,20	150,08	125,11	9,82	2,07	12,98
	53,18	2,31	24,98	48,15	52,23	150,19	125,18	9,79	2,06	13,10
PROMEDIO	53,34	2,28	24,93	48,21	52,22	150,13	125,15	9,91	2,07	13,04
MEDIDAS STANDARD	54,00	2,00	27,00	47,00	50,00	150,00	125,00	10,00	2,00	13,50
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	-0,66	0,28	-2,07	1,21	2,22	0,13	0,15	-0,09	0,06	-0,46

	Rango según norma	Medida encontrada
Resiliencia	77 % a 90 %	85 %

FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2060 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : COPA CASAGRANDE

Marca de Copa : PERUTEST
Modelo de Copa : PT-CC
Serie de Copa : 038

Contómetro : ANALÓGICO
Marca de Contómetro : UPGREEN
Modelo de Contómetro : NO INDICA
Serie de Contómetro : NO INDICA

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

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

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	20,5	20,9
Humedad %	64	63

7. Observaciones

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



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



Laboratorio PP

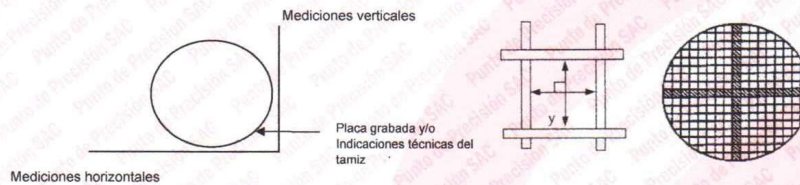
PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2056 - 2022

Página : 2 de 2

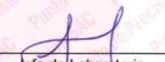
8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm													μm	μm
56	84	67	73	56	67	61	61	67	73	65	75	-10	9,02	6,43
56	73	61	67	73	56	73	67	67	67					
73	67	56	56	67	73	67	67	56	73					
67	73	67	73	61	67	61	73	67	61					
56	56	56	73	56	67	56	67	73	67					
67	73	56	67	67	61	73	56	67	73					
73	67	56	73	61	67	73	61	73	67					
67	73	67	56	67	73	56	67	56	67					
73	56	56	61	73	67	73	56	61	61					
67	61	67	73	67	56	67	73	56	61					
73	67	56	73	56	67	56	67	73	67					
73	67	73	56	67	61	73	73	67	73					
61	56	67	73	67	73	67	56	61	67					
67	73	67	61	56	67	61	73	67	56					
56	67	73	67	73	61	56	61	73	67					
61	67	56	67	73	67	73	67	56	73					
67	73	67	56	61	73	56	73	61	67					
56	67	73	67	56	67	73	61	73	56					
61	56	67	61	67	61	67	67	56	67					
56	73	67	56	67	73	56	67	73	61					
67	61	56	73	61	67	73	61	73	56					
73	67	73	67	56	73	67	56	73	67					
56	67	56	67	73	61	73	67	56	73					
67	73	61	56	67	56	67	73	61	67					
67	56	67	73	61	67	73	56	67	73					
73	67	73	56	56	67	56	67	73	56					
61	73	67	73	61	73	61	73	56	67					
73	67	61	67	61	56	73	67	61	73					
61	56	73	67	56	67	56	67	73	67					
56	73	67	73	67	73	67	73	56	61					



FIN DEL DOCUMENTO




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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2056 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 200
Diametro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 78303
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	61	61

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Laboratorio PP

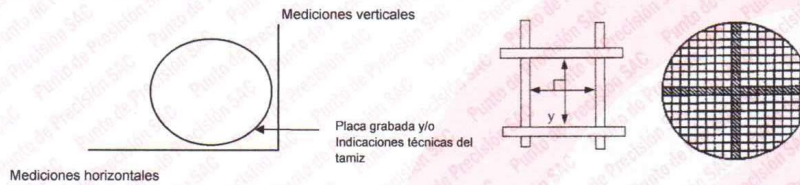
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2054 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm													μm	μm
128	129	156	151	123	162	128	156	128	156	142	150	-8	13,30	14,79
156	128	156	128	156	128	156	156	123	128					
123	156	123	156	123	156	151	128	156	128					
128	156	128	156	128	156	123	156	128	123					
123	156	128	156	151	156	128	151	156	156					
128	156	123	151	156	123	156	123	128	156					
128	151	156	156	156	128	156	128	156	128					
123	156	128	123	156	128	123	156	151	156					
156	128	156	156	123	156	128	123	156	123					
156	128	156	128	128	156	156	151	156	151					
128	156	123	156	156	123	156	156	123	156					
156	123	156	151	156	123	156	128	156	128					
123	128	156	123	156	128	123	123	156	151					
128	151	128	156	123	156	128	156	123	156					
156	123	128	156	156	156	123	156	128	156					
128	156	123	156	123	156	156	151	156	128					
123	156	156	128	156	156	123	156	156	151					
151	123	156	123	156	151	156	156	128	123					
123	156	128	128	156	156	156	151	156	128					
128	156	156	151	128	123	156	128	123	151					
123	156	156	156	123	156	123	156	128	156					
156	128	156	156	128	156	151	156	151	156					
128	156	128	123	156	123	156	151	156	128					
156	123	156	128	156	156	123	156	123	156					
156	128	123	151	156	151	128	156	128	156					
128	156	128	156	128	123	156	123	156	128					



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2054 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 100
Diametro de Tamiz : 8 pulg
Marca : ORION
Serie : 17AB29
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	1,2
Humedad %	61	61

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2053 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
μm														
179	156	162	162	168	162	173	162	173	162	169	180	-11	14,65	5,70
162	168	173	162	173	179	162	173	168	162					
173	179	168	173	168	162	173	168	162	173					
173	168	162	173	162	173	179	162	173	168					
168	162	173	168	173	162	173	179	168	162					
162	179	173	179	162	173	168	162	179	173					
173	168	179	162	173	168	173	179	173	168					
173	162	168	162	173	162	173	168	162	173					
162	173	168	173	168	173	179	162	168	173					
179	162	179	168	162	173	168	173	168	162					
173	168	162	173	168	179	173	179	162	173					
162	162	173	168	173	168	162	168	173	162					
179	173	168	162	173	162	173	168	173	162					
173	162	179	173	179	162	173	179	168	179					
168	168	162	173	168	173	179	162	173	168					
173	162	173	179	162	162	173	179	168	162					
173	162	173	168	173	168	179	168	162	173					
173	179	168	162	173	162	173	162	168	173					
162	173	168	173	179	173	168	162	173	168					
173	162	162	168	173	168	173	168	173	162					
162	173	168	162	168	179	173	162	168	173					
173	168	162	173	162	173	179	168	173	168					
162	173	162	168	168	162	173	162	168	162					
173	162	168	173	162	173	168	162	173	168					



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2053 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 80

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 14285

Material : BRONCE

Color : DORADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	60	60

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) Las variaciones no exceden a la variación máxima permisible según la norma ASTM E11-09.



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

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

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

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



Laboratorio PP

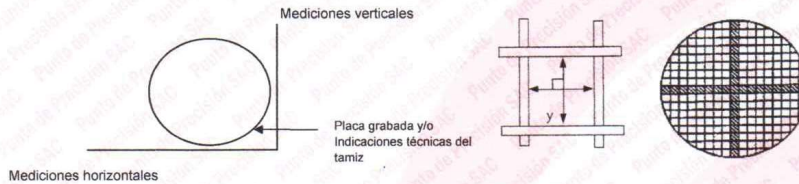
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2051 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm													μm	μm
397	413	391	419	402	419	397	413	391	413	400	425	-25	25,08	9,10
413	391	413	391	397	397	413	391	413	391					
397	413	391	397	413	391	397	397	391	397					
391	397	397	413	391	413	391	413	397	397					
397	397	397	391	397	391	413	391	413	391					
413	391	397	391	413	397	391	397	397	397					
413	397	413	397	413	397	413	397	397	391					
397	397	391	413	397	391	397	391	397	413					
391	413	397	391	397	413	397	413	397	391					
413	391	397	413	391	413	391	397	413	397					
391	413	413	391	413	397	413	391	397	413					
413	397	391	397	397	413	397	413	391	397					
397	413	413	391	413	397	397	391	397	413					
391	397	391	397	391	397	413	397	397	391					
413	397	413	397	413	391	397	391	413	397					
397	391	397	413	391	397	413	397	391	413					
413	391	397	413	397	413	397	397	413	397					
413	397	391	397	391	413	391	391	397	391					
397	397	413	397	413	391	413	397	391	413					
391	413	397	391	397	413	391	413	391	397					



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2051 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. **Solicitante** : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. **Instrumento de Medición** : TAMIZ
Tamiz N° : 40
Diametro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 87227
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. **Lugar y fecha de Calibración**
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. **Método de Calibración**
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. **Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. **Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,5
Humedad %	60	60

7. **Observaciones**
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
 - (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Laboratorio PP

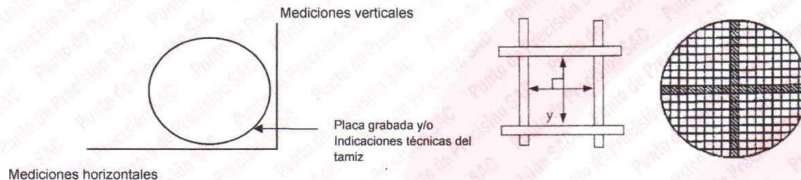
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2050 - 2022

Página : 2 de 2

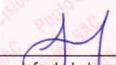
8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm													μm	μm
296	279	296	302	296	307	296	307	290	269	294	300	-6	20,29	14,02
302	307	269	307	290	269	307	290	307	290					
269	307	290	302	296	302	290	269	302	307					
290	302	307	269	290	269	307	290	296	290					
307	269	302	307	269	307	290	302	269	307					
307	290	296	290	307	269	302	307	290	307					
290	307	269	302	307	296	307	302	307	296					
307	269	290	269	290	269	302	269	307	290					
307	302	307	302	296	307	290	307	269	302					
290	296	302	290	302	269	290	307	290	307					
307	290	307	290	269	307	269	296	269	290					
307	269	307	302	307	290	307	290	307	269					
296	307	269	296	269	302	307	269	290	307					
269	307	290	302	307	290	307	302	307	290					
307	269	307	269	296	307	290	290	269	307					
307	290	307	302	307	290	307	269	307	290					
290	307	290	269	290	307	269	290	269	307					
307	269	302	290	269	302	290	307	290	269					
290	307	269	302	307	269	307	290	302	307					
307	290	307	290	302	307	290	307	269	290					



FIN DEL DOCUMENTO




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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2050 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 50
Diametro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 65783
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,4
Humedad %	60	60

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Laboratorio PP

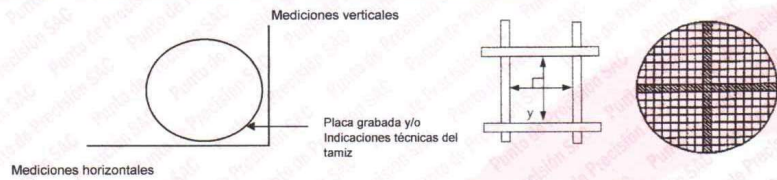
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2049 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
μm													μm	μm
575	586	581	581	586	581	640	582	598	575	598	600	-2	31,32	27,19
575	581	640	582	581	640	581	640	581	582					
582	640	581	575	582	581	640	581	582	575					
581	582	581	575	640	581	582	581	640	581					
640	581	640	582	581	575	640	575	581	640					
581	640	582	581	640	582	581	640	582	581					
640	581	575	640	581	640	581	582	581	640					
581	640	581	582	640	581	640	575	582	575					
581	582	640	581	575	581	582	581	640	581					
640	575	582	581	640	575	581	640	575	582					
581	582	581	582	581	582	575	640	581	640					
640	581	575	640	575	581	582	575	582	581					
581	582	640	581	582	640	581	640	581	640					
582	581	582	581	640	581	640	581	640	581					
640	582	640	581	640	582	581	640	575	640					
581	640	575	640	582	575	640	581	582	581					
640	581	582	581	640	581	582	581	640	582					



FIN DEL DOCUMENTO




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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2049 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 30

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 64908

Material : ACERO

Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,5
Humedad %	60	60

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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

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

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

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



Laboratorio PP

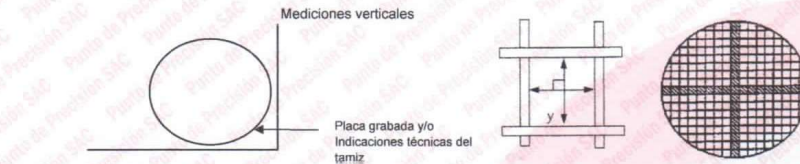
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2048 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
μm														
799	855	799	860	776	827	782	843	760	866	833	850	-17	39,36	19,20
843	827	843	843	827	843	843	827	843	843					
843	799	827	799	843	827	843	799	843	843					
827	843	843	799	843	799	827	843	843	855					
843	843	843	843	855	827	843	827	827	843					
855	855	843	827	843	843	799	843	843	799					
843	827	843	855	799	827	855	827	843	827					
855	843	799	827	843	843	799	843	827	843					
827	843	827	843	843	827	843	843	843	843					
799	843	827	843	855	843	843	827	855	843					
855	827	855	799	843	799	799	843	843	827					
855	799	827	843	843	843	827	843	799	843					
843	855	843	799	843	799	843	843	843	799					
827	827	843	855	843	855	843	827	843	827					
799	843	843	843	827	827	799	843	799	843					
843	827	843	827	843	799	827	843	827	843					



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
 www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
 PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2048 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 20
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,6
Humedad %	61	61

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
 - (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Laboratorio PP

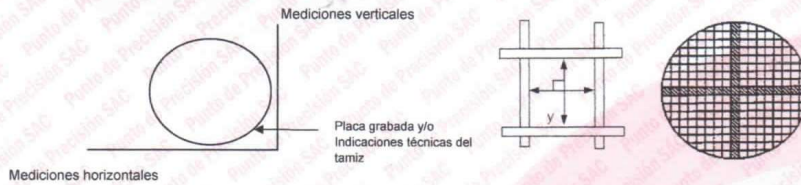
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
 LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2047 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
1,173	1,173	1,095	1,167	1,229	1,178	1,089	1,162	1,111	1,179	1,139	1,180	-0,041	0,051	0,033
1,162	1,095	1,111	1,162	1,111	1,162	1,095	1,111	1,179	1,095					
1,162	1,179	1,162	1,111	1,162	1,111	1,095	1,179	1,162	1,111					
1,179	1,111	1,179	1,162	1,179	1,162	1,111	1,111	1,111	1,162					
1,111	1,162	1,111	1,179	1,111	1,162	1,095	1,111	1,162	1,111					
1,162	1,111	1,095	1,179	1,162	1,111	1,095	1,162	1,095	1,162					
1,162	1,111	1,111	1,111	1,179	1,162	1,179	1,111	1,179	1,162					
1,179	1,179	1,162	1,111	1,162	1,111	1,095	1,162	1,111	1,179					
1,111	1,111	1,111	1,179	1,162	1,095	1,179	1,095	1,162	1,111					
1,095	1,162	1,179	1,162	1,095	1,162	1,095	1,111	1,095	1,162					
1,162	1,111	1,162	1,111	1,179	1,111	1,111	1,095	1,111	1,095					
1,111	1,111	1,111	1,162	1,179	1,162	1,179	1,111	1,111	1,111					
1,162	1,111	1,162	1,111	1,162	1,179	1,111	1,162	1,179	1,111					
1,111	1,179	1,162	1,111	1,095	1,162	1,111	1,162	1,111	1,111					
1,179	1,111	1,179	1,162	1,111	1,179	1,111	1,179	1,179	1,111					



FIN DEL DOCUMENTO




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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2047 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 16
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 66098
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad


INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,6
Humedad %	61	61

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
 - (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.




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



Laboratorio PP

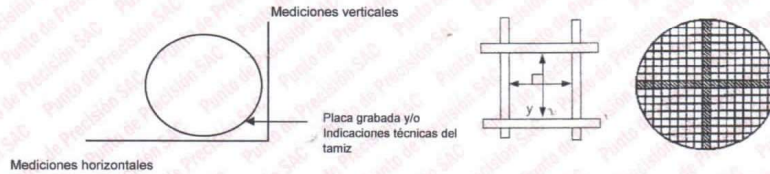
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2045 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

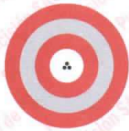
MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	(*)	
mm													mm	mm
1,972	1,843	1,977	1,860	1,949	1,960	1,960	2,027	1,966	1,983	1,980	2,000	-0,020	0,072	0,023
1,983	1,972	1,983	1,972	1,977	1,983	1,972	1,977	1,983	1,977					
1,977	1,983	1,977	1,983	2,027	1,977	1,977	1,983	1,977	1,983					
1,972	1,977	1,972	1,977	1,972	1,983	2,027	1,972	1,983	1,977					
1,977	1,983	1,977	2,027	1,983	1,972	1,977	1,983	1,977	1,983					
1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977					
1,972	1,977	1,972	2,027	1,972	2,027	2,027	1,983	1,972	1,977					
1,983	1,972	1,983	1,977	1,983	1,977	1,972	2,027	1,977	1,983					
1,977	1,983	1,977	1,972	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,972					
1,977	1,983	2,027	2,027	1,972	1,977	1,972	2,027	1,983	1,977					
2,027	1,972	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,977	1,983					
1,983	1,977	1,983	1,977	1,983	1,972	1,983	1,977	1,983	1,972					



FIN DEL DOCUMENTO



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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2045 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 10

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 66110

Material : ACERO

Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
 P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETICULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,6	21,6
Humedad %	63	63

7. Observaciones

- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
- (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Laboratorio PP

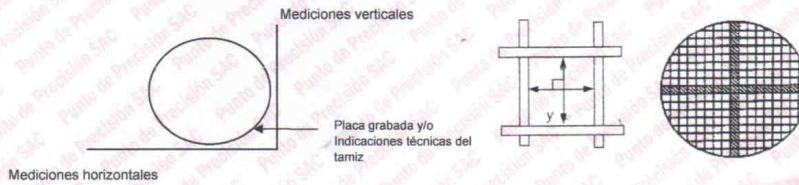
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2044 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
2,357	2,268	2,351	2,307	2,318	2,351	2,385	2,312	2,391	2,217	2,317	2,360	-0,043	0,077	0,064
2,351	2,217	2,391	2,217	2,351	2,307	2,351	2,391	2,217	2,312					
2,307	2,391	2,351	2,391	2,307	2,391	2,312	2,307	2,351	2,391					
2,217	2,351	2,312	2,307	2,217	2,217	2,391	2,217	2,307	2,217					
2,351	2,391	2,217	2,391	2,351	2,307	2,312	2,351	2,391	2,351					
2,217	2,351	2,391	2,351	2,217	2,391	2,351	2,391	2,217	2,351					
2,351	2,391	2,312	2,312	2,351	2,217	2,351	2,307	2,351	2,217					
2,217	2,351	2,351	2,217	2,351	2,312	2,391	2,217	2,391	2,351					
2,351	2,217	2,391	2,351	2,307	2,391	2,217	2,351	2,307	2,391					
2,217	2,312	2,217	2,391	2,351	2,217	2,351	2,391	2,217	2,351					
2,391	2,217	2,351	2,307	2,217	2,351	2,217	2,351	2,307	2,312					



FIN DEL DOCUMENTO



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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2044 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
 Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

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

2. Instrumento de Medición : TAMIZ

Tamiz N° : 8

Diametro de Tamiz : 8 pulg

Marca : GRAN TEST

Serie : 63865

Material : ACERO

Color : PLATEADO

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
 P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
 08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
 Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
RETÍCULA DE MEDICIÓN	INSIZE	LLA - 035 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,5	21,5
Humedad %	62	62

7. Observaciones
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
 - (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Laboratorio PP

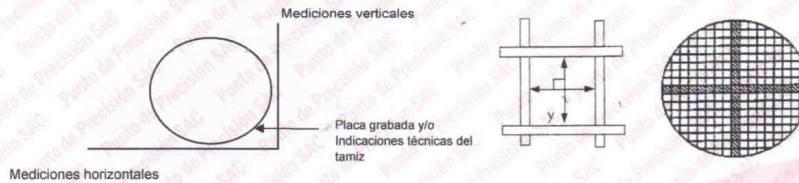
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2043 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
4,75	4,68	4,84	4,78	4,83	4,80	4,80	4,74	4,76	4,75	4,78	4,75	0,03	0,13	0,04
4,80	4,84	4,75	4,84	4,80	4,75	4,80	4,75	4,75	4,80					
4,75	4,75	4,80	4,75	4,75	4,74	4,84	4,75	4,80	4,75					
4,75	4,80	4,75	4,80	4,74	4,80	4,75	4,84	4,75	4,84					
4,80	4,75	4,75	4,84	4,75	4,84	4,80	4,75	4,80	4,75					
4,84	4,75	4,80	4,75	4,80	4,75	4,75	4,84	4,75	4,80					
4,75	4,80	4,75	4,75	4,74	4,84	4,80	4,75	4,74	4,75					
4,75	4,84	4,75	4,80	4,75	4,80	4,84	4,80	4,84	4,75					
4,80	4,75	4,80	4,75	4,80	4,75	4,75	4,84	4,75	4,80					
4,84	4,75	4,75	4,75	4,80	4,75	4,80	4,75	4,80	4,75					



FIN DEL DOCUMENTO



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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2043 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 4
Diametro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 81689
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	63	63

- 7. Observaciones**
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
 - (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



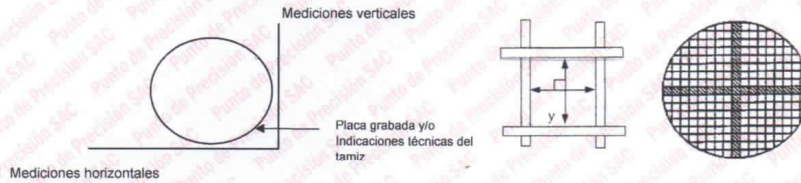
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2041 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
12,61	12,45	12,51	12,38	12,36	12,60	12,63	12,36	12,40	12,56	12,45	12,50	-0,05	0,302	0,086
12,40	12,51	12,36	12,56	12,36	12,51	12,38	12,40	12,56	12,36					
12,51	12,40	12,56	12,51	12,38	12,40	12,36	12,38	12,36	12,51					
12,36	12,56	12,36	12,40	12,56	12,51	12,40	12,51	12,56	12,40					
12,40	12,51	12,36	12,56	12,36	12,56	12,38	12,56	12,51	12,36					
12,36	12,40	12,56	12,40	12,51	12,36	12,40	12,36	12,40	12,38					



FIN DEL DOCUMENTO



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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2041 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : TAMIZ
Tamiz N° : 1/2 pulg
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : GRAN TEST
Serie : 85465
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,2	21,2
Humedad %	64	64

- 7. Observaciones**
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
 - (*) La desviación estandar encontrada no excede a la desviación estandar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



Laboratorio PP

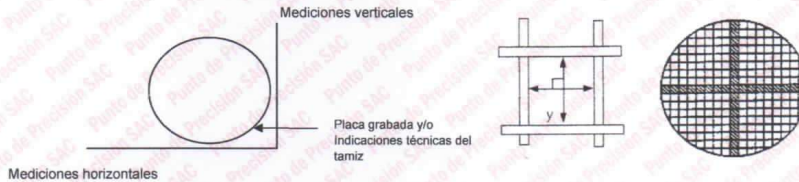
PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2040 - 2022

Página : 2 de 2

8. Resultados

MEDIDAS TOMADAS										PROMEDIO	ESTÁNDAR	ERROR	DESVIACIÓN ESTÁNDAR MÁXIMA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
mm														
19,16	18,95	18,72	19,02	19,12	19,16	18,92	19,02	19,22	19,03	18,97	19,00	-0,03	0,446	0,136
18,72	19,03	19,03	18,95	18,72	19,02	19,03	18,95	19,03	18,72					
18,95	19,12	19,03	19,03	19,03	19,03	19,12	19,02	19,03	19,12					
19,12	18,72	18,95	19,12	19,03	18,95	18,72	19,03	18,72	19,03					
18,95	19,03	19,03	18,95	18,72	19,03	18,95	18,72	18,95	19,02					



FIN DEL DOCUMENTO



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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 2040 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de Emisión : 2022-07-09

1. **Solicitante** : KAE INGENIERIA S.A.C.
Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. **Instrumento de Medición** : TAMIZ
Tamiz N° : 3/4 pulg
Diámetro de Tamiz : 8 pulg
Marca : NO INDICA
Serie : NO INDICA
Material : ACERO
Color : PLATEADO

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

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

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

3. **Lugar y fecha de Calibración**
P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. **Método de Calibración**
Calibración efectuada por comparación directa con patrones de longitud calibrados, tomando como referencia la norma ASTM E 11-09.

5. **Trazabilidad**

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	DM21 - C - 0136 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL

6. **Condiciones Ambientales**

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,0	21,2
Humedad %	64	64

7. **Observaciones**
- Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
 - (*) La desviación estándar encontrada no excede a la desviación estándar máxima de la tabla 1 según la norma ASTM E11-09.



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



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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LG - 039 - 2022

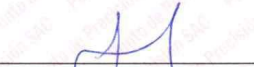
Página : 2 de 2

Resultados :

ITEM	N° DE STIKER	ALCANCE DE MEDIDA	DIVISIÓN MINIMA	VALOR NOMINAL	VALOR ENCONTRADO	DESVIACIÓN
		pulg	pulg	pulg	pulg	pulg
1	LL-2071	15	0,1	15,0	14,9	-0,1
2	LL-2072	15	0,1	15,0	14,9	-0,1
3	LL-2073	15	0,1	15,0	15,0	0,0
4	LL-2074	PESO DE BRONCE			1000,00 g	

FIN DEL DOCUMENTO




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



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LG - 039 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Instrumento de Medición : PROBETAS DE EQUIVALENTE DE ARENA

Alcance de Indicación : 0 pulg a 15 pulg

División de Escala : 0,1 pulg

Marca : FORNEY

Modelo : LA-3551

Serie : NO INDICA

Material : PLÁSTICO

Cantidad : 3

Código de Identificación : 1, 2, 3

3. Lugar y fecha de Calibración

P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

Por Comparacion con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CINTA MÉTRICA	STANLEY	L - 0442 - 2021	INACAL - DM


6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	21,1	21,2
Humedad %	62	62

7. Observaciones

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




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



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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 492 - 2022

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
500	504,75	503,98	-0,95	-0,80	504,37	-0,87	0,15
1000	1009,35	1008,95	-0,94	-0,90	1009,15	-0,91	0,04
1500	1513,52	1512,99	-0,90	-0,87	1513,26	-0,88	0,04
2000	2018,35	2017,24	-0,92	-0,86	2017,80	-0,88	0,06
2500	2522,13	2520,56	-0,89	-0,82	2521,35	-0,85	0,06
3000	3027,99	3026,58	-0,93	-0,89	3027,29	-0,90	0,05
3500	3532,21	3529,85	-0,92	-0,85	3531,03	-0,88	0,07
4000	4038,25	4035,45	-0,96	-0,89	4036,85	-0,91	0,07

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

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

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

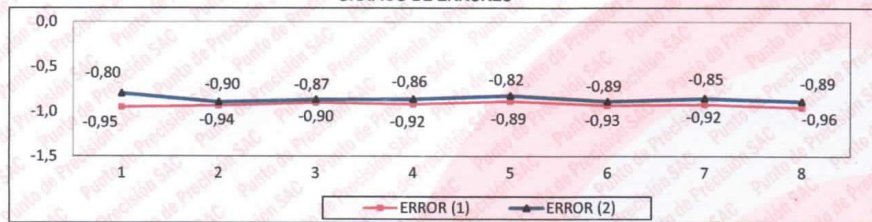
Ecuación de ajuste : $y = 0,991x + 0,3505$

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

GRÁFICO N° 1



GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



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

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 492 - 2022

Página : 1 de 2

Expediente : 124-2022
Fecha de emisión : 2022-07-09

1. Solicitante : KAE INGENIERIA S.A.C.

Dirección : P.J. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

2. Descripción del Equipo : PRENSA MARSHALL

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA

Marca de Celda : KELI
Tipo de Celda : FED-A
Serie de Celda : AY03729
Capacidad de Celda : 5 t

Marca de Indicador : HIGH WEIGHT
Modelo de Indicador : 315-X2
Serie de Indicador : 01822428

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

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

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

3. Lugar y fecha de Calibración

PJ. FATIMA MZA. Y1 LOTE. 01A P.J. MIRAFLORES ALTO - CHIMBOTE - SANTA - ANCASH
08 - JULIO - 2022

4. Método de Calibración

La Calibración se realizó por comparación con celda patrón

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0994 - 001 - 2021	SISTEMA INTERNACIONAL
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	22,4	22,5
Humedad %	61	61


7. Resultados de la Medición

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

8. Observaciones

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




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

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

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

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



Laboratorio PP

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

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° LT - 352 - 2022

Página : 2 de 2

Resultados de la Medición


INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO	TEMPERATURA CONVENCIONALMENTE VERDADERA	CORRECCIÓN	INCERTIDUMBRE
(°C)	(°C)	(°C)	(°C)
20,9	20,97	0,07	0,083
60,5	60,67	0,17	0,083
150,3	150,50	0,20	0,084

LA TEMPERATURA CONVENCIONAL VERDADERA (TCV) RESULTA DE LA RELACIÓN
TCV = INDICACIÓN DEL TERMÓMETRO + CORRECCIÓN

- Nota 1.-** La profundidad de inmersión del sensor fue de 15 cm aproximadamente.
Nota 2.- Tiempo de estabilización no menor a 10 minutos.

FIN DEL DOCUMENTO




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

7.8 Anexo 08 – Autorización para recabar información y material en SIDERPERÚ



FACULTAD DE INGENIERÍA Escuela Profesional de Ingeniería Civil **- EPIC -**

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Nuevo Chimbote, 25 de mayo de 2022

CARTA N° 003-2022-UNS-FI-EPIC-D

Señor:
ING. JORGE ALBERTO CASTILLO ESPEJO
JEFE DE RESPONSABILIDAD SOCIAL Y CAPACITACIÓN
SIDERPERU
Presente

ASUNTO : AUTORIZACIÓN PARA RECABAR INFORMACIÓN Y MATERIAL EN SIDERPERÚ
REF. : SOLICITUD DE PIERINA GOYCOCHEA DE LA CRUZ y JUAN ARROYO RODRÍGUEZ

Mediante el presente, reciba mi saludo personal e institucional en calidad de Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios, y sirva el mismo presentar a los Bachilleres en Ingeniería Civil de esta casa superior de estudios **PIERINA ALEXANDRA GOYCOCHEA DE LA CRUZ identificada con DNI N° 72639175 y JUAN DAVID ARROYO RODRÍGUEZ identificado con DNI N° 70490437**, los mismos que se encuentran desarrollando su Proyecto de Tesis titulado **"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE MODIFICADAS CON ESCORIA NEGRA DE HORNO DE ARCO ELÉCTRICO – CHIMBOTE 2022"** en mérito a la RESOLUCIÓN DECANAL N° 775-2021-UNS-FI, y a la fecha están realizando ensayos para el mismo.

Por lo señalado, y a favor de los tesisistas en mención, solicito a su despacho, la autorización respectiva para recabar información y acceder a 150kg., de escorias negras como parte del material a utilizar en el proyecto antes citado, el cual se utilizará como material sustitutorio del agregado grueso para determinar mediante el Método Marshall, las propiedades físico – mecánicas de la mezcla asfáltica, de esta forma darle continuidad al desarrollo de su Proyecto de Tesis.

Agradeciendo de ante mano, su gentil apoyo a los estudiantes de esta institución, me suscribo de usted expresándole las muestras de mi mayor consideración.

Atentamente



MS. JULIO CESAR RIVASPLATA DÍAZ
Director de la EP. Ingeniería Civil

Solicitud 24/05/2022.
Cc: Archivo
Joselyn

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
Rectorado: Av. Pacífico N° 508 – Urb. Buenos Aires
Campus Universitario: Av. Universitaria s/n – Urb. Bellamar
Central telefónica: (51)-43-310445 - Nuevo Chimbote – Ancash – Perú

www.uns.edu.pe

SIDERPERU
EMPRESA SIDERURGICA DEL PERU S.A.A.
AV. LOS ROSALES Nº 245 CENTRAL 818-8868 FAX: 362 5855
SANTA ANITA - LIMA - PERU
AV. SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO S/N Z.I. ZONA INDUSTRIAL
CHIMBOTE - SANTA - ANCASH TELF: (043) 483000 FAX: (043) 322497

R.U.C.: 20402885549

GUIA DE REMISION REMITENTE

Nº 004 - 0123272

DESTINATARIO
DIRECCION
R.U.C.
TIPO DOC IDENT Nº DOC
PTO LLEGADA
PTO PARTIDA
FECHA PARTIDA
Nº COMPROBANTE DE PAGO
CLIENTE
R.U.C.
COND PAGO

EMPRESA SIDERURGICA DEL PERU S.A.A
EXTERIOR SIDERPERU
20402885549
EXTERIOR SIDERPERU
EXTERIOR SIDERPERU
25/05/2022
25/05/2022

VENDEDOR

MOTIVO:

1. VENTA	<input type="checkbox"/>	7. EMISOR ITINERANTE DE	<input type="checkbox"/>
2. COMPRA	<input type="checkbox"/>	COMPROBANTES DE PAGO	<input type="checkbox"/>
3. TRANSFORMACION	<input type="checkbox"/>	8. VENTA SUJETA A CONFIRMACION	<input type="checkbox"/>
4. CONSIGNACION	<input type="checkbox"/>	9. TRASLADO ZONA PRIMARIA	<input type="checkbox"/>
5. DEVOLUCION	<input type="checkbox"/>	10. RECOJO DE BIENES TRANSFORMADOS	<input type="checkbox"/>
6. TRASLADO ENTRE ESTABLECIMIENTOS	<input type="checkbox"/>	11. VENTA CON ENTREGA A TERCEROS	<input type="checkbox"/>
		12. OTROS Donacion	<input checked="" type="checkbox"/>

IT	CODIGO	DESCRIPCION	UM	UND.	P. PEDIDO	PESO DESPACHADO
1		ESCORIA	KG	210		

SEGEN CHIMBOTE - SUPERVISION		
Salida INGRESO CONTROLADO		
	25 MAY 2022	HORA 11-49
FICHA	FIRMA	
41182947	<i>Verguez</i>	

DONACIÓN

MATERIAL SIN RETORNO

PESO TOTAL TINO: ESTACION DE BOMBAS DE AGUA - SANTA

CORREO: ANGELICA HORNA TAMARIZ

TRANSPORTISTA _____

DOMICILIO FISCAL _____

R.U.C. _____

CHOFER _____ BREVETE _____

MARCA UNIDAD TRANSPORTE _____ PLACA _____

CONSTANCIA DE INSCRIPCION _____

RECIBI CONFORME CLIENTE

VENTAS _____

RECIBI CONFORME TRANSPORTISTA

Juan M. Goycochea

40962815

ALMACEN **3132.**

VIGILANCIA _____

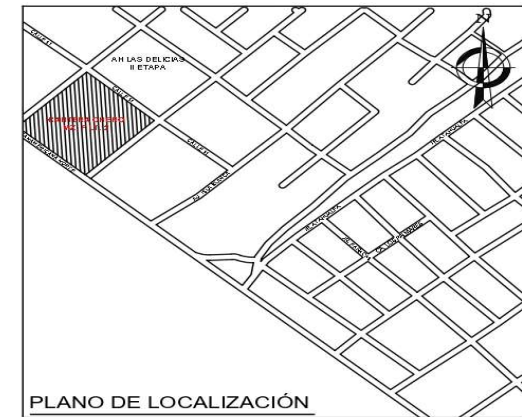
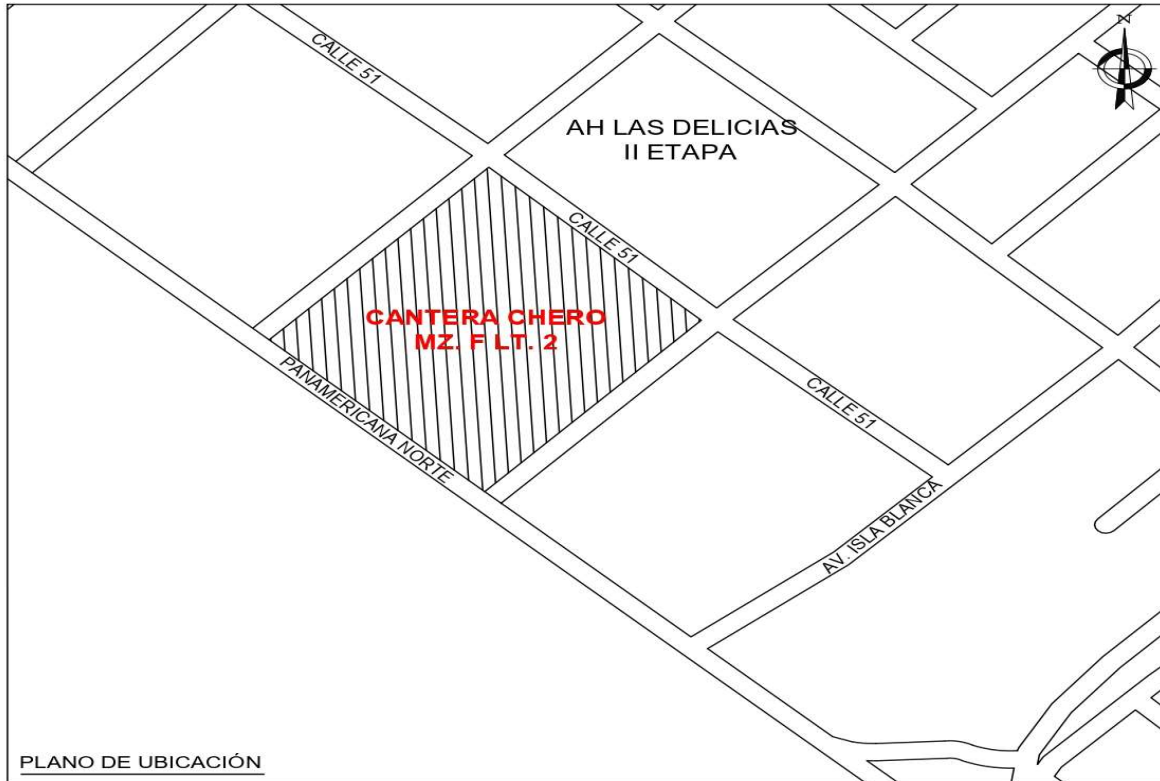
GRAFICA ECOPRINT S.A.C.
R.U.C. 20544239342 Telf: 505-4501
Avd. N° 14863323023 F.I. 18/10/2021
Serie 004 del 122,001 al 124,500

- LA MERCADERÍA VIAJA POR CUENTA Y RIESGO DEL COMPRADOR.
- CUANDO EL COMPRADOR, ENCARGUE RECOGER LA MERCADERÍA, ENVIARA UNA ORDEN DE ENTREGA INDICANDO EL NOMBRE DE LA EMPRESA DE TRANSPORTE O PERSONA ENCARGADA

DESTINATARIO

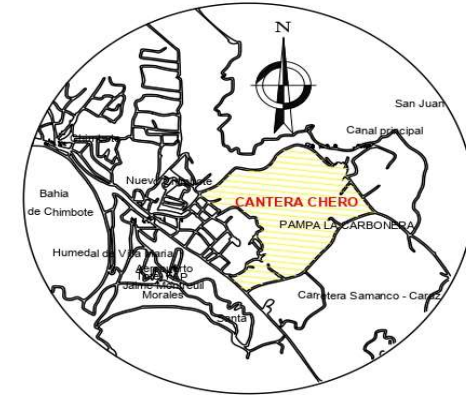
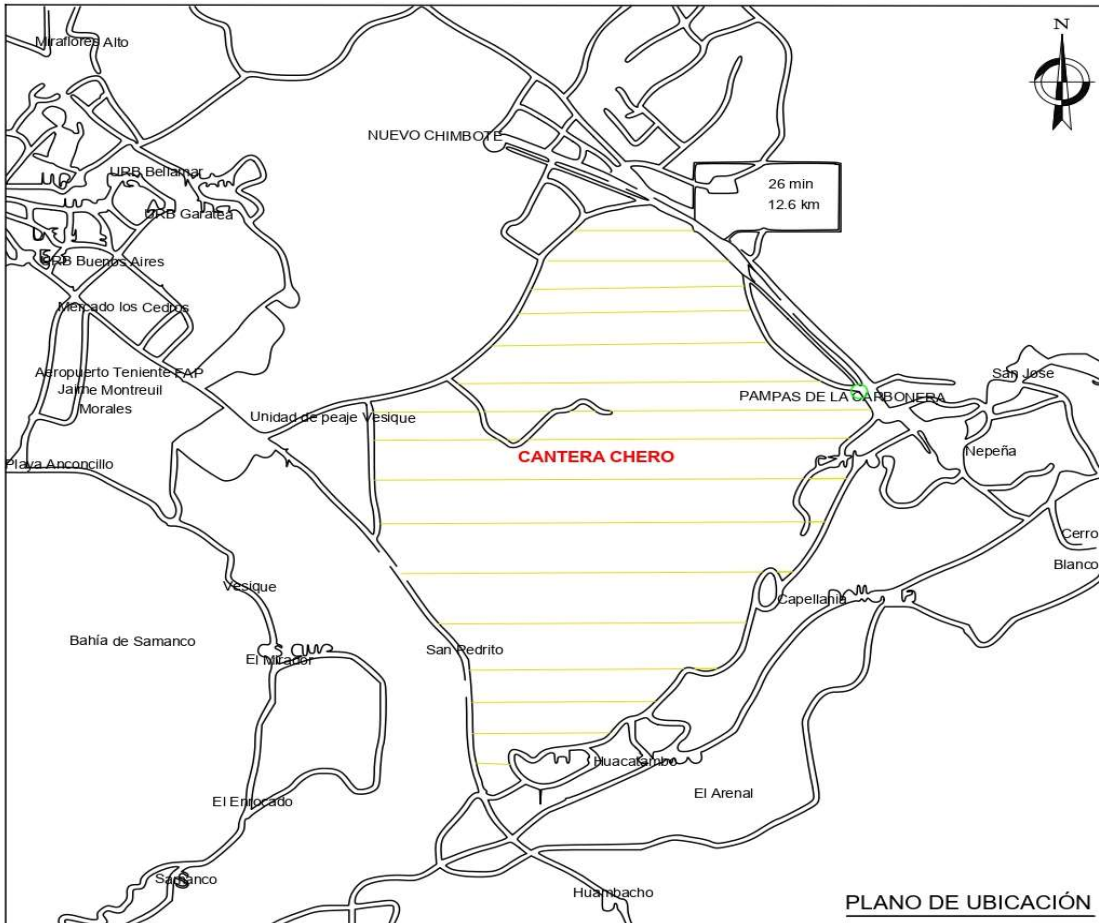
TICKET DE BASCULA**PE-ML-CHIMBOTE
CHIMBOTE****PROCESO : 611723
NRO.PESAJE : 1201294
FECHA IMPRESION: May 25 2022 11:12A****DOCTO : OT -1****TARJETA : 210593****OPERACION:****1-CARGA DE PRODUCTOS VIARIO****PLACA : BTB776****CONDUCTOR:****GONSALEZ NEYRA JUAN MANUEL****PROVEEDOR:****EMPRESA SIDERURGICA DEL PERU S/****FECHA****TIPO PESO (KG) PESAJE****-----+-----+-----****TARA 14920 May 25 2022 10:38AM****BRUTO 14990 May 25 2022 11:12AM****NETO 210 May 25 2022 11:12AM**

7.9 Anexo 09 – Plano de localización de cantera “Chero”




ZONIFICACIÓN:	: Z4
ÁREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA	: -
DEPARTAMENTO :	ANCASH
PROVINCIA :	SANTA
DISTRITO :	NUEVO CHIMBOTE
SECTOR :	LAS DELICIAS II ETAPA
VÍA :	PANAMERICANA NORTE
MANZANA :	F
LOTE :	2
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
PLANO:	PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE ALMACEN CHERO
ALUMNO:	ARROYO RODRIGUEZ, JUAN DAVID GOYCOCHEA DE LA CRUZ, PIERINA
ASESOR:	MS.ING. FERNANDEZ MANTILLA, JENISSE

LAMINA: **U-02**



PLANO DE LOCALIZACIÓN

ZONIFICACIÓN	: Z4
ÁREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA	: -
DEPARTAMENTO	: ANCASH
PROVINCIA	: SANTA
DISTRITO	: NUEVO CHIMBOTE
VÍA	: HIPÓLITO UNANUE
RUTA	: AN-925
LATITUD	: 9° 9' 60" SUR
LONGITUD	: 78° 23' 15" OESTE

UNIVERSIDAD UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA	
PLANO:	PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE CANTERA CHERO
BACH:	ARROYO RODRÍGUEZ, JUAN DAVID GOYCOCHEA DE LA CRUZ, PIERINA
ASESOR:	MS.ING. FERNANDEZ MANTILLA, JENISSE
	
LAMINA: U-01	