



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del
pavimento flexible Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Oro Caro, Cristina (orcid.org/0000-0002-2528-886X)
Vera Ramirez, Brando Martin (orcid.org/0000-0003-2319-4330)

ASESOR:

Mg. Pinto Barrantes, Raul Antonio (orcid.org/0000-0002-9573-0182)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Este artículo es dedicado a Dios y a nuestros familiares, ya que gracias a ellos seguimos adelante en esta carrera que exige mucha demanda de tiempo, y también esto va dedicado al ingeniero Pinto Barrantes Raúl António porque gracias a él pudimos adquirir más conocimientos de cómo realizar un adecuado artículo de investigación.

Muchas gracias.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirnos un día más de vida y sabiduría, también agradecer a nuestros seres queridos por las motivaciones brindadas, agradecer a la universidad Cesar Vallejo por darnos la oportunidad de poder adquirir experiencia y sabiduría con el pasar del tiempo, y por último agradecer al ingeniero Pinto Barrantes Raúl Antonio por ofrecernos toda la sabiduría que adquirió en estos meses y transmitirlo hacia nosotros.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín De Porres, Lima-2023", cuyos autores son ORO CARO CRISTINA, VERA RAMIREZ BRANDO MARTIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 01 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
PINTO BARRANTES RAUL ANTONIO DNI: 07732471 ORCID: 0000-0002-9573-0182	Firmado electrónicamente por: RPINTOBA el 19-12- 2023 03:43:33

Código documento Trilce: TRI - 0676490



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ORO CARO CRISTINA, VERA RAMIREZ BRANDO MARTIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín De Porres, Lima-2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

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

Nombres y Apellidos	Firma
ORO CARO CRISTINA DNI: 47789455 ORCID: 0000-0002-2528-886X	Firmado electrónicamente por: COROC el 06-12-2023 12:00:41
VERA RAMIREZ BRANDO MARTIN DNI: 76370437 ORCID: 0000-0003-2319-4330	Firmado electrónicamente por: BMVERAV el 19-12- 2023 15:55:41

Código documento Trilce: INV - 1531657

ÍNDICE DE CONTENIDOS.

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.	ix
RESUMEN	xii
ABSTRACT.....	xiii
I.INTRODUCCIÓN.	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo Y Diseño De Investigación.	19
3.2 Variables Y Operacionalización.....	20
3.3 Población, Muestra y muestreo.	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
3.5. Procedimientos.....	25
3.6. Método de Análisis de Datos.	26
3.7. Aspectos Éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN	55
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES	61
REFERENCIAS.....	62
ANEXOS.....	70

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición química de escoria	13
Tabla 2: Gráfico granulométrico agregado fino.....	32
Tabla 3: Tabla granulométrica y contenido de humedad agregado fino.....	32
Tabla 4: Peso unitario suelto.....	34
Tabla 5: Peso unitario compactado.	34
Tabla 6: Gravedad específica y absorción de agregados	35
Tabla 7: Equivalente de arena.....	36
Tabla 8: Gráfico granulométrico agregado grueso.....	37
Tabla 9: Tabla granulométrica agregado grueso y contenido de humedad.....	38
Tabla 10: Peso unitario suelto.....	39
Tabla 11: Peso unitario compactado	39
Tabla 12: Peso específico y absorción de agregados	40
Tabla 13: Ensayo de abrasión	41
Tabla 14: Ensayo Marshall muestra patrón.....	43
Tabla 15: Ensayo Marshall muestra patrón+8%escoria.....	43
Tabla 16: Ensayo Marshall muestra patrón +14% escoria	44
Tabla 17: Ensayo Marshall muestra patrón +23% escoria	44
Tabla 18: Tabla comparativa ensayo Marshall muestra patrón +8%, +14%, +23% escoria	45
Tabla 19: Ensayo Marshall muestra patrón +4% PET reciclado	45
Tabla 20: Ensayo Marshall muestra patrón +6% PET reciclado	46
Tabla 21: Ensayo Marshall muestra patrón +8% PET reciclado	46
Tabla 22: Tabla comparativa ensayo Marshall muestra patrón +4%, 6%, 8% PET reciclado.....	47
Tabla 23: Tabla comparativa ensayo Marshall muestra patrón +8%, 14%, 23% escoria vs +4%,6%, 8% PET reciclado	47
Tabla 24: Tabla granulométrica agregado fino.....	49
Tabla 25: Tabla granulométrica agregado grueso.....	50
Tabla 26 Prueba Shapiro Wilk escoria, Programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS).....	52
Tabla 27: Prueba Shapiro Wilk PET reciclado, Programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS)	53
Tabla 28: Prueba Shapiro Wilk scoria y PET reciclado, Programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS).....	54
Tabla 29: Matriz de operacionalización de variables	70

Tabla 30: Matriz de consistencia.	71
--	-----------

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1 Escoria.....	11
Figura 2 PET fórmula química.....	14
Figura 3 PET reciclado.....	14
Figura 4 PET usos.....	15
Figura 5 PET triturado.....	15
Figura 6 Capas del pavimento flexible.....	18
Figura 7 Metodo de análisis de datos.....	27
Figura 8 Mapa de San Martín de Porres.....	29
Figura 9 Recorrido inicial y final Av. Perú.....	30
Figura 10 Tramo inicial Av. Perú.....	30
Figura 11 Tramo final Av. Peru.....	31
Figura 12 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	72
Figura 13 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	72
Figura 14 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	73
Figura 15 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	73
Figura 16 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	74
Figura 17 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	74
Figura 18 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	75
Figura 19 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	75
Figura 20 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	76
Figura 21 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	76
Figura 22 Carpeta asfática afectada del pavimento flexible Av. Perú.....	77
Figura 23 Triturado de PET reciclado.....	77
Figura 24 Triturado de PET reciclado.....	78
Figura 25 Recolección de PET reciclado.....	78
Figura 26 Recolección de PET reciclado.....	79
Figura 27 Recolección de PET reciclado.....	79
Figura 28 Balanza calibrada.....	80
Figura 29 Balanza calibrada.....	80
Figura 30 Agregado grueso(piedra).....	81
Figura 31 Agregado grueso(piedra).....	81

Figura 32 Escoria	82
Figura 33 Agregado fino seco(arena)	82
Figura 34 Agregado fino húmedo(arena)	83
Figura 35 Tamiz granulométrico	83
Figura 36	84
Figura 37 Martillo para prueba de compactación estandar para triturar escoria	84
Figura 38 Martillo para prueba de compactación estandar para triturar escoria	85
Figura 39	85
Figura 40 Tamiz granulométrico	86
Figura 41 Ensayo de granulometría	86
Figura 42 Ensayo de granulometría	87
Figura 43 Hornos eléctricos	87
Figura 44 Muestras de agregado fino en horno eléctrico	88
Figura 45 Ensayo para determinar contenido de humedad	88
Figura 46 Ensayo para determinar contenido de humedad	89
Figura 47 Ensayo para determinar contenido de humedad	89
Figura 48 Ensayo para determinar contenido de humedad	90
Figura 49 Ensayo de equivalente de arena	90
Figura 50 Ensayo de equivalente de arena	91
Figura 51 Ensayo de equivalente de arena	91
Figura 52 Ensayo de equivalente de arena	92
Figura 53 Ensayo de equivalente de arena	92
Figura 54 Ensayo de equivalente de arena	93
Figura 55 Ensayo Marshall muestra previa muestra patrón	93
Figura 56 Ensayo Marshall muestra previa muestra patrón	94
Figura 57 Análisis granulométrico	95
Figura 58 Peso unitario suelto	96
Figura 59 Peso unitario compactado	97
Figura 60 Equivalente de arena	98
Figura 61 Gravedad específica y absorción de los agregados	99
Figura 62 Análisis granulométrico y contenido de humedad	100
Figura 63 Peso unitario suelto	101
Figura 64 Peso unitario compactado	102
Figura 65 Peso y absorción de los agregados	103
Figura 66 Ensayo de abrasión	104

Figura 67 Muestra patrón	105
Figura 68 Muestra patrón +8% escoria	106
Figura 69 Muestra patrón +14% escoria	107
Figura 70 Muestra patrón +23% escoria	108
Figura 71 Muestra patrón +4% PET reciclado	109
Figura 72 Muestra patrón +6% PET reciclado	110
Figura 73 Muestra patrón +8% PET reciclado	111
Figura 74 Boleta de venta electrónica.....	112
Figura 75 Certificado de calibración.....	113
Figura 76 Certificado de calibración.....	114
Figura 77 Certificado de calibración.....	115
Figura 78 Certificado de calibración.....	116
Figura 79 Certificado de calibración.....	117
Figura 80 Política de laboratorio	118
Figura 81 Constancia de registro	119
Figura 82 Ficha de recolección de datos	120
Figura 83 Ficha de recolección de datos	121
Figura 84 Ficha de recolección de datos	122

RESUMEN

En la presente investigación nos enfocaremos esencialmente de un tema que es de vital importancia en el distrito de San Martín de Porres ciudad de Lima, titulada “Adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023”, es notable que estos pavimentos tienen un déficit en el diseño de la capa asfáltica lo que genera múltiples fallas con el pasar del tiempo es por ello que los pavimentos flexibles tienen que estar en un perfecto estado para la transitabilidad tanto de vehículos ligeros como vehículos de alto tonelaje, ya que si no hay una correcta conservación de estos, los vehículos, habitantes, peatones entre otros, se verán afectados, esto podría conllevar a tener accidentes de tránsito, desgaste de los componentes del vehículo automotor, etc. Es por ello que se plantea añadir al pavimento flexible la escoria de materiales siderúrgicos y PET reciclado para la durabilidad de estos con el pasar de los vehículos y también de los agentes climatológicos (lluvias, sol, etc.). por ende el grupo decidió añadir porcentajes de escoria del (8%, 14% y 23%) al material clásico utilizado en el pavimento flexible realizando un análisis comparativo con la adición del PET reciclado añadiendo porcentajes del (3%, 6% y 8%) a la mezcla del pavimento convencional, previamente se realizó una prueba de la resistencia del pavimento flexible convencional sin la adición de los dos compuestos ya mencionados, cabe recalcar que la prueba de laboratorio más relevante para el análisis comparativo de estos dos compuestos añadido al pavimento flexible será el ensayo de Marshall, este ensayo determinó cuál de los dos materiales tiene una mayor predominancia una de la otra.

Palabras Clave: Adición, Mejoramiento, Pavimento flexible

ABSTRACT

In the present investigation we will focus essentially on a topic that is of vital importance in the district of San Martín de Porres, city of Lima, entitled "Addition of slag and recycled PET for the improvement of flexible pavement Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023", it is notable that these pavements have a deficit in the design of the asphalt layer, which generates multiple failures over time, which is why flexible pavements have to be in perfect condition for the passability of both vehicles. light as high-tonnage vehicles, since if there is not proper conservation of these, the vehicles, inhabitants, pedestrians among others, will be affected, this could lead to traffic accidents, wear of the components of the motor vehicle, etc. That is why it is proposed to add slag from steel materials and recycled PET to the flexible pavement for their durability with the passage of vehicles and also weather agents (rain, sun, etc.). Therefore, the group decided to add slag percentages of (8%, 14% and 23%) to the classic material used in flexible pavement, carrying out a comparative analysis with the addition of recycled PET by adding percentages of (3%, 6% and 8%) to the mixture of the conventional pavement, a test of the resistance of the conventional flexible pavement was previously carried out without the addition of the two compounds already mentioned, it should be emphasized that the most relevant laboratory test for the comparative analysis of these two compounds added to the pavement flexible will be the Marshall test, this test determined which of the two materials has a greater predominance of the other.

Keywords: Addition, Improvement, Flexible pavement

I.INTRODUCCIÓN.

Los pavimentos juegan un papel importante en nuestra vida diaria porque nos permiten movernos de un lugar a otro. Sin ellos, el tránsito de vehículos sería difícil, dificultando el movimiento de personas, alimentos, objetos y animales. Como resultado, estos caminos deben estar en buenas condiciones para el crecimiento de una población. Según Fuentes, Jhoaldo (2019) es crucial tener un óptimo pavimento flexible porque su suavidad afecta significativamente la economía de combustible; cuanto más blando(suave) sea el pavimento flexible, menos combustible utilizará el vehículo, lo que reduce la cantidad de contaminantes nocivos para el medio ambiente, por otra parte Baque, Byron(2020) expone que el pavimento flexible tiene que estar en aptas condiciones para la viabilidad de personas y así movilizarse de un punto A un punto B, donde también el sector económico está involucrado para movilizar productos a distintas partes de una nación. En todo el mundo, hay escasez de carreteras pavimentadas en construcción. Actualmente, la mitad de los caminos son senderos transitables (trochas carrozables), mientras que la cuarta parte se encuentran parcial o totalmente construidas, pero no han recibido el mantenimiento necesario para asegurar su conservación. La otra cuarta parte restante de estos pavimentos se encuentran en un estado excelente para su transitabilidad., gran parte de las vías en mal estado se encuentran en la parte sur del continente Americano, no podemos dejar de lado los países del continente Africano, y porción de países del continente Asiático, donde la economía de estos por año es inferior a la de otros países, aunque suene irrelevante el dinero pero sin él no se puede realizar las pavimentaciones y mantenimientos regulares que la población necesita para su desarrollo, como se mencionó partes arriba de esta introducción. En México, América central y sur estas pavimentaciones son de estándares de calidad muy inferior requeridos por cada país, esto se debe a una serie de factores, el más importante de los cuales es la adición de pocos materiales a la mezcla en los pavimentos, es importante considerar que estas fallas no solo se originan por la falta de mantenimiento sino también por el tráfico pesado de carga que transita por las ciudades, el cual con su alto tonelaje degrada tanto los pavimentos flexibles

como rígidos, Es relevante mencionar que los fenómenos meteorológicos como las: lluvias, vientos, sol, etc. Cumplen con el rol de erosionar y degradar estas vías

Mientras tanto a nivel nacional podemos ver claramente una falta de interés en su desarrollo y mantenimiento de estos pavimentos, no podemos pasar por alto esta problemática ya que de alguna manera u otra afecta a miles de habitantes en todo el Perú, cada pueblo de cada ciudad de todos los departamentos que tiene este país muestran si o si una deficiencia en la construcción, en términos generales se puede describir esta problemática ya que si analizamos a profundidad todos los problemas que se encuentran en las pistas como el agrietamiento, la distorsión y la desintegración pues no cesarían los problemas, para términos informativos nos centraremos en el departamento de Lima, Ciudad de Lima Metropolitana, en esta ciudad las fallas de vías son el pan de cada día, en cada distrito podemos observar al menos una deficiencia en una intersección, jirón o avenida, ejemplificando el problema podríamos denotar estas deficiencias con un claro ejemplo, como el caso del distrito de San Martín de Porres, este distrito con aproximadamente 654083 habitantes es uno de los distritos con más vías en estados de baja a mala condición, el mayor índice de estas deficiencias la encontramos en la Av. Perú en sus aproximadamente 30 cuadras,

Como justificación Teórica se da a conocer la importancia de estos dos compuestos como son la escoria y el PET reciclado para la mejora y resistencia de la carpeta asfáltica.

Para la justificación metodológica se definirá el porqué de la opción de utilizar estos dos compuestos siendo estos dos materiales, materiales de poca relevancia e importancia para la población en general, y así disminuya en un porcentaje el impacto ambiental originado por otros aditivos utilizados en el pavimento.

Por otro lado, para la justificación Económica cada año el Perú sufre una pérdida económica de miles de millones de soles debido a los daños que sufren los vehículos en su paso por estas zonas, lo que provoca el deterioro de los componentes de la flota y aumenta el riesgo de accidentes de tránsito.

Sin embargo, en la justificación Social el tema de tener pavimentos flexibles en mal estado genera problemas de salud debido a que el movimiento de vehículos en

estas vías levanta escombros (tierra) del pavimento, ingresando a las vías respiratorias de los habitantes, lo que genera problemas a la salud además, los conductores se ven obligados a utilizar sus vehículos en estas vías debido a que el pavimento no está en perfectas condiciones, lo que se traduce en un alto consumo de combustible y la producción de gases nocivos para las personas y el medio ambiente.

Por esta razón, buscaremos ofrecer opciones para el tratamiento del pavimento flexible en esta investigación, como lo sugiere nuestro título. “Adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible, y así enfocar esta investigación en la mejora del pavimento flexible lo que finalmente mitigaría este problema con la adición de estos compuestos, mediante esta propuesta se beneficiaría a muchos pavimentos de los distritos en la capital como en otras partes del país.

Hipótesis General: La adición de escoria y PET reciclado mejoran las propiedades del pavimento flexible, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023.

Hipótesis específicas.

Las características del agregado fino cumplen con las especificaciones de la norma respectiva para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado.

Las características del agregado grueso cumplen con las especificaciones de la norma respectiva para ser aplicada en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado.

Con el resultado del ensayo Marshall se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible.

Se plantea el siguiente problema general: ¿Cuál es la influencia de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023?

Problemas Específicos: Estos problemas específicos surgieron a raíz del problema general descrito anteriormente, desplegando todas las interrogantes para una posible solución al problema.

¿Cuáles son las características del agregado fino para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado?

¿Cuáles son las características del agregado grueso para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado?

¿Cuál será el resultado del ensayo Marshall con adición de escoria y PET reciclado?

En el objetivo general se busca lo siguiente: Evaluar la influencia de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023

Objetivos Específicos: se optó por describir los objetivos específicos para obtener los siguientes puntos respondiendo a las interrogantes planteadas por los problemas específicos.

Determinar las características del agregado fino para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado.

Determinar las características del agregado grueso para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado.

Realizar el ensayo Marshall con adición de escoria y PET reciclado.

II. MARCO TEÓRICO.

Previo a la argumentación de dichos autores en sus revistas indexadas se definirá de manera explícita el material a estudiar (Escoria).

Rojas; Manuel, Otálvaro; Iván, Pérez; Javier (2020) aducen que la escoria es aquel producto generado en el proceso de producción, fundición de acero y hierro. Pudiéndose clasificar según el tipo de horno, los métodos utilizados para crear el acero crudo, cómo se enfrió y cualquier proceso adicional que se llevó a cabo para agregar valor al residuo dependen en las propiedades de la escoria. La escoria de alto horno (EAH), que se crea en la primera fase del proceso a base de mineral de hierro, se puede dividir en tres categorías según la velocidad de enfriamiento: enfriado por aire, granulado y expandido. Es importante recordar que están compuestos principalmente en un 95% por cuatro óxidos de calcio, magnesio, silicio y aluminio. Además de servir como agregado para hormigón y mortero, estos se utilizan con frecuencia como aditivo mineral para reemplazar el cemento. Cuando se introduce hierro caliente en un horno de arco eléctrico o en un horno de oxígeno básico con chatarra, se crea escoria de acero. metales clave utilizados en la producción de acero. En estos procedimientos, se inyecta cal para que sirva como fundente y se combina con silicatos, ferritas, óxidos de aluminio, óxidos de magnesio y óxidos de manganeso para crear escoria de acero. Este residuo se descarga del horno mientras aún está fundido, después de lo cual se procesa para eliminar cualquier metal libre y se organiza en varios productos para su posterior análisis.

Una vez definido el material de estudio se resumirán los artículos de revistas indexadas realizadas por los autores, cabe resaltar que estos artículos están relacionados con el material de estudio(escoria).

Cosme; Jéssika, Fernández; Gilberto, Fernández, Daniel (2021) argumentaron que las medidas que pretenden dar nuevos usos, ambientalmente sostenibles y económicamente viables a dichos materiales en la construcción, se han visto influidas por la creciente preocupación por reducir el vertido desordenado de residuos en la naturaleza. El uso de áridos de escoria siderúrgica en la pavimentación de carreteras se presenta como un sustituto para disminuir el

almacenamiento de este material en los patios industriales y también ayuda a reducir significativamente el costo de construcción de un pavimento vial flexible. Este estudio tuvo como objetivo examinar la viabilidad técnica del uso de escoria de níquel-hierro como mezcla asfáltica en caliente. Para determinar esto, se probaron las propiedades físicas, químicas, mineralógicas y ambientales de la escoria de ferroníquel.

Bosurgi; Gaetano, Celauro; Clara, Pellegrino; Orazio, Ruggeri; Alessia, Sollazzo; Giuseppe (2023) afirman que los hallazgos se presentaron en este estudio en la cual se realizó un análisis experimental en HMA de grado denso, se comparó la efectividad de una mezcla de superficie "tradicional" que contenía agregado de piedra caliza (diseñada con betún puro o betún modificado con polímeros dentro de los requisitos de aceptación típicos para su uso previsto en capas de rodadura) con dos mezclas alternativas. El estudio comparó dos mezclas superficiales: una en la que el agregado grueso se reemplaza en gran medida por escoria de acero, un producto de desecho, y la otra con agregados basálticos gruesos, un recurso no renovable de alta calidad. Para mejorar el rendimiento, ambas mezclas mejoradas incluyeron betún puro y un compuesto polimérico. Finalmente, se realizó una evaluación del ciclo de vida o ACV (enfoque de la cuna a la puerta) de las distintas mezclas para permitir una comparación más completa. Esto implicó comparar los impactos ambientales relacionados con su producción en plantas de asfalto teniendo en cuenta las propiedades de los materiales y combustibles involucrados. Según los hallazgos del laboratorio, las dos mezclas de agregados de basalto y escoria de acero se comportaron estructuralmente de manera similar. Otras características ventajosas incluyeron la mayor resistencia de las escorias metálicas al aplastamiento en comparación con los agregados de basalto y el menor requerimiento de betún de la mezcla propuesta, los cuales tenían claras ventajas prácticas.

Sukmak; Patimapon, Sukman; Gampanart, De Silva; Pre, Horpibulsuk; Sulkun, Kassawat; Sippakarn, Suddeepong; Apichat (2023) La investigación tuvo como objetivo principal recaudar información sobre múltiples mecanismos de catalización a la expansión de agua a una temperatura ambiente de 80°C, al ácido acético en la escoria del horno eléctrico, antes de su previo uso en agregados en materiales de

pavimentos, también se investigaron las expansiones de volumen en la escoria luego del remojo en múltiples condiciones, dichos resultados proyectaron que el remojo de la escoria en el ácido acético en un 2% en peso fue una técnica ideal para mitigar la expansión del su volumen previo a su uso como materiales de construcción comparado con el remojo de la escoria en agua a una temperatura superior a los 80°C, dando un valor inferior a los 0.12%, fue descubierto para las muestras que pasaron cinco días sumergidas en ácido acético a una concentración del 2 % en peso. La autoridad vial local determinó que las muestras que se sumergieron en ácido acético al 2% en peso durante tiempos de remojo de hasta cinco días cumplían con los requisitos para un uso seguro como agregados en materiales base. Cuando la escoria se sumergió en ácido acético al 2 % en peso, se descubrió que el calcio (Ca) de las fases mineralógicas inestables se disolvía y formaba acetato de calcio y calcita.

Chen; Keyú, Wu; Dazhi, Yi; Ming, Cal; Qimao, Zhang; Zhenying (2021) comentan que, Debido a sus excelentes cualidades, que incluyen alta resistencia a la compresión temprana, baja huella de dióxido de carbono, alta estabilidad térmica y buena durabilidad en ambientes hostiles, el interés en el concreto geopolimérico ha ido en aumento y ahora se lo considera un sustituto del OPC. Los componentes básicos del hormigón geopolimérico son una sustancia a base de silicato de alúmina y una solución activada con álcali. Para activar minerales naturales o desechos industriales (como cenizas volantes, metacaolín, escoria o ganga) que contienen cantidades significativas de aluminio y silicio, se utilizan soluciones activadas con álcali (como hidróxido, sal alcalina o fluoruro). El uso de hormigón de geopolímero en la reparación de pavimentos es una posibilidad, y las mismas técnicas y herramientas de construcción que se utilizan con los materiales de reparación OPC también se pueden utilizar con hormigón de geopolímero.

M; Kasaf, Ca; Prastianto (2020) detallaron que, en este estudio, se utilizaron las especificaciones de Bina Marga de 2018 y el método de prueba de características de Marshall para examinar las propiedades de los agregados de escoria de acero. La escoria de acero utilizada en este estudio se presentó en concentraciones de 0%, 50%, 80% y 100%. Según los hallazgos del estudio, las valiosas propiedades del agregado de escoria cumplieron con los estándares requeridos. El mejor valor

de estabilidad fue de 2320,19 kg, la cual se produjo utilizando escoria de acero en el agregado grueso con una variación del 80%. En general, el uso de escoria de acero en lugar de agregados naturales fue una opción para reducir los residuos, también se pudo utilizar escoria de acero como sustituto a algunos materiales utilizados en los pavimentos.

Anteriormente se definió el material(escoria) según los autores, a continuación, se definirá el segundo material utilizado en este estudio de investigación (PET reciclado).

Saucedo; Jhon, Atoche; Jorge, Muñoz, Sócrates (2021) Argumentan que El PET, también conocido como tereftalato de polietileno familia del poliéster derivado del petróleo es un tipo de plástico flexible, fuerte y en su totalidad, reciclable, materia prima utilizada para fabricar botellas o envases de plástico de uso frecuente. La eliminación de desechos plásticos en un entorno abierto se considera un problema importante porque los desechos plásticos tienen una baja tasa de biodegradación y están muy extendidos. El PET que se consume genera una cantidad importante de residuos y requiere un espacio de almacenamiento considerable, existe la posibilidad de reciclar residuos, como los restos de PET, para producir hormigón y evitar el contacto directo de los plásticos con el medio ambiente para así aumentar la resistencia a la tracción, la resistencia a la flexión y la ductilidad del hormigón y los materiales a base de cemento, se utilizan diversas fibras de refuerzo, incluidas las fibras de acero y poliméricas, entre otras; esta es también una práctica común en la industria de la construcción. El reciclaje de componentes de PET, como la fibra, para su uso en el refuerzo de hormigón es una forma de combatir el problema de la contaminación por plástico.

A partir de esta definición dada por los autores sobre el PET reciclado se procede a describir las revistas indexadas de autores basándose en el tema relacionado al PET reciclado.

Ben Zair; Mohamed, Jakarní; Fauzan, Ratnasamy; Muniandy, Salihuddin; Hassim (2021) afirman que, debido a sus cualidades excepcionales, que se adaptan bien a numerosas aplicaciones de fabricación, el plástico se considera uno de los inventos industriales más importantes de esta época. Los residuos de tereftalato de

polietileno (PET) se producen actualmente en cantidades masivas en todo el mundo. Dado que el PET no es biodegradable, este residuo supone un grave riesgo medioambiental. Las características físicas y químicas del PET se discuten en este artículo para respaldar su uso como aditivo y reemplazo de agregados en la creación de mezclas asfálticas. Además, los detalles de la mezcla asfáltica modificada con PET seco y húmedo se cubrieron con suficiente detalle para ayudar a comprender la mezcla. Se investigaron numerosos temas importantes, incluidos los surcos, la sensibilidad a la humedad y la modificación del asfalto para aumentar la resistencia a la fatiga. Estos hallazgos son cruciales para identificar los elementos que mejoran significativamente las propiedades de la mezcla del pavimento. Los resultados demostraron que la inclusión de PET en las mezclas asfálticas produjo resultados muy positivos. El PET mejoró las características mecánicas, la dureza y la sostenibilidad en el tiempo del pavimento. Por último, pero no menos importante, el uso de residuos de PET como aditivo en las mezclas asfálticas podría ser una forma ecológica de deshacerse de los residuos de PET y, al mismo tiempo, crear pavimentos de alta calidad.

Quesada; Movila, Ac; Raposeiras, Olavarría; J (2019) Comentaron que con un aumento del 25% en los vehículos automotores en los últimos años, el parque vehicular chileno ha experimentado cambios significativos. Esta mejora en el desempeño de los pavimentos flexibles, que reduce la susceptibilidad de la infraestructura al agrietamiento y/o deformaciones permanentes a altas y bajas temperaturas, está directamente relacionada con este aumento. Para incentivar la búsqueda de conceptos y materiales de vanguardia en diversas industrias, el Ministerio del Medio Ambiente aprobó en 2016 la Ley de Reciclaje y Responsabilidad. La prueba Marshall de estabilidad y flujo y la prueba del módulo de resiliencia (rigidez) a 5°C y 22 °C se utilizaron en este estudio para investigar experimentalmente el comportamiento mecánico de una mezcla asfáltica caliente que contiene partículas gruesas de reciclaje de botellas de tereftalato de polietileno (PET). PET significativo, según investigaciones previas. La proporción ideal de tereftalato de polietileno en la mezcla se elevó del 6% al 14% mediante el uso de diferentes tamaños de fibra. Según los hallazgos, el uso de este aditivo polimérico en lugar de una mezcla "tradicional" da como resultado una mayor estabilidad, así como una mayor resistencia a la fatiga y las deformaciones permanentes.

Ankit; Dhiman, Nitin; Arora (2021) afirman que la cantidad de tráfico en las carreteras está creciendo de manera desproporcionada en estos días, lo que provoca una serie de defectos en las carreteras, como baches y desmoronamiento del pavimento. Para transferir las cargas de tráfico a la subrasante, una estructura de pavimento tiene diferentes capas. La formación de surcos es uno de los deterioros del pavimento que afecta el desempeño de los pavimentos de las carreteras. Para mejorar el comportamiento de los pavimentos flexibles frente a la formación de surcos, los residuos plásticos son el tipo de material que se utilizó. En los residuos de este estudio se utilizaron botellas plásticas de agua, botellas de bebidas frías, bolsas de polietileno, paquetes de polietileno y discos compactos usados. Este material de desecho limpio y triturado en pequeñas partículas (1-3 cm). Mezclado de partículas con porcentajes variables (3%, 5%, 7%), recubrió adecuadamente con los agregados calientes, el agregado tuvo que alcanzar una temperatura de 170-200°. Junto con el betún caliente, se combinó este árido revestido con residuos plásticos.

Yuetan, Zhoua; Hongyu, Xi; Jiang, Polaczyk; Pawel, Xiao; Rui, Zhang; Miaomiao, Huangb; Baoshan (2021) definieron que cada aspecto de la vida diaria frecuentemente hace uso del plástico. La generación de desechos plásticos a gran escala dará lugar a importantes problemas ambientales globales en ausencia de métodos efectivos de tratamiento de desechos en el flujo de desechos sólidos municipales (MSW), en los EE. UU, los tipos de desechos plásticos más frecuentes son el polietileno de alta densidad (HDPE), el polietileno de baja densidad (LDPE), el polipropileno (PP), el poliestireno (PS), el polietileno de tereftalato (PET).), acetato de etilvinilo (EVA) y cloruro de polivinilo (CLORURO DE POLIVINILO). Se cree que la mezcla asfáltica en caliente (HMA) es el mejor material para reciclar los desechos plásticos.

Ma; Jianmin, Nawarathna; Hanwalle, Hesp; Simón (2022) explicaron que, debido a las posibles ventajas financieras y ambientales, el reciclaje de desechos plásticos en asfalto se ha convertido en algo común. Con respecto a las ventajas de usar plástico en la construcción de carreteras, la mayoría de las investigaciones han llegado a conclusiones contradictorias. Este informe registra los resultados de las pruebas en mezclas y aglutinantes modificados con plástico y realiza un análisis

como parte de un estudio de preingeniería para una prueba significativa de pavimento de plástico reciclado en la Municipalidad Regional de Durham, Ontario. Los asfaltos se modificaron utilizando polietileno de alta y baja densidad (HDPE), polipropileno (PP) y poliestireno (PS) de fuentes locales. Si bien los grados de baja temperatura no se vieron afectados, se encontró que los grados de aglutinante de alta temperatura mejoraron. Aunque aumentan la resistencia, los plásticos tienen una menor tolerancia a la deformación en caso de falla dúctil. Para reducir el riesgo de agrietamiento excesivo y prematuro de la superficie, solo se deben modificar las capas de la capa de unión.

Escoria: La formación de escoria en un alto horno implica la utilización de impurezas de cenizas de coque, fundentes e impurezas de ganga extraídas del mineral de hierro. Esta intrincada combinación consta de sulfuros y óxidos que incluyen sílice, alúmina, calcio y magnesio, junto con cantidades limitadas de óxidos de hierro y manganeso. Por el contrario, un horno de arco eléctrico tiene la capacidad de regular el proceso de formación de escoria mediante la introducción de oxígeno, carbono y formadores de escoria como cal (CaO) y magnesia (MgO) en la mezcla fundida.

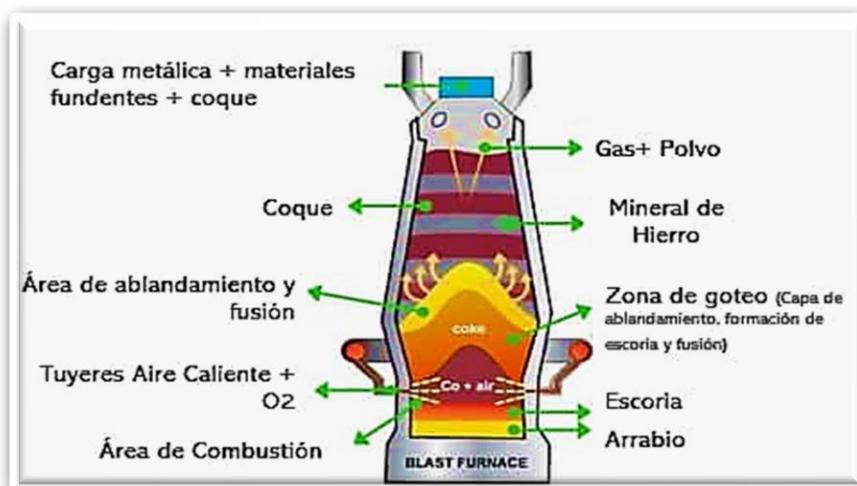


Figura 1

Fuente: Thermofisher

Usos: Este subproducto de alto horno se puede utilizar en una variedad de aplicaciones como cemento Portland, mampostería, concreto premezclado, concreto prefabricado, agregado asfáltico de mezcla en caliente, pavimentación rural, alcantarillado de tanques sépticos, llenado de tuberías, desgarrado de costas y

compuestos de nivelación. suelo y calor. Materiales de construcción resistentes a la corrosión. La escoria granular, las cenizas volantes y la cal se mezclan con escoria de horno de arco eléctrico para crear materiales de construcción de relleno fluidos, materiales de pavimentación y agregados asfálticos antideslizantes.

Composición Química: La ganga de "arcilla" ácida de materiales metálicos ferrosos, cenizas de azufre de coque (también de naturaleza ácida) y óxido de cal y magnesio (ambos compuestos básicos), que se utilizan como fundentes y se extraen de capas más o menos de dolomita. La piedra caliza se combina para formar escoria de alto horno. Al fundirse a altas temperaturas (superiores a 1600 °C) y luego enfriar el magma fluido desde 1400 °C hasta temperatura ambiente, se obtienen óxidos ácidos (sílice SiO₂ y óxido de aluminio Al₂O₃) y óxidos alcalinos (óxido de calcio CaO y óxido de magnesio (MgO)), mediante la formación de los constituyentes se produce la escoria. Estos subproductos industriales se componen. Hay dos fases que son tanto cristalinas como vítreas. Las escorias que contienen mucho material vítreo tienden a tener una naturaleza más ácida. Se puede producir una escoria con un alto porcentaje de fase vítrea usando una variedad de procesos de granulación o granulación. Una escoria granulada típica contiene del 85 al 95 por ciento de materia vítrea en peso.

La variación de la composición química de las escorias de alto horno se presentará en la siguiente tabla.

SiO ₂	27-40%
Al ₂ O ₃	5-33%
CaO	30-50%
MgO	1-21%
Fe ₂ O ₃	<1%
S	<3%
Cr ₂ O ₃	0.003-0.007%
Cl	0.19-0.26%
TiO ₂	<3%
F	0.09-0.23%

MnO ₂	<2%
P ₂ O ₅	0.02-0.09%
Na ₂ O+K ₂ O	1-3%

Tabla 1: Composición química de escoria

Fuente:
<https://digital.csic.es/bitstream/10261/55875/1/740.pdf>

Nombres Químicos.

SiO₂: Dióxido de silicio Al₂O₃: Óxido de aluminio CaO: Óxido de calcio
MgO: Óxido de magnesio Fe₂O₃: Óxido de hierro S: Azufre
Cr₂O₃: Óxido de cromo Cl: Cloro TiO₂: Óxido de titanio F: Fluor
MnO₂: Óxido de manganeso P₂O₅: óxido de fósforo
Na₂O+K₂O: óxido de Sodio + Óxido de potasio

El tipo de acero refundido y el proceso de acero utilizado determinan la composición química de la escoria, que puede variar. Sin embargo, para el mismo tipo de acero, la composición química de la escoria de alto horno es muy similar. El coeficiente de variación de SiO₂, CaO y Al₂O₃ es inferior al 2%. Contenido de MgO hasta el 60,5%, contenido de Na₂O KgO hasta el 20%. Los elementos que aparecen como trazas suelen producir las mayores desviaciones.

PET Reciclado (Composición): Uno de los materiales plásticos más populares, el tereftalato de polietileno, o PET para abreviar, se utiliza especialmente en la producción de envases. El tereftalato de polietileno, también conocido como PET, es un tipo de poliéster debido a su composición química. Ácido tereftálico y policondensado de etilenglicol para producirlo.

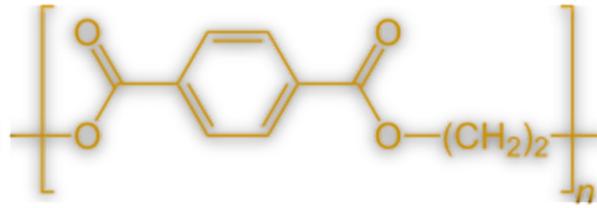


Figura 2

Fuente: Wikipedia

Después de obtener un material, se puede procesar de varias maneras para obtener un producto derivado, que incluye inyección, extrusión, termoformado, moldeo por inyección y soplado y preformas sopladas. Si el material es transparente, debe enfriarse rápidamente después del procesamiento.



Figura 3

Fuente: plástico.com

Las propiedades del PET lo convierten en un material muy adecuado para la fabricación de piezas, textiles y envases (especialmente botellas, platos y tarros).



Figura 4

Fuente: ecologic.com

Características: Entre sus principales características podemos encontrar las siguientes cualidades:

- Excelentes cualidades mecánicas, incluida la resistencia al plegado y al desgaste.
- Excelente barrera al CO₂ y aceptable al oxígeno y la humedad.
- Alta resistencia térmica y química.
- Cristalino y transparente, permitiendo el paso de algunos colorantes.
- Sin peso.
- Todos los materiales reciclables al 100%



Figura 5

Fuente: ecologiaverde.com

Ventajas: Numerosas características del PET son beneficios en sí mismas. Dado que es sencillo ver qué contienen y en qué estado se encuentra, su transparencia y brillo los hacen ideales para el envasado de alimentos, bebidas y envases. Los sólidos y líquidos se pueden mantener en el interior mientras se mantienen lo más frescos posible porque actúa como una barrera para varios gases. Además de ser liviano (los envases de PET están hechos para pesar aproximadamente 20 veces menos que su contenido), también es resistente y flexible. Otro beneficio es la resistencia térmica.

Pavimentos Flexibles: Se le conoce como pavimento flexible a aquel pavimento que puede reflectarse y/o flexionar bajo el peso de los vehículos sobre él. Las carreteras, aceras, estacionamientos y otras áreas con mucho tráfico utilizan con frecuencia este tipo de pavimentación.

Composición: Su composición consiste en una capa de árido recubierta y aglomerada con betún hasta un espesor mínimo de 25 mm, colocada sobre una capa de soporte como puede ser una capa base de pavimento granular, asfalto, hormigón o bloques.

Para su debida aplicación previamente se debe aplicar un riego de las cuales este actúa como unión entre la capa base inferior y la capa asfáltica

Las principales del riego de la capa asfáltica son:

- La superficie sea impermeable.
- Selle cualquier espacio capilar.
- Voltee la superficie y use pegamento para asegurar cualquier partícula suelta.
- Hacer que la superficie sea más duradera.
- Ayudar en el mantenimiento.
- Favorecer la adherencia entre la primera capa de mezcla asfáltica y la capa base.

Capas Que Tiene El Pavimento Flexible: La división de un pavimento en capas sigue un principio económico porque, al determinar el espesor de una capa, nuestro objetivo es darle el espesor mínimo que disminuya las tensiones en la capa debajo

de ella. El proceso de construcción y dos factores clave, la compactación y la humedad, tienen un impacto significativo en la resistencia de las distintas capas. Cuando un material se acomoda incorrectamente, se consolida bajo la influencia de las cargas, lo que conduce a permanentes deformaciones.

Sub-rasante: Pertenece al terreno de cimentación, este suelo que sirve como base al pavimento una vez finalizado el movimiento de tierras y una vez compactado, presenta las secciones transversales y taludes de diseño.

sub-base: Es aquella capa granular que se encuentra en los pavimentos flexibles o rígidos entre la subrasante y la base, y ocasionalmente, especialmente en los pavimentos rígidos, se prescinde de ella, dado que las tensiones en un pavimento disminuyen con la profundidad y las bases y subbases son capas de material pétreo apropiadamente elegidas para transferir las cargas de la capa rodante a la subbase (infraestructura), su colocación dentro de la estructura de un pavimento (superestructura) está determinada por sus propiedades mecánicas individuales

Base: Una subbase o capa de subrasante destinada a soportarla estructura del pavimento, la mayor parte del trabajo realizado por los vehículos se aplica a esta capa, esta capa requiere frecuentemente estabilización, además de compactación para soportar las cargas de tráfico sin deformarse y transmitir las a las capas inferiores de manera efectiva.

Carpeta De Rodadura: Dado que es la capa superior del pavimento y está sujeta al tráfico vehicular durante toda su vida útil, debe ser resistente a la fricción mecánica causada por el tráfico y la intemperie.

Sus propósitos generales son proteger la estructura, impermeabilizar la superficie del pavimento, asegurar la adherencia de los vehículos y que sea liso y continuo.



Figura 6

Fuente: <https://construneic.com>

Funciones Del Pavimento Flexible.

- Evitar que los finos del suelo de la subrasante entren en las capas base utilizando materiales de nivelación que estén relativamente especificados para este propósito.
- Mitigar los perjuicios debido al efecto de las heladas, debiendo especificarse los casos de materiales con alto porcentaje de vacíos.
- Favorece a prevenir la acumulación de líquidos dentro de la estructura del pavimento, en cuyo caso se debe especificar el material de drenaje libre y los colectores para eliminar el agua.
- Proporciona a los equipos de construcción una superficie de trabajo.
- Apoya a las capas estructurales resultantes.

Características del pavimento flexible: El pavimento de asfalto debe ofrecer una superficie rodante suave que sea impermeable a los efectos del clima, el tráfico y otros elementos peligrosos. También debe transmitir a los caminos de terracería la tensión provocada por las cargas del tráfico. Estas son algunas características fundamentales que debe tener un pavimento flexible:

- La demanda de esfuerzos de conservación.
- Distorsión.
- Costo.

- La resistencia de la estructura.
- Estabilidad.
- Confort.

Duración de un Pavimento Flexible: En general, 20 años debería ser la duración ideal. La estrategia de diseño preferida tendrá que sugerir una fase de construcción inicial para pavimentos flexibles que duraría al menos 8 años antes de requerir la adición de una nueva capa. La resistencia estructural de la capa de pavimento aumenta con valores de módulo más altos. La distribución de la carga se sitúa sobre una subbase o suelo de apoyo de mayor tamaño.

III. METODOLOGÍA.

3.1 Tipo Y Diseño De Investigación.

Enfoque De Investigación: “Cuantitativo”.

Sanfeliciano; Alejandro (2023), explica cómo se aborda el carácter secuencial y probatorio de la investigación cuantitativa. Cada etapa precede a la siguiente, por lo que es imposible evitar los diversos pasos de esta. Se trata de probar la hipótesis en términos de probabilidad. Se plantea un problema, se desarrolla una hipótesis, seguida de experimentación, para obtener un análisis de los datos, y finalmente sacar conclusiones. Esto se conoce como el método científico clásico. Sin embargo, la característica principal es que las variables o fenómenos que se estudian pueden cuantificarse o son fácilmente medibles.

Debido a que recopilamos y analizamos datos para resolver nuestros problemas de investigación, nuestra metodología es cuantitativa. Este estudio es cuantitativo porque es posible realizar ensayos y pruebas que siguen un conjunto de pautas y requisitos para producir resultados en un rango de porcentajes.

Tipo De Investigación: “Aplicada”

Alvarez; Aldo (2020) sostiene que, en la investigación aplicada, los investigadores intentan resolver problemas existentes para abordar preguntas de investigación particulares, dicho de otra manera, la investigación aplicada se refiere a la resolución de problemas del mundo real; por lo tanto, para que la investigación sea

factible el tema debe haber sido previamente definido y desarrollado por el investigador.

Este enfoque trata de convertir el conocimiento básico para utilizar nuevas teorías por medio de los estudios realizados en el laboratorio con un estudio que utiliza normas para poder lograr el propósito de la investigación.

Diseño De Investigación: “Cuasiexperimental”.

Curbeira; Domingo, Bravo; María, Morales; Yohanna (2017) definen la investigación experimental como el proceso de exponer a un grupo de entidades o personas a condiciones, estímulos o tratamientos específicos (variables independientes) y observar los efectos o respuestas resultantes (variables dependientes).

La metodología utilizada en este tipo de investigación se caracteriza por ser descriptiva, lo que implica observar cómo se comportan las personas y otros factores sociales mientras se recopilan datos cualitativos y cuantitativos.

El diseño de investigación es cuasiexperimental porque se tiene que aplicar el estímulo a la variable independiente para así poder observar la respuesta de la variable dependiente. Este estudio es experimental porque se manipula las variables independientes para obtener mejores resultados a través de ensayos y pruebas, deliberadamente.

3.2 Variables Y Operacionalización.

Variable Independiente (X1): Escoria.

Definición Conceptual.

Rondón; Hugo, Muniz; Marcio, Reyes; Freddy (2018) aducen que la escoria se crea mediante hornos de oxígeno básico (BOF) y hornos (EAF) que significa horno de arco eléctrico, tienen lugar en algún punto intermedio, la producción de acero oscila entre el 10 y el 15 por ciento del peso total. El proceso de creación de BOF implica agregar oxígeno al hierro fundido que se ha combinado con fundente. chatarra de acero reutilizada y adicional. El hierro se refina utilizando la fusión. en condiciones oxidantes con un fundente, como dolomita o piedra caliza. El silicio y el carbono, dos impurezas de hierro, se oxidan o se combinan químicamente a la escoria.

Definición Operacional.

Esta variable será medida añadiendo escoria en las dosificaciones del 8%, 14% y 23% al material del pavimento flexible.

Indicadores:

- Composición de la escoria.
- Característica de la escoria.
- Propiedades físicas de la escoria.

Escala de medición: De razón

Dimensiones: dosificación.

- 8% de la adición de la escoria en peso
- 14% de la adición de la escoria en peso
- 23% de la adición de la escoria en peso

VARIABLE INDEPENDIENTE (X2): PET reciclado:

Definición conceptual.

Ruggeri; Paula (2023) argumenta que el plástico PET que se ha sometido a un proceso de reciclaje se denomina PET reciclado. Las dos materias primas utilizadas para su elaboración, el etileno y el paraxileno, se derivan del petróleo. Los derivados de los compuestos se someten a una reacción a alta presión y temperatura para crear resina PET en estado amorfo. La resina se convierte en pequeños cilindros blancos conocidos como chips después de cristalizar y polimerizar. El PET reciclado es una lámina termoformable de una sola capa fabricada íntegramente con materiales reciclados.

Definición Operacional.

Esta variable será medida añadiendo PET reciclado en las dosificaciones del 4%, 6% y 8% al material del pavimento flexible.

Indicadores:

- Composición del PET reciclado.
- Característica del PET reciclado.

- Propiedades físicas del PET reciclado.

Escala de medición: De razón

Dimensiones: dosificación.

3% de adición de PET reciclado en peso

6% de adición de PET reciclado en peso

8% de adición de PET reciclado en peso

VARIABLE DEPENDIENTE(Y): Mejoramiento del pavimento flexible.

Definición Conceptual.

Choque; Edson (2021) argumenta que el pavimento flexible es una estructura multicapa compuesta por materiales granulares y asfálticos. Su función principal es distribuir el peso del tráfico en caminos de tierra, también conocidos como subrasante. El pavimento está diseñado con una superficie resiliente que puede sufrir cierta deformación elástica, lo que le permite resistir el impacto del tráfico sin fracturarse. Normalmente, se apoya en dos capas: la base y la subbase. Si bien este tipo de pavimento normalmente consta de una única capa bituminosa, la inclusión u omisión de cualquier capa depende de las demandas específicas de cada proyecto.

Definición Operacional.

Esta variable será medida mediante los ensayos de:

Agregado fino.

- Contenido de humedad.
- Granulometría.
- Peso unitario suelto.
- Peso unitario compactado.
- Gravedad específica.
- Equivalente de arena.

Agregado grueso.

- Contenido de humedad.
- Granulometría.
- Peso unitario suelto.
- Peso unitario compactado.
- Peso específico.
- Abrasión.

Indicadores.

- Resultado de la mejora del pavimento flexible.

Escala de medición: De razón

3.3 Población, Muestra y muestreo.

Población: Lugo; Zara (2018), afirma que una población se define como una colección de casos que comparten muchas características y se ubican en un espacio particular. En muchos casos, el análisis de toda la población no es posible debido al tiempo y los recursos humanos.

Criterios de Inclusión: En esta investigación, la población en estudio de la adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible en la Av. Perú, San Martín de Porres, fue considerado debido a los múltiples agrietamientos encontrados en las vías a lo largo de esta avenida, (las muestras serán obtenidas de la cuadra #27 de la Av. Perú, San Martín de Porres).

Criterios de Exclusión: En los criterios de exclusión no se tomará en cuenta la inclusión de la escoria y PET reciclado en vías que no contengan pavimentos flexibles, además no se tomarán en cuenta los pavimentos flexibles que no se encuentren dentro del perímetro de toda la Av. Perú, esto es solo y exclusivamente para todas las cuadras de esta avenida.

Muestra: Soto, Abanto (2018) argumenta que la muestra es el conjunto de instancias de las que se extrae la muestra se puede considerar como un todo. El uso de plantillas reduce costos y ahorra tiempo. Puede garantizar la exactitud de sus datos con la elección adecuada. Otro factor a tener en cuenta es el requisito de que la población y la muestra sean estadísticamente representativas y relacionadas con la pregunta y el objetivo de la encuesta.

En esta investigación se tomó como referencia el material de pavimento flexible en la cuadra de la Av. Perú, San Martín de Porres, con el único fin de obtener los mejores resultados realizado en laboratorio, el cual constará del estudio de estos pavimentos añadidos con la escoria y el PET reciclado, para luego obtener compararlos y finalmente obtener que pavimento añadido es mejor que el otro.

Muestreo: No Probabilístico.

Este es el proceso por el cual una porción de la población es seleccionada por un parámetro. Este parámetro es una característica general de la población estudiada.

En este trabajo de investigación, se analiza una muestra de prueba por conveniencia. En otras palabras, es poco probable que la muestra se desarrolle mejor, por lo que será difícil que el estudio logre un crecimiento óptimo porque ha sido seleccionada de acuerdo con un criterio predeterminado por los investigadores para poder probarla en el laboratorio. El muestreo se tomará de forma aleatoria.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Hernández; Sandra, Ávila; Danae (2020), exponen que la técnica es un grupo de habilidades e información que se utiliza para abordar problemas del mundo real. Las técnicas para recopilar datos incluyen pasos y tareas que permiten al investigador recopilar los datos que necesita para responder a su pregunta de investigación.

Debido a que los datos necesarios para desarrollar un proyecto de investigación son confiables y seguros, la observación es una técnica que funciona bien para nuestro tema de investigación. Al realizar una investigación observacional también se obtienen resultados de datos reales de hechos o fenómenos que se pueden obtener.

Bussón; Moira (2022.) argumenta que los instrumentos, las pruebas, las encuestas, las escalas de opinión y las listas de verificación son ejemplos de las herramientas utilizadas por los investigadores para recopilar y registrar datos. La técnica se guía por el método; pueden existir diferentes métodos de recopilación de información, pero no todos son válidos como tales. Al realizar una investigación cuantitativa, el investigador puede emplear una variedad de métodos, incluidos cuestionarios, entrevistas grupales, historias de vida y observación.

3.5. Procedimientos.

El grupo realizó esta investigación de la cual describió el proceso a realizar en toda duración de esta tesis, para empezar el grupo tuvo que definir el lugar donde se ubica el pavimento flexible, una vez ubicado el lugar específico, se observó las deficiencias del pavimento flexible en la Av. Perú, y se concluyó que la carpeta asfáltica, capa superior de este pavimento presentaba deficiencias graves de la estructura, por ende se busca mejorar esta capa para su durabilidad con el paso del tiempo por el paso de vehículos ligeros como pesados, el grupo tomó las evidencias fotográficas para su postrer demostración(ver anexos). Por otra parte, los materiales esenciales para la adición al pavimento flexible para la mejora de este que son las escoria y PET reciclado se obtuvieron de manera gratuita, La escoria fue obtenida a través de un integrante del grupo de esta investigación donada por terceros, por otra parte, el PET reciclado se obtuvo mediante la recolección de envases de plásticos(botellas), para luego poder procesarlo mediante el triturado de estos. Cabe precisar que estos materiales se enviaron posteriormente al laboratorio especializado en pruebas relacionadas al campo de la ingeniería civil para la adición de estos al pavimento flexible (muestra patrón), en las pruebas de El ensayo Marshall para permitir desarrollar mejores carreteras. Este método Marshall es una prueba de laboratorio realizado específicamente al diseño de la mezcla asfáltica mediante el análisis de fluencia, estabilidad, vacíos y densidad. Una de las muchas virtudes que tiene el método Marshall es la preponderancia asignada a las propiedades densidad de vacíos del material de la carpeta asfáltica. Previo a esta prueba el experto a cargo del laboratorio tuvo que realizar pruebas que anticipan la eficiencia del pavimento flexible, a continuación, presentaremos las pruebas que se realizó en laboratorio:

Agregado fino(ensayos).

- Contenido de humedad.
- Granulometría.
- Peso unitario suelto.
- Peso unitario compactado.
- Gravedad específica y absorción de los agregados.
- Equivalente de arena.

Agregado grueso(ensayos).

- Contenido de humedad.
- Granulometría.
- Peso unitario suelto.
- Peso unitario compactado.
- Peso específico y absorción de los agregados.
- Abrasión.

Ensayo de pavimento flexible: Para los ensayos del pavimento flexible se realizará el diseño de asfalto por el método Marshall, de las cuales se realizarán 7 muestras, la primera muestra es la mezcla patrón(pavimento flexible), luego tomaremos tres muestras adicionales añadiendo a la mezcla patrón la escoria en dosificaciones del (8%, 14% y 23%) por último añadiremos tres muestras utilizando las mezclas patrón con la adición del PET reciclado en dosificaciones del 4%, 6% y 8%), Y así realizar una comparación de las muestras añadidas con estos compuestos(escoria y PET reciclado) lo que finalmente nos ayudará a determinar que compuesto añadido a la mezcla patrón(Pavimento flexible) es superior al otro.

3.6. Método de Análisis de Datos.

Según Arteaga Gabriel (2020) el método de análisis de datos es una descripción general de una amplia gama de técnicas para organizar, recopilar y modelar datos, centrándose en su uso en la investigación. Describir la cantidad de datos, manipular la estructura de datos, resumir datos, usar imágenes, tablas y gráficos para describir datos, evaluar la variación estadística y la probabilidad y utilizar sistemáticamente métodos estadísticos y lógicos para determinar conocimientos importantes para llegar a conclusiones.

Mediante la elaboración de un mapa conceptual se explicará el método de análisis de datos para esta investigación:

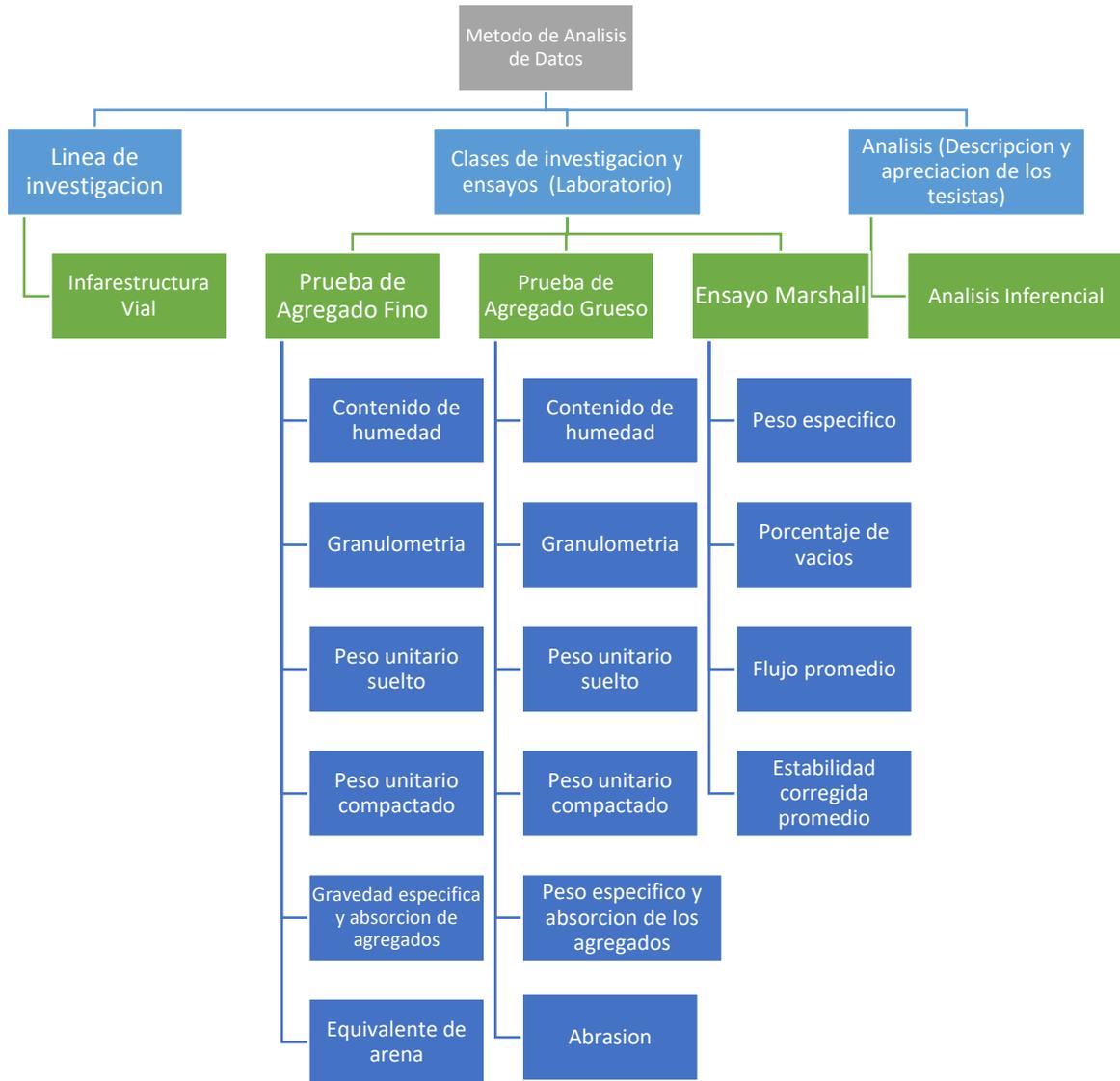


Figura 7

Fuente: Elaboración propia

3.7. Aspectos Éticos.

Según Barroso, P (2020) El aspecto ético es una ciencia filosófica, normativa, teórica y experimental que estudia los aspectos personales y sociales de cada individuo como resultado del comportamiento moral con el objetivo de alcanzar el conocimiento y la honestidad, a menudo se pasa por alto la ética de la investigación porque se trata de garantizar el respeto y la consideración por las personas, lo que se refleja en los elementos del diseño metodológico.

De acuerdo con la Resolución de la Vicerrectoría de Investigación N° 062-2023. VI-UCV, la cual fue aprobada en marzo del año 2023 Esta investigación se apegará a los estándares señalados en la referida resolución, Para obtener, procesar y

analizar los datos obtenidos del pavimento flexible objeto de esta investigación, los investigadores serán responsables y honestos.

En cuanto a la recopilación de datos: los investigadores coinciden en que la información recopilada es un fiel reflejo de la realidad y no ha cambiado. Este trabajo también puede ser fuente de información para libros, revistas indexadas, tesis, etc. Esto se hace con respeto, sean o no relevantes para el tema en estudio. Para la evaluación de datos: la información recopilada se evalúa de manera estructurada y clara. Esta información tiene el certificado apropiado para autenticar estos datos. Después de recopilar y evaluar los datos, se realiza un proceso de interpolación para obtener los resultados.

IV. RESULTADOS.

Ubicación del entorno de estudio.

San Martín de Porres, el segundo distrito más poblado de Lima Metropolitana forma parte de la provincia de Lima y está situado al noroeste del centro de la ciudad. Se ubica entre la margen derecha del río Rímac y la margen izquierda del río Chilón. El distrito comparte su límite norte con Ventanilla y Puente Piedra. Al este colinda con Los Olivos, mientras que al sureste limita con los distritos de Independencia y Rímac. Al sur conecta con Carmen de Legua Reynoso en la provincia constitucional del Callao. Finalmente, al oeste se encuentra el distrito del Callao dentro de la misma región constitucional. La longitud del distrito de San Martín de Porres es de 77 grados 2 minutos 36 segundos al oeste del meridiano de Greenwich, mientras que su latitud es de 12 grados 1 minuto 40 segundos al oeste del ecuador.

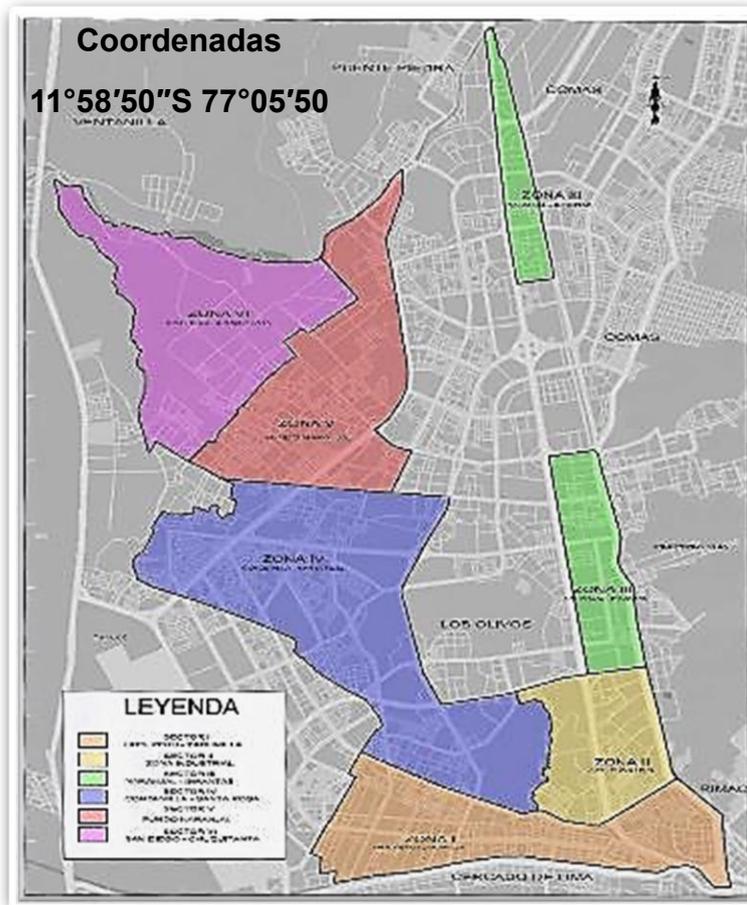


Figura 8

Fuentes:
Wikipedia

Plataforma del
estado peruano.

Nuestra ubicación designada se encuentra dentro de este distrito, específicamente en la Av. Perú, vía que ha sido examinada minuciosamente por los investigadores que realizan este estudio. Esta vía se extiende por más de 30 cuadras, comienza en Jirón Riobamba y cruza con la Avenida Universitaria a través de un bypass elevado antes de concluir en la Avenida Tomás Valle. La Avenida Japón traza un recorrido similar al de la Av. Perú.



Figura 9

Fuente: Google Earth Pro

TRAMO INICIAL (Jr Riobamba y Av. Perú)



Figura 10

Fuente: Google Earth Pro

TRAMO FINAL (Av. Tomás Valle y Av. Perú)



Figura 11

Fuente: Google Earth Pro

Resultados del análisis granulométrico realizado en laboratorio de los agregados finos: Cabe precisar que el trabajo de investigación se centrará básicamente en realizar el diseño del pavimento flexible mediante el ensayo por método Marshall utilizando 7 muestras para determinar los resultados tanto de la muestra patrón (materiales utilizados en el pavimento flexible) como las 6 muestras patrones añadidas con escoria y PET reciclado en múltiples dosificaciones (%), pero también es de suma importancia realizar las pruebas previas al ensayo por método de Marshall que son: contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, peso unitario suelto, peso unitario compacto, peso específico y equivalente de arena, estos ensayos se realizó específicamente para el agregado fino, uno de los principales compuestos para la elaboración del pavimento en estudio.

Empezaremos con el análisis granulométrico, de la cual los resultados se verán en la siguiente tabla.

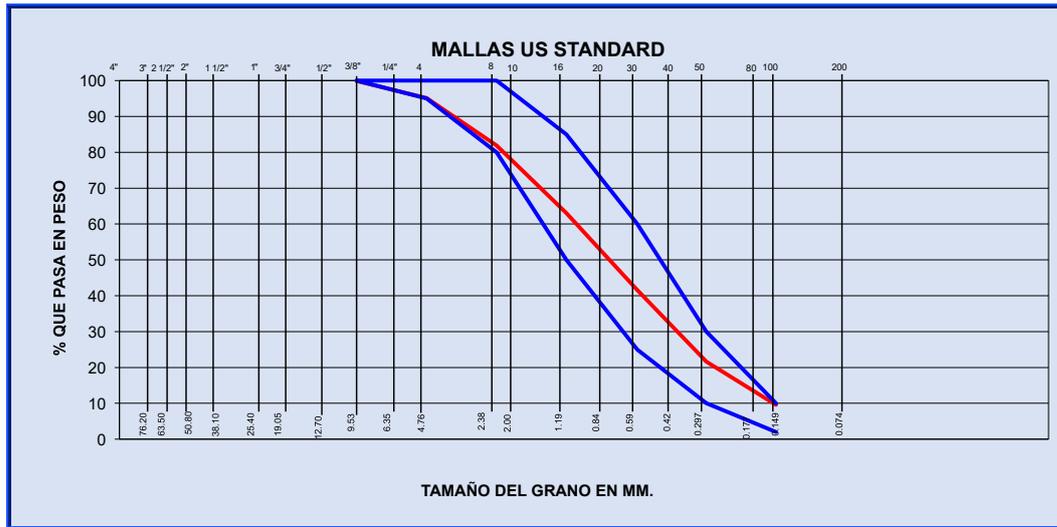


Tabla 2: Gráfico granulométrico agregado fino.

Fuente: Elaboración propia

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						T. MAX.NOM. 3/8"
3/4"	19.050						PESO TOTAL: 500.0 gr
1/2"	12.700				100.0	100	
3/8"	9.525	0.6	0.1	0.1	99.9	100	
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	23.70	4.7	4.9	95.1	95 - 100	MODULO DE FINEZA : 2.87
N° 8	2.380	66.30	13.3	18.1	81.9	80 - 100	
N° 10	2.000						PESO HUMEDO : 1300.0 gr
N° 16	1.190	94.01	18.8	36.9	63.1	50 - 85	PESO SECO : 1286.3 gr
N° 20	0.840						C.H.% 1.07
N° 30	0.590	107.63	21.5	58.4	41.6	25 - 60	
N° 40	0.420						
N° 50	0.297	99.63	19.9	78.4	21.6	10 - 30	
N° 60	0.250						
N° 100	0.149	60.25	12.1	90.4	9.6	2 - 10	
N° 200	0.074	47.87	9.6	100.0	0.0		
PAN		0.01	0.0	100.0	0.0		
TOTAL							

Tabla 3: Tabla granulométrica y contenido de humedad agregado fino.

Fuente: Elaboración propia

En la tabla presentada se observó los resultados del agregado fino(arena) mediante el ensayo granulométrico de las cuales se observó que en la malla de 3/8" hubo un peso retenido del 0.6gr con un porcentaje retenido parcial del 0.1% el mismo porcentaje se da para el retenido acumulativo dando un resultado del porcentaje que pasa del 99%, por otra parte se notó que en el tamiz de 1/4" no se denotó ningún cambio debido a que todo el material fino pasó sin dejar residuos, mientras que en el tamiz #4 tuvo un peso retenido del 23.70gr, retenido parcial del 4.7%, retenido acumulativo del 4.9% arrojando un resultado que pasa del 95.1% resultado que se encuentra dentro de los valores establecidos por norma, añadiendo a los resultados, en el tamiz #8 se denotó un peso retenido del 66.30gr, retenido parcial del 13.3%, retenido acumulativo del 18.1% mientras que el resultado en porcentaje que pasó de todo el material fue del 81.9%, en el tamiz #10 se observaron resultados nulos debido a que el material pasó por completo sin dejar residuos, en el tamiz #16 arrojó un peso retenido del 94.01gr, retenido parcial 18.8%, retenido acumulativo del 36.9%, el porcentaje que pasó fue del 63.1%, en el tamiz #20 no se observó algún resultado, en cambio en el tamiz #30 el peso retenido dejó un resultado del 107.63gr, retenido parcial del 21.5%, retenido acumulativo del 58.4% y finalmente el porcentaje que pasó fue del 41.6%, en el tamiz #40 los resultados fueron nulos debido a la ausencia de material en este tamiz, en el tamiz #50 el peso retenido en gramos fue del 99.63, el retenido parcial en porcentaje del 19.9%, el retenido acumulativo del 78.4% y el porcentaje del material que pasó fue del 21.6%, el tamiz #60 no tuvo resultados de las cuales se pueda realizar alguna descripción, en cambio el tamiz #100 dio un peso retenido de 60.25gr, retenido parcial en porcentaje del 12.1, retenido acumulativo del 90.4% obteniendo el resultado que pasa del 9.6% y finalmente se observó que el tamiz #200 tuvo un peso retenido del 47.87gr, retenido parcial del 9.6%, el retenido acumulativo tuvo el resultado del 100%, el porcentaje que pasa fue del 0.0%, todos los porcentajes del material que pasa dieron valores dentro del rango establecido por norma.

El peso total del material utilizado en el análisis granulométrico fue de 500gr, por otra parte, el peso húmedo fue de 1300.0gr, el peso seco fue 1286.3gr, y por último el contenido de humedad dio el 1.07%, vale precisar que estos resultados no tuvieron ningún porcentaje de pérdida de material en todo el proceso del tamizaje.

AGREGADO FINO					
DATOS DEL ENSAYO					
Peso unitario suelto		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	7876.0	7880.0	7875.0	
Peso del recipiente	(Kg)	3438.0	3438.0	3438.0	
Peso de la muestra	(Kg)	4438.0	4442.0	4437.0	
Volumen	(m ³)	2816.0	2816.0	2816.0	
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1575.99	1577.4	1575.6	1576.3

Tabla 4: Peso unitario suelto.

Fuente: Elaboración propia

Acto seguido se realizó el ensayo de peso unitario suelto de las cuales estos dieron resultados del peso del recipiente, el peso de la muestra, y el peso de los dos juntos, resultados en (kg) y en volumen(m³), con respecto a las 3 muestras observamos que en el resultado del peso unitario suelto no varía considerablemente, según el resultado de la primera, segunda y tercera muestra estos nos dan los siguientes valores: 1575.99kg/m³, 1577.4kg/m³, y 1575.6kg/m³ respectivamente y finalmente se sacó un promedio de estos tres resultados de las cuales tenemos un promedio de 1576.3 kg/m³.

AGREGADO FINO					
DATOS DEL ENSAYO					
Peso unitario compactado.		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	8219.0	8222.0	8218.0	
Peso del recipiente	(Kg)	3438.0	3438.0	3438.0	
Peso de la muestra	(Kg)	4781.0	4784.0	4780.0	
Volumen	(m ³)	2816.0	2816.0	2816.0	
Peso Unitario Compactado	(Kg/m ³)	1697.8	1698.9	1697.4	1698.0

Tabla 5: Peso unitario compactado.

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en los resultados del peso unitario suelto en estos datos se realizó para el ensayo de peso unitario compactado de las cuales estos dieron resultados del peso del recipiente, el peso de la muestra, y el peso de los dos juntos, resultados en (kg) y en volumen(m³), con respecto a las 3 muestras observamos que en el resultado del peso unitario compactado no varía considerablemente, según el resultado de la primera, segunda y tercera muestra estos nos dan los siguientes valores: 1697.8kg/m³, 1698.9kg/m³, y 1697.4kg/m³ respectivamente y finalmente se sacó un promedio de estos tres resultados obteniendo 1698.0kg/m³.

DATOS DEL ENSAYO				
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	702.1	701.6	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1202.1	1201.6	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	1011.2	1011.6	
E	Vol de masa + vol de vacío = C-D (gr)	190.9	190.0	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	493.2	493.3	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	184.1	183.3	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.584	2.596	2.590
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.619	2.632	2.625
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.679	2.691	2.685
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.379	1.358	1.37%

Tabla 6: Gravedad específica y absorción de agregados

Fuente: Elaboración propia

En los siguientes resultados describiremos los datos dados por laboratorio con respecto a la gravedad específica y absorción de los agregados, en las cuales notaremos el peso del material saturado seco (en aire, gramos) obteniendo resultados de las dos muestras de 500.0gr y 500.0gr, por otra parte el peso del material(en agua, gramos) fue de 1011.2gr y 1011.6gr respectivamente, además del volumen de masa más el volumen de vacíos(gr) con resultados de 190.9gr y

190.0gr, el peso material seco en estufa(gr) de 439.2gr y 493.3gr, también el volumen de masa(gr) de 184.1gr y 183.3gr, mientras que el peso específico bruto(Pe bulk) de la base seca tuvo un resultado de 2.584 y 2.596 de las cuales se promedió para tener un resultado de 2.590, el peso específico bruto(Pe bulk) de la base saturada tuvo resultados 2.619 y 2.632 promediando tenemos un resultado de 2.625, en el peso específico aparente(Pe Aparente) de la base seca tuvimos resultados de 2.679 y 2.691 para luego promediarlo y tener un resultado de 2.685, y finalmente se obtuvieron los resultados del porcentaje de absorción de las cuales tuvimos resultados del 1.379% y 1.358% respectivamente, para concluir promediándolos y teniendo el resultado del 1.37%.

DATOS DE LA MUESTRA			
MUESTRA	: M-01		
DATOS DEL ENSAYO			
MUESTRA	01	02	03
HORA DE ENTRADA	09:45	09:47	09:49
HORA DE SALIDA	09:55	09:57	09:59
HORA DE ENTRADA	09:57	09:59	10:01
HORA DE SALIDA	10:17	10:19	10:21
ALTURA DE NIVEL MATERIAL FINO (A)	4.4	4.3	4.4
ALTURA DE NIVEL ARENA (B)	1.5	1.6	1.6
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	34.1%	37.2%	36.4%
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO	O:	35.9%	

Tabla 7: Equivalente de arena.

Fuente: Elaboración propia

Con respecto al resultado del equivalente de arena notamos que se realizaron 3 muestras realizándose en distintos horarios, por otra parte se realizaron dos comparaciones en las cuales se dividió en alturas de niveles de material fino(A) con resultados de las tres muestras del 4.4, 4.3 y 4.4 respectivamente y la altura de

3/8"	9.525	994.0	37.1	86.0	14.0	0	-	15	
1/4"	6.350								
N° 4	4.760	364.0	13.6	99.6	0.4	0	-	5	PESO HUMEDO: 1000.0 gr
N° 8	2.380	4.0	0.1	99.8	0.2				PESO SECO: 996.0 gr
N° 10	2.000								C.H.% 0.40
N° 16	1.190								
N° 20	0.840								
N° 30	0.590								
N° 40	0.420								
N° 50	0.297								
N° 60	0.250								
N° 100	0.149								
N° 200	0.074								
PAN		6.00							
TOTAL		2678.6							

Tabla 9: Tabla granulométrica agregado grueso y contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

Luego de la prueba del ensayo de análisis granulométrico se observó que en el tamiz #3/4" retuvo el 257.6gr del peso total pasado por el tamizaje, el retenido parcial fue del 9.6% el mismo porcentaje se dio para el acumulativo, el porcentaje del material que pasó fue del 90.4%, Mientras que para el tamiz #1/2" se obtuvo un peso retenido de 1053.0gr, mientras que el retenido parcial fue del 39.3%, el retenido acumulativo del 48.9% y el porcentaje que pasó fue del 51.1%, para el tamiz #3/8" el peso retenido fue de 994.0 gr, el retenido parcial del 37.1%, el retenido acumulativo del 86.0%, el contenido que pasa fue el 14.0%, con respecto al tamiz de #1/4" no tuvo resultados, por otro lado el tamiz #4, el peso retenido tuvo un resultado de 364.0gr, el retenido parcial del 13.6%, el retenido acumulativo del 99.6% y el porcentaje que pasa fue del 0.4%, para el tamiz #8 se tuvo un peso retenido de 4.0gr, el retenido parcial del 0.1%, retenido acumulativo del 99.8%, y el porcentaje que pasó fue del 0.2%, vale precisar que todos los resultados del porcentaje que pasaron están dentro del rango normado por la norma del ministerio de transportes y comunicaciones.

El tamaño máximo nominal fue del tamiz #3/4", el peso total utilizado en esta prueba de granulometría fue de 2678.6gr, mientras que el peso húmedo fue de 1000.0gr, el peso seco de 996.0gr y el contenido de humedad del 0.40%.

AGREGADO GRUESO					
DATOS DEL ENSAYO					
Peso unitario suelto		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	26178.0	26190.0	26195.0	
Peso del recipiente	(Kg)	12328.0	12328.0	12328.0	
Peso de la muestra	(Kg)	13850.0	13862.0	13867.0	
Volumen	(m ³)	9396.0	9396.0	9396.0	
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1474.03	1475.3	1475.8	1475.1

Tabla 10: Peso unitario suelto

Fuente: Elaboración propia

Una vez descrito los resultados obtenidos del análisis granulométrico, se describió los resultados del peso unitario suelto de las cuales estos dieron resultados del peso del recipiente, el peso de la muestra, y el peso de los dos juntos, resultados en (kg) y en volumen(m³), con respecto a las 3 muestras observamos que en el resultado del peso unitario suelto no varía considerablemente, según el resultado de la primera, segunda y tercera muestra estos nos dan los siguientes valores: 1474.03kg/m³, 1475.3kg/m³, y 1475.8kg/m³ respectivamente y finalmente se sacó un promedio de estos tres resultados de las cuales tenemos un promedio de 1475.1kg/m³.

AGREGADO GRUESO					
DATOS DEL ENSAYO					
Peso unitario compactado		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	27458.0	27471.0	27459.0	
Peso del recipiente	(Kg)	12328.0	12328.0	12328.0	
Peso de la muestra	(Kg)	15130.0	15143.0	15131.0	
Volumen	(m ³)	9396.0	9396.0	9396.0	
Peso Unitario Compactado	(Kg/m ³)	1610.3	1611.6	1610.4	1610.8

Tabla 11: Peso unitario compactado

Fuente: Elaboración propia

Al igual que en los resultados del peso unitario suelto en estos datos se realizó para el ensayo de peso unitario compactado de las cuales estos dieron resultados del peso del recipiente, el peso de la muestra, y el peso de los dos juntos, resultados en (kg) y en volumen(m³), con respecto a las 3 muestras observamos que en el resultado del peso unitario compactado no varía considerablemente, según el resultado de la primera, segunda y tercera muestra estos nos dan los siguientes valores: 1610.3kg/m³, 1611.6kg/m³, y 1610.4kg/m³ respectivamente y finalmente se sacó un promedio de estos tres resultados obteniendo 1610.8kg/m³.

DATOS DEL ENSAYO				
A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1306.8	1421.3	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	815	864	
C	Vol. de masa + vol de vacíos = A-B (gr)	491.8	557.3	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1298	1412.0	
E	Vol. de masa = C- (A - D) (gr)	497.0	548.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.64	2.53	2.586
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.66	2.55	2.604
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.61	2.58	2.594
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.68	0.66	0.67%

Tabla 12: Peso específico y absorción de agregados

Fuente: Elaboración propia

En los siguientes resultados describiremos los datos dados por laboratorio con respecto al peso específico y absorción de los agregados, en las cuales notaremos el peso del material saturado seco (en aire, gramos) obteniendo resultados de las dos muestras de 1306.8gr y 1421gr, por otra parte el peso del material saturado seco (en agua, gramos) fue de 815gr y 864gr respectivamente, además del volumen de masa más el volumen de vacíos(gr) con resultados de 491.8gr y 557.3gr, el peso material seco en estufa(gr) de 1298gr y 1412.0gr, también el volumen de masa(gr) de 497.0gr y 548.0gr, mientras que el peso específico bruto(Pe bulk) de la base seca tuvo un resultado de 2.64 y 2.53 de las cuales se promedió para tener un resultado de 2.586, también el volumen de masa(gr) de

497.0gr y 548.0gr, el peso específico bruto (Pe bulk) de la base saturada tuvo resultados 2.66 y 2.55 promediando tenemos un resultado de 2.604, en el peso específico aparente (Pe Aparente) de la base seca tuvimos resultados de 2.61 y 2.58 para luego promediarlo y tener un resultado de 2.594, y finalmente se obtuvieron los resultados del porcentaje de absorción de las cuales tuvimos resultados del 0.68% y 0.66% respectivamente, para concluir promediándolos y teniendo el resultado del 0.67%.

DATOS DEL ENSAYO		
	TAMIZ	MÉTODO B
PASA	RETIENE	
3"	2 1/2"	
2 1/2"	2"	
2"	1 1/2"	
1 1/2"	1"	
1"	3/4"	
3/4"	1/2"	2500
1/2"	3/8"	2500
3/8"	1/4"	
1/4"	No 4	
PESO TOTAL		5000
PESO RETENIDO EN TAMIZ N°12		3948
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		1052
N° DE ESFERAS		11
PESO DE LAS ESFERAS		4594
% DE DESGASTE		21.0

Tabla 13: Ensayo de abrasión Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos de este ensayo se realizaron mediante el denominado ensayo de abrasión (Máquina de los Ángeles) de las cuales tenemos dos tamices, en una de ellas pasa el material mientras que en el otro lo retiene es por ellos que describiremos los siguientes resultados mediante el punto de vista del grupo.

Para comenzar tenemos que destacar que en los tamices del #3 hasta el #3/4" estos materiales no retienen ningún adicional restante del material, a partir del tamiz del #1/2" notamos que este retuvo 2500.0gr de material del agregado grueso, mientras que en el tamiz #3/8" notamos el mismo resultado que se tuvo del #1/2" de 2500.0gr, por ultimo destacamos que en el tamiz #1/4" este no retuvo ningún material del agregado grueso, igualmente se observó en el #4, el peso total utilizado del material del agregado grueso fue de 500.0gr, el peso retenido en el tamiz #12 fue de 3948.0gr y la pérdida del material en el ensayo fue de 1052.0gr

A continuación se presentará los resultados obtenidos en los ensayos realizados del ensayo Marshall, este ensayo nos permitió determinar si la escoria y PET reciclado fueron de ayuda en la mejoría del pavimento flexible para su posible inserción a este, tenemos que precisar que estas pruebas fueron comparadas a la adición de escoria con la muestra patrón original versus la adición del PET reciclado con la muestra patrón original, inicialmente este ensayo analizó la muestra patrón en su estado inicial de mezcla(agregados finos, agregados gruesos, agregados pétreos)

La importancia del ensayo Marshall en la investigación tiene una importante relevancia en el desarrollo de este estudio ya que con este determinaremos la eficiencia de la adición de la escoria y PET reciclado al pavimento flexible(muestra patrón), es por ello que en estos resultados se evaluaron 4 aspectos importantes para la obtención de los resultados dados por el laboratorio(peso específico, porcentajes de vacíos, flujo y estabilidad), los últimos tres nos ayudaron a denotar una eficiencia equivalente o superior con los resultados de la muestra patrón como se muestra a continuación.

Ensayo Marshall (muestra patrón)

MUESTRA 1:	Agregado Grueso
MUESTRA 2:	Escoria de acero/PET reciclado (0%)
MUESTRA 3:	Agregado Fino Cemento Asfáltico: Pen 60/70

	PAVIMENTO FLEXIBLE		PATRÓN	
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm3)		2.368	
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO		4.82	
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)		3.58	
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)		1551	

Tabla 14: Ensayo Marshall muestra patrón

Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 13 de los resultados obtenidos en laboratorio denotaron 4 resultados importantes para la mejora del pavimento flexible, en estos primeros resultados de los 7 entregados por laboratorio se apreció que el ensayo Marshall estudió la muestra patrón (pavimento flexible) de las cuales el peso específico promedio dio un resultado de 2.368 gr/cm³, mientras que el porcentaje de vacíos promedio arrojó un resultado de 4.82%, el flujo promedio de 3.58mm y la estabilidad corregida promedio de 1551kg.

Ensayo Marshall (muestra patrón + escoria añadida en dosificación del 8%)

- MUESTRA 1: Agregado Grueso
MUESTRA 2: Escoria de acero (8%)
MUESTRA 3: Agregado Fino Cemento Asfáltico: Pen 60/70

	%PORCENTAJE DE ESCORIA		8%	
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm3)		2.368	
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO		6.73	
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)		3.50	
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)		1507	

Tabla 15: Ensayo Marshall muestra patrón+8%escoria

Fuente: Elaboración propia

En la tabla numero 14 los resultados del ensayo Marshall denotaron resultados de la muestra patrón, pero a comparación del reporte anterior este tuvo una adición del 8% de escoria de las cuales el peso específico promedio tuvo un valor idéntico al peso específico promedio de la muestra patrón que equivale a 2.368gr/cm³, por otra parte el porcentaje de vacíos promedio ascendió con respecto al resultado predecesor que fue de 6.73%, el flujo descendió a 3.50mm al igual que la estabilidad corregida promedio que obtuvo 1507kg.

Ensayo Marshall (muestra patrón + escoria añadida en dosificación del 14%)

MUESTRA 1: Agregado Grueso
MUESTRA 2: Escoria de acero (14%)
MUESTRA 3: Agregado Fino Cemento Asfáltico: Pen 60/70

	%PORCENTAJE DE ESCORIA		14%	
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm ³)		2.383	
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO		6.50	
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)		3.62	
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)		1864.67	

**Tabla 16: Ensayo Marshall
muestra patrón +14% escoria**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla numero 15 los resultados del ensayo Marshall con adición de escoria al 14% demostraron que el peso específico promedio aumento a 2.383gr/cm³, el porcentaje de vacíos promedio descendió a 6.50%, el flujo promedio ascendió a 3.62mm y finalmente la estabilidad corregida promedio subió a 1864.67kg.

Ensayo Marshall (muestra patrón + escoria añadida en dosificación del 23%)

MUESTRA 1: Agregado Grueso
MUESTRA 2: Escoria de acero (23%)
MUESTRA 3: Agregado Fino Cemento Asfáltico: Pen 60/70

	%PORCENTAJE DE ESCORIA		23%	
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm ³)		2.401	
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO		5.63	
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)		3.92	
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)		1864.67	

**Tabla 17: Ensayo Marshall
muestra patrón +23% escoria**

Fuente: Elaboración propia

En la tabla numero 16 los resultados del ensayo Marshall con adición de escoria al 23% demostraron que el peso específico promedio aumento de acuerdo con su predecesor a 2.401gr/cm³, el porcentaje de vacíos promedio descendió a 5.63%,

el flujo promedio subió a 3.92mm y la estabilidad corregida promedio se sostuvo al igual que su antecesor que fue de 1864.67kg.

	%PORCENTAJE DE ESCORIA	0% (MUESTRA PATRÓN)	+8% (ADICIÓN DE ESCORIA)	+14% (ADICIÓN DE ESCORIA)	+23% (ADICIÓN DE ESCORIA)
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm3)	2.368	2.368	2.383	2.401
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO	4.82	6.73	6.50	5.63
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.58	3.50	3.62	3.92
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1551	1507	1864.67	1864.67

Tabla 18: Tabla comparativa ensayo Marshall muestra patrón +8%, +14%, +23% escoria Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 17 se realizó un cuadro comparativo de los 4 primeros resultados obtenidos por laboratorio concernientes al ensayo Marshall (muestra patrón más adición de escoria al 8%, 14% y 23%).

Ensayo Marshall (muestra patrón + PET reciclado añadida en dosificación del 4%)

- MUESTRA 1: Agregado Grueso
MUESTRA 2: PET reciclado (4%)
MUESTRA 3: Agregado Fino Cemento Asfáltico: Pen 60/70

	%PORCENTAJE DE PET RECICLADO	4%	
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm3)	2.372	
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO	6.63	
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.49	
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1505	

Tabla 19: Ensayo Marshall muestra patrón +4% PET reciclado Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 18 los resultados del ensayo Marshall con la adición del 4% de PET reciclado denotó que el peso específico promedio tuvo un resultado de 2.372gr/m³, una mejora con respecto al resultado del peso específico promedio de la muestra patrón convencional, el porcentaje de vacío promedio aumentó a 6.63%,

el flujo promedio descendió a 3.49mm y la estabilidad corregida promedio descendió a 1505kg.

ENSAYO MARSHALL (MUESTRA PATRÓN+PET RECICLADO AÑADIDA EN DOSIFICACIÓN DEL 6%)

MUESTRA 1: Agregado Grueso
 MUESTRA 2: PET reciclado (6%)
 MUESTRA 3: Agregado Fino Cemento Asfaltico: Pen 60/70

	%PORCENTAJE DE PET RECICLADO		6%	
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm3)		2.388	
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO		6.03	
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)		3.65	
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)		1867.33	

Tabla 20: Ensayo Marshall muestra patrón +6% PET reciclado Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 19 se observó que los resultados del ensayo Marshall con la adición del 6% de PET reciclado a la muestra patrón el peso específico promedio aumento a 2.388gr/cm3, el porcentaje de vacíos promedio bajo a 6.03%, el flujo promedio aumento a 3.65mm y la estabilidad corregida promedio también aumentó a 1867.33kg.

ENSAYO MARSHALL (MUESTRA PATRÓN+PET RECICLADO AÑADIDA EN DOSIFICACIÓN DEL 8%)

MUESTRA 1: Agregado Grueso
 MUESTRA 2: PET reciclado (8%)
 MUESTRA 3: Agregado Fino Cemento Asfaltico: Pen 60/70

	%PORCENTAJE DE PET RECICLADO		8%	
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm3)		2.400	
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO		5.57	
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)		3.93	
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)		1870.00	

Tabla 21: Ensayo Marshall muestra patrón +8% PET reciclado Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 20 se observó que los resultados del ensayo Marshall con la adición del 8% de PET reciclado a la muestra patrón el peso específico promedio aumento a 2.400gr/cm³, el porcentaje de vacíos promedio descendió a 5.57%, el flujo promedio aumento a 3.93mm y la estabilidad corregida promedio también aumentó a 1870.00kg.

	%PORCENTAJE DE ESCORIA	0% (MUESTRA PATRÓN)	+4% (ADICIÓN DE PET RECICLADO)	+6% (ADICIÓN DE PET RECICLADO)	+8% (ADICIÓN DE PET RECICLADO)
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm ³)	2.368	2.372	2.388	2.400
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO	4.82	6.63	6.03	5.57
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.58	3.49	3.65	3.93
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1551	1505	1867.33	1870.00

Tabla 22: Tabla comparativa ensayo Marshall muestra patrón +4%, 6%, 8% PET reciclado

Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 21 se realizó un cuadro comparativo de los 3 últimos resultados obtenidos por laboratorio concernientes al ensayo Marshall (muestra patrón más adición de PET reciclado al 4%, 6% y 8%).

	%PORCENTAJE DE ESCORIA	0% (MUESTRA A PATRÓN)	+8% (ADICIÓN DE ESCORIA)	+4% (ADICIÓN DE PET RECICLADO)	+14% (ADICIÓN DE ESCORIA)	+6% (ADICIÓN DE PET RECICLADO)	+23% (ADICIÓN DE ESCORIA)	+8% (ADICIÓN DE PET RECICLADO)
1	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO (gr/cm ³)	2.368	2.368	2.372	2.383	2.388	2.401	2.400
2	% VACIO (VMT) PROMEDIO	4.82	6.73	6.63	6.50	6.03	5.63	5.57
3	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.58	3.50	3.49	3.62	3.65	3.92	3.93
4	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1551	1507	1505	1864.67	1867.33	1864.67	1870.00

Tabla 23: Tabla comparativa ensayo Marshall muestra patrón +8%, 14%, 23% escoria vs +4%,6%, 8% PET reciclado

Fuente: Elaboración propia

En la tabla número 22 se realizó un cuadro comparativo de los 7 resultados obtenidos por laboratorio concernientes al ensayo Marshall (muestra patrón más adición de escoria al 8%, 14% y 23%) vs (muestra patrón más adición de PET reciclado al 4%, 6% y 8%).

Contrastación de hipótesis: Antes de analizar los resultados dados por el programa SPSS se definirá puntos relevantes de este tema según el punto de vista de algunos autores.

Ochoa, C; Molina M; Ortega, E (2020) argumentan que contrastación o contraste de hipótesis compara dos o más alternativas para cuantificar la probabilidad de que se esperen diferencias entre ellas por casualidad.

Por otra parte, Universidad de Barcelona (2018) define que la contrastación de hipótesis es un procedimiento estadístico que le permite elegir una de dos opciones. Las hipótesis adicionales H0 y H1 se refieren a valores constantes de los parámetros, estos son parámetros de variables aleatorias desconocidas, como la media y la desviación estándar, se utiliza un conjunto de variables $(x)=(x_1, x_2, \dots, x_n)$ para la toma de decisiones. En una muestra de individuos extraídos de esta población y estos valores, como la muestra fue elegida al azar, la estadística es una variable aleatoria, la distribución de probabilidad depende de los valores de los parámetros.

Contrastación de hipótesis: Agregado fino.

¿Las características del agregado fino cumplen con las especificaciones de la norma respectiva para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado?

DATOS DEL ENSAYO							
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						T. MAX.NOM. 3/8"
3/4"	19.050						PESO TOTAL: 500.0 gr

1/2"	12.700				100.0		100	
3/8"	9.525	0.6	0.1	0.1	99.9		100	
1/4"	6.350				99.9		100	
N° 4	4.760	23.70	4.7	4.9	95.1	95	- 100	MODULO DE FINEZA : 2.87
N° 8	2.380	66.30	13.3	18.1	81.9	80	- 100	
N° 10	2.000							PESO HUMEDO : 1300.0 gr
N° 16	1.190	94.01	18.8	36.9	63.1	50	- 85	PESO SECO : 1286.3 gr
N° 20	0.840							C.H.% 1.07
N° 30	0.590	107.63	21.5	58.4	41.6	25	- 60	
N° 40	0.420							
N° 50	0.297	99.63	19.9	78.4	21.6	10	- 30	
N° 60	0.250							
N° 100	0.149	60.25	12.1	90.4	9.6	2	- 10	
N° 200	0.074	47.87	9.6	100.0	0.0			
PAN		0.01	0.0	100.0	0.0			
TOTAL								

Tabla 24: Tabla granulométrica agregado fino. Fuente: Elaboración propia

Nota: Tabla 24 fue tomada de referencia a la tabla 3, ver página 42

Según la norma ASTM C-136 y la Norma Técnica Peruana 400.012 de los agregados finos especifican ciertos parámetros que debe cumplir el ensayo de granulometría, estos ensayos tienen una escala de las cuales los valores obtenidos en laboratorio tienen que estar dentro de los ya mencionados parámetros para así cumplir con los requerimientos de las pruebas dadas por estas normas, como vemos en la tabla superior número 23 transcrita de la tabla número 3 de la página 42, los resultados dados por el laboratorio arrojaron resultados dentro de los parámetros dados por estas normas, por consiguiente estas pruebas si cumple con la primera hipótesis propuesta con anterioridad.

Otros ensayos posteriores al actual especificaron la veracidad de los resultados que observamos en la tabla 24, estos ensayos fueron específicamente basados en las normas correspondientes para su completa y legítima legalidad, el cuadro 24 fue nuevamente publicado con fines argumentativos verídicos para la aceptación de la hipótesis.

Contrastación de hipótesis: Agregado grueso.

¿Las características del agregado grueso cumplen con las especificaciones de la norma respectiva para ser aplicada en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado?

DATOS DEL ENSAYO								
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						HUSO 6	
2 1/2"	63.500							
2"	50.800							
1 1/2"	38.100							
1"	25.400					100	- 100	T. MAX.NOM. 3/4"
3/4"	19.050	257.6	9.6	9.6	90.4	90	- 10	PESO TOTAL: 2678.6 gr
1/2"	12.700	1053.0	39.3	48.9	51.1	30	- 55	
3/8"	9.525	994.0	37.1	86.0	14.0	0	- 15	
1/4"	6.350							
N° 4	4.760	364.0	13.6	99.6	0.4	0	- 5	PESO HUMEDO: 1000.0 gr
N° 8	2.380	4.0	0.1	99.8	0.2			PESO SECO: 996.0 gr
N° 10	2.000							C.H.% 0.40
N° 16	1.190							
N° 20	0.840							
N° 30	0.590							
N° 40	0.420							
N° 50	0.297							
N° 60	0.250							
N° 100	0.149							
N° 200	0.074							
PAN		6.00						
TOTAL		2678.6						

Tabla 25: Tabla granulométrica agregado grueso.

Fuente: Elaboración propia

Nota: Tabla 25 fue tomada de referencia a la tabla 8, ver página 47

Según la norma ASTM C-136 y la Norma Técnica Peruana 400.012 de los agregados gruesos especifican ciertos parámetros que debe cumplir el ensayo de granulometría, estos ensayos tienen una escala de las cuales los valores obtenidos en laboratorio tienen que estar dentro de los ya mencionados parámetros para así cumplir con los requerimientos de las pruebas dadas por estas normas, como vemos en la tabla superior número 25 transcrita de la tabla número 8 de la página 47, los resultados dados por el laboratorio arrojaron resultados dentro de los parámetros dados por estas normas, por consecuente estas pruebas si cumple con la segunda hipótesis propuesta con anterioridad.

Otros ensayos posteriores al actual especificaron la veracidad de los resultados que observamos en la tabla 25, estos ensayos fueron específicamente basados en las normas correspondientes para su completa y legítima legalidad, el cuadro 25 fue

nuevamente publicado con fines argumentativos verídicos para la aceptación de la hipótesis.

Contrastación de hipótesis: Ensayo Marshall.

Antes de describir la contrastación de hipótesis del ensayo Marshall por medio del programa SPSS, definiremos los procesos realizados en el programa.

Según Sánchez, Ciro (2023) expone que la prueba de normalidad se utiliza para determinar si la distribución de los datos sigue una distribución normal. Esto es importante porque muchos procedimientos estadísticos suponen que los datos se distribuyen normalmente y el uso de estos procedimientos con datos no distribuidos normalmente puede producir resultados sesgados o inexactos.

Según el autor describe que existen varios tipos de pruebas de normalidad: Prueba de Kolmogorov Smirnov, prueba de Anderson Darling, prueba de Shapiro Wilk y gráfico de caja.

Para este estudio utilizaremos la prueba de Shapiro Wilk ya que la cantidad de los datos ingresados al programa SPSS son menores o iguales a 50 ($n \leq 50$), mientras que la prueba de Kolmogorov Smirnov los datos ingresados al programa SPSS son mayores a 50 ($n > 50$), como ya se mencionó anteriormente la prueba a realizar que se utilizó es la de Shapiro Wilk debido a la poca cantidad de datos.

Adicionalmente se planteó una hipótesis de las cuales para fines educativos ejemplificamos de la siguiente manera:

Ho: Los datos tienen una distribución normal

Ha: Los datos no tienen una distribución normal.

En esta investigación con esa analogía planteamos la frase a partir de la tercera hipótesis.

Ho: Con el resultado del ensayo Marshall se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible (con respecto al material escoria)

Ha: Con el resultado del ensayo Marshall no se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible (con respecto al material escoria)

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk			
ESCORIA	Estadístico	grado de libertad (G)	Significancia (P)
PORCENTAJE DE VACIOS	0.929	4	0.588
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO	0.859	4	0.256
FLUJO PROMEDIO	0.863	4	0.269
ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO	0.781	4	0.073

Tabla 26 Prueba Shapiro Wilk escoria, Fuente: Elaboración propia. Programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS)

Mediante el programa SPSS se observó que en la tabla número 26 los resultados arrojaron los niveles de significancia(P) del porcentaje de vacíos(0.588), peso específico promedio(0.256), flujo promedio(0.269) y estabilidad promedio(0.073), con estos resultados se denota valores mayores al 0.05 donde el criterio de decisión según la prueba de Shapiro Wilk expone lo siguiente: Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a , Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a , donde en el planteo de las hipótesis de Shapiro Wilk describe que H_0 : los datos tienen una distribución normal y H_a : Los datos no tienen una distribución normal por ende el resultado de la adición de escoria cumple con la formulación de la hipótesis **H_0 : Con el resultado del ensayo Marshall se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible (con respecto al material escoria)**

H_0 : Con el resultado del ensayo Marshall se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible (con respecto al material PET reciclado)

H_a : Con el resultado del ensayo Marshall no se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible (con respecto al material PET reciclado)

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk			
PET RECICLADO	Estadístico	grado de libertad (G)	Significancia (P)
PORCENTAJE DE VACIOS	0.995	4	0.981
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO	0.927	4	0.574
FLUJO PROMEDIO	0.911	4	0.487
ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO	0.786	4	0.080

Tabla 27: Prueba Shapiro Wilk PET reciclado, Programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS) Fuente: Elaboración propia.

Mediante el programa SPSS se observó que en la tabla número 27 los resultados arrojaron los niveles de significancia(P) del porcentaje de vacíos(0.981), peso específico promedio(0.574), flujo promedio(0.487) y estabilidad promedio(0.080), con estos resultados se observó valores mayores al 0.05 donde el criterio de decisión según la prueba de Shapiro Wilk expone lo siguiente: Si $p < 0,05$ rechazamos la H_0 y acepto la H_a , Si $p \geq 0,05$ aceptamos la H_0 y rechazamos la H_a , donde en el planteo de las hipótesis de Shapiro Wilk describe que H_0 : los datos tienen una distribución normal y H_a : Los datos no tienen una distribución normal por ende el resultado de la adición de escoria cumple con la formulación de la hipótesis **H_0 : Con el resultado del ensayo Marshall se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible (con respecto al material PET reciclado)**

H_0 : Con el resultado del ensayo Marshall se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible (con respecto al material escoria vs PET reciclado)

H_a : Con el resultado del ensayo Marshall no se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento (con respecto al material escoria vs PET reciclado)

Tabla comparativa prueba de normalidad de Shapiro-Wilk						
ESCORIA VS PET RECICLADO	Estadístico Escoria	Estadístico PET reciclado	grado de libertad (G) Escoria	grado de libertad (G) PET reciclado	Significancia (P) Escoria	Significancia (P) PET reciclado
PORCENTAJE DE VACIOS	0.929	0.995	4	4	0.588	0.981
PESO ESPECÍFICO PROMEDIO	0.859	0.927	4	4	0.256	0.574
FLUJO PROMEDIO	0.863	0.911	4	4	0.269	0.487
ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO	0.781	0.786	4	4	0.073	0.080

Tabla 28: Prueba Shapiro Wilk Escoria y PET reciclado, Programa Statistical Package for Social Sciences (SPSS)

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla número 28 se observó los resultados dados por el programa SPSS en relación con la adición de escoria y PET reciclado realizándose una comparación, en las cuales denotamos en que el nivel de significancia del PET reciclado en porcentaje de vacíos, peso específico promedio, flujo promedio y estabilidad corregida promedio es mayor al nivel de significancia de la escoria, por ende el resultado de la adición de escoria cumple con la formulación de la hipótesis **H₀: Con el resultado del ensayo Marshall se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible (con respecto al material escoria vs PET reciclado).**

V. DISCUSIÓN

Producto de estudio: Escoria.

En la adición de la escoria al pavimento flexible los autores M; Kasaf, Ca; Prastianto (2020) detallaron que, en su estudio, se utilizaron las especificaciones de Bina Marga de 2018 y el método de prueba de características de Marshall para examinar las propiedades de los agregados de escoria de acero. La escoria de acero utilizada en este estudio se presentó en concentraciones de 0%, 50%, 80% y 100%. Según los hallazgos del estudio, las valiosas propiedades del agregado de escoria cumplieron con los estándares requeridos. El mejor valor de estabilidad fue de 2320,19 kg, la cual se produjo utilizando escoria de acero en el agregado grueso con una variación del 80%. En general, el uso de escoria de acero en lugar de agregados naturales fue una opción para reducir los residuos, también se pudo utilizar escoria de acero como sustituto a algunos materiales utilizados en los pavimentos.

En la investigación de M; Kasaf, Ca; Prastianto (2020) se utilizaron dosificaciones de adición de escoria del 0%, 50%, 80% y 100% a los pavimentos como sustituto a los materiales convencionales tomados en dichos para su elaboración, En la investigación de M; Kasaf, Ca; Prastianto (2020) la estabilidad de fue 2320,19 kg, mientras que la estabilidad corregida promedio obtenida en laboratorio de la adición de escoria en las dosificaciones del 8%, 14% y 23% fueron de 1507kg, 1864.67kg y 1864.67kg respectivamente. Si bien la estabilidad de la sustitución del agregado grueso con la escoria mejoró según los autores en esta investigación, la idea de sustituir la escoria a un material primario no pasó en ningún momento por la idea de los autores que redactaron esta investigación llamada adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible en la Av. Perú 2023,

Para Cosme; Jéssika, Fernández; Gilberto, Fernández, Daniel (2021) argumentaron que las medidas que pretenden dar nuevos usos, ambientalmente sostenibles y económicamente viables a dichos materiales en la construcción, se han visto influidas por la creciente preocupación por reducir el vertido desordenado de residuos en la naturaleza. El uso de áridos de escoria siderúrgica en la pavimentación de carreteras se presenta como un sustituto para disminuir el almacenamiento de este material en los patios industriales y también ayuda a

reducir significativamente el costo de construcción de un pavimento vial flexible. Este estudio se realizó para examinar la viabilidad técnica del uso de escoria de ferroníquel como agregado en una mezcla asfáltica en caliente. Para determinar esto, se realizaron pruebas de las características físicas, químicas, mineralógicas y ambientales de la escoria de ferroníquel.

Los autores Cosme; Jéssika, Fernández; Gilberto, Fernández, Daniel (2021) expusieron sus perspectivas de vista en relación de la adición de la escoria al pavimento flexible como una manera de generar un segundo uso a este producto que normalmente genera contaminación ambiental en los entornos naturales, en nuestra investigación el enfoque parte del mismo punto de vista pero a comparación de los autores nombrados, en esta investigación se optó por utilizar la escoria como un material coadyuvante a la mezcla tradicional utilizada en el pavimento flexible y así aumentar la resistencia, y durabilidad con el pasar del tiempo de las capas superficiales de la Av. Perú en el distrito de San Martín de Porres.

Producto de estudio: PET reciclado.

En la adición de PET reciclado al pavimento flexible los autores Ankit; Dhiman, Nitín; Arora (2021) afirman que la cantidad de tráfico en las carreteras está creciendo de manera desproporcionada en estos días, lo que provoca una serie de defectos en las carreteras, como baches y desmoronamiento del pavimento. Para transferir las cargas de tráfico a la subrasante, una estructura de pavimento tiene diferentes capas. La formación de surcos es uno de los deterioros del pavimento que afecta el desempeño de los pavimentos de las carreteras. Para mejorar el comportamiento de los pavimentos flexibles frente a la formación de surcos, los residuos plásticos son el tipo de material que se utilizó. En los residuos de este estudio se utilizaron botellas plásticas de agua, botellas de bebidas frías, bolsas de polietileno, paquetes de polietileno y discos compactos usados. Este material de desecho limpio y triturado en pequeñas partículas (1-3 cm). Mezclado de partículas con porcentajes variables (3%, 5%, 7%), recubrió adecuadamente con los agregados calientes, el agregado tuvo que alcanzar una temperatura de 170-200°. Junto con el betún caliente, se combinó este árido revestido con residuos plásticos.

Los autores Dhiman, Nitín; Arora (2021) añadieron el PET reciclado al pavimento flexibles en dosificaciones del 3%, 5% y 7% con el objetivo de mejorar el comportamiento de los pavimentos flexibles, en nuestra investigación no se aleja a de objetivo propuesto por ellos, en nuestra investigación el objetivo fue diseñar la carpeta asfáltica con el fin de superar el tiempo de vida que se tiene, comparado con una carpeta asfáltica convencional sin adición de PET reciclado, para así mantener la integridad de la base, capa inferior a la carpeta asfáltica es por ello que las dosificaciones de la adición del PET reciclado al pavimento flexible superaron a las dosificaciones predecesoras de los autores Dhiman, Nitín; Arora (2021) en 1%, con el 4%, 6% y 8% respectivamente.

Los autores Ben Zair; Mohamed, Jakarní; Fauzan, Ratnasamy; Muniandy, Salihuddin; Hassim (2021) afirman que, debido a sus cualidades excepcionales, que se adaptan bien a numerosas aplicaciones de fabricación, el plástico se considera uno de los inventos industriales más importantes de esta época. Los residuos de tereftalato de polietileno (PET) se producen actualmente en cantidades masivas en todo el mundo. Dado que el PET no es biodegradable, este residuo supone un grave riesgo medioambiental. Las características físicas y químicas del PET se discuten en este artículo para respaldar su uso como aditivo y reemplazo de agregados en la creación de mezclas asfálticas. Además, los detalles de la mezcla asfáltica modificada con PET seco y húmedo se cubrieron con suficiente detalle para ayudar a comprender la mezcla. Se investigaron numerosos temas importantes, incluidos los surcos, la sensibilidad a la humedad y la modificación del asfalto para aumentar la resistencia a la fatiga. Estos hallazgos son cruciales para identificar los elementos que mejoran significativamente las propiedades de la mezcla del pavimento. Los resultados demostraron que la inclusión de PET en las mezclas asfálticas produjo resultados muy positivos. El PET mejoró las características mecánicas, la dureza y la sostenibilidad en el tiempo del pavimento. Por último, pero no menos importante, el uso de residuos de PET como aditivo en las mezclas asfálticas podría ser una forma ecológica de deshacerse de los residuos de PET y, al mismo tiempo, crear pavimentos de alta calidad.

Si bien los autores nombrados anteriormente argumentaron que la adición del PET reciclado al pavimento flexible abonaron circunstancialmente a la resistencia, fatiga,

dureza y sostenibilidad de este pavimento, y de una manera de crear un entorno más limpio con la mitigación de los envases plástico, no necesariamente significó que en esta investigación se utilizó el PET reciclado como sustituto a uno de los materiales que conforman la carpeta asfáltica, pues nuestro enfoque cambiaría, pero en nuestra investigación como en el de los autores Ben Zair; Mohamed, Jakarní; Fauzan, Ratnasamy; Muniandy, Salihuddin; Hassim (2021), tuvimos la misma noción de como poder tener un enfoque social como ambiental pero con distintas perspectivas, el fin de esta investigación fue aumentar la resistencia y durabilidad con el pasar del tiempo de las capas superficiales de la Av. Perú en el distrito de San Martín de Porres.

VI. CONCLUSIONES

1. Para el objetivo general: evaluar la influencia de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible se concluyó que la adición de la escoria y el PET reciclado en las dosificaciones altas del 23% de escoria(1864.67kg) y 8% de PET reciclado(1870.00kg) obtuvo resultados superiores con respecto a la muestra patrón(1551kg) en la prueba llamada estabilidad corregida promedio, resultados alentadores para el uso de estos en los pavimentos flexibles.
2. En cuanto al primer objetivo específico: determinar las características del agregado fino para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado, se concluyó que el agregado fino tuvo cualidades optimas como primer material fundamental en el diseño de la carpeta asfáltica, pasando por las pruebas de: contenido de humedad, granulometría, peso unitario suelto. peso unitario compactado, peso específico y equivalente de arena, características indispensables satisfactorias bajo las normas dadas en el país.
3. Mientras que para el segundo objetivo específico: determinar las características del agregado grueso para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado, se concluyó que el agregado grueso tuvo propiedades optimas como segundo material fundamental en el diseño de la carpeta asfáltica, de las cuales se realizaron las pruebas de: contenido de humedad, granulometría peso unitario suelto. peso unitario compactado, peso específico y abrasión, características indispensables satisfactorias bajo las normas dadas en el país.
4. Por último, para el tercer objetivo específico: realizar el ensayo Marshall con adición de escoria y PET reciclado, se concluyó que los ensayos Marshall con adición de escoria y PET reciclado tuvieron resultados aceptables en relación a las normas descritas anteriormente, estos resultados superaron los valores que son óptimos para su uso como compuestos coadyuvante a la muestra patrón (pavimento flexible), en el peso específico promedio, porcentaje de vacíos, flujo promedio y estabilidad corregida promedio.
5. Como apreciación final en cuanto a los resultados del ensayo Marshall de la adición de escoria y PET reciclado a la mezcla de carpeta asfáltica se

concluyó que los resultados del PET reciclado superaron a los resultados de la escoria, estos dos compuestos a la vez superaron los resultados obtenidos de la muestra patrón, en síntesis, los autores de esta investigación determinaron que el PET reciclado tuvo mejores resultados con respecto a la escoria.

VII. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda añadir la escoria y/o PET reciclado al material de la carpeta asfáltica en el pavimento flexible como materiales coadyuvantes no sustituyente para la mejora de este, en adiciones mayores descritas en esta investigación, ya que los antecedentes de los autores citados en esta investigación respaldan la adición de estos compuestos.
2. En cuanto al agregado fino, primer compuesto utilizado en la elaboración de la carpeta asfáltica se recomienda comprar el material en canteras y/o ferreterías que provengan de lugares cercanos a las costas(playas), y así puedan pasar las pruebas de laboratorios de manera satisfactoria cumpliendo las normas dadas por las normas nacionales.
3. Con respecto al agregado grueso, segundo compuesto utilizado en la elaboración de la carpeta asfáltica también se recomienda adquirir el material en canteras y/o ferreterías que no provengan de lugares cercanos a las costas sino a las canteras cercanas a las riberas de ríos ya que denotaron que estos agregados presentaron cualidades y características superiores para que así puedan pasar las pruebas de laboratorios de manera satisfactoria cumpliendo las normas dadas por las normas nacionales.
4. Finalmente se recomienda realizar el ensayo Marshall con la adición de escoria y PET reciclado siguiendo los lineamientos que la norma del país exige, realizándolo con antelación de tiempo no menor a 1 mes, debido a que este ensayo requiere un tiempo prudente para su procesamiento y resultados de dicho ensayo.

REFERENCIAS.

Alvarez, Aldo. Clasificación de las investigaciones. Repositorio Institucional ULima (2020) [en línea]. Disponible en: [https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Académica%20%20\(18.04.2021\)%20-%20Clasificación%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4](https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/10818/Nota%20Académica%20%20(18.04.2021)%20-%20Clasificación%20de%20Investigaciones.pdf?sequence=4)

Arteaga, G. (2020). ¿Qué es el análisis de datos? Métodos, técnicas y herramientas -TestSiteForMe. Disponible en: <https://www.testsiteforme.com/tecnica-de-procesamiento-y-analisis-de-datos/>

Baque, B. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. Disponible en: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiMt5b8htSCAxUKH7kGHVgxDAkQFnoECB4QAQ&url=https%3A%2F%2Fdialnet.unirioja.es%2Fdescarga%2Farticulo%2F7398457.pdf&usq=A0vVaw0CXk4ZGsVSKvYja0y0bbUD&opi=89978449>

Barroso, P. (2020). 5Definiciones de ética y moral de diferentes autores. www.periodicodigitalgratis.com. Disponible en: <https://www.periodicodigitalgratis.com/13775/5-definiciones-de-etica-y-moral-dediferentes-autores-con131873>

BUSSÓN, Moira. Resumen de Instrumentos de recolección de datos (Sampieri) (2022) [en línea]. [consultado el 20 de junio de 2023]. Disponible en: <https://filadd.com/doc/instrumentos-de-recoleccion-de-datos-pdf>

BOSURGI G., CELAURO C., PELLEGINO O., RUGGERI A., SOLLAZZO G. [en línea]. Italia: Comparaciones de rendimiento mecánico y ambiental de capas de rodadura de pavimento asfáltico mejorado con agregados de alta calidad, escorias de acero y compuestos poliméricos. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061823009650>

CABRERA, A., I. ESCALANTE y Borges CASTRO. Resistencia a la compresión de concretos con escoria de alto horno. Estado del arte re-visitado (2017) [en línea]. [consultado el 23 de junio de 2023]. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-68352016000100064

COSME J., FERNANDEZ G., FERNANDEZ D. [en línea]. Brasil: Utilización de ferroníquel escoria en mezcla asfáltica en caliente. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85099716926&origin=resultlist&sort=plf-f&src=s&st1=Addition+of+slag+in+flexible+pavement&sid=e652d22a232c4fc993f20a87feedfb76&sot=b&sdt=b&sl=52&s=TITLE-ABS-KEY%28Addition+of+slag+in+flexible+pavement%29&relpos=2&citeCnt=2&searchTerm=>

Curbeira Hernández, D., Bravo Estévez, M. L., & Morales Díaz, Y. C. (2017). Diseño cuasi experimental para la formación de habilidades profesionales. Universidad y Sociedad, 9(5), 24-34. Recuperado de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/download/707/808/>

CHEN K., WU D., YI M., CAI Q., ZHANG Z. [en línea]. China: Propiedades mecánicas y de durabilidad del metacaolín mezclado con morteros geopoliméricos de escoria utilizados para la reparación de pavimentos. [Fecha de consulta: 21 de

abril de 2023]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061821003263>

Dhiman A., Arora N. [en línea]. India: Mejora de la resistencia a la formación de surcos en la estructura de pavimento flexible mediante el uso de residuos plásticos. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2023]. Disponible en:
<https://www.proquest.com/docview/2607348033/4BB2BD6B9D474542PQ/38>

Fuentes, J. (2019). PAVIMENTOS RÍGIDOS Y FLEXIBLES. LinkedIn [consultado el 27 de septiembre de 2023] Disponible en:
<https://es.linkedin.com/pulse/pavimentos-rigidos-y-flexibles-jhoaldo-fuentes-carranza>

GIORDANI, Claudio y Diego LEONE. Pavimentos. UTN - Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Rosario [en línea]. [consultado el 23 de junio de 2023]. Disponible en:
https://www.frro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_ano/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf

Hernández, Sandra y Danae Ávila. técnicas e instrumentos de recolección de datos. REPOSITORIO ACADEMICO DIGITAL (2020) [en línea]. [consultado el 20 de junio de 2023]. Disponible en:
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/article/download/6019/7678>

Jianmin Ma, Hanwalle Mc Nawarathna, Simón Am Hesp. [en línea]. China: Sobre el uso sostenible de plásticos reciclados en pavimentos asfálticos flexibles. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2023]. Disponible en:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622016882>

Kasaf M., Prastianto Ca. [en línea]. Indonesia: Análisis del uso del acero escoria como reemplazo del agregado natural en la mezcla de la capa de ligante de asfalto y hormigón (AC-BC) caliente. [Fecha de consulta: 21 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85096869022&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=Addition+of+slag+in+flexible+pavement&sid=e652d22a232c4fc993f20a87feedfb76&sot=b&sdt=b&sl=52&s=TITLE-ABS-KEY%28Addition+of+slag+in+flexible+pavement%29&relpos=3&citeCnt=1&searchTerm=>

MA, Yuetan et al. Potential Alternative to Styrene–Butadiene–Styrene for Asphalt Modification Using Recycled Rubber–Plastic Blends. *Journal of Materials in Civil Engineering* [en línea]. 2021, **33**(12), 04021341 [consultado el 23 de junio de 2023]. ISSN 1943-5533. Disponible en: <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29MT.1943-5533.0003946>

MOHAMED B., et. al. [en línea]. Malasia: Una breve revisión: aplicación de tereftalato de polietileno reciclado en el refuerzo de pavimentos asfálticos. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2484222683/2534792235D84967PQ/13>

MOVILA-QUESADA D., RAPOSEIRAS A., OLAVARRIA J. [en línea]. Chile: Efectos del tereftalato de polietileno reciclado (PET) sobre la rigidez de las mezclas asfálticas calientes. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85062591691&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=recycled+pet+in+flexible+pavement&sid=e863bad6414e07ccb5a7915f6a233a00&sot=b&sdt=b&sl=48&s=TITLE-ABS-KEY%28recycled+pet+in+flexible+pavement%29&relpos=6&citeCnt=13&searchTerm=>

Ochoa Sangrador, C., Molina Arias, M., & Ortega Páez, E. (2020, 26 de abril). *Inferencia estadística: contraste de hipótesis*. Disponible en:

<https://evidenciasenpediatria.es/articulo/7537/inferencia-estadistica-contraste-de-hipotesis>

PUERTAS, F. Escorias de alto horno: composición y comportamiento hidráulico. Home | DIGITAL.CSIC [en línea]. consultado el 23 de junio de 2023]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/55875/1/740.pdf>

Rondón; Hugo, Muniz; Marcio, Reyes; Freddy (2018) Uso de escorias de alto horno y acero en mezclas asfálticas. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rium/v17n33/1692-3324-rium-17-33-71.pdf>

Rojas, Manuel, Iván Otálvaro Y Javier Pérez. Uso de las escorias de horno de arco eléctrico (EHAE) en la construcción - estado del arte. Sistema de Información Científica Redalyc, Red de Revistas Científicas (2020) [en línea]. [consultado el 22 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5537/553770380005/>

RUGGERI, Paula. ¿QUÉ ES EL PET Y COMO SE RECICLA? | Espacio Sustentable. Espacio Sustentable | Formando Lideres Ambientales (2023) [en línea]. [consultado el 20 de junio de 2023]. Disponible en: <https://espaciosustentable.com/que-es-el-pet-y-como-se-recicla/>

Sánchez, Ciro. (2023). *Las pruebas de normalidad*. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/366922523_Las_pruebas_de_normalidad.

Sanfeliciano, Alejandro. La investigación cualitativa y cuantitativa. La Mente es Maravillosa (2023) [en línea]. Disponible en: <https://lamenteesmaravillosa.com/disenos-de-investigacion-enfoque-cualitativo-y-cuantitativo/>

SEEFELDT, Jordan. La Importancia de las escorias metalúrgicas y su evaluación. Ciencia Acelerada (2020) [en línea]. [consultado el 23 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.thermofisher.com/blog/cienciaacelerada/metales/identificacion-positiva-de-materiales/la-importancia-de-las-escorias-metalurgicas-y-su-evaluacion/>

Saucedo, Jhon, Jorge Atoche Y Sócrates Muñoz. Uso de los agregados PET en la elaboración del concreto: revisión de la literatura (2021) [en línea]. Disponible en: https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/6942/6996#content_citation_reference_2

Soto Abanto, S. E. (2018). ¿Qué tipo de muestreo se debe utilizar en una tesis? Recuperado de: <https://tesisciencia.com/2018/08/29/muestreo-muestra-tesis>

Pavimentos Flexibles. Civil Ingeniero [en línea]. [consultado el 22 de junio de 2023]. Disponible en: <https://civilingeniero.blogspot.com/2013/10/pavimentos-flexibles.html>

COLABORADORES DE LOS PROYECTOS WIKIMEDIA. Distrito de San Martín de Porres - Wikipedia, la enciclopedia libre. Wikipedia, la enciclopedia libre [en línea]. 5 de noviembre de 2004 [consultado el 17 de septiembre de 2023]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_San_Martín_de_Porres

COLABORADORES DE LOS PROYECTOS WIKIMEDIA. Avenida Perú (Lima) - Wikipedia, la enciclopedia libre. *Wikipedia, la enciclopedia libre* [en línea]. 26 de marzo de 2021 [consultado el 17 de septiembre de 2023]. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Avenida_Perú_\(Lima\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Avenida_Perú_(Lima))

Universidad de Barcelona. (2018). Dipòsit Digital de la Universitat de Barcelona: Home. Disponible en: <https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/117643/1/Phipotesis-apuntes1718-DD.pdf>

Ubicación, historia y símbolos del distrito de San Martín de Porres. Plataforma del Estado Peruano [en línea]. [consultado el 17 de septiembre de 2023]. Disponible en: <https://www.gob.pe/16450-ubicacion-historia-y-simbolos-del-distrito-de-san-martin-de-porres>

Pavimento Flexible. CONSTRUNEIC (2022) [en línea]. [consultado el 22 de junio de 2023]. Disponible en: <https://construneic.com/pavimentos/pavimento-flexible/>

Pavimento flexible la importancia - 1116 Palabras | Monografías Plus. Monografías.com - Tesis, Documentos, Publicaciones y Recursos Educativos. [en línea]. [consultado el 22 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.monografias.com/docs/Pavimento-flexible-la-importancia-F3TYBV7VP2A5>

ZHANG S. et al. [en línea]. China: Preparación de metilsilicato de potasio mono componente activado con álcali escoria material de lechada y su efecto sobre las propiedades de adherencia del pavimento semiflexible. [Fecha de consulta: 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2->

[s2.0-85144814410&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+slag&sid=937cbee29d03fc60ed9aded62e1b8f7d&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+slag%29&relpos=1&citeCnt=0&searchTerm=#abstract](https://www.researchgate.net/publication/352085144/figure/fig1/figure-pdf/35208514410&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&st1=flexible+pavement+slag&sid=937cbee29d03fc60ed9aded62e1b8f7d&sot=b&sdt=b&sl=37&s=TITLE-ABS-KEY%28flexible+pavement+slag%29&relpos=1&citeCnt=0&searchTerm=#abstract)

Tereftalato de polietileno: ¿Qué es?, Usos y Propiedades. Empresa de Envases - Envaselia [en línea]. [consultado el 22 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.ensavelia.com/blog/tereftalato-de-polietileno-id12.htm#:~:text=Por%20su%20composici3n%20qu3mica,%20el,3cido%20tereft3lico%20y%20el%20etilenglicol.>

Reciclaje del PET - ¿Cómo se recicla y reusa el PET? | Ecoologic. Envases Ecológicos y Biodegradables | Comprar online en ECOOLOGIC [en línea]. [consultado el 23 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.ecoologic.com/reciclaje-de-pet>

rPET: todo sobre el PET reciclado - Areyour. Areyour [en línea]. [consultado el 23 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.areyour.org/es/2022/05/19/rpet-todo-sobre-el-pet-reciclado/>

ANEXOS

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO: Adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín De Porres, Lima-2023

Autores: Oro Caro Cristina - Vera Ramirez Brando Martín

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA/NIVELES DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE(X1):</p> <p>Escoria: Rondón; Hugo, Muniz; Marcio, Reyes; Freddy (2018) aducen que la escoria se crea mediante hornos de oxígeno básico (BOF) y hornos (EAF) que significa horno de arco eléctrico, tienen lugar en algún punto intermedio, la producción de acero oscila entre el 10 y el 15 por ciento del peso total. El proceso de creación de BOF implica agregar oxígeno al hierro fundido que se ha combinado con fundente, chatarra de acero reutilizada y adicional. El hierro se refina utilizando la fusión, en condiciones oxidantes con un fundente, como dolomita o piedra caliza. El silicio y el carbono, dos impurezas de hierro, se oxidan o se combinan químicamente a la escoria.</p>	<p>En el estudio de investigación se definió a la adición de la escoria como un compuesto coadyuvante para la mejora del pavimento flexible en el distrito de San Martín de Porres, cabe recalcar que las proporciones que se utilizarán en este estudio añadiendo la escoria serán del 8%, 14% y 23%, estos porcentajes fueron deducidos por los integrantes del grupo obtenidos a partir del análisis de otras investigaciones, se superaron los porcentajes de estas investigaciones analizadas para obtener resultados superiores al momento de añadir este compuesto al pavimento flexible.</p>	DOSIFICACIÓN DE LA ESCORIA	<p>8% de adición de la escoria en volumen</p> <p>14% de adición de la escoria en volumen</p> <p>23% de la adición de la escoria en volumen</p>	DE RAZÓN
	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE(X2):</p> <p>PET reciclado: Ruggeri; Paula (2023) argumenta que el plástico PET que se ha sometido a un proceso de reciclaje se denomina PET reciclado. Las dos materias primas utilizadas para su elaboración, el etileno y el paraxileno, se derivan del petróleo. Los derivados de los compuestos se someten a una reacción a alta presión y temperatura para crear resina PET en estado amorfo. La resina se convierte en pequeños cilindros blancos conocidos como chips después de cristalizar y polimerizar. El PET reciclado es una lámina termoformable de una sola capa fabricada íntegramente con materiales reciclados.</p>	<p>En el estudio de investigación también se definió a la adición del PET reciclado como otro compuesto coadyudante para la mejora del pavimento flexible en el distrito de San Martín de Porres, cabe recalcar que las proporciones que se utilizarán en este estudio añadiendo el PET reciclado serán del 4%, 6% y 8%, estos porcentajes fueron deducidos por los integrantes del grupo obtenidos a partir del análisis de otras investigaciones, se aumentaron los porcentajes de estas investigaciones analizadas para obtener resultados superiores a lo de los estudios predecesores para así poder determinar la mejora de este pavimento.</p>	DOSIFICACIÓN DEL PET RECICLADO	<p>3% de adición de PET reciclado en volumen.</p> <p>6% de adición de PET reciclado en volumen</p> <p>8% de adición de PET reciclado en volumen</p>	
DEPENDIENTE	<p>VARIABLE DEPENDIENTE(Y):</p> <p>Mejoramiento del pavimento flexible: Choque; Edson (2021) Argumente que el pavimento flexible es una estructura formada por muchas capas de materiales granulares y asfálticos, y sirve para transferir la presión del tráfico a los caminos de terracería (también conocidos como caminos de terracería). El pavimento tiene una superficie de rodadura constante que permite cierta deformación elástica al mismo tiempo que le permite soportar la acción del tráfico sin romperse.</p> <p>Suele estar soportado por dos capas flexibles, la base y la subbase, este tipo de pavimento está formado por una capa bituminosa. Sin embargo, cualquiera de estas capas puede ser saltada dependiendo de los requerimientos particulares de cada obra.</p>	<p>Mediante la mejora del pavimento flexible analizaremos la resistencia de estos a través de la adición de la escoria añadiendo porcentajes progresivos a la mezcla asfáltica estos porcentajes son el 8%, 14% y 23% respectivamente, además se realizará otra prueba añadiendo el PET reciclado a la mezcla en porcentajes progresivos del 4%, 6% y 8% respectivamente, para acto seguido realizar una comparación de estos dos compuestos añadidos al pavimento flexible, finalmente se concluirá cual de estos dos compuesto es el óptimo para un eventual uso en futuras pavimentaciones.</p>	Agregado fino	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de humedad • Granulometría • Peso unitario suelto • Peso unitario compactado • Gravedad específica • Equivalente de arena 	DE RAZÓN
			Agregado grueso	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de humedad • Granulometría • Peso unitario suelto • Peso unitario compactado • Peso específico • Abrasión 	
			Diseño de Pavimento Flexible	Ensayo de Marshall	

Tabla 29: Matriz de operacionalización de variables

Fuente: Elaboración propia

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: Adición de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín De Porres, Lima-2023 Autores: Oro Caro Cristina - Vera Ramirez Brando Martín

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Problema General:	Objetivo general:	Hipótesis general:	Variable Independiente (X1) Escoria	Dosificación	8% (adición en peso) 14% (adición en peso) 23% (adición en peso)	Balanza de precisión
¿Cuál es la influencia de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023?	Evaluar la influencia de escoria y PET reciclado para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023.	La adición de escoria y PET reciclado mejoran las propiedades del pavimento flexible, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023.				
Problemas Específicos:	Objetivos Específicos:	Hipótesis Específicas:	Variable Independiente(X2) PET reciclado	Dosificación	3% (adición en peso) 6% (adición en peso) 8% (adición en peso)	Ficha de recolección de datos
¿Cuáles son las características del agregado fino para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023?	Determinar las características del agregado fino para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima2023	Las características del agregado fino cumplen con las especificaciones de la norma respectiva para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima2023				
¿Cuáles son las características del agregado grueso para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023?	Determinar las características del agregado grueso para ser aplicado en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023	Las características del agregado grueso cumplen con las especificaciones de la norma respectiva para ser aplicada en pavimento flexible con adición de escoria y PET reciclado, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima2023	Variable Dependiente (Y) Mejoramiento del pavimento flexible	Agregado fino	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de humedad • Granulometría • Peso unitario suelto • Peso unitario compactado • Gravedad específica • Equivalente de arena 	Ficha de recopilación de datos
				Agregado grueso	<ul style="list-style-type: none"> • Contenido de humedad • Granulometría • Peso unitario suelto • Peso unitario compactado • Peso específico • Abrasión 	
¿Cuál será el resultado del ensayo Marshall con adición de escoria y PET reciclado, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima2023?	Realizar el ensayo Marshall con adición de escoria y PET reciclado, Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023	Con el resultado del ensayo Marshall se obtuvo la dosificación óptima para el mejoramiento del pavimento flexible Av. Perú, San Martín de Porres, Lima-2023		Diseño de pavimento flexible	Ensayo de Marshall	

Tabla 30: Matriz de consistencia.

Fuente: Elaboración propia

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Antes de las pruebas de laboratorio

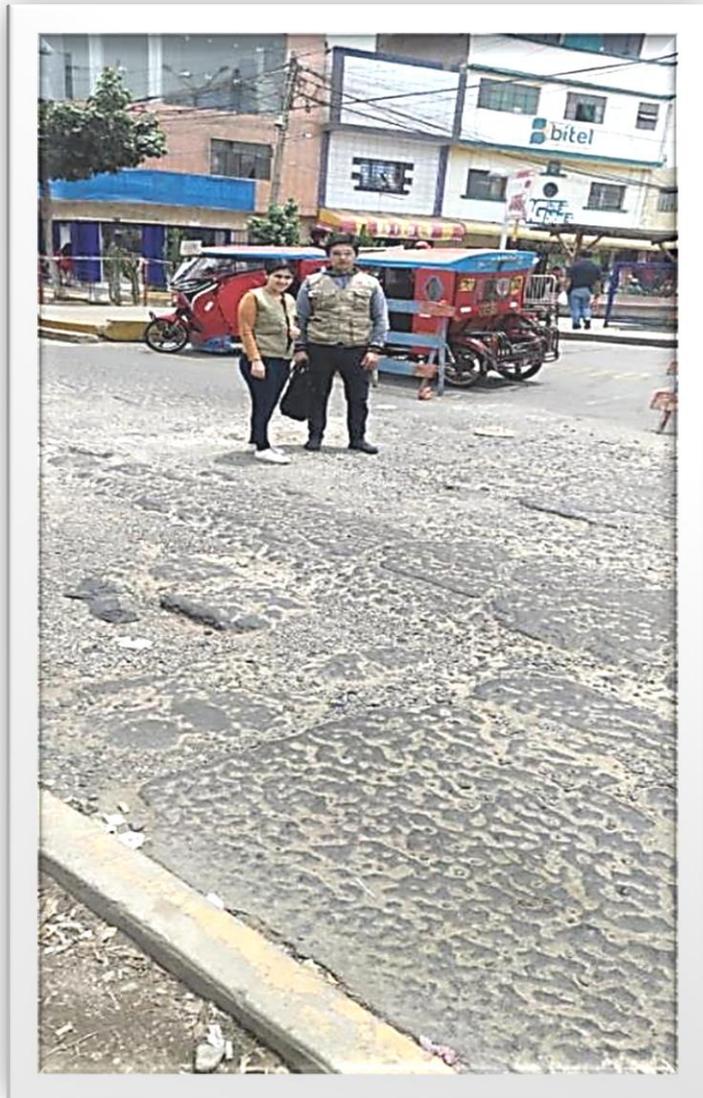


Figura 12

Carpeta asfáltica afectada del pavimento flexible Av. Perú



Figura 13

Carpeta asfáltica afectada del pavimento flexible Av. Perú

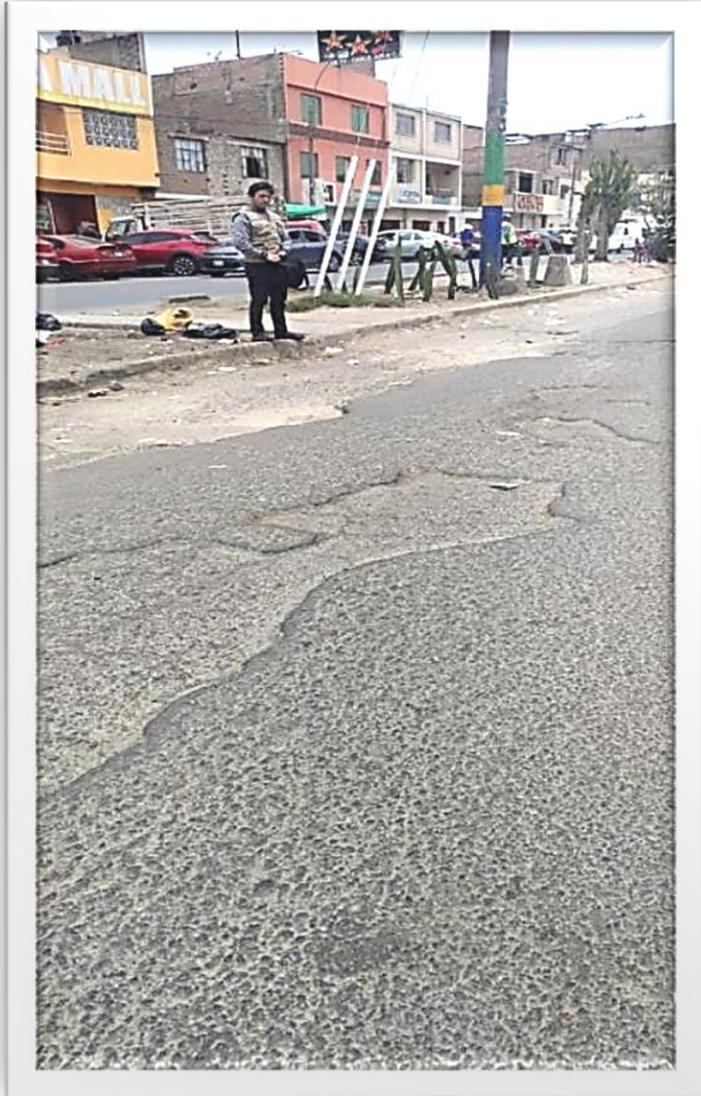


Figura 14 **Carpeta asfáltica afectada
del pavimento flexible Av.
Perú**

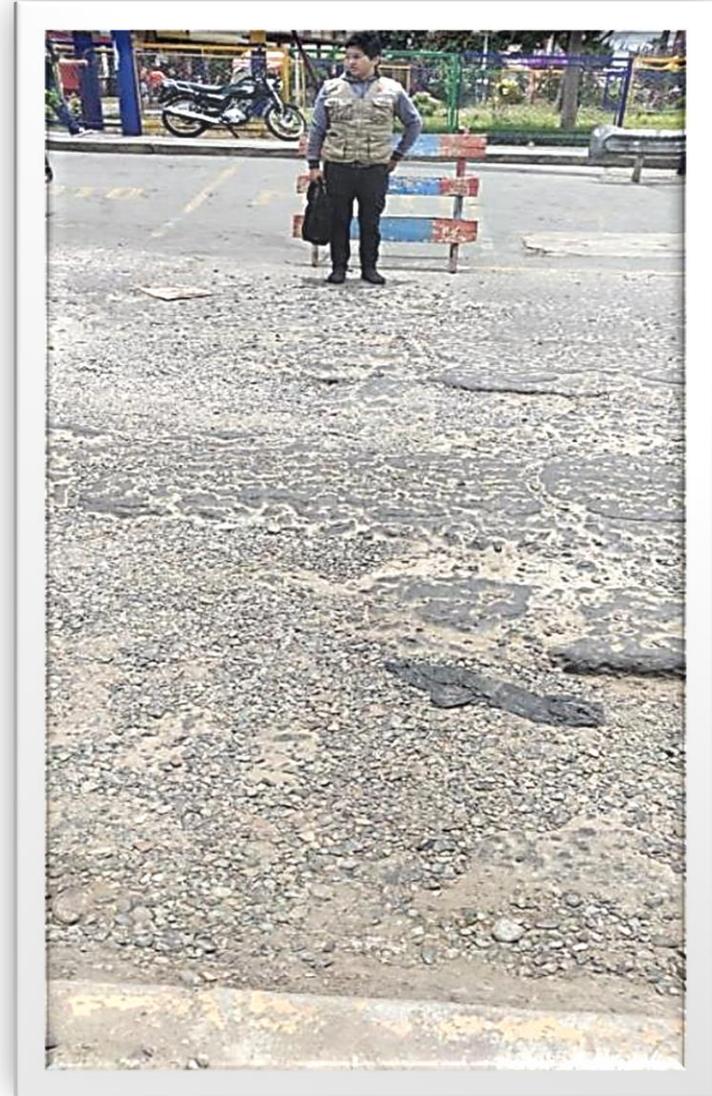


Figura 15 **Carpeta asfáltica afectada
del pavimento flexible Av.
Perú**



Figura 16 **Carpeta asfáltica afectada
del pavimento flexible Av.
Perú**



Figura 17 **Carpeta asfáltica afectada
del pavimento flexible Av.
Perú**

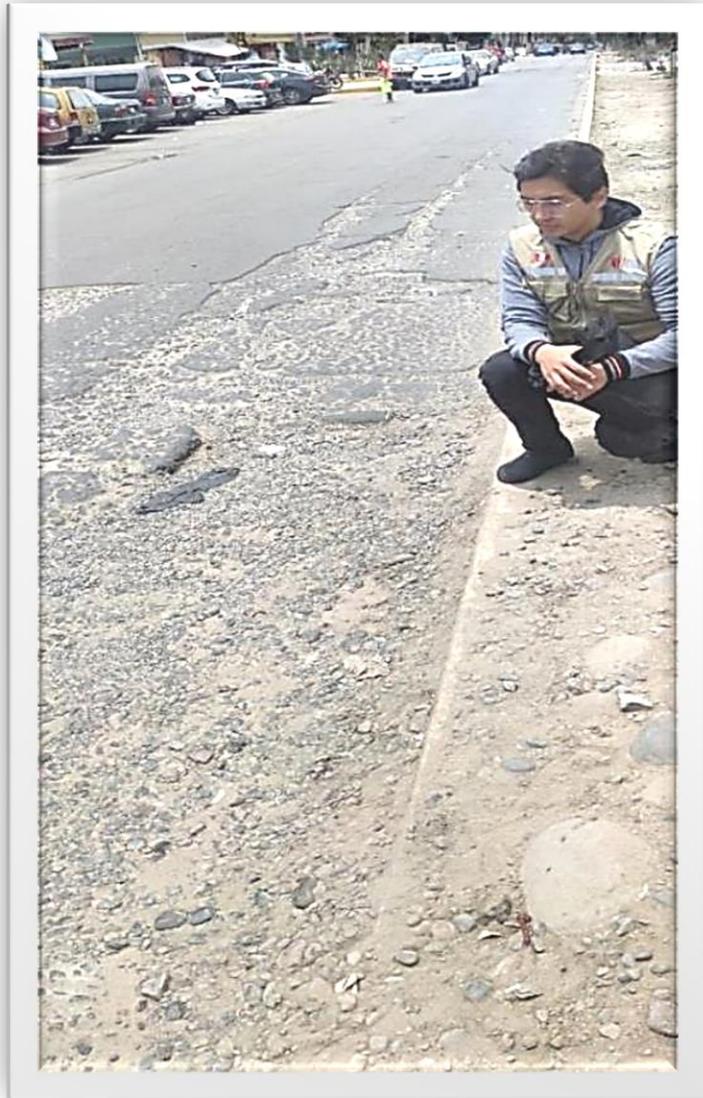


Figura 18 **Carpeta asfáltica afectada
del pavimento flexible Av.
Perú**

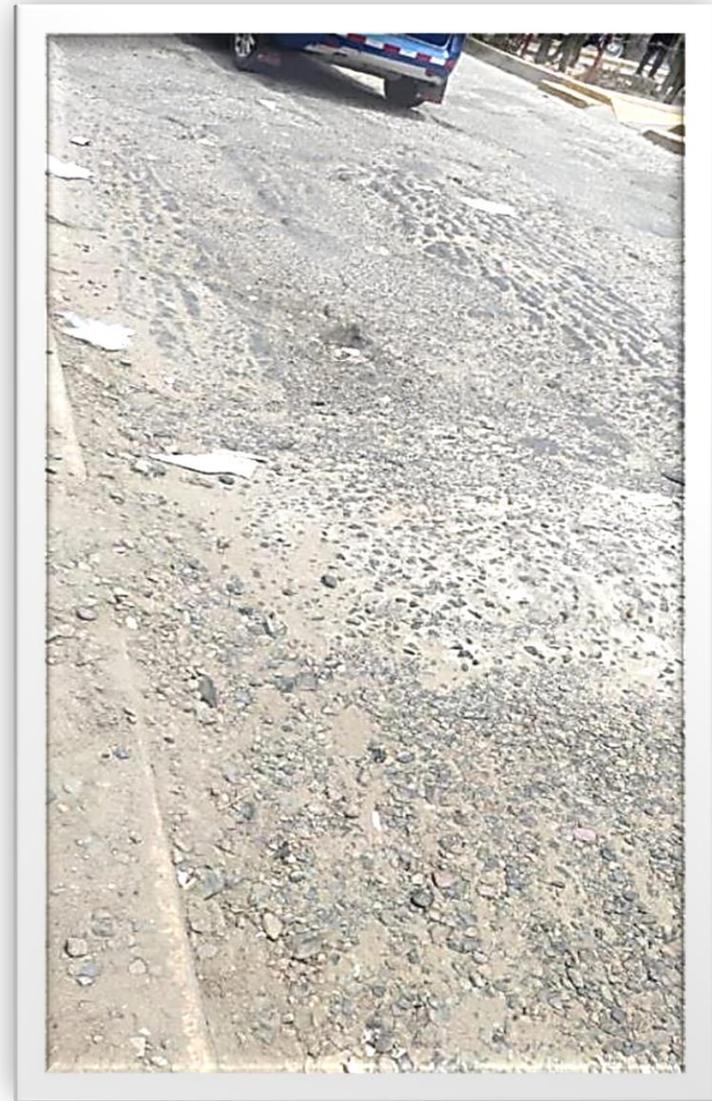


Figura 19 **Carpeta asfáltica afectada
del pavimento flexible Av.
Perú**

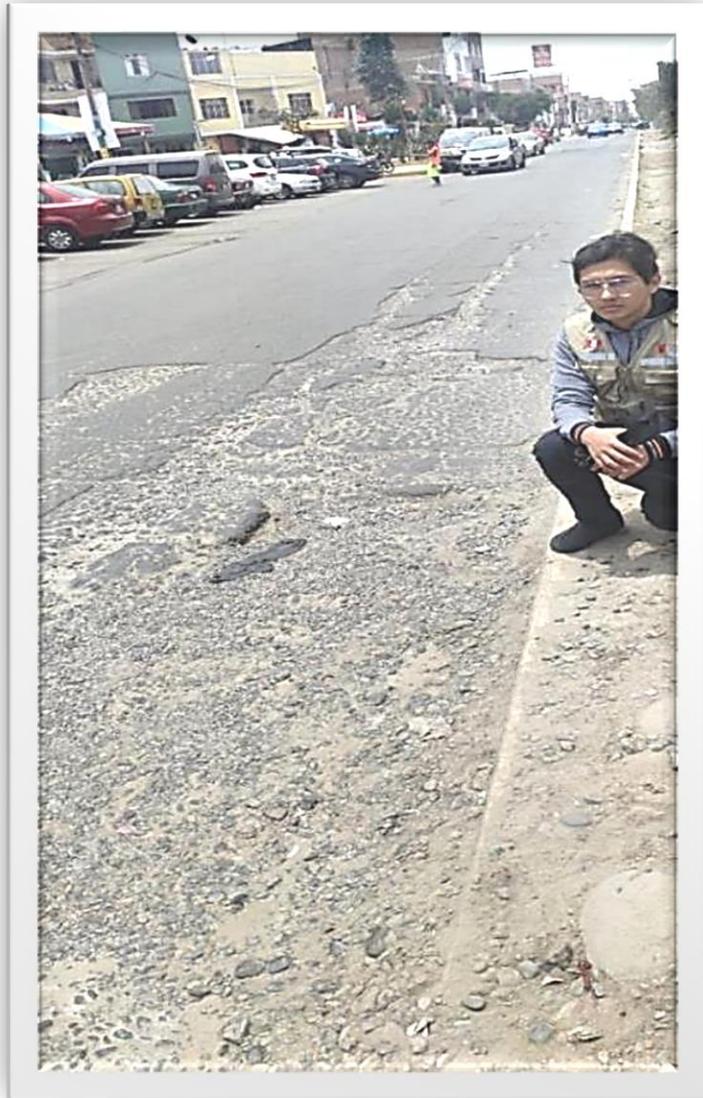


Figura 20 Carpeta asfáltica afectada del pavimento flexible Av. Perú

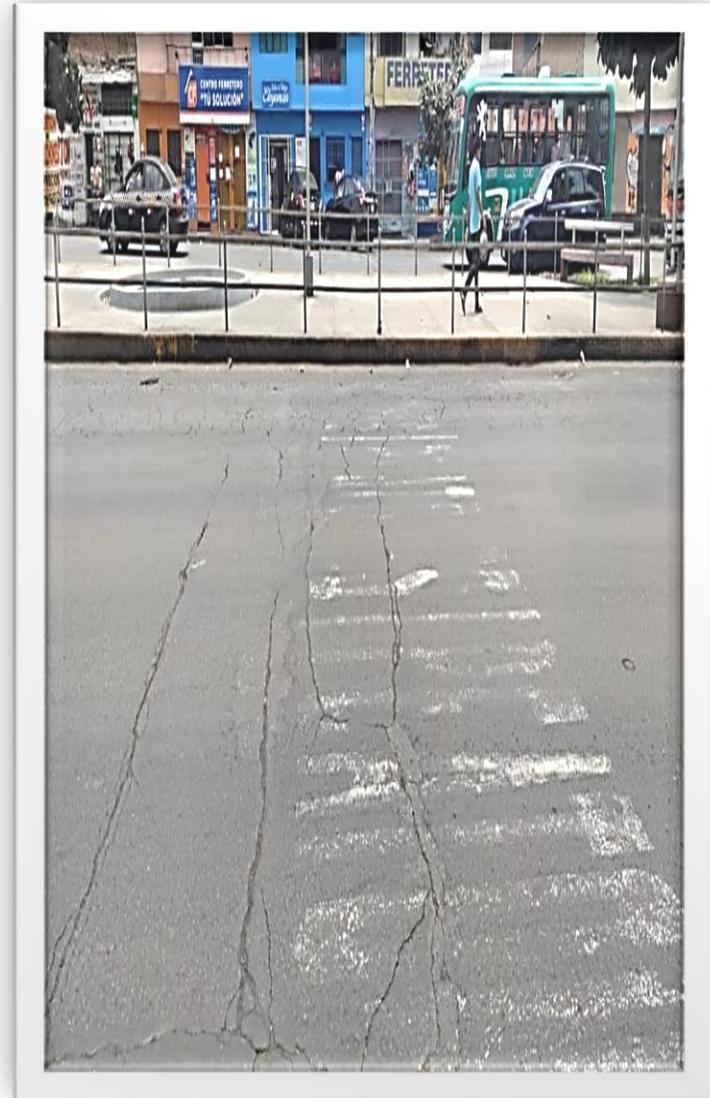


Figura 21 Carpeta asfáltica afectada del pavimento flexible Av. Perú



Figura 22

**Carpeta asfáltica afectada
del pavimento flexible Av.
Perú**

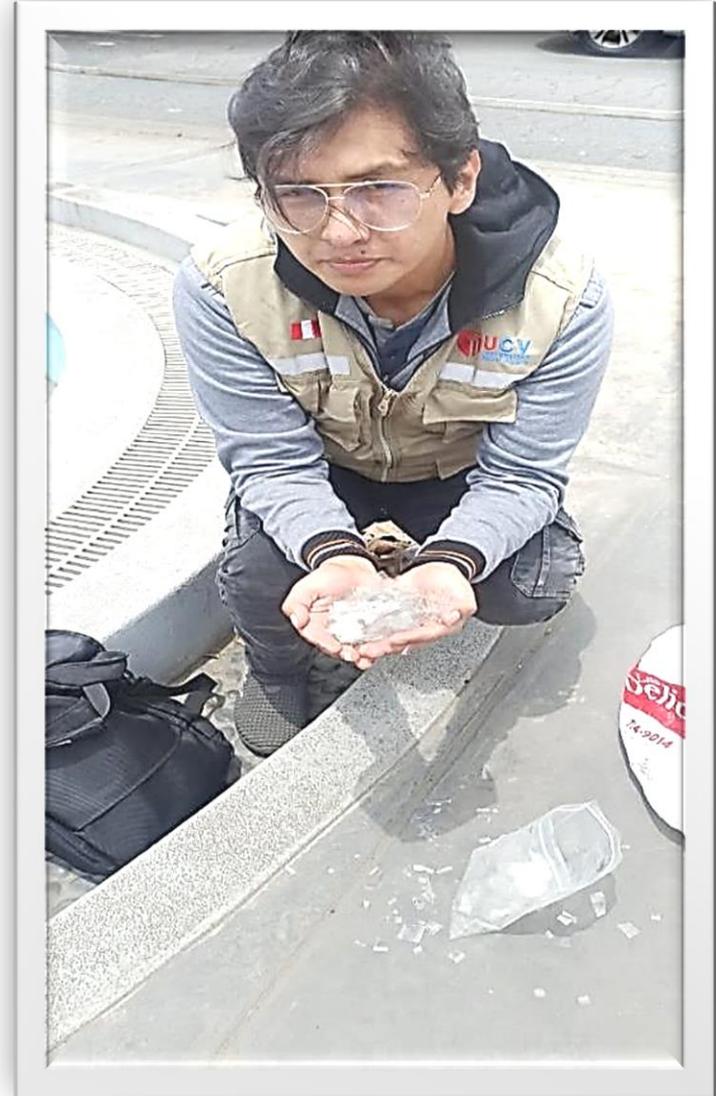


Figura 23

**Triturado de PET
reciclado**



Figura 24

Triturado de PET
reciclado

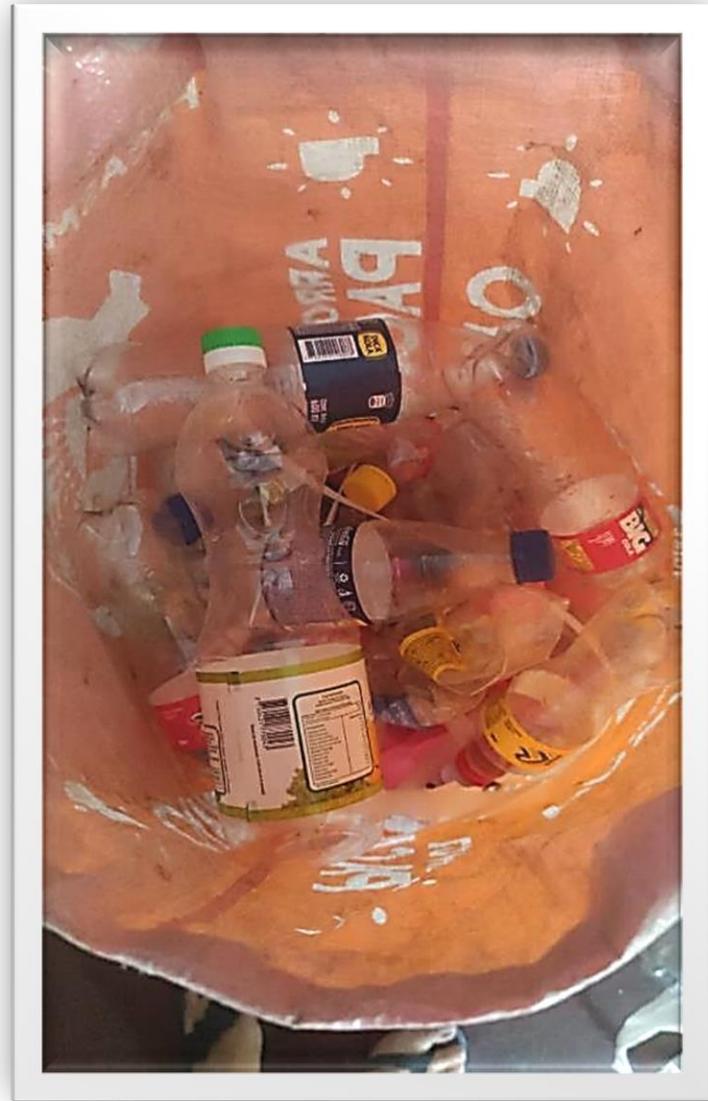


Figura 25

Recolección de PET
reciclado



Figura 26

Recolección de PET
reciclado

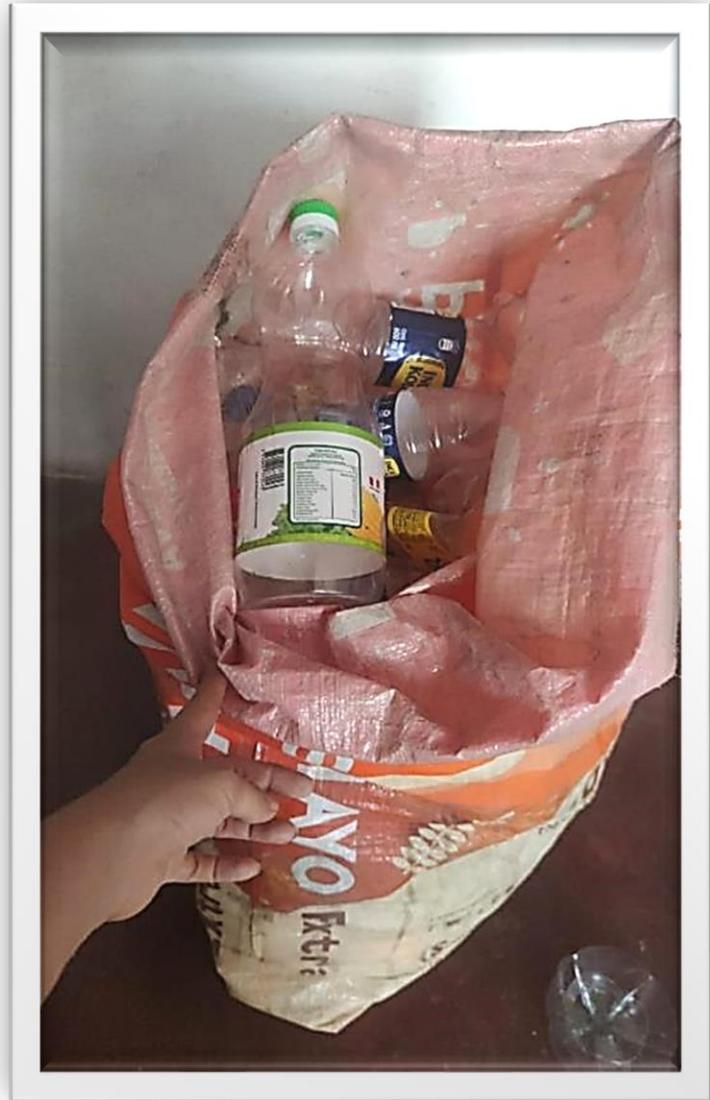


Figura 27

Recolección de PET
reciclado

Durante las pruebas de laboratorio

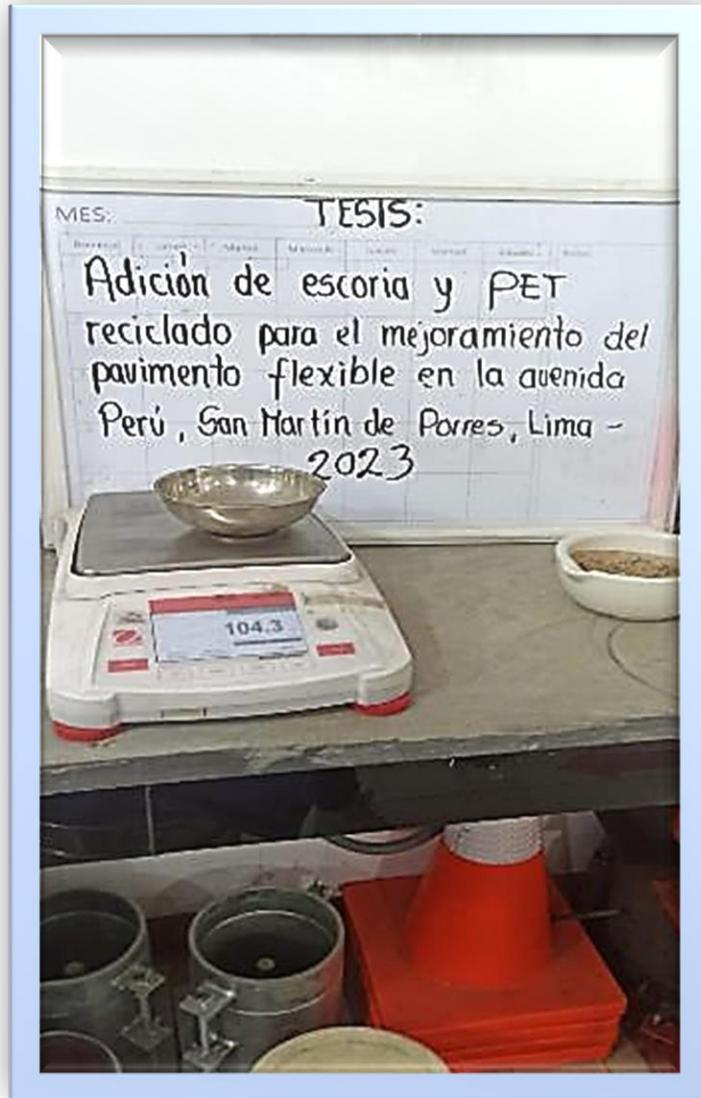


Figura 28

Balanza calibrada

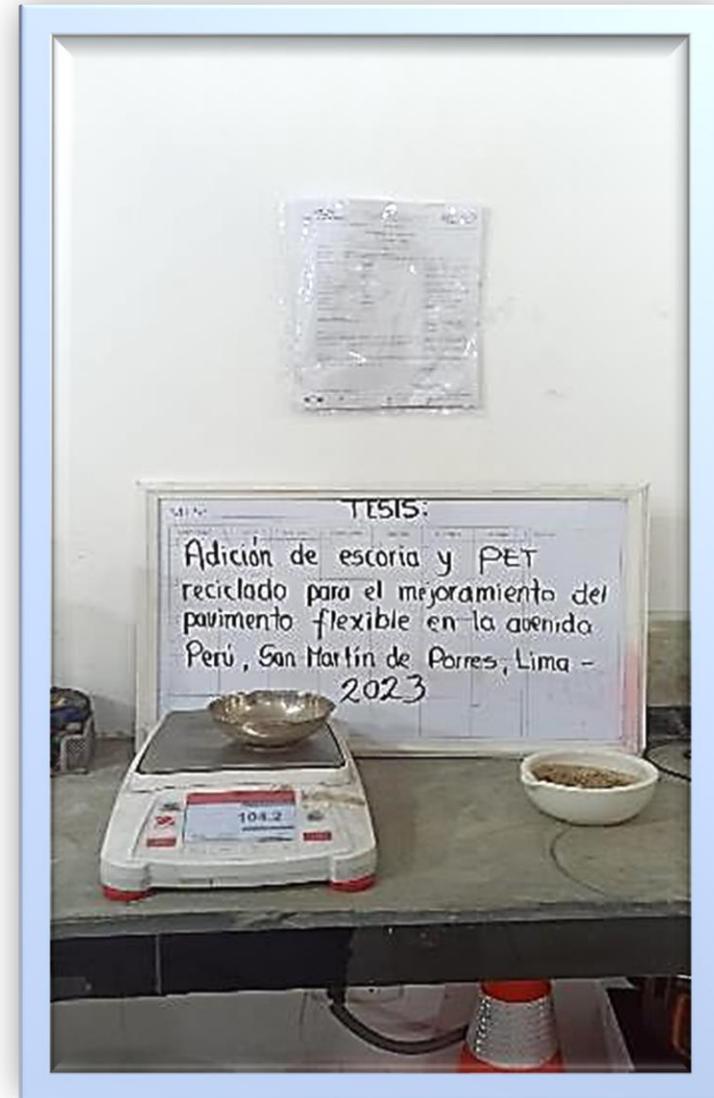


Figura 29

Balanza calibrada



Figura 30

Agregado grueso(piedra)



Figura 31

Agregado grueso(piedra)



Figura 32

Escoria



Figura 33

Agregado fino
seco(arena)



Figura 34

Agregado fino húmedo(arena)



Figura 35

Tamiz granulométrico



Figura 36



Figura 37

Martillo para prueba de compactación estándar (utilizado para triturar escoria)



Figura 38

Martillo para prueba de compactación estándar (utilizado para triturar escoria)

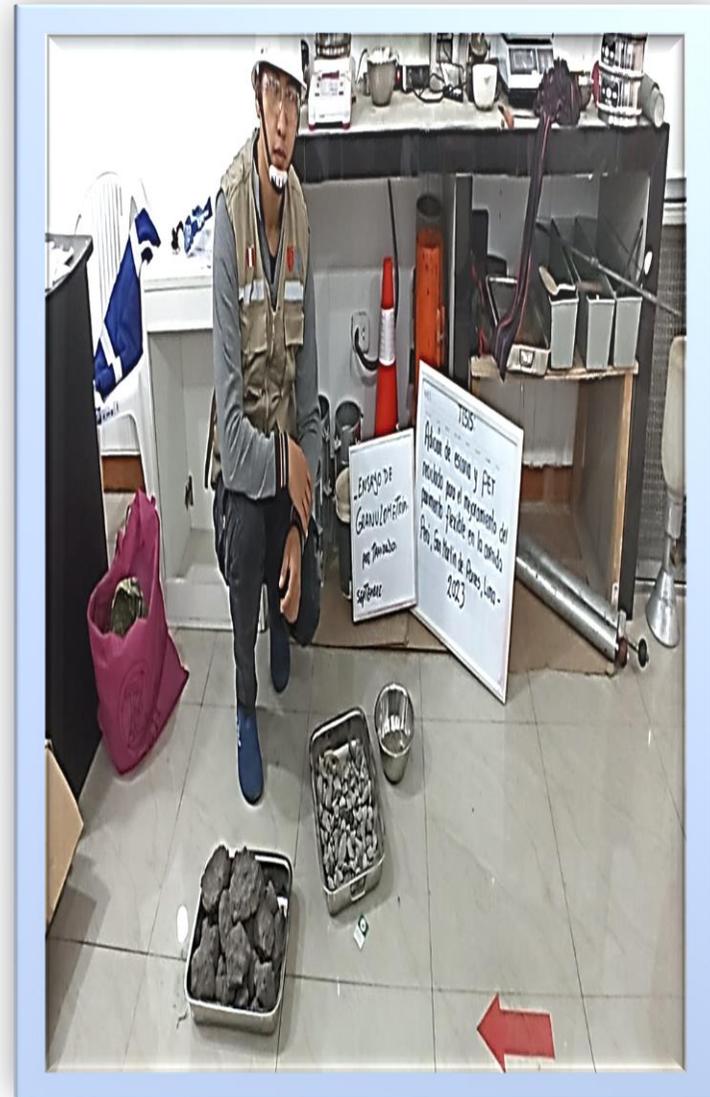


Figura 39



Figura 40 Tamiz granulométrico



Figura 41 Ensayo de granulometría



Figura 42 **Ensayo de granulometría**



Figura 43 **Hornos eléctricos**



Figura 44 Muestras de agregado fino en horno eléctrico.



Figura 45 Ensayo para determinar contenido de humedad mediante el ingreso de material al horno eléctrico.



Figura 46 Ensayo para determinar contenido de humedad mediante el ingreso de material al horno eléctrico.

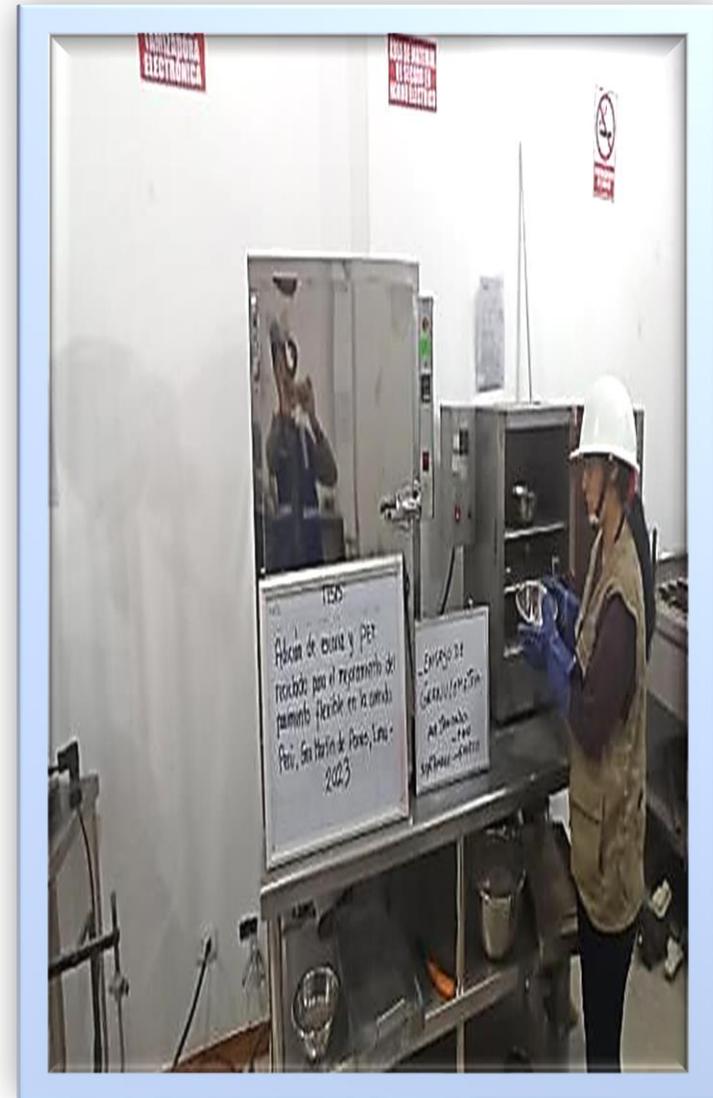


Figura 47 Ensayo para determinar contenido de humedad mediante el ingreso de material al horno eléctrico.



Figura 48 **Ensayo para determinar contenido de humedad mediante el ingreso de material al horno eléctrico.**

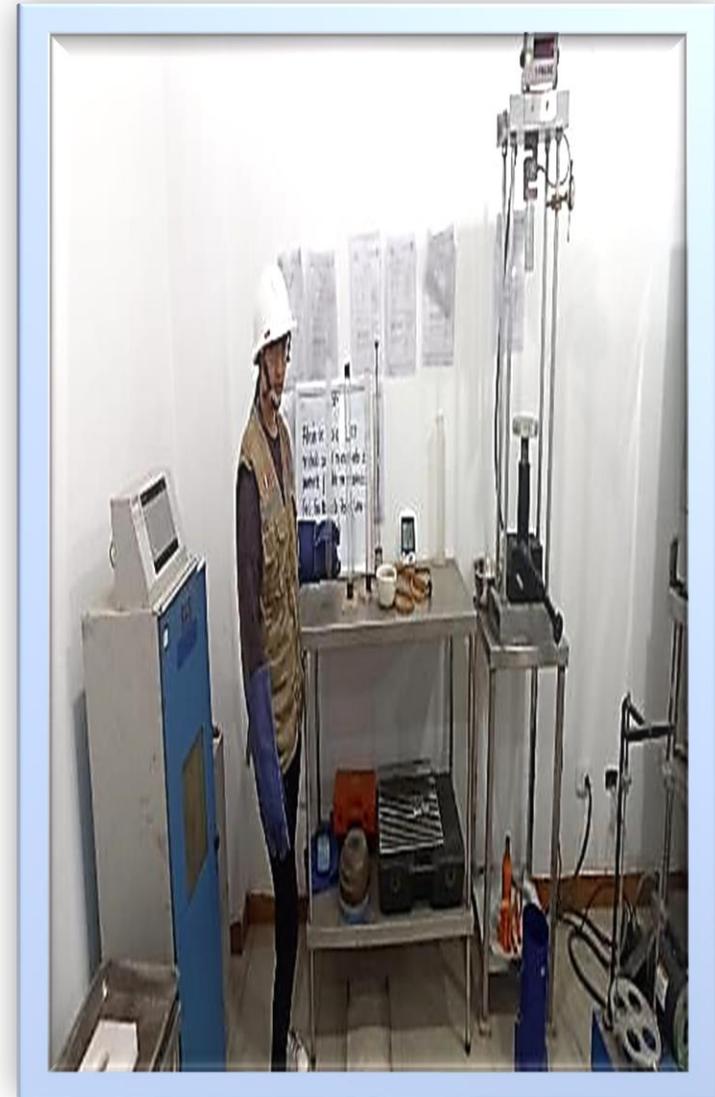


Figura 49 **Ensayo de equivalente de arena.**



Figura 50 **Ensayo de equivalente de arena.**



Figura 51 **Ensayo de equivalente de arena.**

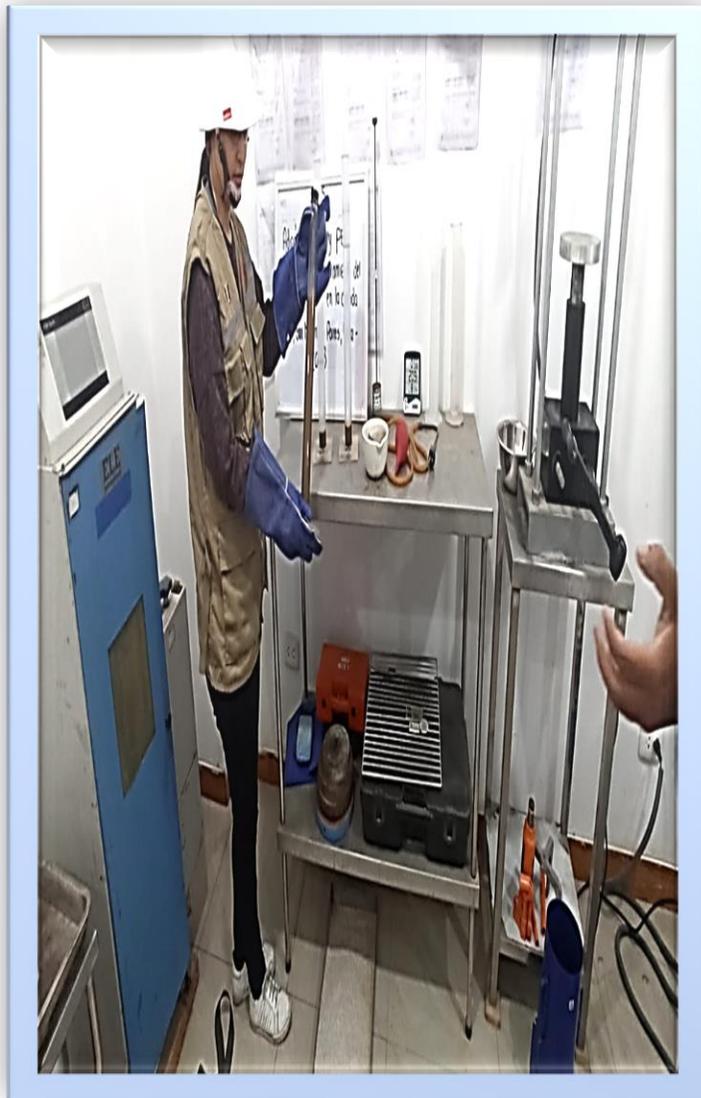


Figura 52 Ensayo de equivalente de arena.



Figura 53 Ensayo de equivalente de arena.

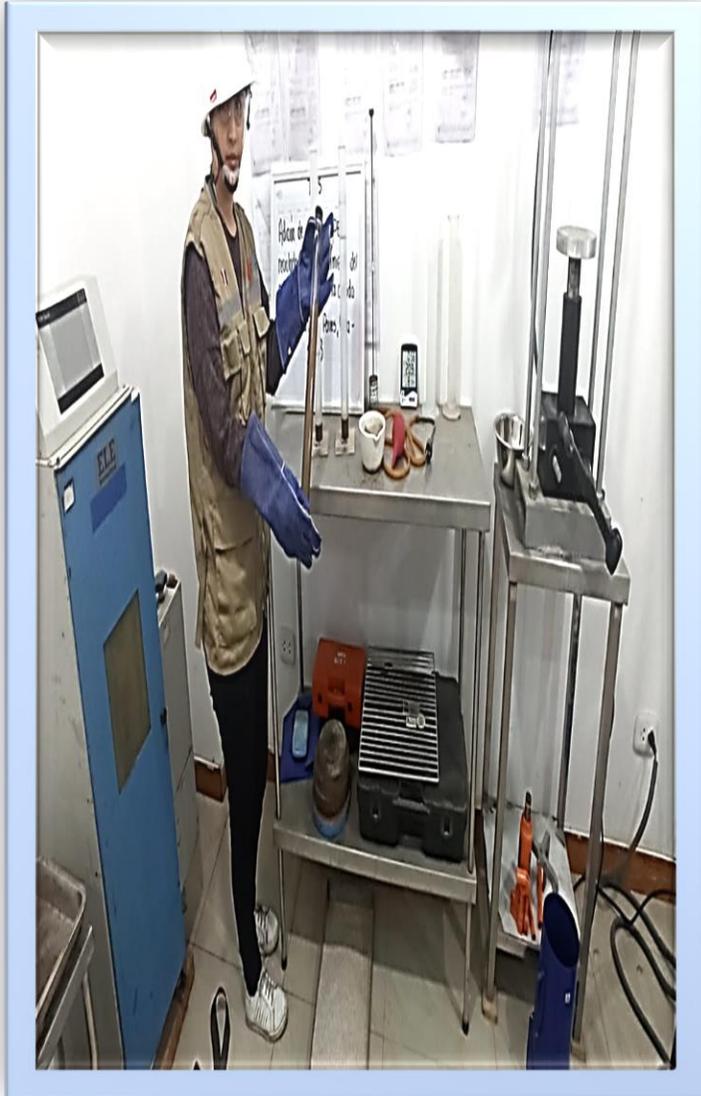


Figura 54 Ensayo de equivalente de arena.



Figura 55 Ensayo Marshall muestra previa muestra patrón.



Figura 56 **Ensayo Marshall muestra previa muestra patrón.**

Después de las pruebas de laboratorio

Resultados

Agregado fino



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

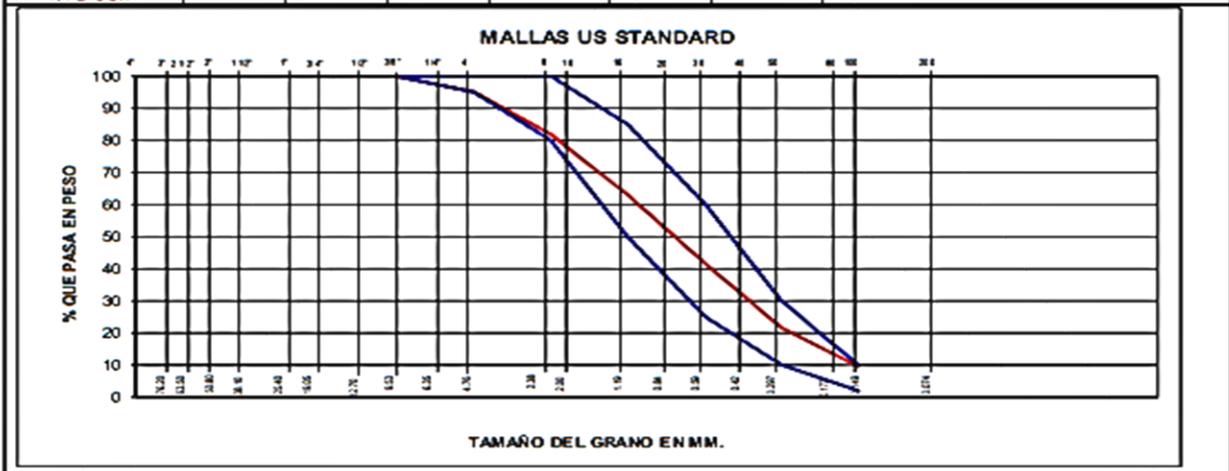
Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(NORMA MTC E 204)

PROYECTO	*ADICIÓN DE ESCORIA Y PET REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA		
CANTERA	: FLINTSTONE	RESP. LAB.:	P.J.R.
MATERIAL	: ARENA	TEC. LAB.:	G.H.Z.
SOLICITANTE	: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO	FECHA:	18/09/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

DATOS DEL ENSAYO							DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones	
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700				100.0	100	
3/8"	9.525	0.6	0.1	0.1	99.9	100	
1/4"	6.350						
N° 4	4.750	23.70	4.7	4.9	95.1	95 - 100	MODULO DE FINEZA : 2.87
N° 8	2.380	66.30	13.3	18.1	81.9	80 - 100	
N° 10	2.000						PESO HUMEDO : 1300.0 gr
N° 16	1.190	94.01	18.8	36.9	63.1	50 - 85	PESO SECO : 1286.3 gr
N° 20	0.840						C.H.% 107
N° 30	0.600	107.63	21.5	58.4	41.6	25 - 60	
N° 40	0.420						
N° 50	0.297	99.63	19.9	78.4	21.6	10 - 30	
N° 60	0.250						
N° 100	0.149	60.25	12.1	90.4	9.6	2 - 10	
N° 200	0.074	47.87	9.6	100.0	0.0		
PAN		0.01	0.0	100.0	0.0		
TOTAL							
% PERDIDA							



Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS
Luis Alberto Quiroz Espinoza
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS
JULIO RUBEN BUSTOS
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP: 66884

Figura 57

Análisis granulométrico y contenido de humedad



TECNiLAB

LABORATORIO DE SUELO S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

PESO UNITARIO SUELTO (NORMA MTC E 203)

PROYECTO	ADICION DE ESCORIA Y PET RECLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERU, SAN MARTIN DE PORRAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA		
CANTERA	FLINTSTONE	RESP. LAB. :	P.J.R.
MATERIAL	ARENA	TEC. LAB. :	G.H.Z.
SOLICITANTE	BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO	FECHA :	18/09/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

AGREGADO FINO

DATOS DEL ENSAYO

		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	7876.0	7880.0	7875.0	
Peso del recipiente	(Kg)	3438.0	3438.0	3438.0	
Peso de la muestra	(Kg)	4438.0	4442.0	4437.0	
Volumen	(m ³)	2816.0	2816.0	2816.0	
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1575.99	1577.4	1575.6	1576.3
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Peso de tara	(g)				
Peso de tara + muestra húmeda	(g)				
Peso de tara + muestra seca	(g)				
Peso Agua	(g)				
Peso Suelo Seco	(g)				
Contenido de humedad	(%)				
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1576.0	1577.4	1575.6	1576.3

Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO
[Firma]
LUIS ALBERTO QUIRPE ESPINOZA
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO
[Firma]
GILBERTO RUBEN DEMENO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP/ 9894

Figura 58

Peso unitario suelto



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

PESO UNITARIO COMPACTADO (NORMA MTC E 203)

PROYECTO	*ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA		
CANTERA	: FLINTSTONE	RESP. LAB.:	P.J.R.
MATERIAL	: ARENA	TEC. LAB.:	G.H.Z.
SOLICITANTE	: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO	FECHA:	18/09/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

AGREGADO FINO

DATOS DEL ENSAYO

		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	8219.0	8222.0	8218.0	
Peso del recipiente	(Kg)	3438.0	3438.0	3438.0	
Peso de la muestra	(Kg)	4781.0	4784.0	4780.0	
Volumen	(m ³)	2816.0	2816.0	2816.0	
Peso Unitario Compactado	(Kg/m ³)	1697.8	1698.9	1697.4	1698.0
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Peso de tara	(g)	-	-	-	
Peso de tara + muestra húmeda	(g)	-	-	-	
Peso de tara + muestra seca	(g)	-	-	-	
Contenido de humedad	(%)				
Peso Unitario Compactado	(Kg/m ³)	1697.8	1698.9	1697.4	1698.0

Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

LUIS ALBERTO QUISPE ESPINOZA
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

SILVIO RUBEN BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP. 98884

Figura 59

Peso unitario compactado



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

EQUIVALENTE DE ARENA (NORMA MTCE 114)

PROYECTO	: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA - 2023	
UBICACIÓN	: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA	
CANtera	: FLINTSTONE	RESP. LAB. : P.J.R.
MATERIAL	: ARENA	TEC. LAB. : G.H.Z.
SOLICITANTE	: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO	FECHA : 20.10.2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

MUESTRA	01	02	03			
HORA DE ENTRADA	09:45	09:47	09:49			
HORA DE SALIDA	09:55	09:57	09:59			
HORA DE ENTRADA	09:57	09:59	10:01			
HORA DE SALIDA	10:17	10:19	10:21			
ALTURA DE NIVEL	4.4	4.3	4.4			
MATERIAL FINO (A)						
ALTURA DE NIVEL	1.5	1.6	1.6			
ARENA (B)						
EQUIVALENTE DE ARENA (B x 100/A)	34.1%	37.2%	36.4%			
EQUIVALENTE DE ARENA PROMEDIO:			35.9%			

Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS
LUIS ALBERTO QUIROGA ESPINOZA
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTOS
GUSTAVO RUBEN BRANCO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL, CIP, 6666

Figura 60

Equivalente de arena



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (NORMA MTC E 205)

PROYECTO : "ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERU, SAN MARTIN DE PORRAS, LIMA - 2023
UBICACIÓN : AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA
CANTERA : FLINTSTONE
MATERIAL : ARENA
SOLICITANTE : BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO

RESP. LAB. : P.J.R.
TEC. LAB. : G.H.Z.
FECHA : 2009/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	
B	Peso Frasco + agua	702.1	701.6	
C	Peso Frasco + agua + A (gr)	1202.1	1201.6	
D	Peso del Mat. + agua en el frasco (gr)	1011.2	1011.6	
E	Vol de masa + vol de vacio = C-D (gr)	190.9	190.0	
F	Pe. De Mat. Seco en estufa (105°C) (gr)	493.2	493.3	
G	Vol de masa = E - (A - F) (gr)	184.1	183.3	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.584	2.596	2.590
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.619	2.632	2.625
	Pe aparente (Base Seca) = F/G	2.679	2.691	2.685
	% de absorción = $\{(A - F)/F\} * 100$	1.379	1.358	1.37%

Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO

LUIS ALBERTO QUIJPE ESPINOZA
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETOS - ASFALTO

GUIDO RUBEN BERNIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP. 96594

Figura 61

Gravedad específica y absorción de los agregados



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NORMA MTC E 204)

PROYECTO : ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA - 2023
 UBICACIÓN : AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA
 CANTERA : FLINTSTONE
 MATERIAL : PIEDRA CHANCADA
 SOLICITANTE : BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO

RESP. LAB. : P.J.R.
 TEC. LAB. : F.J.Q.
 FECHA : 18/09/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

Tamices ASTM	Abertura en MM	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulativo	% que Pasa	Especificaciones HUSO 6	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400					100 - 100	TAMANO MAX. NOM. 3/4"
3/4"	19.050	257.6	9.6	9.6	90.4	90 - 100	PESO TOTAL : 2678.6 gr
1/2"	12.700	1053.0	39.3	48.9	51.1	20 - 55	
3/8"	9.525	994.0	37.1	86.0	14.0	0 - 15	
1/4"	6.350					-	
N° 4	4.750	364.0	13.6	99.6	0.4	0 - 5	PESO HUMEDO : 1000.0
N° 8	2.380	4.0	0.1	99.8	0.2		PESO SECO : 996.0
N° 10	2.000						C.H.% : 0.40
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590						
N° 40	0.420						
N° 50	0.297						
N° 60	0.250						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074						
PAN		6.00					
TOTAL		2678.6					
% PERDIDA							

MALLAS US STANDARD



Observaciones: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 LUIS ALBERTO QUINPE ESPINOZA
 LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
 SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
 GUSTAVO RUBEN ROMERO
 JEFE DE LABORATORIO
 ING. CIVIL CIP. 20000

Figura 62

Análisis granulométrico
y contenido de
humedad



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

PESO UNITARIO SUELTO (NORMA MTC E 203)

PROYECTO	"ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA		
CANTERA	FLINTSTONE	RESP. LAB. :	P.J.R.
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	TEC. LAB. :	F.J.Q.
SOLICITANTE	BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO	FECHA :	18/09/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

AGREGADO GRUESO

DATOS DEL ENSAYO

		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	26178.0	26190.0	26195.0	
Peso del recipiente	(Kg)	12328.0	12328.0	12328.0	
Peso de la muestra	(Kg)	13850.0	13862.0	13867.0	
Volumen	(m ³)	9396.0	9396.0	9396.0	
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1474.03	1475.3	1475.8	1475.1
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Peso de tara	(g)				
Peso de tara + muestra húmeda	(g)				
Peso de tara + muestra seca	(g)				
Peso Agua	(g)				
Peso Suelo Seco	(g)				
Contenido de humedad	(%)				
Peso Unitario Suelto	(Kg/m ³)	1474.0	1475.3	1475.8	1475.1

Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
[Firma]
LUIS ALBERTO QUISEPÉ ESPINOZA
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
[Firma]
GUSTAVO RUBÉN BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL 519 9884

Figura 63

Peso unitario suelto



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

PESO UNITARIO COMPACTADO (NORMA MTC E 203)

PROYECTO	"ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA		
CANTERA	: FLINTSTONE	RESP. LAB. :	P.J.R.
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	TEC. LAB. :	F.J.Q.
SOLICITANTE	: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO	FECHA :	18/09/2023

DATOS DE LA MUESTRA	
MUESTRA	: M-01

AGREGADO GRUESO					
DATOS DEL ENSAYO					
		IDENTIFICACION			
		1	2	3	Promedio
Peso del recipiente + muestra	(Kg)	27458.0	27471.0	27459.0	
Peso del recipiente	(Kg)	12328.0	12328.0	12328.0	
Peso de la muestra	(Kg)	15130.0	15143.0	15131.0	
Volumen	(m ³)	9396.0	9396.0	9396.0	
Peso Unitario Compactado	(Kg/m ³)	1610.3	1611.6	1610.4	1610.8
CONTENIDO DE HUMEDAD					
Peso de tara	(g)	-	-	-	
Peso de tara + muestra húmeda	(g)	-	-	-	
Peso de tara + muestra seca	(g)	-	-	-	
Contenido de humedad	(%)				
Peso Unitario Compactado	(Kg/m ³)	1610.3	1611.6	1610.4	1610.8

Observaciones:
Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
Luis Alberto Quirope Espinoza
LUIS ALBERTO QUIROPE ESPINOZA
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
Guillermo Ruben Benigno
GUILLERMO RUBEN BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL, CIP. 9884

Figura 64

Peso unitario compactado



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE LOS AGREGADOS (NORMA MTC E 206)

PROYECTO	"DISEÑO Y ANALISIS DE LAS PROPIEDADES DEL CONCRETO F' C=280 KG/CM2 REFORZADO CON FIBRA DE ACERO EN PISOS INDUSTRIALES, LOS OLIVOS - 2023"		
UBICACIÓN	DISTRITO LOS OLIVOS - PROVINCIA DE LIMA - DEPARTAMENTO DE LIMA		
CANtera	DE PÁTAPO	RESP. LAB. :	P.J.R.
MATERIAL	PIEDRA CHANCADA	TEC. LAB. :	F.J.Q.
SOLICITANTE	BRANDO MARTÍN VERA RAMIREZ / CRISTINA ORO CARO	FECHA :	20/09/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

A	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Aire) (gr)	1306.8	1421.3	
B	Peso Mat.Sat. Sup. Seca (En Agua) (gr)	815	864	
C	Vol. de masa + vol de vacios = A-B (gr)	491.8	557.3	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1298	1412.0	
E	Vol. de masa = C - (A - D) (gr)	497.0	548.0	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.64	2.53	2.586
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.66	2.55	2.604
	Pe Aparenta (Base Seca) = D/E	2.61	2.58	2.594
	% de absorción = $\{(A - D) / D * 100 \}$	0.68	0.66	0.67%

Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
Luis Alberto Quispe Espinoza
LUIS ALBERTO QUISPE ESPINOZA
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
Guillermo Ruben Benigno
GUILLERMO RUBEN BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP: 98894

Figura 65

Peso específico y absorción de los agregados



TECNiLAB

LABORATORIO DE SUELO S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

ENSAYO DE ABRASION (MAQUINA DE LOS ANGELES) (NORMA MTC E - 207)

PROYECTO	: "ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTIN DE PORRAS, LIMA - 2023		
UBICACIÓN	: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA		
CANtera	: FLINTSTONE	RESP. LAB. :	P.J.R.
MATERIAL	: PIEDRA CHANCADA	TEC. LAB. :	F.J.Q.
SOLICITANTE	: BRANDO MARTÍN VERA RAMIREZ / CRISTINA ORO CARO	FECHA :	20/09/2023

DATOS DE LA MUESTRA

MUESTRA : M-01

DATOS DEL ENSAYO

TAMIZ		MÉTODO B			
PASA	RETIENE				
3"	2 1/2"				
2 1/2"	2"				
2"	1 1/2"				
1 1/2"	1"				
1"	3/4"				
3/4"	1/2"	2500			
1/2"	3/8"	2500			
3/8"	1/4"				
1/4"	No 4				
PESO TOTAL		5000			
PESO RETENIDO EN TAMIZ N° 12		3948			
PERDIDA DESPUES DEL ENSAYO		1052			
N° DE ESFERAS		11			
PESO DE LAS ESFERAS		4594			
% DE DESGASTE		21.0			

Observaciones:

Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
[Firma]
LUIS ALBERTO QUINPE ESPINOZA
LABORATORISTA EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO
[Firma]
GUIDO RUBEN BENIGNO
JEFE DE LABORATORIO
ING. CIVIL CIP: 98984

Figura 66

Ensayo de abrasión

Resultados ensayo de diseño de asfalto método Marshall



TECNI*i*LAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

DISEÑO DE ASFALTO MÉTODO MARSHALL

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECYCLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA 2023

UBICACIÓN: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA

CANTERA: FLINTSTONE

SOLICITANTE: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO

RESP. LAB: P.J.R.
TEC. LAB: G.H.Z
FECHA: 18/09/2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA 1	: Agregado Grueso
MUESTRA 2	:*
MUESTRA 3	: Agregado Fino
CEMENTO ASFALTICO	: PEN 60/70

N°	DESCRIPCIÓN	PATRÓN		
		1	2	3
1	% PORCENTAJE DE ESCORIA			
2	N° BRIQUETA	1	2	3
3	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	5.4	5.4	5.4
4	% PIEDRA EN PESO DE LA MEZCLA	45.4	45.4	45.4
5	% ESCORIA EN PESO DE LA MEZCLA	0	0	0
6	% ARENA EN PESO DE LA MEZCLA	49.2	49.2	49.2
7	PESO ESPECÍFICO DEL C.A. APARENTE	1.010	1.010	1.010
8	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	2.760	2.760	2.760
9	PESO ESPECÍFICO DE ESCORIA - BULK	3.240	3.240	3.240
10	PESO ESPECÍFICO DE ARENA - BULK	2.670	2.670	2.670
11	PESO DE LA BRIQUETA EN AIRE (g.)	1194.1	1194.4	1195.3
12	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AIRE (g.)	1197.2	1199.0	1198.0
13	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AGUA (g.)	695.1	691.2	694.4
14	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (g.)	502.1	507.8	503.6
15	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.378	2.352	2.374
16	PESO ESPECÍFICO BULK PROMEDIO DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.368		
17	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D2041 (RICE)	2.488	2.488	2.488
18	% VACÍOS (VMT)	4.4	5.5	4.6
19	% VACÍO (VMT) PROMEDIO	4.82		
20	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL	2.712	2.712	2.712
21	V.M.A. (%)	17.1	18.0	17.2
22	V.M.A. PROMEDIO	17.4		
23	% DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. (VFA)	74.1	69.6	73.4
24	% DE VACÍOS LLENADOS CON C.A. PROMEDIO (VFA)	72.4		
25	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.763	2.763	2.763
26	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.68	0.68	0.68
27	% ASFALTO EFECTIVO	4.46	4.46	4.46
28	FLUJO (mm.)	4.00	3.50	3.25
29	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.58		
30	ESTABILIDAD (lectura dial de carga)	441	450	447
31	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg.)	1474	1504	1494
32	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04
33	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg.)	1533	1565	1554
34	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1551		

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
MUELLE COMERCIO AGUADO
LIMA 20000
LABORATORIO EN CAMPO

LAB. TECNILAB S.A.C
MUELLE COMERCIO AGUADO
LIMA 20000
LABORATORIO EN CAMPO

Figura 67

Muestra patrón



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELO S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

DISEÑO DE ASFALTO MÉTODO MARSHALL

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA 2023
UBICACIÓN: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA
CANTERA: FLINTSTONE
SOLICITANTE: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO
RESP. LAB: P.J.R.
TEC. LAB: G.H.Z
FECHA: 18/09/2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA 1 : Agregado Grueso
 MUESTRA 2 : Escoria de acero (8%)
 MUESTRA 3 : Agregado Fino
 CEMENTO ASFALTICO : PEN 60/70

	%PORCENTAJE DE ESCORIA	8%		
		1	2	3
1	N° BRIQUETA			
2	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	5.4	5.4	5.4
3	% PIEDRA EN PESO DE LA MEZCLA	44.1	44.1	44.1
4	% ESCORIA EN PESO DE LA MEZCLA	3.528	3.528	3.528
5	% ARENA EN PESO DE LA MEZCLA	49.2	49.2	49.2
6	PESO ESPECÍFICO DE L.C.A. APARENTE	1.010	1.010	1.010
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	2.760	2.760	2.760
8	PESO ESPECÍFICO DE ESCORIA - BULK	3.240	3.240	3.240
9	PESO ESPECÍFICO DE ARENA - BULK	2.670	2.670	2.670
10	PESO DE LA BRIQUETA EN AIRE (g)	1193.8	1192.8	1195.0
11	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AIRE (g)	1196.0	1195.9	1198.4
12	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AGUA (g)	691.4	691.6	692.1
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (g)	504.6	504.3	506.3
14	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.369	2.369	2.365
15	PESO ESPECÍFICO BULK PROMEDIO DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.368		
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D2041 (RICE)	2.488	2.488	2.488
17	% VACIOS (VMT)	6.7	6.7	6.8
18	% VACIO (VMT) PROMEDIO	6.73		
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL	2.715	2.715	2.715
20	V.M.A. (%)	17.5	17.5	17.6
21	V.M.A. PROMEDIO	17.53		
22	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (VFA)	61.5	61.5	60.7
23	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. PROMEDIO (VFA)	61.23		
24	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.774	2.774	2.774
25	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.75	0.75	0.75
26	% ASFALTO EFECTIVO	4.4	4.4	4.4
27	FLUJO (mm.)	3.75	3.25	3.50
28	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.50		
29	ESTABILIDAD (lectura del de carga)	420	420	445
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg.)	1430	1405	1490
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04
32	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg.)	1492	1481	1548
33	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1507		

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
 AV. PERÚ 1000
 SAN MARTÍN DE PORRAS
 LIMA 2023

LAB. TECNILAB S.A.C
 AV. PERÚ 1000
 SAN MARTÍN DE PORRAS
 LIMA 2023

Figura 68

Muestra patrón +8%
escoria



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

DISÑO DE ASFALTO MÉTODO MARSHALL

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA 2023
UBICACIÓN: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA
CANTERA: FLINTSTONE
SOLICITANTE: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO

RESP. LAB: P.J.R.
TEC. LAB: G.H.Z
FECHA: 18/09/2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA 1
 MUESTRA 2
 MUESTRA 3
 CEMENTO ASFALTICO

: Agregado Grueso
 : Escoria de acero (14%)
 : Agregado Fino
 : PEN 60/70

	% PORCENTAJE DE ESCORIA	14%		
1	N° BRIQUETA	1	2	3
2	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	5.4	5.4	5.4
3	% PIEDRA EN PESO DE LA MEZCLA	42.7	42.7	42.7
4	% ESCORIA EN PESO DE LA MEZCLA	5.978	5.978	5.978
5	% ARENA EN PESO DE LA MEZCLA	49.2	49.2	49.2
6	PESO ESPECÍFICO DEL C.A. APARENTE	1.010	1.010	1.010
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	2.780	2.780	2.780
8	PESO ESPECÍFICO DE ESCORIA - BULK	3.240	3.240	3.240
9	PESO ESPECÍFICO DE ARENA - BULK	2.670	2.670	2.670
10	PESO DE LA BRIQUETA EN AIRE (g.)	1193.7	1192.4	1194.5
11	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AIRE (g.)	1197.1	1196.2	1201.9
12	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AGUA (g.)	696.2	695.0	698.9
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (g.)	500.9	501.2	503.0
14	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.386	2.382	2.381
15	PESO ESPECÍFICO BULK PROMEDIO DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.383		
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D2041 (RICE)	2.543	2.543	2.543
17	% VACIOS (VMT)	6.2	6.4	6.9
18	% VACIO (VMT) PROMEDIO	6.50		
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL	2.718	2.718	2.718
20	V.M.A. (%)	16.9	17.2	17.5
21	V.M.A. PROMEDIO	17.20		
22	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (VFA)	63.6	62.5	60.9
23	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. PROMEDIO (VFA)	62.33		
24	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.784	2.784	2.784
25	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.89	0.89	0.89
26	% ASFALTO EFECTIVO	4.27	4.27	4.27
27	FLUJO (mm.)	3.75	3.60	3.50
28	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.62		
29	ESTABILIDAD (lectura dial de carga)	470	475	482
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg.)	1571	1588	1611
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04
32	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg.)	1834	1882	1878
33	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1864.67		

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
 MESA COMERCIAL 430000
 Calle de la Libertad 1000, San Martín de Porras, Lima 2023

LAB. TECNILAB S.A.C
 MESA COMERCIAL 430000
 Calle de la Libertad 1000, San Martín de Porras, Lima 2023

Figura 69

Muestra patrón +14%
 escoria



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

DISEÑO DE ASFALTO MÉTODO MARSHALL

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTIN DE PORRAS, LIMA 2023
 UBICACIÓN: AV. PERÚ - SAN MARTIN DE PORRAS - LIMA
 CANTERA: FLINTSTONE
 SOLICITANTE: BRANDO MARTÍN VERA RAMIREZ / CRISTINA ORO CARO

RESP.LAB: P.J.R.
 TEC.LAB: G.H.Z
 FECHA: 18/09/2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA 1 : Agregado Grueso
 MUESTRA 2 : Escoria de acero (23%)
 MUESTRA 3 : Agregado Fino
 CEMENTO ASFALTICO : PEN 60/70

		23%		
		1	2	3
1	N° BRIQUETA	1	2	3
2	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	5.4	5.4	5.4
3	% PIEDRA EN PESO DE LA MEZCLA	41.3	41.3	41.3
4	% ESCORIA EN PESO DE LA MEZCLA	9.499	9.499	9.499
5	% ARENA EN PESO DE LA MEZCLA	49.2	49.2	49.2
6	PESO ESPECIFICO DEL C.A. APARENTE	1.010	1.010	1.010
7	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	2.780	2.780	2.780
8	PESO ESPECIFICO DE ESCORIA - BULK	3.240	3.240	3.240
9	PESO ESPECIFICO DE ARENA - BULK	2.670	2.670	2.670
10	PESO DE LA BRIQUETA EN AIRE (g.)	1193.5	1190.9	1194.7
11	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AIRE (g.)	1195.2	1196.1	1198.8
12	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AGUA (g.)	699.0	698.0	701.0
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (g.)	496.2	498.1	497.8
14	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm3)	2.406	2.394	2.402
15	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO DE LA BRIQUETA (gr/cm3)	2.401		
16	PESO ESPECIFICO MAXIMO - ASTM D2041 (RICE)	2.666	2.666	2.666
17	% VACIOS (VMT)	5	6.2	5.7
18	% VACIO (VMT) PROMEDIO	5.63		
19	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL	2.718	2.718	2.718
20	V.M.A. (%)	18.3	18.5	18.1
21	V.M.A. PROMEDIO	18.30		
22	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (VFA)	63.7	62.5	64.8
23	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. PROMEDIO (VFA)	63.67		
24	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.801	2.801	2.801
25	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	1.1	1.1	1.1
26	% ASFALTO EFECTIVO	4.08	4.08	4.08
27	FLUJO (mm.)	4.00	3.75	4.00
28	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.92		
29	ESTABILIDAD (lectura dial de carga)	540	439	485
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1805	1488	1625
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04
32	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1877	1827	1890
33	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg)	1864.67		

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C.
 RUC: 201001000000000
 LIMA ALBERTO GUINPE BARRERA
 Laboratorio de Suelos

LAB. TECNILAB S.A.C.
 RUC: 201001000000000
 LIMA ALBERTO GUINPE BARRERA
 Laboratorio de Suelos

Figura 70

Muestra patrón +23%
escoria



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de Ingeniería

DISEÑO DE ASFALTO MÉTODO MARSHALL

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA 2023
 UBICACIÓN: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA
 CANTERA: FLINTSTONE
 SOLICITANTE: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO

RESP.LAB: P.J.R.
 TEC.LAB: G.H.Z
 FECHA: 18/09/2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA 1 : Agregado Grueso
 MUESTRA 2 : PET reciclado (4%)
 MUESTRA 3 : Agregado Fino
 CEMENTO ASFALTICO : PEN 60/70

%PORCENTAJE DE ESCORIA		4%		
N° BRIQUETA		1	2	3
2	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	5.4	5.4	5.4
3	% PIEDRA EN PESO DE LA MEZCLA	44.1	44.1	44.1
4	% ESCORIA EN PESO DE LA MEZCLA	1.764	1.764	1.764
5	% ARENA EN PESO DE LA MEZCLA	49.2	49.2	49.2
6	PESO ESPECÍFICO DEL C.A. APARENTE	1.010	1.010	1.010
7	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	2.760	2.760	2.760
8	PESO ESPECÍFICO DE ESCORIA - BULK	3.240	3.240	3.240
9	PESO ESPECÍFICO DE ARENA - BULK	2.670	2.670	2.670
10	PESO DE LA BRIQUETA EN AIRE (g)	1193.8	1192.8	1195.0
11	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AIRE (g)	1196.0	1195.9	1198.4
12	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AGUA (g)	691.4	691.6	692.1
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (g)	504.6	504.3	506.3
14	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.372	2.374	2.369
15	PESO ESPECÍFICO BULK PROMEDIO DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.372		
16	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D2041 (RICE)	2.475	2.475	2.475
17	% VACIOS (VMT)	6.6	6.6	6.7
18	% VACIO (VMT) PROMEDIO	6.63		
19	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL	2.715	2.715	2.715
20	V.M.A. (%)	17.4	17.4	17.4
21	V.M.A. PROMEDIO	17.40		
22	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (VFA)	61.5	61.5	60.7
23	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. PROMEDIO (VFA)	61.23		
24	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.774	2.774	2.774
25	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.75	0.75	0.75
26	% ASFALTO EFECTIVO	4.4	4.4	4.4
27	FLUJO (mm)	3.73	3.24	3.50
28	FLUJO PROMEDIO (mm)	3.49		
29	ESTABILIDAD (lectura dif. de carga)	420	420	445
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg)	1430	1405	1480
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04
32	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg)	1490	1479	1546
33	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg)	1505		

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C
 Muestras controladas
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIAS
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIAS

LAB. TECNILAB S.A.C
 Muestras controladas
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIAS
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIAS

Figura 71

Muestra patrón
 +4% PET reciclado



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concretos, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

DISEÑO DE ASFALTO MÉTODO MARSHALL

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRAS, LIMA 2023
 UBICACIÓN: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA
 CANTERA: FLINTSTONE
 SOLICITANTE: BRANDO MARTÍN VERA RAMÍREZ / CRISTINA ORO CARO

RESP.LAB: P.J.R.
 TEC.LAB: G.H.Z
 FECHA: 18/09/2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA 1
 MUESTRA 2
 MUESTRA 3
 CEMENTO ASFALTICO

: Agregado Grueso
 : PET reciclado (6%)
 : Agregado Fino
 : PEN 60/70

N° BRIQUETA	% PORCENTAJE DE ESCORIA	6%		
		1	2	3
1	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	5.4	5.4	5.4
2	% PIEDRA EN PESO DE LA MEZCLA	42.7	42.7	42.7
3	% ESCORIA EN PESO DE LA MEZCLA	2.562	2.562	2.562
4	% ARENA EN PESO DE LA MEZCLA	49.2	49.2	49.2
5	PESO ESPECÍFICO DEL C.A. APARENTE	1.010	1.010	1.010
6	PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	2.780	2.780	2.780
7	PESO ESPECÍFICO DE ESCORIA - BULK	3.240	3.240	3.240
8	PESO ESPECÍFICO DE ARENA - BULK	2.670	2.670	2.670
9	PESO DE LA BRIQUETA EN AIRE (g.)	1193.3	1192.1	1194.1
10	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AIRE (g.)	1197.1	1196.2	1201.9
11	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AGUA (g.)	696.2	695.0	698.9
12	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (g.)	500.9	501.2	503.0
13	PESO ESPECÍFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.389	2.386	2.388
14	PESO ESPECÍFICO BULK PROMEDIO DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.388		
15	PESO ESPECÍFICO MÁXIMO - ASTM D2041 (RICE)	2.535	2.535	2.535
16	% VACIOS (VMT)	6	6	6.1
17	% VACIO (VMT) PROMEDIO	6.03		
18	PESO ESPECÍFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL	2.718	2.718	2.718
19	V.M.A. (%)	16.7	17.0	17.1
20	V.M.A. PROMEDIO	16.93		
21	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (VFA)	64.1	64.3	62.8
22	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. PROMEDIO (VFA)	63.73		
23	PESO ESPECÍFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.784	2.784	2.784
24	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	0.89	0.89	0.89
25	% ASFALTO EFECTIVO	4.27	4.27	4.27
26	FLUJO (mm.)	3.77	3.63	3.55
27	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.65		
28	ESTABILIDAD (lectura del de carga)	470	475	482
29	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg.)	1571	1588	1611
30	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04
31	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg.)	1836	1885	1881
32	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1867.33		
33				

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C.
 RUC: 206090301000
 CARR. PANDELLA - SAN MARTÍN DE PORRAS
 LIMA 2023

LAB. TECNILAB S.A.C.
 RUC: 206090301000
 CARR. PANDELLA - SAN MARTÍN DE PORRAS
 LIMA 2023

Figura 72

Muestra patrón
 +6% PET reciclado



TECNILAB

LABORATORIO DE SUELOS S.A.C

Laboratorio de mecánica de suelos, concreto, asfaltos y ensayos especiales. Estudio de suelos para pavimentaciones, edificaciones, suministro de equipos para laboratorio de ingeniería

DISÑO DE ASFALTO MÉTODO MARSHALL

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET REICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTIN DE PORRAS, LIMA 2023
 UBICACIÓN: AV. PERÚ - SAN MARTÍN DE PORRAS - LIMA
 CANTERA: FLINTSTONE
 SOLICITANTE: BRANDO MARTÍN VERA RAMIREZ / CRISTINA ORO CARO

RESP.LAB: P.J.R.
 TEC.LAB: G.H.Z
 FECHA: 18/09/2023

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

MUESTRA 1
 MUESTRA 2
 MUESTRA 3
 CEMENTO ASFALTICO

: Agregado Grueso
 : PET reciclado (8%)
 : Agregado Fino
 : PEN 60/70

	% PORCENTAJE DE ESCORIA	8%		
		1	2	3
1	N° BRIQUETA			
2	% C.A. EN PESO DE LA MEZCLA	5.4	5.4	5.4
3	% PIEDRA EN PESO DE LA MEZCLA	41.3	41.3	41.3
4	% ESCORIA EN PESO DE LA MEZCLA	3.304	3.304	3.304
5	% ARENA EN PESO DE LA MEZCLA	49.2	49.2	49.2
6	PESO ESPECIFICO DEL C.A. APARENTE	1.010	1.010	1.010
7	PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO - BULK	2.780	2.780	2.780
8	PESO ESPECIFICO DE ESCORIA - BULK	3.240	3.240	3.240
9	PESO ESPECIFICO DE ARENA - BULK	2.670	2.670	2.670
10	PESO DE LA BRIQUETA EN AIRE (g.)	1193.5	1190.9	1194.7
11	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AIRE (g.)	1195.2	1195.1	1198.8
12	PESO DE LA BRIQUETA SSS EN AGUA (g.)	699.0	698.0	701.0
13	VOLUMEN DE LA BRIQUETA (g.)	496.2	498.1	497.8
14	PESO ESPECIFICO BULK DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.401	2.399	2.400
15	PESO ESPECIFICO BULK PROMEDIO DE LA BRIQUETA (gr/cm ³)	2.400		
16	PESO ESPECIFICO MAXIMO - ASTM D2041 (RICE)	2.666	2.666	2.666
17	% VACIOS (VMT)	5.1	6.1	5.5
18	% VACIO (VMT) PROMEDIO	5.57		
19	PESO ESPECIFICO APARENTE DEL AGREGADO TOTAL	2.718	2.718	2.718
20	V.M.A. (%)	18.1	18.3	18.0
21	V.M.A. PROMEDIO	18.13		
22	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. (VFA)	63.9	62.9	65.7
23	% DE VACIOS LLENADOS CON C.A. PROMEDIO (VFA)	64.17		
24	PESO ESPECIFICO EFECTIVO DEL AGREGADO TOTAL	2.801	2.801	2.801
25	ASFALTO ABSORVIDO POR EL AGREGADO TOTAL	1.1	1.1	1.1
26	% ASFALTO EFECTIVO	4.08	4.08	4.08
27	FLUJO (mm.)	3.91	3.93	3.94
28	FLUJO PROMEDIO (mm.)	3.93		
29	ESTABILIDAD (lectura dial de carga)	540	439	486
30	ESTABILIDAD SIN CORREGIR (kg.)	1805	1488	1625
31	FACTOR DE ESTABILIDAD	1.04	1.04	1.04
32	ESTABILIDAD CORREGIDA (kg.)	1876	1845	1889
33	ESTABILIDAD CORREGIDA PROMEDIO (kg.)	1870.00		

Observación: Las muestras fueron proporcionadas por el solicitante.

LAB. TECNILAB S.A.C.
 CALLE ALBERTO GUINPE ESPINOSA
 LIMA 18000 PERU

LAB. TECNILAB S.A.C.
 CALLE ALBERTO GUINPE ESPINOSA
 LIMA 18000 PERU

Figura 73

Muestra patrón
 +8% PET reciclado

LABORATORIO TECNICO, NEGOCIACIONES Y CONTRATOS E.I.R.L.
 OTR. BARRIO 2 PACHACAMAC MZA. K1 LOTE. 32 SEC. 1 ALTURA DEL
 COLEGIO JEAN PIAGET
 VILLA EL SALVADOR - LIMA - LIMA

BOLETA DE VENTA ELECTRONICA
 RUC: 20600529294
 EB01-3

Fecha de Vencimiento :
 Fecha de Emisión : 22/11/2023
 Señor(es) : BRANDO MARTIN VERA RAMIREZ
 DNI : 76370437
 Tipo de Moneda : SOLES
 Observación :

Cantidad	Unidad Medida	Descripción	Valor Unitario(*)	Descuento(*)	Importe de Venta(**)	ICBPER
1.00	UNIDAD	PROYECTO: ADICION DE SCORIA Y PET RECIKLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, AVENIDA PERU SAN MARTIN DE PORRES LIMA	4237.29	0.00	5,000.0022	0.00

Otros Cargos : S/ 0.00
 Otros Tributos : S/0.00
 ICBPER : S/ 0.00
 Importe Total : S/5,000.00

SON: CINCO MIL Y 00/100 SOLES

(*) Sin impuestos.
 (**) Incluye impuestos, de ser Op. Gravada.

Op. Gravada : S/ 4,237.29
 Op. Exonerada : S/ 0.00
 Op. Inafecta : S/ 0.00
 ISC : S/ 0.00
 IGV : S/ 762.71
 ICBPER : S/ 0.00
 Otros Cargos : S/ 0.00
 Otros Tributos : S/ 0.00
 Monto de Redondeo : S/ 0.00
Importe Total : S/ 5,000.00

Esta es una representación impresa de la Boleta de Venta Electrónica, generada en el Sistema de la SUNAT. El Emisor Electrónico puede verificarla utilizando su clave SOL, el Adquirente o Usuario puede consultar su validez en SUNAT Virtual: www.sunat.gob.pe, en Opciones sin Clave SOL/ Consulta de Validez del CPE.

Figura 74

Boleta de venta electrónica

Certificado de Calibración TC - 00591 - 2023

Prototipo : 16750A Fecha de Emisión : 2023-01-05

Solicitante : LABORATORIO DE SUELO TECNLAB S.A.C
Dirección : CALLE A CON CALLE 38 MZ.B LT.27 URB. PADHACAMAC GESTOR 1 BARRIO 2 4TA ETAPA LIMA-LIMA-VILLA EL SALVADOR

Equipo : Homo
Marca : NO INDICA
Modelo : NO INDICA
Número de Serie : 20231957
Identificación : NO INDICA
Procedencia : NO INDICA
Circulación del aire : Ventilación forzada
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2023-01-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	0°C a 250°C	1°C
Selector	DIGITAL	NO INDICA	1°C

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

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Lugar de calibración
Instalaciones de LABORATORIO DE SUELO TECNLAB S.A.C

Método de calibración
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2002 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medidores bimetálicos con aire como medio termostático" publicada por el SNM INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	21.4 °C	56 %hr	221 V
Final	21.5 °C	60 %hr	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 6316

Figura 75

Certificado de calibración

Certificado de Calibración
TC - 00592 - 2023

Prototipo : 16750A Fecha de Emisión : 2022-01-06

Solicitante : LABORATORIO DE SUELO TECNOLAB S.A.C
Dirección : CALLE A CON CALLE 35 MZ.B LT.27 URB. PACHACAMAC GESTOR 1 BARRO 2 47A
ETAPA LIMA-LIMA-VILLA EL SALVADOR

Equipo : Homo
Marca : OTCOM
Modelo : NO INDICA
Número de Serie : 20231986
Identificación : NO INDICA
Procedencia : PERU
Circulación del aire : Ventilación natural
Ubicación : LABORATORIO
Fecha de Calibración : 2023-01-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	0 °C a 250 °C	0,1 °C
Selector	DIGITAL	NO INDICA	0,1 °C

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

Lugar de calibración
Instalaciones de LABORATORIO DE SUELO TECNOLAB S.A.C

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2002 "Procedimiento para la calibración o caracterización de medidores isotermos con aire como medio termostático" publicada por el SNM/INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
Inicial	21,2 °C	57 %hr	220 V
Final	21,1 °C	58 %hr	220 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Pascoe
Gerente Técnico
CPF: 8316

Figura 76

Certificado de calibración

Certificado de Calibración

TC - 12316 - 2022

Proforma : 14005A Fecha de emisión : 2022-08-29
Solicitante : TEST & CONTROL S.A.C.
Dirección : Jr. Condesa De Lemos Nro. 117 Urb. San Miguelito Lima-Lima-San Miguel

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : EP22001
N° de Serie : 1124012206
Capacidad Máxima : 22000 g
Resolución : 0.1 g
División de Verificación : 1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : No indica
Identificación : MAS-008
Ubicación : Laboratorio de masa
Variación de AT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2022-08-29

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Instalaciones de TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrón según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Paucar
Gerente Técnico
CFP: 6316

Figura 77

Certificado de calibración



INACAL
 Instituto Nacional
 de Calidad
 Metrología

Laboratorio de Longitud y Angulo

Certificado de Calibración

LLA - 034 - 2023

Página 1 de 4

Expediente	1049271	<p>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).</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	TEST & CONTROL S.A.C.	
Dirección	JR. CONDESA DE LEMOS N° 117 URB. SAN MIGUELITO	
Instrumento de Medición	REGLA	
Intervalo de Indicaciones	0 mm a 100 mm ; 100 mm a 1000 mm	
Resolución del Dispositivo Visualizador	0,5 mm ; 1 mm	
Marca	MITUTOYO	
Modelo	182-309	
Número de Serie	LON-021 (*)	
Fecha de Calibración	2023-01-16	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma digital y sello carecen de validez.

	Responsable del área	Responsable del laboratorio
	 Dirección de Metrología	 Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
 Dirección de Metrología
 Calle Las Camelias N° 877 - San Isidro, Lima - Perú
 Telf: (51) 840-8800 Anexo 7301
 Email: metrologia@inacal.gob.pe
 Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://www.inacal.gob.pe/informacion>

Figura 78

Certificado de calibración

Certificado de Calibración TC - 00578 - 2022

Proforma : 18760A Fecha de emisión : 2023-01-06

Solicitante : LABORATORIO DE SUELO TECHILAS S.A.C.
Dirección : Calle A Con Calle 35 Mz.B Lt.27 Urb. Pachacamac Gestor 1 Barrio 2 4Ta Etapa Lima-Lima-Viña El

Instrumento de medición : Balanza
Tipo : Electrónica
Marca : OHAUS
Modelo : AX2201E
N° de Serie : B634914471
Capacidad Máxima : 8200 g
Resolución : 0,1 g
División de Verificación : 0,1 g
Clase de Exactitud : II
Capacidad Mínima : 5 g
Procedencia : CHINA
Identificación : NO INDICA
Ubicación : NO INDICA
Variación de ΔT Local : 3 °C
Fecha de Calibración : 2022-01-04

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

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

Lugar de calibración
Laboratorio de TEST & CONTROL S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Método de calibración

La calibración se realizó por comparación directa entre las indicaciones de lectura de la balanza y las cargas aplicadas mediante pesas patrón según procedimiento PC-011 "Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y II". Cuarta Edición - Abril 2010. SNM - INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



Lic. Nicolás Ramos Pasco
Gerente Técnico
CPF: 8316

PGC-16-r06/ Diciembre 2019/Rev.04

Página : 1 de 3



Figura 79

Certificado de calibración

POLÍTICA DE TECNILAB S.A.C.

Laboratorio Tecnilab S.A.C. es una empresa dedicada a las acciones y procedimientos dirigidos a determinar la calidad de los suelos, concreto, asfalto y otros materiales de la construcción.

Se evidencia a través de esta política la consideración al Recurso Humano que se desempeña como personal, siendo el capital más valioso en la empresa, buscando un ambiente de trabajo sano y seguro.

Laboratorio Tecnilab S.A.C. establece como principios de su sistema de gestión lo siguiente:

- Preservar la integridad física y la salud de nuestros trabajadores, previniendo incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, así como prevenir impactos ambientales negativos en el desempeño de nuestras actividades.
- Cumplir todos los requisitos legales pertinentes en materia de seguridad y salud en el trabajo, de los programas voluntarios y de otras prescripciones que suscite la organización.
- Garantizar que todos sus colaboradores y representantes son consultados y participan activamente en todos los elementos del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.
- Buscar la mejora continua del desempeño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo.

Esta Política es difundida y revisada periódicamente.

Lma. 04 de Enero del 2023.

LAB. TECNILAB S.A.C.
CALLE 10 DE ABRIL 1000 - SAN JOSÉ DE LOS RIOS
TEL: 02 283 1000 - FAX: 02 283 1001 - WWW.TECNILAB.COM

Figura 80

Política del laboratorio



FORMULARIO
CONSTANCIA DE REGISTRO

FOR-CENSOPAS

Edición N° 01

Página 1 de 1



PERU Ministerio de Salud



INSTITUTO NACIONAL DE SALUD

CONSTANCIA DE REGISTRO N° 040819-2020

EL MINISTERIO DE SALUD A TRAVÉS DEL INSTITUTO NACIONAL DE SALUD HACE CONSTAR MEDIANTE LA PRESENTE QUE,

EMPRESA	LABORATORIO DE R. E. L. O. TÉCNICAS SAC
RUC	20003192100
PROYECTO	Distribución de gas nitrógeno
SECTOR	Industria

HA REGISTRADO CON FECHA 10/06/2020 SU PROYECTO DE "PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID-19 EN EL TRABAJO", LO CUAL CUMPLIENDO CON EL PROCESO SU SOLICITUD DE REGISTRO HA SIDO ACEPTADA SEGÚN LO ESTABLECIDO EN LA RM 299-2019-MINSA.



04081927

José S. Milla, 10 de Junio del 2020

MINISTERIO DE SALUD
INSTITUTO NACIONAL DE SALUD
Centro Nacional de Salud Comunitaria y
Promoción de Ambiente y Salud

La información contenida en el presente formulario es de carácter confidencial y no debe ser divulgada a terceros sin el consentimiento expreso del interesado.

Figura 81

Constancia de registro

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

INVESTIGADORES: CRISTINA ORO CARO Y BRANDO MARTIN VERA RAMIREZ

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA-2023

ENSAYOS PARA EL AGREGADO FINO

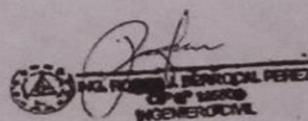
ENSAYO	MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
CONTENIDO DE HUMEDAD			
GRANULOMETRIA			
PESO UNITARIO SUELTO			
PESO UNITARIO COMPACTADO			
GRAVEDAD ESPECIFICA			
EQUIVALENTE DE ARENA			

ENSAYOS PARA EL AGREGADO GRUESO

ENSAYO	MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
CONTENIDO DE HUMEDAD			
GRANULOMETRIA			
PESO UNITARIO SUELTO			
PESO UNITARIO COMPACTADO			
PESO ESPECIFICO			
ABRACION			

ENSAYO MARSHALL

MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	SEGÚN LA NORMA TECNICA	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
I			
II			
III			
IV			
V			
VI			
VII			



ING. NORMA DERRÓCAL PÉREZ
 CIP 14803
 INGENIERO CIVIL

Figura 82

Ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

INVESTIGADORES: CRISTINA ORO CARO Y BRANDO MARTIN VERA RAMIREZ

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA-2023

ENSAYOS PARA EL AGREGADO FINO

ENSAYO	MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
CONTENIDO DE HUMEDAD			
GRANULOMETRIA			
PESO UNITARIO SUELTO			
PESO UNITARIO COMPACTADO			
GRAVEDAD ESPECIFICA			
EQUIVALENTE DE ARENA			

ENSAYOS PARA EL AGREGADO GRUESO

ENSAYO	MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
CONTENIDO DE HUMEDAD			
GRANULOMETRIA			
PESO UNITARIO SUELTO			
PESO UNITARIO COMPACTADO			
PESO ESPECIFIO			
ABRASION			

ENSAYO MARSHALL

MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	SEGÚN LA NORMA TECNICA	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
I			
II			
III			
IV			
V			
VI			
VII			


MOISÉS MEZA AGUIÑO
INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 204857

Figura 83

Ficha de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

INVESTIGADORES: CRISTINA ORO CARO Y BRANDO MARTIN VERA RAMIREZ

PROYECTO: ADICIÓN DE ESCORIA Y PET RECICLADO PARA EL MEJORAMIENTO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE AV. PERÚ, SAN MARTÍN DE PORRES, LIMA-2023

ENSAYOS PARA EL AGREGADO FINO

ENSAYO	MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
CONTENIDO DE HUMEDAD			
GRANULOMETRIA			
PESO UNITARIO SUELTO			
PESO UNITARIO COMPACTADO			
GRAVEDAD ESPECIFICA			
EQUIVALENTE DE ARENA			

ENSAYOS PARA EL AGREGADO GRUESO

ENSAYO	MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
CONTENIDO DE HUMEDAD			
GRANULOMETRIA			
PESO UNITARIO SUELTO			
PESO UNITARIO COMPACTADO			
PESO ESPECIFICO			
ABRASION			

ENSAYO MARSHALL

MUESTRA	RESULTADO DE LABORATORIO	SEGÚN LA NORMA TECNICA	¿CUMPLE CON LO ESTABLECIDO EN LA NORMA?
I			
II			
III			
IV			
V			
VI			
VII			

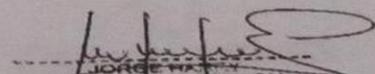

 JORGE RÍOS
 SALVADOR GALDERRÓN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. OIP N° 205744

Figura 84

Ficha de recolección de datos