



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Aplicación de escoria siderúrgica para rehabilitar pavimentos flexibles en el  
Distrito de La Victoria – Lima 2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniera Civil

**AUTORA:**

Br. Lucen Sosa Siclane Smith (ORCID: 0000-0001-8657-0845)

**ASESOR:**

Dr. Vargas Chacaltana Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer infinitamente a Dios, a mis maestros de la Universidad Cesar Vallejo, quienes han sido de gran bendición en mi vida ya que con esfuerzo, sabiduría y dedicación fortalecieron mis conocimientos, en especial a mis padres y a mi esposo por su constante motivación

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi madre Lucia Sosa C. y mi amado esposo Aldo García L. Por su amor, dedicación incondicional y perseverancia que ha sido mi motor y motivo para ser mejor día a día.

## **PÁGINA DEL JURADO**

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, SICLANE SMITH LUCEN SOSA a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniera Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

**Lima, 13 de Julio del 2019**



FIRMA  
DNI: 44932375

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “Aplicación de escoria siderúrgica para rehabilitar pavimentos flexibles en el Distrito de La Victoria – Lima 2018”, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniería Civil.

La Autora.

## Índice

CARÁTULA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
PÁGINA DEL JURADO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. TRABAJOS PREVIOS.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.1. ESCORIA SIDERÚRGICA DE ALTO HORNO.....</b>	<b>8</b>
1.3.1.1. Porcentaje de escoria siderúrgica .....	9
1.3.1.2. Características físicas de la escoria siderúrgica .....	9
1.3.1.3. Características mecánicas de la escoria siderúrgica.....	10
1.3.1.4. Clasificación de la escoria .....	11
<b>1.3.2. PAVIMENTO FLEXIBLE.....</b>	<b>13</b>
1.3.2.1. Tipos de falla en un pavimento flexible .....	14
1.3.2.2. Propiedades físicas del pavimento .....	14
1.3.2.3. Propiedades mecánicas del pavimento.....	15
1.3.2.4. Tratamiento superficial al pavimento.....	15
<b>1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>15</b>
<b>1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO.....</b>	<b>16</b>
<b>1.6. HIPÓTESIS.....</b>	<b>17</b>
<b>1.7. OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>II. MÉTODO .....</b>	<b>18</b>
<b>2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN.....</b>	<b>20</b>
<b>2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....</b>	<b>24</b>
<b>2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....</b>	<b>25</b>

2.5. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN.....	29
III. RESULTADOS.....	40
IV. DISCUSIÓN .....	104
V. CONCLUSIONES.....	106
VI. RECOMENDACIONES .....	108
REFERENCIAS.....	109
ANEXOS.....	111
7.1.1. Ensayo Rice Mezcla Asfáltica AASHTO T – 209 ASTM D-2041 .....	111
7.2. Ensayo de diamantina.....	112
7.3. Peso unitario .....	115
7.3.1. Certificados de calibracion .....	120



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1 Propiedades físicas y mecánicas, típicas de la escoria de acería .....	10
Tabla N° 2 Composición química de las escorias de horno alto .....	11
Tabla N° 3 Propiedades físicas de la escoria cristalizada .....	12
Tabla N° 4 Propiedades químicas de la escoria cristalizada .....	13
Tabla N° 5 Propiedades mecánicas de la escoria cristalizada.....	13
Tabla N° 6 Matriz de Operacionalización de variables .....	23
Tabla N° 7 Rango de validación de instrumento .....	29
Tabla N° 8 Dosificación para mezcla convencional.....	42
Tabla N° 9 Comparación de resultados entre mezcla asfáltica convencional y modificado .....	71
Tabla N° 10 Comparación de resultados entre mezcla asfáltica convencional y modificado con escoria 10%.....	84
Tabla N° 11 Comparación de resultados entre mezcla asfáltica convencional y modificado con escoria 17% .....	97
Tabla N° 12 Matriz de consistencia .....	154

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°: 1 Provincias en la que se genera escorias de horno alto.....	11
Figura N°: 2 Escoria cristalizada.....	12
Figura N°: 3 Estructura del pavimento flexible .....	14
Figura N°: 4 Materiales empleados de la carretera - Agregado grueso .....	30
Figura N°: 5 Materiales empleados de la cantera – Agregado fino.....	30
Figura N°: 6 Materiales empleados de la cantera – Filler.....	31
Figura N°: 7 Extracción con diamantina .....	32
Figura N°: 8 Extracción con diamantina .....	32
Figura N°: 9 Especímenes .....	34
Figura N°: 10 Especímenes.....	34
Figura N°: 11 Pesaje de muestra asfáltica .....	38
Figura N°: 12 Cobertura con agua a nivel .....	39
Figura N°: 13 Pesaje de la muestra llena con agua .....	39
Figura N°: 14 Bomba de vacíos .....	40
Figura N°: 15 Plano de Ubicación de la investigación.....	41
Figura N°: 16 Tamizado de agregados pétreos .....	53
Figura N°: 17 Pesaje según dosificación para muestra asfáltica .....	53
Figura N°: 18 Agregados pétreos .....	54
Figura N°: 19 Agregado fino con adición de escoria .....	54
Figura N°: 20 Secado de agregado fino.....	55
Figura N°: 21 Estabilidad (kg) vs Tipo mezcla.....	72
Figura N°: 22 Peso unitario vs tipo de mezcla.....	73
Figura N°: 23 Vacíos vs Tipo mezcla.....	73
Figura N°: 24 Tipo de mezcla vs V.M.A.....	74
Figura N°: 25 Estabilidad (kg) vs Tipo mezcla.....	85
Figura N°: 26 Peso unitario vs tipo de mezcla.....	86
Figura N°: 27 % Vacíos vs Tipo mezcla .....	86
Figura N°: 28 Tipo de mezcla vs V.M.A.....	87
Figura N°: 29 Estabilidad (kg) vs Tipo mezcla.....	98
Figura N°: 30 Peso unitario vs tipo de mezcla.....	99
Figura N°: 31 % Vacíos vs Tipo mezcla .....	99
Figura N°: 32 Muestra asfáltica con 3% de escoria .....	100
Figura N°: 33 Preparación de muestra.....	100
Figura N°: 34 Molde de briquetas .....	101
Figura N°: 35 Briquetas con 3, 7% de escoria .....	101
Figura N°: 36 Briquetas con 3, 7% de escoria .....	102
Figura N°: 37 Pesaje de testigos .....	102
Figura N°: 38 Briquetas con 3, 7% de escoria .....	103
Figura N°: 39 Briquetas con 3, 7% de escoria .....	103
Figura N°: 40 Gravedad específica de mezcla bituminosa .....	111
Figura N°: 41 Ensayo de Diamantina Muestra 1.....	112
Figura N°: 42 Ensayo de Diamantina Muestra 2.....	113
Figura N°: 43 Ensayo de Diamantina Muestra 4.....	114
Figura N°: 44 Gravedad específica de mezcla bituminosa .....	115

Figura N°: 45 Resultados de la compactación de la carpeta asfáltica – Muestra Diamantina 2 ....	116
Figura N°: 46 Resultados de la compactación de la carpeta asfáltica – Muestra Diamantina 3 ....	117
Figura N°: 47 Resultados de la compactación de la carpeta asfáltica – Muestra Diamantina 4 ....	118
Figura N°: 48 Resultados de la compactación de la carpeta asfáltica – Muestra Diamantina 5 ....	119

## RESUMEN

La tesis tiene como propósito dar a conocer las bondades del uso de la aplicación de escoria siderúrgica para rehabilitar pavimentos flexibles en el Distrito de La Victoria – Lima 2018, considerando el objetivo principal: Evaluar la incorporación de escoria siderúrgica en las propiedades del pavimento flexible para su rehabilitación de pavimentos flexibles en el distrito de La Victoria – Lima 2018.

Esta evaluación se centra en determinar la resistencia a la compresión de sus propiedades, contenido de vacíos y coeficiente de permeabilidad para lo cual se realizaron pruebas bajo tipos de huso granulométrico N°57 y el huso N°8, de los cuales se obtendrá la distribución granulométrica más adecuada para este tipo de asfalto. Para mejorar las propiedades de asfalto se optó por adicionar escoria siderúrgica es dosificaciones de 0.07%, 0,13% y 0.21% con la finalidad de encontrar la dosificación óptima para de esta manera mejorar las propiedades del pavimento flexible.

Finalmente se procedió a demostrar que la adición de escoria siderúrgica en un 0.07% respecto al peso de los materiales, mejorara las propiedades del pavimento flexible para su rehabilitación en el distrito de la victoria 2018.

De acuerdo con la investigación se define que el terreno de fundación llamado subrasante soporta un elemento estructural se le llama pavimento. Se le denomina paquete estructural cuando la superficie soporta un sistema de capas con diferentes espesores, asimismo la elaboración de distintos cementos comerciales es añadida a las escorias de alto horno.

Por consiguiente, el método empleado fue: el cualitativo, ya que nos conduce a ambientes naturales, el tipo de investigación es aplicada, porque nos conlleva a resolver problemas existentes. Nivel correlacional y diseño Cuasi Experimental.

Por último, el tipo de investigación es aplicada, ya que nos sobrelleva a solucionar problemas existentes, el método cualitativo porque nos lleva a ambientes naturales, diseño cuasi experimental y el nivel correlacional ya que no indica que el pavimento tiene una relación con aplicación de acero siderúrgico y el pavimento.

**Palabras clave:** Escoria de fundación, pavimento, límite de consistencia, escoria, suelos cohesivos, subrasante.

## ABSTRACT

The thesis aims to publicize the benefits of the use of steel slag application to rehabilitate flexible pavements in the District of La Victoria - Lima 2018, considering the main objective: Evaluate the incorporation of steel slag in the properties of flexible pavement for his rehabilitation of flexible pavements in the district of La Victoria - Lima 2018.

This evaluation focuses on determining the resistance to the understanding of its properties, content of voids and coefficient of permeability for which tests were carried out under types of granulometric spindle No. 57 and spindle No. 8, from which the distribution will be obtained. granulometric more suitable for this type of asphalt. To improve the asphalt properties, it was decided to add steel slag in dosages of 0.07%, 0.13% and 0.21% in order to find the optimum dosage to improve the properties of the flexible pavement.

Finally, we proceeded to demonstrate that the addition of steel slag by 0.07% with respect to the weight of the materials, will improve the properties of the flexible pavement for its rehabilitation in the district of victory 2018.

According to the research it is defined that the foundation ground called subgrade supports a structural element called pavement. It is called structural package when the surface supports a system of layers with different thicknesses, also the elaboration of different commercial cements is added to blast furnace slag.

Therefore, the method used was: qualitative, since it leads us to natural environments, the type of research is applied, because it leads us to solve existing problems. Correlation level and Quasi Experimental design.

Finally, the type of research is applied, since it leads us to solve existing problems, the qualitative method because it takes us to natural environments, quasi-experimental design and the correlational level since it does not indicate that the pavement has a relationship with steel application. iron and steel pavement.

**Keywords:** Foundation slag, pavement, consistency limit, slag, cohesive soils, subgrade.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El desarrollo en la infraestructura ha ido mejorando en el tiempo; permitiendo la construcción de nuevos pavimentos, de tal forma que el avance de los años a permitido mejorar las necesidades de la integraciones, movilización y comunicación. La construcción de carreteras ha contribuido a lo largo de la historia con el crecimiento de diferentes culturas. En la actualiza nos encontramos frente a un mundo globalizado con diferencias muy notables, son los países desarrollados quienes están a la vanguardia en cuanto a tecnologías, procesos constructivos, programas de seguridad vial, etc.

En los países latinoamericanos, los organismos del estado son los responsables de proponer proyectos de ejecución vial, tienen como función primordial el desarrollo de su ejecución, calculando su eficacia en el nivel de intervención y la longitud de kilómetros construido midiendo su eficiencia en la longitud de kilómetros construidos y su nivel de intervención, dejando a la conservación de caminos ya construidos en un segundo plano o en los peores casos, sin ningún plan de intervención en lo referente a su mantenimiento.

Como resultado, muchas redes viales se encuentran en condiciones muy por debajo de lo que resulta deseable y conveniente. Esta situación, ha llevado a un ciclo vicioso de la vía, donde se construye o rehabilita, no existe mantenimiento, lo dejan en abandono, la vía se destruye y necesariamente se debe reconstruir, esta situación se produce, sin que la vía haya cumplido con su periodo de diseño, a un costo mucho mayor.

El desarrollo económico y social de las localidades se centra en las carreteras lo cual interactúan como medio de comunicación, debido a que estas vías sirven para tener cualquier medio de transporte ya sea social, económico, etc. Estas carreteras necesitan que su periodo de vida útil sea prolongado para ello se debe mejorar sus componentes, propiedades físicas, mecánicas.

La aplicación de escoria siderúrgica representa un serio desafío asociado a la rehabilitación de pavimentos flexibles, siendo un problema importante e incidente el incrementar su vida útil.

En nuestra realidad local, constantemente podemos observar diferentes problemas relacionados con el deplorable estado de las vías, las cuales provocan molestias como a los usuarios de la Av. Parinacochas en el distrito de la Victoria ya que a lo largo de esta avenida podemos encontrar diversidad de problemas como piel de cocodrilo, ahuellamientos, fisuras, ondulaciones, agrietamientos, etc. Esta situación, nos indica que nuestro país está al borde de un derrumbe en el ámbito económico y social, percatándonos que las vías son indispensables ya que son el medio por donde se desarrolla diversas actividades sociales y económicas. Los elevados precios de mantenimiento y operación vehicular, aislamiento de poblaciones, el bajo desarrollo socio-económico, la desviación del tráfico, son resultado de un problema central, que es el pésimo estado de las carreteras, producto de malas políticas de construcción, mantenimiento y rehabilitación, siendo nosotros los profesionales afines llamados a realizar las actividades necesarias para poder mejorar esta realidad vial, que ha resultado por demás obsoleta y dañina a los intereses sociales.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS.**

A lo largo del desarrollo de las investigaciones nos damos cuenta de que es una necesidad respaldarse en una tesis o algún artículo científico los cuales compartan nuestro mismo objeto de estudio, teniendo en cuenta la cronología, ya que sabemos que sabemos que con los años y la tecnología del día a día los estudios se vuelven obsoletos ya que con la tecnología del día a día los estudios se vuelven más innovadores.

### **1.2.1. Antecedentes nacionales**

(Choque Hinojosa , 2015). En la tesis titulada “Viabilidad para el uso de la escoria de acería eléctrica como agregado en mezcla asfáltica en la ciudad de Chimbote”, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Huancavelica fijó el objetivo principal Evaluar y experimentar las característica de escoria siderúrgica eléctrica a través de los resultados obtenidos en el laboratorio de suelos y ensayos para dicho pavimento, la metodología es de nivel de investigación descriptivo, y el tipo es aplicada porque nos conduce de forma inmediata y directa con los hechos, asimismo se concluye que se puede emplear como material de mezcla asfáltica, base y subbase para la carpeta de los pavimentos la escoria siderúrgica asimismo se dice que esto proviene de la fusión del acero en horno eléctrico, teniendo desventajas y ventajas, lo cual se dice que la principal desventaja es la falta de agregado fino en su granulometría, se recomienda continuar con esta tesis ya que el comportamiento con la aplicación de la escoria ya que el clima tiene diferentes comportamientos.

(Carrizales Apaza, 2015). En la tesis titulada “Asfalto modificado con material reciclado de llantas para su aplicación en pavimentos flexibles” fijó como objetivo principal Examinar el material reciclado y la composición modificada de llanta para luego usarlo en la pavimentación. Teniendo como metodología de investigación cuantitativa, nivel correlacional. Asimismo, la investigación concluye que mediante que los valores obtenidos ya sean mediante el ensayo de Marshall y la mezcla asfáltica modificada los resultados están por debajo de los resultados, también la mezcla asfáltica modificada con caucho reciclado de llanta no presenta mejoras en el comportamiento mecánico - físico en ninguno de los distintos diseños realizados con caucho reciclado de llanta que se realizaron en el laboratorio.



(Figueroa Chavez, y otros, 2019). En la tesis titulada “Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales” la investigación para obtener título profesional de Ingeniero Civil, fijaron el objetivo principal Investigar la viabilidad del uso de escorias negras como un material ms para el uso en la construcción de afirmado, mediante la propuesta de un diseño de pavimento con escorias negras como parte de sus materiales de construcción. Teniendo como propósito aumentar la cantidad de carreteras afirmadas para zonas rurales del Perú. La investigación concluye manifestando que Las escorias negras recolectadas de 5 puntos diferentes de toda la zona de acopio en CAASA, no contenían la granulometría fina que requería el MTC para la construcción de afirmados de bajo tránsito por lo que se optó por agregarle finos en un 10% con respecto del total y así cumplir con los estándares del MTC.

(Carrillo Gil , y otros, 2018). En el artículo titulado “Uso de las escorias de acería de horno eléctrico en obras viales” se recomienda utilizar las escorias para la conformación de la subbase y base y a la vez el mejoramiento de la subrasante, todo esto cuando las escorias se generan en las acerías del horno eléctrico, lo cual se manifiesta en la investigación que esto se genera por la obtención de información de otros países y otras investigaciones. La investigación concluye manifestando que la acería proviene de la fusión en el horno eléctrico, asimismo presenta desventajas y la cual nos permite ser utilizado en la subrasante, base y subbase del pavimento.

(Quipusco villalobos , y otros, 2019). En la tesis titulada “Efectos de representar agregado grueso convencional por siderúrgico en las propiedades mecánicas – físicas de mezclas asfálticas en caliente”, fijaron el objetivo principal establecer los efectos que produce en el acero siderúrgico al reemplazar por agregado grueso convencional en las propiedades mecánicas y físicas de la mezcla asfáltica en caliente. La investigación tiene enfoque cuantitativo, diseño cuasi experimental y de tipo correlacional, la población está formado por la mezcla y la muestra 150 especímenes elaborados con aproximadamente 200 kg de escoria de acero provenientes de la producción de acero Sider Perú, 350 kg de agregados pétreos de la cantera ubicada en el sector La Pluma – Batan Grande, Chiclayo y seis galones de asfalto. La investigación concluye manifestando que observando los resultados de la característica de agregados cumplen con los requerimientos establecidos por la norma, se concluye que estos son adecuados para la preparación de mezcla asfálticas en

caliente asimismo se recomienda ejecutar investigaciones con porcentaje de escoria más cercanos al óptimo hallado en el presente estudio

### **1.2.2. Antecedentes internacionales.**

(Ramiro Lopez, 2017) la investigación “Mejora de la carpeta asfáltica a base de escoria siderúrgica para pavimentos flexibles (mezcla asfáltica)”, estableció como objetivo el uso de escoria siderúrgica, producto de la fusión de hierro como agregado de pavimento asfáltico en caliente, para la mejora de las propiedades del pavimento asfáltico en las vías y determinar, mediante el Método Marshall, bajo norma ASTM D1559, las propiedades mecánicas – físico del pavimento asfáltico, se les añade un porcentaje de escoria como parte de sus agregados. La investigación tiene como metodología de diseño Experimental aplicada a las obras viales en el país de Ecuador; en la cual se concluye que el contenido inapreciable de cemento asfáltico AC – 20 de la mezcla fue del 7.8%, este porcentaje dependió mucho de los ensayos de los agregados, así como la granulometría y el porcentaje de permeabilidad, siendo la granulometría directamente proporcional con el contenido óptimo del asfalto. Si sobrepáramos el contenido óptimo de asfalto se produciría una película demasiado gruesa sobre las partículas del agregado, lo cual resultaría en pérdida de fricción entre ellas, produciendo inestabilidad, ondulaciones (corrugación) y ahuellamientos (canales), y otros caracteres que indicarán deficiente en el diseño del pavimento asfáltico. Así mismo, recomienda que, para el diseño se debe verificar mediante ensayos previos en los laboratorios la buena calidad de los materiales a emplear, los cuales deberán cumplir normas y especificaciones de diseño

(Cajas Ramirez, y otros, 2010). En la tesis titulada “Uso de escorias siderúrgicas para la mejora de las mezclas asfálticas en frío”, fijaron el objetivo analizar las diferencias de las mezclas asfálticas en frío utilizado con escorias siderúrgica lo cual mejora la resistencia de la mezcla y favorecido en su utilización. La metodología es experimental, se trabajó con 2 tipos de muestras; una muestra experimental y un grupo control. En la investigación se realizó el ensayo de Marshall las cuales se comparó la mezcla en frío y la mezcla en frío adicionando escoria al 5%, 7.5%, 10%, 12.5% y 15% y analizar los porcentajes óptimos de escoria siderúrgica, para así optimar las características mecánicas del pavimento. La

investigación concluye manifestando que cumplen con todas las especificaciones técnicas. Las 101 propiedades analizadas de esta emulsión fueron: porcentaje retenido en la malla #20, viscosidad Saybolt- Furol, carga de la partícula, gravedad específica, estabilidad a las 24 horas, residuo por evaporación; así también como ensayos del residuo tales como ductilidad y penetración; además, se determinó que para realizar pavimento asfáltico en frío con los tres tipos de material extraídos de la mina de Guayllabamba se debe combinarlos en diferentes porcentajes para que cumplan con normas MOP-001-F-2002 siendo esos porcentajes los siguientes: 20% del material A (Grueso 3/4”), 30% del material B (Intermedio 3/8”) y 50% de material C (Finos o filler). De igual manera, recomienda que el contenido de agua de pre-envuelta se determinó mediante tanteo; sin embargo, esta agua se encuentra dentro de un rango del 3% al 8%. En nuestro caso se utilizó un 4% de agua de preenvuelta para poder lograr una buena trabajabilidad de la muestra. Por otro lado se debe mezclar únicamente lo suficiente para poder distribuir la emulsión uniformemente en la mezcla ya que un exceso de mezclado conllevaría a la rotura de la emulsión o a un desprendimiento del asfalto del agregado.

(Jordan Orrala, y otros, 2017) en la tesis titulada “Utilización de escorias siderúrgicas para el mejoramiento de mezclas en frío” Fijó como objetivo principal valorar y comprar el incremento de la mezcla asfáltica mejora la resistencia del pavimento, la investigación concluye manifestando que se utilizaron tres tipos de material extraído de la mina para realizar la mezcla asfáltica con la escoria siderúrgica, de tal forma se mezclan en diferentes porcentajes para que cumpla con lo que establece la norma. Se recomienda que para esta investigación se verifica que los porcentajes establecidos para la investigación cumplen con los parámetros establecidos en las normas.

(Suarez Gonzalez, y otros, 2017) en la investigación “Beneficio de escorias blancas (lfs) y negras (eafs) de acería eléctrica en la estabilización de suelos y en capas de firmes de caminos rurales” fijaron como objetivo principal determinar la calidad para prolongar su durabilidad al estabilizar suelos arcillosos de baja calidad en caminos rurales, donde se incorpora la escoria, la cual se aplica la escoria blanca de horno de cuchara, seguidamente se obtuvo un segundo objetivo la cual se emplea la escoria negra de horno eléctrico de arco, cuando se reemplaza de la zahorra en firmes mantenimientos de las propiedades técnicas y la viabilidad económica razonable. La investigación concluye manifestando que la escoria

negra o acida de horno electrico de arco EAFs procedentes de la fabricación de aceros al carbono y la escoria blanca o basica de horno-cuchara LFS, son materiales que se pueden emplear de modo sistemático y eficiente como adiciones en construcción de proyectos.

(Ponce Lopez , 2014) dentro de la investigación “Análisis de la escoria de acero de la planta de siderúrgica de Guatemala (SIDEGUA), para su empleo como agregada en carreteras” fijó como objetivo principal Evaluar las características mecánicas – físicas de la escoria generada en la planta de SIDEGUA, para el uso de este como agregado en carreteras por medio de los ensayos normalizados por la AASHTO. La investigación concluye que el material de escoria de acero de la planta SIDEGUA no desempeña con los exigencias necesarios para capa de base triturada como la sección 305 de las descripciones generales para la construcción de carreteras y puentes, por motivo de la falta de fino que se necesitan para darle una mejor trabajabilidad y cohesión, así lograr un mayor soporte en la capa de base a trabajar, asimismo se recomienda integrar a la escoria del acero un limo arcillosos para lograr la trabajabilidad del material y cohesión.

(Perez Sierra, 2015) En la tesis titulada “Determinación de la escoria de horno como agregado en mezclas asfálticas”, fijó el objetivo desarrollar el uso de escoria de horno como agregado en mezclas asfálticas, de acuerdo especificaciones normalizadas y especificaciones. Para el resultado experimental se valoraron tres mezclas asfálticas con diferentes combinaciones de escoria-agregado convencional (100%,0%), (70%,30%), (0%,100%), donde la mezcla con 100% agregado tradicional se utilizó como parámetro de comparación para conocer las diferencias entre las mezclas con escoria y las que utilizan agregados tradicionales. La investigación concluye que el porcentaje de absorción en la escoria es mayor al de los agregados tradicionales, es decir en mayor contenido de asfalto y que al combinar la escoria con agregados tradicionales se consigue compensar el bajo porcentaje de finos en la misma y disminuir el porcentaje de asfalto en la mezcla, a la vez recomienda ajustar la granulometría de la escoria a las especificaciones y combinar la escoria con agregados tradicionales para compensar la falta de finos que posee la misma.

### **1.3. TEORÍAS RELACIONADAS AL TEMA**

#### **1.3.1. ESCORIA SIDERÚRGICA DE ALTO HORNO**

(Aranguren Campos , 2015) Define que es un material que se desliga por la consistencia de la fundición. Esta se establece básicamente por sílice cálcicos, por otro lado, contiene otras sustancias como aluminio y magnesio.

(Ponce Lopez , 2014) Manifiesta que sirve para purificar los metálicos y provienen de los subgrupos de la escoria, pueden contener átomos de metal y sulfuros de metal en forma de elemento los cual se le considera como mezcla de óxidos metálicos.

Estos cementos siderúrgicos tienen algunas propiedades y características sensiblemente mejores que los cementos portland ordinarios, asimismo las escorias de alto horno son materiales muy utilizados como adición activa para la elaboración de distintos cementos comerciales; tales como alta resistencia a los sulfatos, menos calor de hidratación, así como una reducción muy apreciable a la reacción álcalis – árido.

#### **❖ Ventajas y Desventajas**

##### **Desventajas**

Al ser compactada como mezcla asfáltica (cerca a los 3000 kg/m<sup>3</sup>) pueden incidir en el costo adicional en el valor de mezcla asfáltica por m<sup>2</sup> y en el transporte. Su alto valor de peso unitario en estado suelto (mayor a 1900 kg/m<sup>3</sup>).

##### **Ventajas**

##### **A. En mezclas asfálticas**

Brinda características que mejora su desempeño con agregados convencionales, asimismo se define que la utilización de la escoria es una mezcla asfáltica, se tienen los siguientes:

- A lo largo de su servicio brinda alta resistencia al desplazamiento, teniendo como valor de 51 después de 1,500,000 y 56 después de 235,000 ciclos
- A través del tiempo permanece con el mismo color, brindando la mejor visibilidad de la señalización.

- Durante las grandes distancias del acarreo se pueden conseguir temperaturas que favorecen, ayudando mejora la trabajabilidad durante la compactación.
- Se presentan menores posibilidades de fallas con la estabilidad del ensayo de Marshall en ahuellamiento.
- Cuando se tiene que el peso unitario mayor este en su contra se consigue el bajo costo de la escoria.

#### **1.3.1.1. Porcentaje de escoria siderúrgica**

Se consideran los porcentajes en tres proporciones para la investigación:

- 3%
- 10%
- 17%

#### **1.3.1.2. Características físicas de la escoria siderúrgica**

Escoria siderúrgica tiene las siguientes características angular, tiene forma cubica y textura rugosa. En los gases atrapados en la escoria se forma la estructura celular.

(Aquino Monterroso , 2012). Define que al presentar mayor capacidad de absorción son más densas que las escorias de alto horno, se considera las diferencias entre áridos naturales y escorias:

- ❖ Los áridos naturales tienen menor densidad que las escorias de horno eléctrico.
- ❖ El árido natural es menos porosa que las dos escorias de alto horno.
- ❖ La porosidad de los áridos está ligados a la capacidad de absorción.

Se consideran de la escoria siderúrgica algunas propiedades físicas:

- Peso unitario 1,600-1,920kg/m<sup>3</sup>
- Gravedad específica valor = 3.2—3.6
- Absorción de agua 3%

### 1.3.1.3. Características mecánicas de la escoria siderúrgica

Se consideran cinco sistemas de alcalinos como combinaciones de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,  $\text{NaOH}$ , vidrio soluble para la caracterización de propiedades mecánicas y reactividad, considerando el 5%.

Se curaron durante 120 días a 20 y 60°C al preparar cubos de 5cm bajo el agua, la escoria activada con vidrio soluble fueron los más altos de resistencia mecánica

La escoria de vidrio soluble favoreció con el aumento de temperatura a la resistencia a la compresión.

Se consideran las siguientes propiedades mecánicas:

- ❖ Pérdida de sulfato (menores 5%)
- ❖ Excelente resistencia a la abrasión (prueba desgaste de los Ángeles 17- 30%)
- ❖ Dureza (6.5-7 escala de Moh's)
- ❖ CBR (150% hasta 200%)
- ❖ Pérdida de sulfato (menores 5%)
- ❖ Alta resistencia a la pulimentación (alisar una superficie para que quede suave y brillante)

Tabla N° 1 Propiedades físicas y mecánicas, típicas de la escoria de acería

TIPO	PROPIEDAD	VALOR
Físicas	Gravedad específica	3.2 – 3.6
	Peso unitario Kg/m <sup>3</sup> , (lb/ft <sup>3</sup> )	1600 – 1920 (100 – 120)
	Absorción	Arriba de 3%
Mecánicas	Abrasión Los Ángeles (ASTM C131)	% 20 – 25
	Desintegración al sulfato de sodio (ASTM C88)	% <12
	Ángulo de fricción interna	40° - 50°
	Dureza (medida en la escala de Mohs)	6 – 7
	California Bearing Ratio (CBR), % tamaño máximo 19 mm (3/4 de pulgada)	Arriba de 300

### 1.3.1.4. Clasificación de la escoria

#### 1.3.1.4.1. Escoria de alto horno

Es la materia prima para la fabricación del acero, este horno se da en la ciudad de Cuba, la cual nos permite obtener dos resultados con los elementos de la misma como son la escoria y el arrabio.

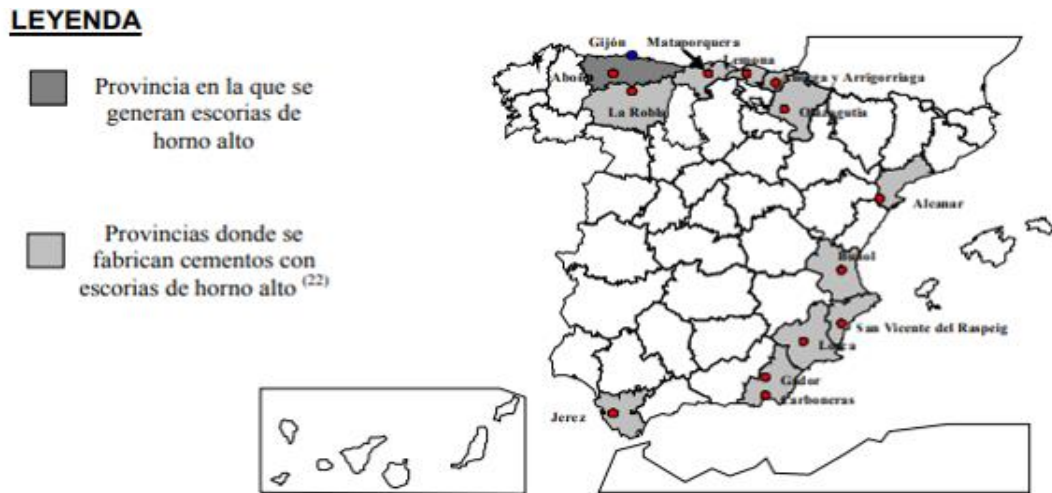


Figura N°: 1 Provincias en la que se genera escorias de horno alto

#### ○ Propiedades

Se considera las siguientes composiciones:

Tabla N° 2 Composición química de las escorias de horno alto

COMPUESTO	PORCENTAJE (%)
Ca O	38 – 42
SiO <sub>2</sub>	32 – 37
MgO	7 – 9
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 – 14
S	< 1
Fe O	0,4 – 0,8
Mn O	0,2 – 0,6
TiO <sub>2</sub>	0,3 – 0,5
I <sub>b</sub>	≤ 1,2
I <sub>bs</sub>	≤ 1,3
Producción de escoria arrabio	306 kg/t de arrabio



### ❖ Escoria cristalizada

En grades fosos se tuvieron el enfriamiento de la escoria líquida. Quedando pequeña parte de vidrio.

Mediante camiones se transportan a la planta cuando se tiene enfriado la escoria.

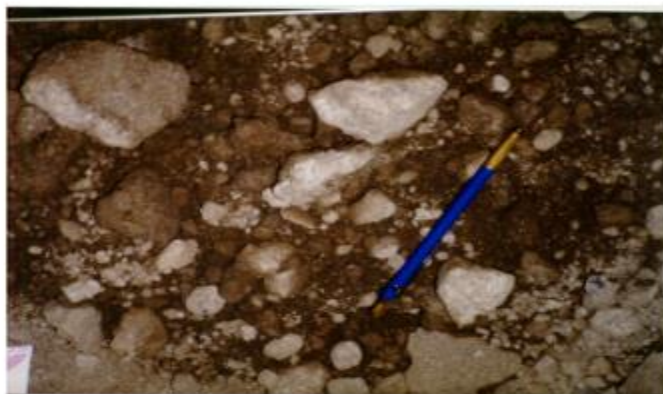


Figura N°: 2 Escoria cristalizada

### ✓ Propiedades físicas

Se genera un material pétreo cuando el material está controlado y lento de la escoria fundida.

Tabla N° 3 Propiedades físicas de la escoria cristalizada

	Fracción 0-40	Fracción 0-50
Densidad aparente (kg/dm <sup>3</sup> )	2,38	2,32
Densidad real (kg/dm <sup>3</sup> )	2,63	2,60
Absorción (%)	3,70	4,20
Peso específico real (<80μm)	2,98	2,94
Porosidad aparente (%)	8,80	9,80
Porosidad real (%)	20,4	20,80

La resistencia mecánica y la sensibilidad a la helada son reducidas por la porosidad favoreciendo la reactividad química y el drenaje.

### ✓ **Propiedades químicas**

Se consideran las siguientes propiedades químicas para la escoria cristalizada.

Tabla N° 4 Propiedades químicas de la escoria cristalizada

	<b>Fracción 0-40</b>	<b>Fracción 0-50</b>
Azufre total (expresado en S)	1,16%	1,02%
Sulfatos (expresado en S)	0,62%	0,59%
Óxido de hierro (FeO)	0,40%	0,38%

### ✓ **Propiedades mecánicas**

Las propiedades mecánicas se dan de la siguiente manera:

Tabla N° 5 Propiedades mecánicas de la escoria cristalizada

<b>Propiedades</b>	<b>Datos españoles</b>		<b>Datos americanos</b>
	Fracción 0-40	Fracción 0-50	
Desgaste Los Ángeles	42%	39%	35-45%
Estabilidad frente al sulfato sódico	-	-	12%
Ángulo de rozamiento interno	45°	45°	40°-45°
Dureza (escala de Moh's)	-	-	5-6
CBR	56	133	>250

### **1.3.2. PAVIMENTO FLEXIBLE**

(Mata, 2010) Define la pavimentación está apoyada sobre el terreno natural conocido como subrasante, es así que esta capa se prepara para soportar un sistema de capas de espesores distintos, conocido ya que soporta cargas externas del paquete estructural.

(Velásquez, 2009) Manifiesta que debe proporcionar un servicio de calidad de tal forma que nos permita mejorar la calidad de vida, asimismo, el pavimento debe brindar seguridad, comodidad que se transmite sobre lo mencionado.



Figura N°: 3 Estructura del pavimento flexible

### 1.3.2.1. Tipos de falla en un pavimento flexible

#### 1.3.2.1.1. Deformaciones permanentes

Se conforman por los siguientes:

- ❖ Ahuellamiento
- ❖ La corrugación
- ❖ El hinchamiento

#### 1.3.2.1.2. Fisuras o agrietamientos

- ❖ La fisura longitudinal y transversal
- ❖ La fisura tipo piel de cocodrilo
- ❖ La fisura de arco

### 1.3.2.2. Propiedades físicas del pavimento

Es importante para el construcción, diseño y mantenimiento las propiedades físicas del asfalto, teniendo las siguientes características: adhesión, durabilidad, envejecimiento, endurecimiento y susceptibilidad a la temperatura.

### **1.3.2.3. Propiedades mecánicas del pavimento**

Las propiedades mecánicas están conformadas por lo siguiente: factores externos, durabilidad ante las cargas sometidas y rigidez.

### **1.3.2.4. Tratamiento superficial al pavimento**

(Armando Llanqui, 2015) Define como aplicación de agregados angulares, duros y ásperos teniendo textura rugosa, con la finalidad de evitar la entrada de agua superficial a la base granular.

#### **○ Clasificación**

Los tratamientos superficiales se clasifican dependiendo del número de riesgos:

- ❖ Múltiples
- ❖ Simples
- ❖

## **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.4.1. Problema general**

¿Qué relación tiene la incorporación de escoria siderúrgica en la rehabilitación de pavimentos flexibles en el distrito de La Victoria-Lima 2018?

### **1.4.2. Problemas específicos**

¿Cómo influye la dosificación de escoria siderúrgica en las propiedades físicas para la rehabilitación de pavimentos flexibles en el distrito de La Victoria-Lima 2018?

¿Cómo influye el coeficiente de porosidad del pavimento flexible con la incorporación de escoria siderúrgica para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018?

¿Cuál es la influencia entre la granulometría del agregado grueso y la incorporación de escoria siderúrgica para la rehabilitación de pavimentos flexibles en el distrito de La Victoria-Lima 2018?

## 1.5. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Se consideran los siguientes tipos de justificación para la investigación:

*En cuanto a lo teórico.* Según (Suárez, 2012), “se plantea en este tipo de investigación cuando el propósito es generar discusión académica sobre estudios existentes. Sus mezclas y componentes del asfalto serán sometidos a diversos ensayos para determinar el comportamiento de las propiedades de los materiales, espesores de capa asfáltica, condiciones de adherencia, considerando las dosificaciones para 0.5%, 10%, 15% y 20% contribuya en la rehabilitación de pavimento flexible.

Investigar las variables del proyecto hará viable la aplicación de escoria siderúrgica para reestablecer pavimentos flexibles en el distrito La Victoria 2018.

*En cuanto a la práctica.* Según (Mendoza, 2002), “Para descifrar un problema y proponer la incógnita de para qué es indispensable realizar la investigación”.

La investigación se diseñó para evaluar la aplicación de escoria siderúrgica y la solución a un problema específico que es rehabilitar pavimentos flexibles en el distrito La Victoria 2018.

*En cuanto a la metodología.* Según (Bernal, 2006) “se da cuando el proyecto por ejecutar plantea un nuevo procedimiento o una nueva táctica para crear conocimiento aceptable, Valora el cuestionario o método. El ámbito metodológico es el pilar de la construcción. Permite implementar una metodología que pueda ser usado por otra investigación y a si validarla, aplicando instrumentos formulados para recopilar y analizar los datos, analizando la bibliografía científica de cada variable y manipulando la variable independiente (aplicación de escoria siderúrgica) para identificar su consecuencia o correspondencia con una o más variables dependientes (rehabilitar pavimentos flexibles)”.

*En cuanto a lo económico.* Según (Vásquez, 2010), “debido a la competitividad, oferta y demanda y la globalización de mercado, las organizaciones tienen la necesidad de mejorar constantemente en los procesos productivos para ser más competitivos y satisfacer a sus clientes”

La mejora de la calidad conduce a mejorar los costos, teniendo presente los procesos constructivos, realizar la correcta evaluación de los ensayos para un correcto diseño asfáltico. Es importante señalar la necesidad de mano de obra competente para el monitoreo o control de la ejecución.

*En cuanto a la sociedad.* - Según (Suárez, 2012) “La investigación tendrá una trascendencia en la sociedad y habrá un beneficio para esta”

Este proyecto de investigación va a ayudar a optimar su eficacia de vida, repercutiendo de esta manera en el bienestar social moderno equitativo y justa, empleando mano de obra local tanto para la construcción como para el mantenimiento y reparación.

## **1.6. HIPÓTESIS**

### **1.6.1. Hipótesis general**

La incorporación de escoria siderúrgica mejorara las propiedades que posee los pavimentos flexibles para la rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018

### **1.6.2. Hipótesis específicas**

¿La dosificación de escoria siderúrgica influye en las propiedades físicas para la rehabilitación de pavimentos flexibles en el distrito de La Victoria-Lima 2018?

La incorporación de escoria siderúrgica influye en el coeficiente de porosidad que posee del pavimento flexible para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018.

La incorporación de escoria siderúrgica en la rehabilitación de pavimentos flexible tiene relación con la granulometría de los agregados en el distrito de la victoria 2018.

## **1.7. OBJETIVOS**

### **1.7.1. Objetivo general**

Evaluar la incidencia de la incorporación de escoria siderúrgica en las propiedades que tiene los pavimentos flexibles para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018.

### **1.7.2. Objetivos específicos**

Evaluar la influencia de la dosificación de escoria siderúrgica sobre la propiedad que tiene el pavimento flexible para su rehabilitación de en el distrito de La Victoria-Lima 2018.

Evaluar la influencia que existe en el coeficiente de permeabilidad del pavimento flexible al incorporar escoria siderúrgica para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018.

Determinar la relación que existe la incorporación de escoria siderúrgica en el pavimento flexible tiene relación con la granulometría para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018.

## **II. MÉTODO**

“La metodología es razonamiento riguroso y observaciones empíricas, ya que nos permite determinar las condiciones específicos o particulares del elemento a investigar (Tamayo, 2004, p.28)”

El método es el camino más adecuado para lograr un fin. En la investigación ese objetivo es el conocimiento, aporte objetividad a la investigación distintos investigadores pueden averiguar el grado de verdad contenido en teorías y explicaciones.

## 2.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La metodología de diseño empleado en la investigación es de tipo cuasi experimental, según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 25) manifiesta porque el objeto a estudiar es estadístico y a la vez es probar teorías.

### 2.1.1. Método de investigación

Manifiesta (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 11). Bajo esta esta consideración el método a aplicar es **deductivo** porque el enfoque cuantitativo se determina de lo general a lo particular

### 2.1.2. Tipo de investigación

Para (Mendoza, 2012, pág. 12), “la investigación es dominada empírica o práctica, porque conlleva a la relación de investigación básica, a la misma vez esta investigación busca realizar y conocer la investigación a considerar.

En consecuencia, es de tipo **aplicada** porque nos permite resolver problemas o preguntas de investigación.

### 2.1.3. Nivel de investigación

Tiene el objetivo de fijar el grado de relación o vinculo no causal presente en las variables. Donde, primero se miden las variables y posteriormente, en base a test de hipótesis correlacionales y el uso de métodos estadísticos, se verifica la correlación” (OSED A G., y otros, 2015 pág. 156).

El nivel de investigación es **correlacional** debido a que fija el grado de relación no causal presente en las dos variables ya que se prevé vincular y precisar los fenómenos para conformar la factibilidad técnica del mejoramiento de la resistencia de la baja capacidad portante del suelo, añadiendo al horno de arco eléctrico la escoria seleccionada.

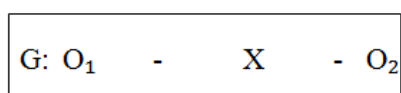


#### 2.1.4. Diseño de la investigación

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2014 pág. 149) En esa dirección, la coherencia de la investigación en base a sus objetivos, selecciona el diseño **cuasi-experimental**, el cual impone el siguiente procedimiento:

1. Una medición que es antecesora de la variable dependiente relacionada a la investigación (pre-test)
2. Introducción o aplicación de la variable independiente X a los sujetos
3. Nueva medición relacionada a la variable dependiente a los sujetos (post-test).

Esquema:



Dónde:

G:	Grupo o muestra
O <sub>1</sub> O <sub>2</sub> :	Observaciones.
X:	Estimulo

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 151) manifiesta que el diseño con tipo de investigación

## 2.2. VARIABLES, OPERACIONALIZACIÓN

(Según Ñaupás Humberto, 2014) es un desarrollo lógico que consiste en modificar las variables teóricas en variables intermedias o dimensiones luego en indicadores para elaborar los índices.

Operacionalización de las variables. Es el proceso metodológico, donde se encuentran sus dimensiones e indicadores.

### **2.2.1. Identificación de Variables.**

A continuación, se muestran las variables de investigación:

- ✓ **Variable dependiente:** Pavimento flexible
- ✓ **Variable independiente:** Escoria siderúrgica

#### **2.2.1.1. Variable dependiente - Pavimento flexible**

Según (Rondón, 2011), “El pavimento flexible está conformado por agregados pétreos y mezcla asfáltica, generalmente se fabrican en planta; sin embargo, dependiendo de las circunstancias se elaboran in situ”.

Según (Moncayo, 1985, pág. 2), “En pavimentos flexibles (de asfalto, adoquín o empedrado) las capas base y subbase tienen la principal función de contribuir mucho a la capacidad de soportar cargas del pavimento. La base debe tener la resistencia necesaria para soportar las cargas verticales y transmitirla subbase o subrasante dependiendo del diseño seleccionado.”

Indica que (Bustamante, 1996, pág. 21), “En el Pavimento flexible, el material presente en la base tiene que tener las características de friccionante y con vacíos. En el caso del friccionante brindara una correcta y constante resistencia en cualquier tipo de solicitud del pavimento; para complementar una adecuada resistencia se tiene que considerar una óptima compactación, de esta manera se genera una buena base”.

#### **2.2.1.2. Variable independiente – Escoria siderúrgica**

Según (Xavier, 2009, pág. 562), “La escoria se denomina al elemento residual en el proceso de fabricación de acero, que a su vez se puede usar en tratamiento de suelos dentro de la agricultura u obras de construcción”

“El acero o la chatarra de hierro dulce es el elemento principal para la elaboración de acero dentro del horno eléctrico. Como elementos auxiliares tenemos a la fundición de ferroaleaciones y mineral de hierro, ambos en bajas proporciones”.

Según (Ihobe, 1999, pág. 12), “Para la conformación de la escoria se requiere el aumento de caliza, espato de flúor, arena y coke dentro del horno eléctrico para proceder,

culminando el procedimiento, a añadir ferromanganeso, carburo de calcio, aluminio, silicio-calcio y ferrosilicio, que son considerados elementos auxiliares y desoxidantes. El principio de la formación de la elaboración de acero es en primer lugar, la etapa de fusión, que es una metalurgia primaria, obteniendo un acero líquido y en segundo lugar, la etapa de afinado, lugar de producción de ajuste para la generación de acero líquido bajo las indicaciones y detalles necesarios, proceso también llamado metalurgia secundaria.

## 2.2.2. Operacionalización de variable

Tabla N° 6 Matriz de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE  ESCORIA SIDERÚRGICA	(Aranguren Campos, 2015) define que la escoria es un subproducto que se separa por densidad de la fundición. Está constituida fundamentalmente por silicatos cálcicos, conteniendo también otras sustancias, principalmente alúmina y magnesio.	Para la aplicación de la escoria siderúrgica se requiere de tres elementos principales tales como: porcentaje de escoria siderúrgica, características físicas y mecánicas de la escoria siderúrgica.	Dosificación de la escoria siderúrgica.	Porcentaje de escoria al 0.3%	Prueba del dosaje con respecto a los porcentajes de escoria
				Porcentaje de escoria al 0.10%	Prueba del dosaje con respecto a los porcentajes de escoria
				Porcentaje de escoria al 0.17%	Prueba del dosaje con respecto a los porcentajes de escoria
VARIABLE DEPENDIENTE  PAVIMENTO FLEXIBLE	(Mata, 2010) define que de acuerdo a la ingeniería el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante.	El pavimento flexible está basado en las propiedades físicas y mecánicas del pavimento y asimismo determinar el tratamiento superficial del pavimento	Coefficiente de permeabilidad	Contenido de vacíos Coefficiente de permeabilidad	Método Rice
			Resistencia a la compresión del pavimento flexible	Resistencia de material granular Rigidez de los materiales granulares Durabilidad de capas granulares	Método MARSHALL
			Granulometría del agregado	El uso granulométrico ( <u>curva granulométrica</u> )	Granulometría Lavado asfáltico

## **2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

### **2.3.1. Población.**

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 174) indica que “las poblaciones totales deben estar dentro de un entorno con una alguna característica particular de lugar, tiempo y contenido”.

La definición de población es la composición de elementos los cuales son el propósito de estudio estadístico (Tamayo, 2004, p.24)

La población está conformada por toda la Avenida Parinacochas. Lo cual se encuentra en un pésimo estado haciendo difícil la transitividad.

### **2.3.2. Muestra.**

Según (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 173) muestra la definición que “El subgrupo pertenecientes a la población que va dirigido el interés viene a ser la muestra, del cual se recopila información, y que se delimita en base a una precisión, donde dentro de la población debe ser representativo”.

Por lo cual, parte de población es la muestra, con la meta de conocer la propiedad de la población y sus características particulares.

Así también, (Hernandez Sampieri, y otros, 2010 pág. 176) indica que “El subgrupo de la población son las muestras no probabilísticas, donde se elige elementos de las características propias de la investigación y no de las que no son dependientes de la probabilidad.

Por otro lado, (Valderrama, 2007, pág. 164) verifica que “Científicamente, se hallan las muestras igual a un elemento de un grupo global o también llamado población seleccionada rigurosamente, la misma que será parte de una observación científica donde abarcará el conjunto total, con el fin de encontrar validas conclusiones”.

El tipo de muestreo describe características de probabilístico intencional y las tomas de muestras de suelo se darán de la cuadra 18 Hasta la cuadra 23, herramienta con la que se hallara las propiedades y características de los materiales, especialmente se obtendrán muestras de los sectores de problemas mayores de desgaste y fisuras presentes en el pavimento que provoquen desniveles, etc.

## **2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.**

La denominación de datos se brinda a los básicos y fundamentales elementos de la recolección de datos adquirida.

### **2.4.1. Técnica.**

La técnica de la presente investigación es la técnica de análisis de observación directa de los hechos y documentos.

En base a (Del Cid, y otros, 2011 pág. 119) explica que acercándose al objeto de la investigación y observar lo sucedido es la técnica de observación de manera directa de los hechos

### **2.4.2. Instrumento de recolección de datos**

Por lo que, la presente investigación tendrá a la colección de datos que fueron plasmados por el investigador como instrumento.

(Del Cid, y otros, 2011 pág. 112) Verifica que la ficha encargada de la recolección de datos debe adquirir grupos de información de diferentes documentos y fuentes bibliográficas.

Los principales instrumentos empleados fueron equipos topográficos, de laboratorio, Manual de Mecánica de Suelos, información referente al estudio, etc. Todos los instrumentos encargados de la medición están normados, localmente por el Ministerio de Transportes y

Comunicaciones y externa de acuerdo al AASHTO. De igual manera, para lograr los fines de la presente investigación se aplicará lo siguiente:

- ♣ Estudio de evaluación de las propiedades físicas y mecánicas del pavimento flexible en estado natural.
- ♣ Tratamiento de las propiedades físicas y mecánicas del pavimento flexible incluyendo escoria en porcentajes variables
- ♣ Interpretación de resultados.
- ♣ Conclusiones
- ♣ Recomendaciones

FICHA DE RECOPIACION DE DATOS				
Proyecto: "Aplicación de escoria siderúrgica para rehabilitar pavimentos flexibles en el Distrito de La Victoria – Lima 2018"				
Autor: Lucen Sosa Siclane Smith				
I	Información General			
	Ubicación:			
	Distrito:		Altitud:	
	Provincia:		Latitud:	
	Región:		Longitud:	Evaluación
Escoria siderúrgica				
II	Porcentaje de escoria siderúrgica			
	7%	13%	21%	0.80
III	Características físicas de la escoria siderúrgica			
	Gravedad específica 3.2 a 3.6	Peso unitario 1,600 a 1,920 kg/cm <sup>3</sup>	Absorción de agua 3%	0.95
IV	Características mecánicas de la escoria siderúrgica <sup>8</sup>			
	Absorción Los Angeles (ASTM C131) entre 20 a 25%	Desintegración al sulfato de sodio (ASTM C88)	CBR (150% hasta 200%)	0.90
Pavimento flexible				
V	Propiedades físicas del pavimento			
	Durabilidad	Adhesión y cohesión	Susceptibilidad a la temperatura	0.95
VI	Propiedades mecánicas del pavimento			
	Resistencia de material granular	Rigidez de los materiales granulares	Durabilidad de capas granulares	0.90
VII	Tratamiento superficial al pavimento			
	Superficial	Múltiples	Shurry Seal – Adherencia	0.90
Apellidos y Nombres			Puntaje	
Profesión			0.90	
Registro CIP N°				
Email				
Teléfono				



### **2.4.3. Confiabilidad**

Según (Valarino, 2015, pág. 229) “Refiere a que la confiabilidad es la misma medición del instrumento en aplicación dentro de condiciones semejantes”

La confiabilidad se sustenta con la experiencia de especialistas en carreteras, los cuales colaborarán en la elaboración de la investigación.

### **2.4.4. Validez**

(OSEDA G., y otros, 2015 pág. 170) “Indica que hay la disposición para diferentes evidencias: a) relacionada con la información contenida, b) relacionada con la aplicación de criterio y c) relacionada con el constructor.”

Para (Valarino, 2015, pág. 227), “Indica que la validez incumbe un grado de seguridad que nos brinde la certeza de lo previsto, de igual manera tener la severidad que la técnica usada pueda dimensionar el fenómeno que prevé o también, que el observador pueda brindar una clasificar el comportamiento dentro de la categoría con grado de certeza”

En el presente trabajo la validez tiene medición a través de los resultados de los procesos de laboratorio basados en los métodos del estudio, lo cual tendrá validez de acuerdo con los trabajos de características similares o anteriores.

En la siguiente tabla se verifica el contenido de la validación de los instrumentos. Los siguientes expertos de la especialidad fueron los designados para la evaluación.

Experto 01: Reysa de la Vega Jaramillo      CIP N° 206860

Experto 02: Manrique Rivera Yuri Valery      CIP N° 105484

De manera general, por un juicio experto se encuentra la validez del contenido, según el siguiente criterio de confiabilidad conjunto a sus valores representativos.

Tabla N° 7 Rango de validación de instrumento

No es confiable →	-1.00	a	0.00
Baja confiabilidad →	0.01	a	0.49
Moderada confiabilidad →	0.50	a	0.75
Fuerte confiabilidad →	0.76	a	0.89
Alta confiabilidad →	0.90	a	1.00

## 2.5. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Los análisis fueron en base a la toma de muestras y procedimiento. En la tesis se incorporan los resultados de campo mediante las muestras para el procesamiento. Se hicieron ensayos de extracción con diamantina, granulometría, RICE, MARSHALL entre otros.

El presente trabajo de investigación desarrollo ensayos de granulometría según la normativa vigente presentada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y el American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Además del software Excel y SPSS para el método estadístico descriptivo aplicado para finalmente generar planos en AutoCad y Civil 3D

### 2.5.1. Materiales y método

#### 2.5.1.1. Toma de muestra y procedimiento

##### **Determinación de propiedades físico-mecánicas de los materiales en laboratorio**

Los materiales que han sido propuestos para la mezcla asfáltica deben cumplir los parámetros de ciertos ensayos para así obtener información esencial de las características, naturaleza, propiedades físico-mecánicas, a fin de estudiar la relación que tienen al ser añadidos a la mezcla asfáltica según normativa.



Figura N°: 4 Materiales empleados de la carretera - Agregado grueso



Figura N°: 5 Materiales empleados de la cantera – Agregado fino



Figura N°: 6 Materiales empleados de la cantera – Filler

### 2.5.1.2.Extracción con diamantina

#### a. Especímenes para el ensayo:

Este ensayo es factible siempre y cuando los especímenes son adquiridos en alguna de situaciones mencionadas a continuación:

- Los especímenes obtenidos de una muestra de concreto fresco, curados y moldeados, según indica la Norma Técnica ASTM C31
- De acuerdo a la Norma Técnica ASTM C42M – 13 los especímenes que son extraídos deben ser concreto endurecido, parte de una estructura existente.
- Los cilindros in situ producirán los especímenes necesarios embebidos en la estructura, según la Norma Técnica ASTM C873.

## b. Extracción de especímenes de concreto por diamantina

### Normas utilizadas:

*A.S.T.M. C 42M-13*: Método normalizado de ensayo de obtención de especímenes perforados y vigas aserradas de concreto.

*NTP 339.059*: Método de ensayo para la obtención de corazones diamantinos y vigas cortadas de hormigón (concreto).



Figura N°: 7 Extracción con diamantina



Figura N°: 8 Extracción con diamantina

### c. Características

**Definición:** Establece la obtención, preparación y ensayo de longitud, resistencia a la compresión, o resistencia a la tracción por compresión diametral de corazones diamantinos de concreto y para determinar la resistencia a la flexión de vigas cortadas de concreto.

Dentro del ensayo se realiza la extracción de muestras cilíndricas de concreto de construcciones existentes. Dichos especímenes se ensaya a la compresión para encontrar la resistencia de la estructura debido a la compresión.

**Importancia:** El presente ensayo realiza la verificación de la resistencia del concreto de muestras extraídas.

**Aplicaciones:** Sirve para la evaluación del concreto en una construcción, más aun, cuando su resistencia es relativamente baja, es recomendable sacar los especímenes o corazones de concreto endurecido.

De vez en cuando este proceso puede usarse en otros casos como las fallas del curado, incendio, aplicación antes de tiempo de cargas, construcciones antiguas o anomalías desarrollados en el proceso constructivo o para generar registros de resistencia, etc.

### d. Equipos

➤ **Equipo sonda provisto de brocas diamantadas.**

Taladro equipado con una broca cilíndrica de pared delgada con corona de diamante, carburo de silicio o algún material de características similares; teniendo en cuenta las medidas para impedir la alteración del concreto y protección de la misma se debe poseer un sistema que logre bajar la temperatura de la broca.

➤ **Calibrador o vernier con apreciación mínima de 0.5 mm.**

Es un aparato empleado para la medida de espesores y de diámetros interiores o exteriores de cilindros como así también para mediciones de profundidad o altura. Este instrumento además nos brinda la oportunidad de leer la medida en mm o en pulgadas.

**Criterios generales:** El equipo sonda, con brocas diamantadas, son para realizar la extracción de los testigos cilíndricos y así medir su resistencia a la compresión, una vez que

el concreto haya encontrado su estado de resistencia óptimo, es decir, tanto el agregado como la pasta están adheridos adecuadamente, además de tener un mínimo de 14 días posteriores a su colocación. Se deberá ensayar tres muestras para cada resistencia que se encuentre debajo de compresión indicada del concreto.

**De la extracción:** Deberá realizarse perpendicularmente a la superficie del espécimen, previendo la presencia de juntas con una separación prudente de los bordes; los especímenes dañados o defectuosos tendrán que ser separados del ensayo.

#### e. Geometría de los especímenes

##### **Diámetro:**

- En los diámetros medidos de los especímenes deberá ser como mínimo 3 veces más que el agregado grueso de mayor medida.

La resistencia a compresión de un espécimen con diámetro nominal de 2". (50 mm) es conocido para ser algo bajo y más variable que aquellos especímenes con diámetro nominal de 4 pulg. (100 mm).

##### **Longitud:**

- Al estar refrendado, la longitud del testigo equivalga a 2 veces su diámetro con un margen de error de 0.1.
- Especímenes con relación longitud - diámetro igual o menor que 1.75 requiere de un factor de corrección para la medida de la resistencia.
- Solo se usarán testigos con un mínimo de 95% de relación entre longitud y diámetro previo al refrendado.
- Para agregados de 1" los testigos podrán ser de 8.5 cm de diámetro como mínimo.



Figura N°: 10 Especímenes.

#### **f. Procedimiento del ensayo por diamantina**

- Posteriormente al taladrado de las muestras, se evapora la humedad en la superficie restante, manteniendo la superficie limpia en base a agua. Sucesivamente, con un máximo de 60 minutos transcurridos desde el taladrado, al verificar un aparente estado seco, ubicar las muestras en bolsas plásticas sellados por separado, para tener una humedad constante, además se debe tener los especímenes a temperatura regular de ambiente y protegerlos al contacto con los rayos solares. Conservar los especímenes de concreto en bolsas plásticas selladas o recipientes no absorbentes todo el tiempo excepto durante la preparación final y por un tiempo máximo de 2 horas para permitir cabecearlo antes del ensayo.
- Las muestras a ensayar tienen que poseer caras o superficies planas, demostrando paralelismo entre estas y de forma perpendicular al eje del espécimen, en el caso de las erupciones en la superficie de la muestra pasen 5 mm se deberá intervenir con aserrado.
- El denominado esmerilado o en todo caso aserrado de los extremos del espécimen, deberá ser realizado en el menor tiempo posible, como mínimo 48 horas después tener taladrados los especímenes.
- En las recomendaciones del ACI se verifica que, si el concreto evaluado se encontrara en un estado seco en el funcionamiento, los corazones deberán mantenerse a las condiciones ambientales de temperatura entre 15 y 30°C, además de humedad relativa por debajo de 60% por una semana previa a la prueba para así ensayarse secos. En el caso que el concreto se encontrara externamente con humedad dentro de su operación, los corazones en este caso tendrán que estar bajo agua por un tiempo mínimo de 48 horas para ensayarse en esas condiciones.
- Previamente al ensayo de reacción a la compresión, el modelo a ensayar tiene que ser refrendado en las dos caras para obtener superficies adecuadas, para lograr una carga distribuida uniformemente, por lo general los cilindros se obstruyen (refrendan) con mortero elaborado en base a azufre (ASTM C 617) o con de almohadillas elaboradas de neopreno (ASTM C 1231).
- La medida de los especímenes diamantinos deberán ser hechos dentro de una tolerancia mínima equivalente a 0.01 pulgadas (0.25 mm).



### **2.5.1.3. Lavado de asfalto**

En las obras de pavimentos se usan mezclas asfálticas, usadas normalmente en la superficie de rodadura o superficies inferiores con el fin de brindar una capa final de rodadura optima, de bajo costo y confiable para las personas que transiten en esta, haciendo más fluido el tránsito de vehículos, además de manejar las cargas con la que fue diseñado. En el pavimento flexible, la superficie de rodadura está conformada por asfalto y agregados, equivalente a una mezcla asfáltica, desarrollado con antelación, la cual contara con los requisitos mínimos de diseño en la mezcla de agregados como dosificación y granulometría.

En la práctica de laboratorio de pavimentos se llevó a cabo el ensayo correspondiente, posee el fin de encontrar la cantidad de asfalto en el pavimento seleccionado, además de la granulometría, el cual es de vital importancia al momento de la verificación del total de una carpeta asfáltica, posiblemente encontrada en la supervisión de carreteras u obras lineales

#### **a. Equipos y materiales utilizados**

- Muestra asfáltica
- Gasolina 1 galón
- Máquina de lavado asfaltico
- Bandeja
- Espátula
- Balde
- Brocha
- Pocillos
- Balanza con margen de error al décimo de gramo

#### **b. Procedimiento**

1. Cuantificar el peso de la muestra asfáltica
2. Se coloca la mezcla asfáltica con un poco de gasolina que en este caso nos vale como discordante dejando empapar por un día. Luego se armó el equipo. Se compró 1 galón de gasolina de 85 octanos.

3. Depositar la muestra en la máquina.
4. Colocar el filtro y tapar la maquina
5. Usar el movimiento del brazo gracias a la gasolina echada por la parte superior hasta que por buen criterio que se encuentre bien lavada, para generar revoluciones y lograr la funcionalidad de la maquina
6. Después de lavar la muestra se colocará el agregado lavado a secar en el horno
7. Para proceder a realizar su respectiva granulometría.

#### **2.5.1.4. Ensayo Rice Mezcla Asfáltica AASHTO**

Norma que indica los procedimientos para el hallazgo de la densidad y gravedad teórica de las mezclas asfálticas no compactadas limite máxima 25°C

##### **a. Equipos**

- \* RECIPIENTE: Un contenedor volumétrico de almacenamiento mínimo de 2000 ml
- \* BALANZA: Con un margen de error igual a 0.01 gr.c
- \* BOMBA DE VACIOS O ASPIRADOR DE AGUA: De una presión residual máxima equivalente a 4.0 Kpa (30 mm de Hg) o menos
- \* MANÓMETRO DE PRESIÓN RESIDUAL: Podrá realizar la medición de la presión residual a 30mm Hg o menos
- \* TERMÓMETRO: De escala máxima de error de 0.5 °C (0.9 °F)
- \* BAÑO CON AGUA: Deberá implementarse un baño a temperatura permanentemente constante en promedio de 20°C a 30°C.
- \* MANÓMETRO O INDICADOR DE VACÍO: Usado para la medición del vacío
- \* VÁLVULAS DE VACÍO: Facilita la calibración del vacío que se emplea en la cámara de vacío.

## b. Procedimiento

- Disgregar la muestra sin quebrar las partículas, de tal forma que la parte del agregado fino no incluya tamaños más grandes a  $\frac{1}{4}$ ", calienta en una bandeja plana en el horno, pero solo el tiempo mínimo para lograr la disgregación
- Enfrié la muestra hasta alcanzar la temperatura ambiente.
- Colóquela en un recipiente, y pésela. Designe este peso de la muestra como A.
- Agregue agua suficiente aproximadamente a 25°C (27°F) para cubrir la muestra.
- Remueva el aire atrapado sometido todos los contenidos a un vacío parcial de 30mm de Hg (4KPA) o menos de presión absoluta, durante un periodo de 5 a 15 minutos.
- Agítese el recipiente que están con los contenidos, a intervalos de aproximadamente 120 segundos.



Figura N°: 11 Pesaje de muestra asfáltica



Figura N°: 12 Cobertura con agua a nivel



Figura N°: 13 Pesaje de la muestra llena con agua



Figura N°: 14 Bomba de vacíos

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Ubicación de la investigación a realizar**

Se encuentra ubicado la zona de estudio en la Av. Parinacota cuadra entre la cuadra 18 y 22 en el distrito de La Victoria.

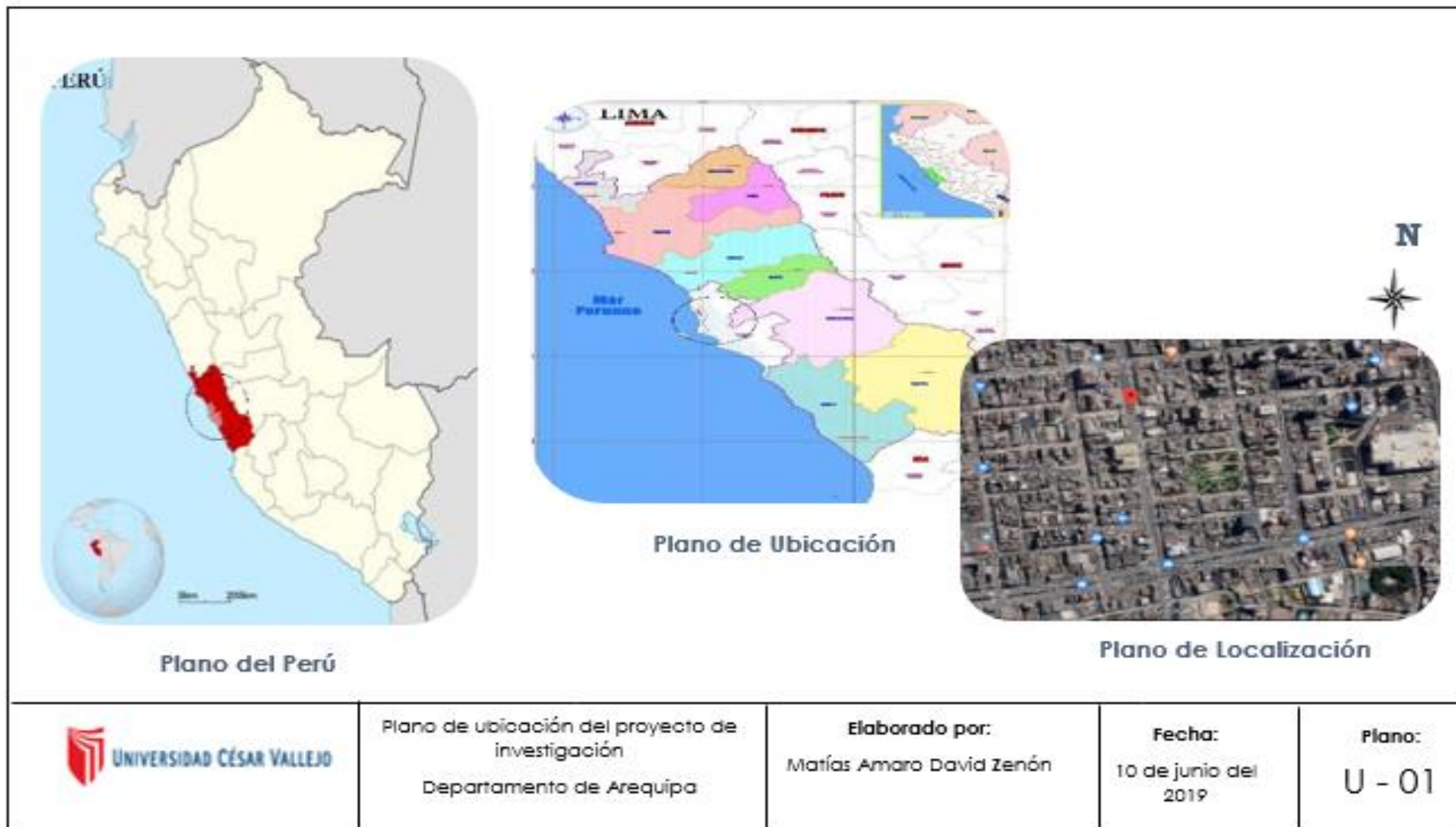


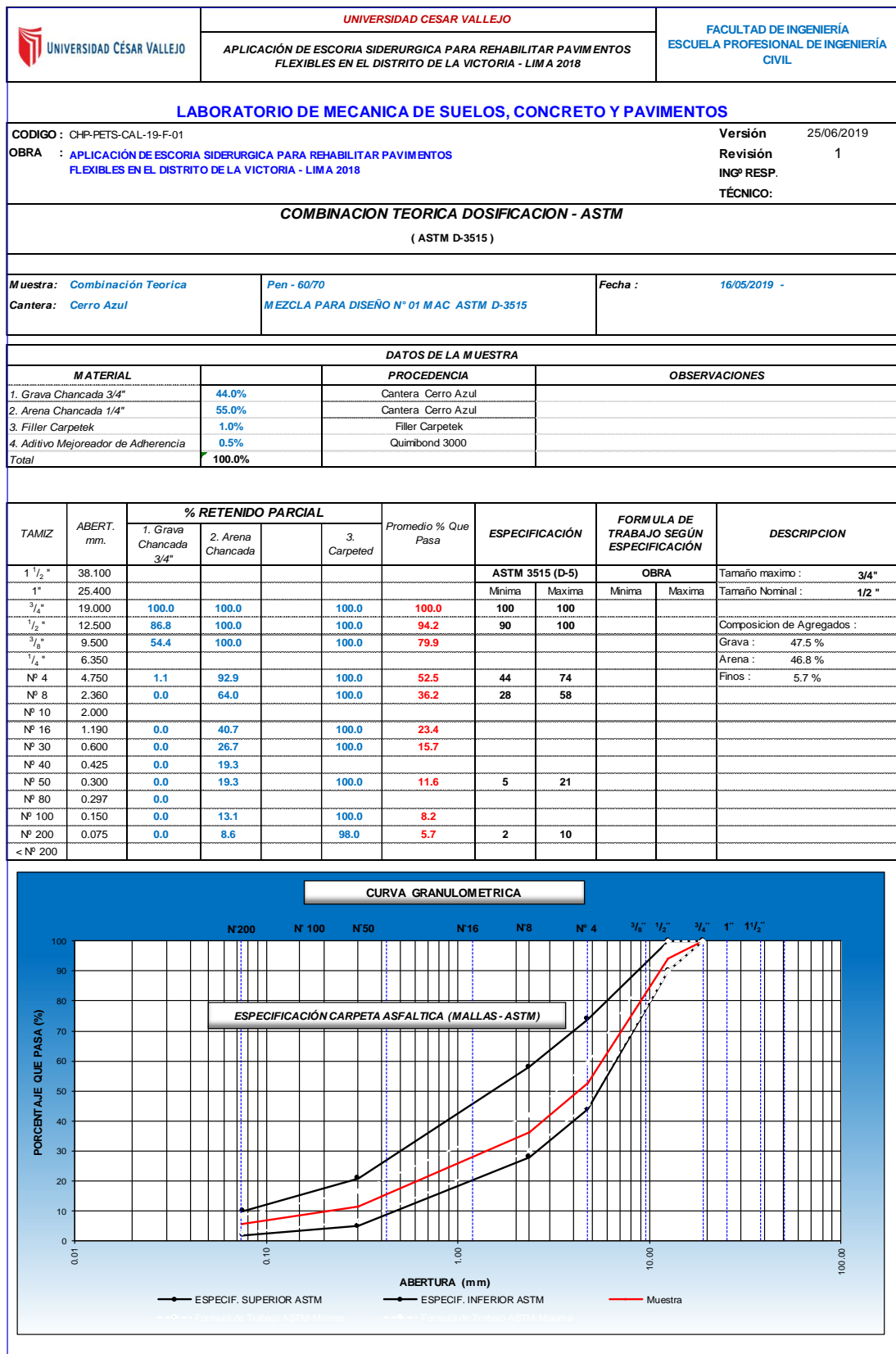
Figura N°: 15 Plano de Ubicación de la investigación

### 3.2. Porcentaje de cada material y dosificación para conformación de mezcla asfáltica

Tabla N° 8 Dosificación para mezcla convencional


<b>INSUMOS</b>	<b>PORCENTAJES %</b>
Agregado fino	51.00
Agregado grueso	44.00
Filler	5.00

En el siguiente cuadro se muestra la combinación teórica dosificación - ASTM





Se observa el ensayo Marshall con 7% de Cemento Asfáltico


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	<b>FAULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018</b>	

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>CODIGO :</b> CHP.PETS-CAL-19-F-01	<b>Versión :</b> 23/06/2019
<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018	<b>Revisión :</b>
	<b>ING° RESP. :</b> J.Cueva
	<b>TÉCNICO :</b> LRomero
<b>ENSAYO MARSHALL</b>	
(MTC E-504 / ASTM D-1559 / AA SHTO T-245)	
<b>Muestra :</b> Combinación Teórica	<b>Pen - 60/70</b>
<b>Cantera :</b> Cerro Azul	<b>MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 M AC ASTM D-3515</b>
	<b>Fecha :</b> 23/06/2019

PROBETAS			1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		7.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		43.88			
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		44.47			
4	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 85 % pasa malla N° 200 )	%		4.65			
5	Peso Específico Aparente del C.A.	gr/cc		1.0349			
6	Peso Específico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.863			
7	Peso Específico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.900			2.882
8	Peso Específico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.833			
9	Peso Específico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.906			2.871
10	Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc		2.200			
11	Altura Promedio de la Briqueña	cm					
12	Peso de la Briqueña al Aire	gr.	1272.4	1270.8	1259.6		
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1276.9	1274.7	1264.6		
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	751.9	750.2	745.6		
15	Volumen de la Probeta	cc	525.0	524.5	519.0		PROMEDIO
16	Peso Específico Bulk de la Briqueña	gr/cc	2.424	2.423	2.427		2.424
17	Peso Específico Máximo ASTM D - 2041 Rice	gr/cc		2.654			
18	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.525			
19	% Vacías	%	8.68	8.71	8.55		8.65
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.806			
21	Peso Específico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.858			
22	Peso Específico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.832			
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.34			
24	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	80.31	80.29	80.42		
25	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	11.01	11.00	11.02		
26	% de vacíos del Agregado Mineral	%	19.69	19.71	19.58		19.66
27	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		6.69			
28	Relacion Betun Vacíos	%	55.91	55.82	56.30		56.01
29	Lectura del Anillo	pulg.					
30	Estabilidad Sin Corregir	kg.	856	889	901		
31	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	1.00		
32	Estabilidad Corregida	kg.	822	853	901		858.7
33	Lectura del Flexímetro ( 0.01" )	pulg.	10.0	10.5	11.0		
34	Ruancia	mm	2.54	2.67	2.79		2.67
35	Factor de Rigidez	Kg/cm	3235	3200	3225		3220

Se observa el ensayo Marshall con 13% de Cemento Asfáltico

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>FA CUL T A D E I N G E N I E R Í A</b> <b>E S C U E L A P R O F E S I O N A L D E</b> <b>I N G E N I E R Í A C I V I L</b>
	<b>APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIM ENTOS</b> <b>FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIM A 2018</b>	


**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>CODIGO :</b> CHP-PETS-CAL-19-F-01	<b>Versión:</b> 23/08/2019
<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018	<b>Revisión</b> ING° RESP
	<b>TÉCNICO:</b>

**ENSAYO MARSHALL**  
(MTC E-504 / A STM D-1559 / AA SHTO T-245)

<b>Muestra:</b> Combinación Teórica	<b>Pen - 80/70</b>	<b>Fecha :</b> 23/08/2019
<b>Cantera:</b> Cerro Azul	<b>M EZCLA PARA DISEÑO N° 01 M AC ASTM D-3515</b>	

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		13.00		
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		41.05		
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		41.80		
4	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % pasa malla N° 200 )	%		4.35		
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc		1.0349		
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.863		
7	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.900		2.882
8	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.833		
9	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.908		2.871
10	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc		2.200		
11	Altura Promedio de la Briqueleta	cm				
12	Peso de la Briqueleta al Aire	gr.	1270.4	1269.5	1268.9	
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1273.9	1273.5	1271.7	
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	755.6	756.6	754.6	
15	Volumen de la Probeta	cc	518.3	516.9	517.1	PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueleta	gr/cc	2.451	2.458	2.454	2.454
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	gr/cc		2.835		
18	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.311		
19	% Vacios	%	6.98	6.79	6.87	6.88
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.806		
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.858		
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.832		
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.34		
24	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	75.98	76.13	76.07	
25	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	17.04	17.07	17.06	
26	% de vacios del Agregado Mineral	%	24.02	23.87	23.93	23.94
27	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		12.71		
28	Relacion Betun Vacios	%	70.94	71.53	71.28	71.25
29	Lectura del Anillo	pulg.				
30	Estabilidad Sin Corregr	kg.	976	958	964	
31	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
32	Estabilidad Corregrida	kg.	976	958	964	965.3
33	Lectura del Fleximetro ( 0.01" )	pulg.	11.0	11.5	11.0	
34	Fluencia	mm.	2.79	2.92	2.79	2.84
35	Factor de Rigidez	Kg/cm	3493	3273	3450	3405

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018</b>	

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS


<b>CODIGO :</b> CHP-PETS-CAL-19-F-01 <b>OBRA :</b> <b>APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018</b>	<b>Versión:</b> 23/06/2019 <b>Revisión</b> <b>INGº RESP.</b> <b>TÉCNICO:</b>
--	---

#### ENSAYO MARSHALL (MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-245)

<b>Muestra:</b> <i>Combinación Teórica</i> <b>Cantera:</b> <i>Cerro Azul</i>	<b>Pen - 60/70</b> <b>MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3515</b>	<b>Fecha :</b> <i>23/06/2019</i>
---	---	----------------------------------

	PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		13.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		41.05			
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		41.60			
4	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % pasa malla N° 200 )	%		4.35			
5	Peso Específico Aparente del C.A.	gr/cc		1.0349			
6	Peso Específico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.863			
7	Peso Específico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.900			2.882
8	Peso Específico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.833			
9	Peso Específico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.908			2.871
10	Peso Específico Aparente del Filler	gr/cc		2.200			
11	Altura Promedio de la Briqueta	cm					
12	Peso de la Briqueta al Aire	gr.	1270.4	1269.5	1268.9		
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1273.9	1273.5	1271.7		
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	755.6	756.6	754.6		
15	Volumen de la Probeta	cc	518.3	516.9	517.1		PROMEDIO
16	Peso Específico Bulk de la Briqueta	gr/cc	2.451	2.456	2.454		2.454
17	Peso Específico Máximo ASTM D - 2041 Rice	gr/cc		2.635			
18	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.311			
19	% Vacíos	%	6.98	6.79	6.87		6.88
20	Peso Específico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.806			
21	Peso Específico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.858			
22	Peso Específico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.832			
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.34			
24	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	75.98	76.13	76.07		
25	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	17.04	17.07	17.06		
26	% de vacíos del Agregado Mineral	%	24.02	23.87	23.93		23.94
27	C.A Efectivo / Peso de la Mezcla	%		12.71			
28	Relacion Betun Vacíos	%	70.94	71.53	71.28		71.25
29	Lectura del Anillo	pulg.					
30	Estabilidad Sin Corregir	kg.	976	956	964		
31	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
32	Estabilidad Corregida	kg.	976	956	964		965.3
33	Lectura del Flexímetro ( 0.01" )	pulg.	11.0	11.5	11.0		
34	Fluencia	mm.	2.79	2.92	2.79		2.84
35	Factor de Rigidez	Kg/cm	3493	3273	3450		3405

Se observa el ensayo Marshall con 21% de Cemento Asfáltico

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>	<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE</b> <b>INGENIERÍA CIVIL</b>
	<b>APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA A 2018</b>	

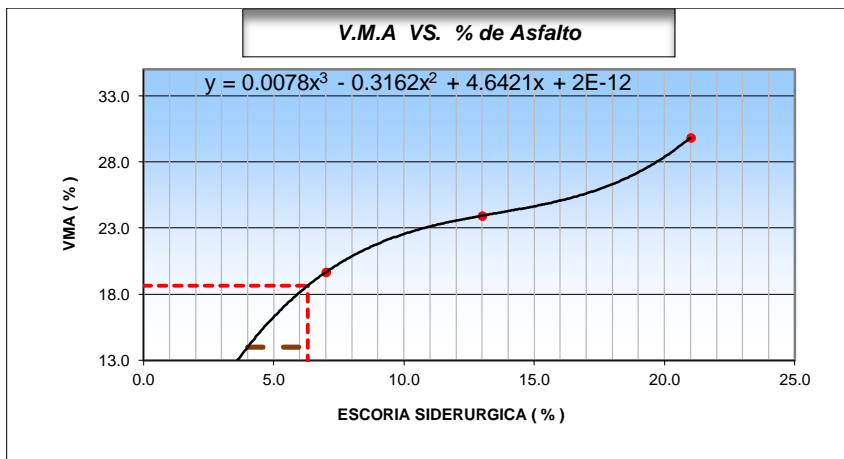
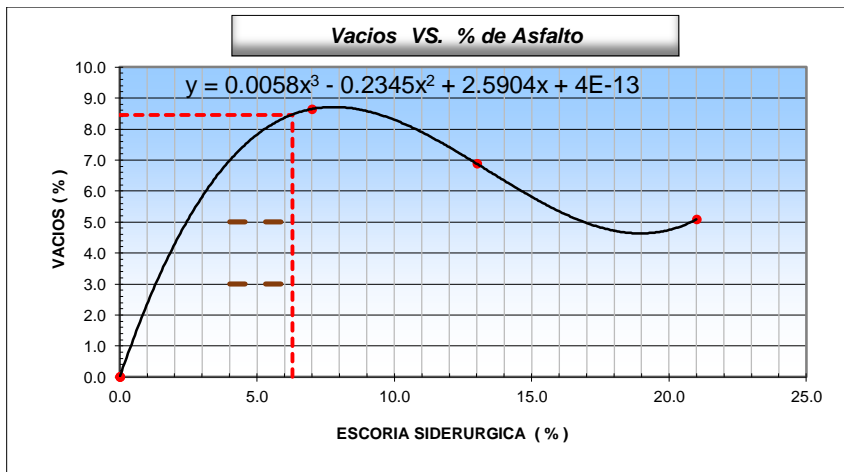
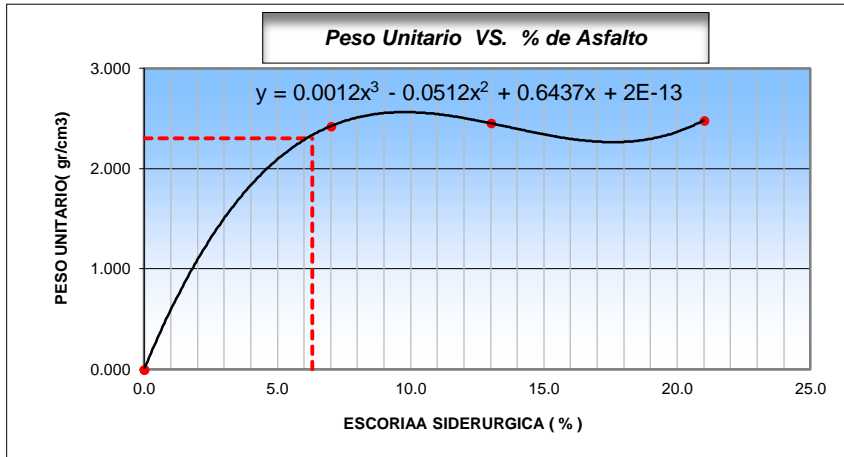
### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

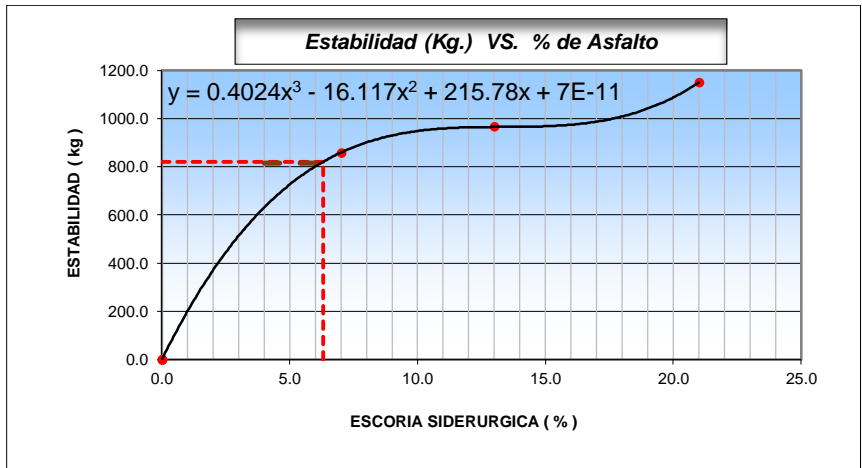
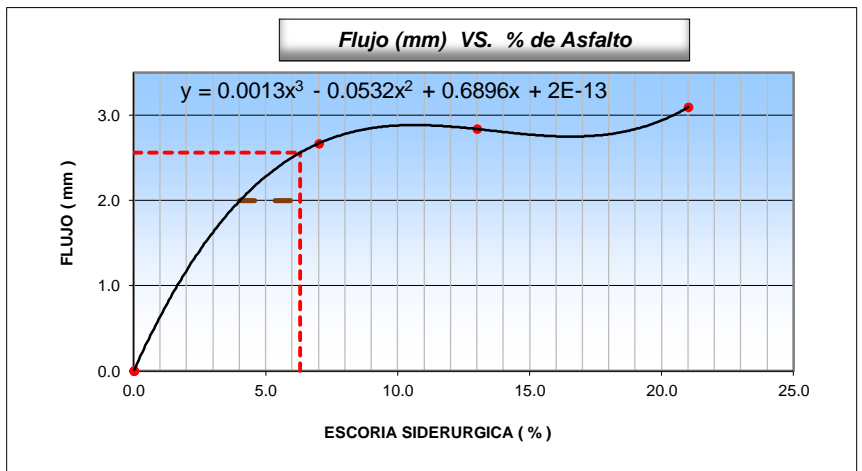
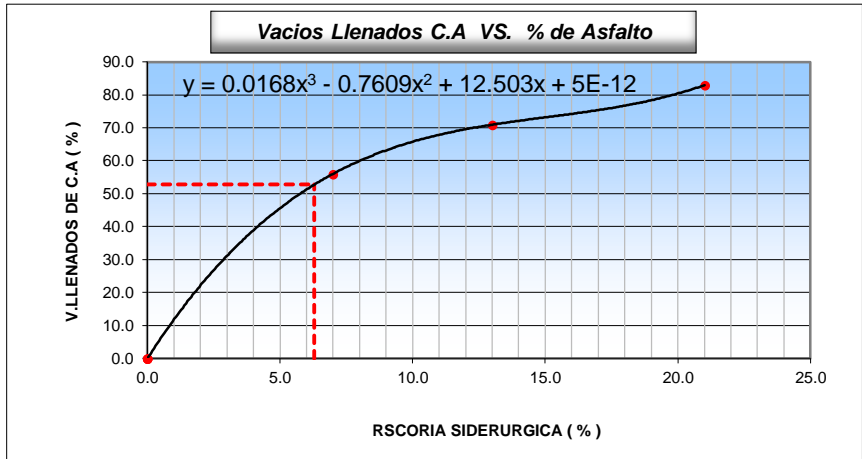
<b>CODIGO :</b> CHP-PETS-CAL-19-F-01	<b>Versión:</b> 23/06/2019
<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018	<b>Revisión</b> 1
	<b>ING° RESP</b>
	<b>TÉCNICO:</b>

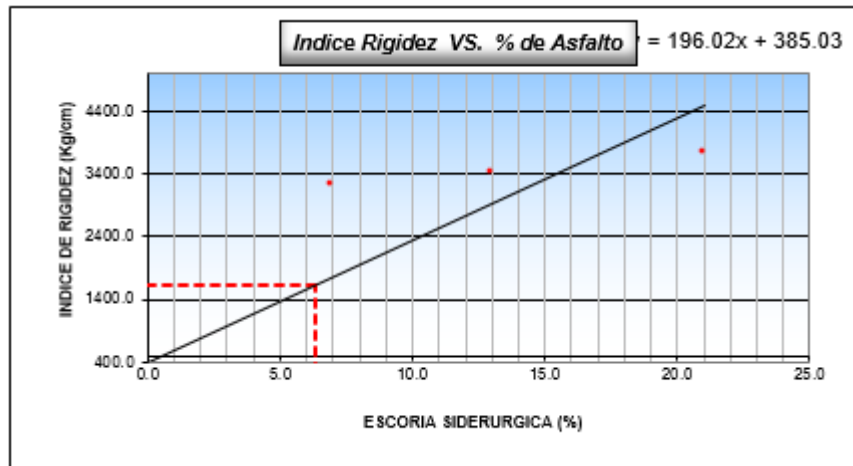
#### ENSAYO MARSHALL (MTC E-504 / A STM D-1559 / AA SHTO T-245)

<b>Muestra :</b> Combinación Teórica	<b>Pen - 60/70</b>	<b>Fecha :</b> 23/06/2019
<b>Cantera :</b> Cerro Azul	<b>M EZCLA PARA DISEÑO N° 01 M AC ASTM D-3515</b>	

	PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		21.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		37.27			
3	% De Arenas Combinadas en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		37.78			
4	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % pasa malla N° 200 )	%		3.95			
5	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc		1.0349			
6	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.858			
7	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.904			2.880
8	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.818			
9	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.905			2.861
10	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc		2.200			
11	Altura Promedio de la Briqueleta	cm					
12	Peso de la Briqueleta al Aire	gr.	1269.3	1266.7	1265.4		
13	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1271.5	1267.8	1266.5		
14	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	759.7	757.6	757.5		
15	Volumen de la Probeta	cc	511.8	510.2	509.0		PROMEDIO
16	Peso Especifico Bulk de la Briqueleta	gr/cc	2.480	2.483	2.486		2.483
17	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	gr/cc		2.618			
18	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.073			
19	% Vacíos	%	5.20	5.09	4.97		5.09
20	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.795			
21	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.859			
22	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.827			
23	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.42			
24	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	70.09	70.17	70.26		
25	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	24.71	24.74	24.77		
26	% de vacíos del Agregado Mineral	%	29.91	29.83	29.74		29.83
27	C.A Efectivo / Peso de la Mezcla	%		20.67			
28	Relacion Betun Vacíos	%	82.63	82.93	83.30		82.95
29	Lectura del Anillo	pulg.					
30	Estabilidad Sin Corregir	kg.	1085	1176	1189		
31	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
32	Estabilidad Corregida	kg.	1085	1176	1189		1150
33	Lectura del Flexímetro ( 0.01" )	pulg.	12.0	12.5	12.0		
34	Fluencia	mm.	3.05	3.18	3.05		3.09
35	Factor de Rigidez	Kg/cm	3560	3704	3901		3722





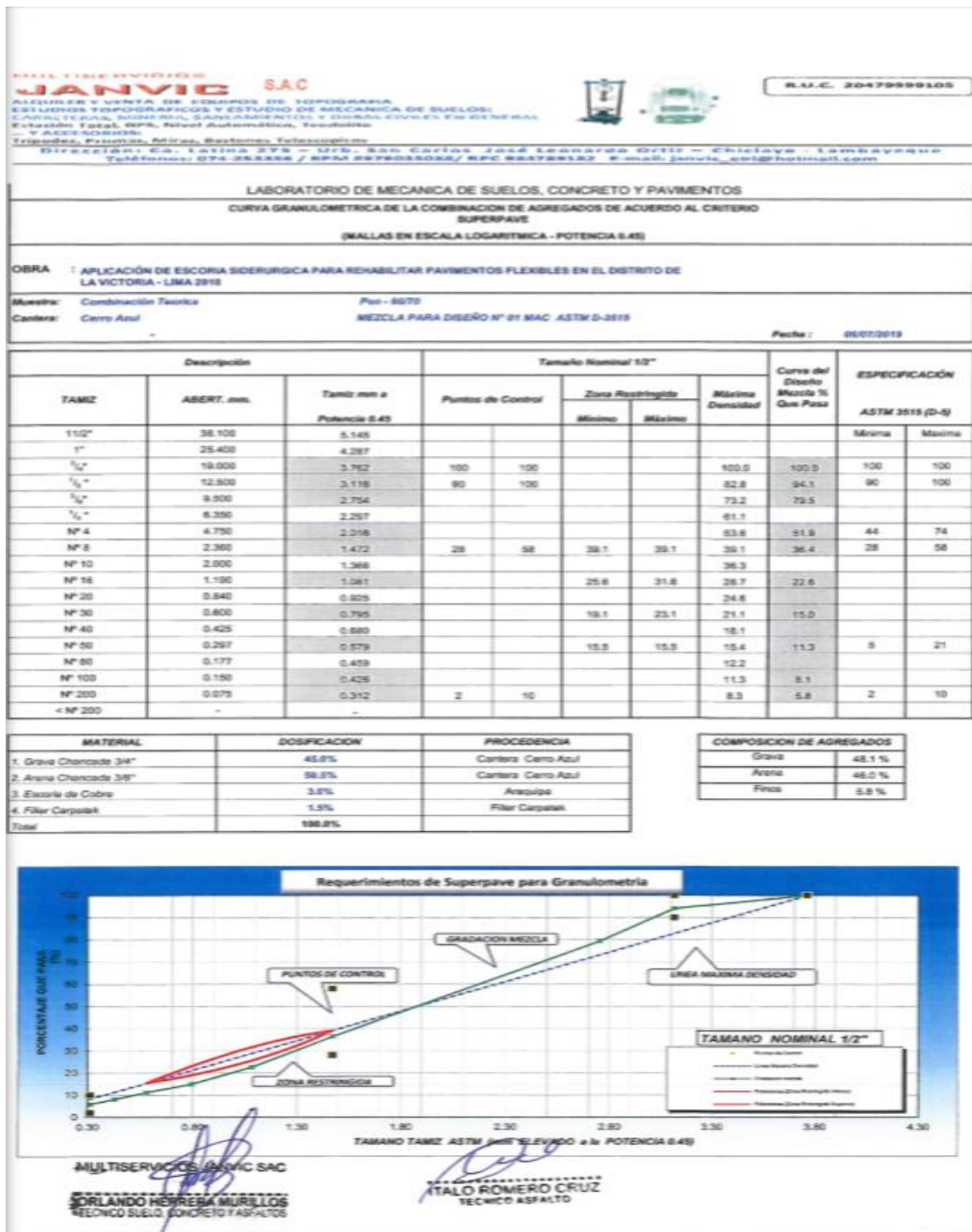


Especificaciones	ASTM D-3616	Resultado	Unidades	Condición
Optimo Contenido C.A.	+/- 0.3	8.30	(%)	Cumple
Peso Unitario	-	2.308	(gr/cm <sup>3</sup> )	Cumple
Vaños al Aire	3 - 6	3.6	(%)	No Cumple
Optimo contenido de escoria siderurgica (%)		6.3		
V.M.A	Min. 14	13.8	(%)	Cumple
Vaños Llenados C.A.	-	62.8	(%)	Cumple
Flujo	2 - 4	2.8	(mm)	Cumple
Indice de compatibilidad	Min. 6 (***)		(%)	
Estabilidad Retenida, 24 Horas	Min. 76		(%)	
Estabilidad	Min. 850	820.4	(Kg)	Cumple
Indice de Rigidez	1700 - 4000	1,820.0	(kg/cm)	No Cumple

### 3.3. Diseño Marshall mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 3 %

En la relación de este ensayo se ha utilizado el contenido óptimo de asfalto que se halló en el diseño de la mezcla convencional y la metodología. Para la realización del ensayo Marshall se realizaron 15 especímenes por cada porcentaje de escoria siderúrgica.

Combinación teórica Dosificación -ASTM







**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**OBRA :** APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

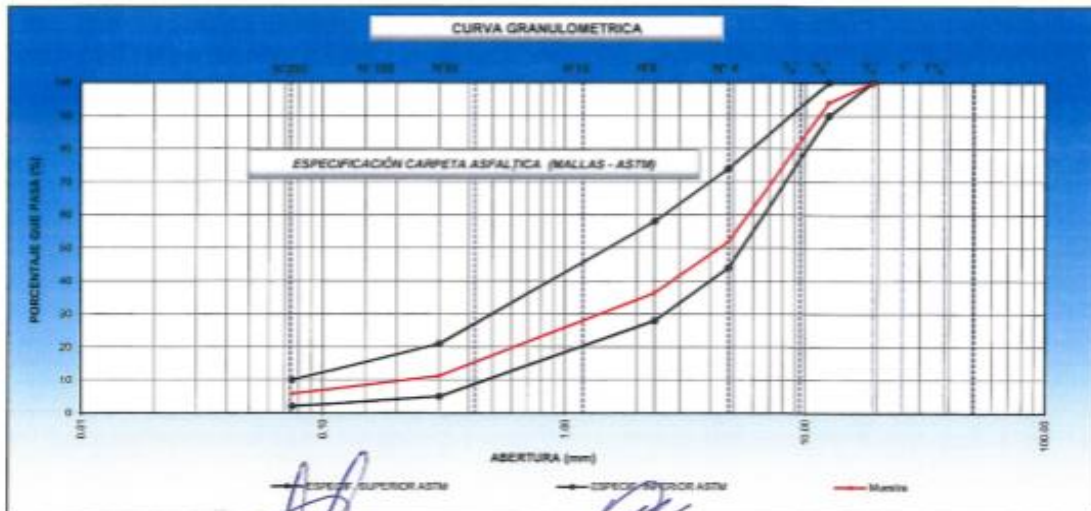
**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**  
(ASTM D-3515)

**Muestra:** Combinación Teórica **Pos:** 8979 **Fecha:** 06/07/2019  
**Cantera:** Cerro Azul **MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3515**

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL	Porcentaje	PROCEDECENCIA	OBSERVACIONES
1. Grava Chancada 3/4"	45.0%	Cantera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 1/4"	55.0%	Cantera Cerro Azul	
3. Escoria de Cobre	3.0%	Arequipe	
4. Fibrer Carpetel	1.5%	Fibrer Carpetel	
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>		

TAMIZ	ABERT. mm.	% RETENIDO PARCIAL				Promedio % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN		FORMULA DE TRABAJO SEGUN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada 1/4"	3. Escoria	4. Carpetel		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 1/2"	38.100						ASTM 3515 (D-5)		OBRA		Tamaño máximo : 3/4"
1"	25.400						Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Tamaño Nominal : 1/2"
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100			Composición de Agregados: Grava : 45.1 % Arena : 49.0 % Finas : 5.8 %
1/2"	12.500	96.8	100.0	100.0	100.0	94.1	90	100			
3/8"	9.500	64.4	100.0	100.0	100.0	79.5					
1/4"	6.300										
N° 4	4.750	1.1	92.9	100.0	100.0	91.9	44	74			
N° 8	2.360	0.0	64.0	87.2	100.0	36.4	28	58			
N° 10	2.000										
N° 16	1.190		40.7	16.3	100.0	22.6					
N° 30	0.800		26.7	0.8	100.0	15.9					
N° 40	0.425										
N° 50	0.300		19.3		100.0	11.3	5	21			
N° 80	0.297										
N° 100	0.150		13.1		100.0	8.1					
N° 200	0.075		8.6		99.0	5.8	2	10			
< N° 200											



MULTISERVICIOS SANCOR  
SOLRILANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO

### 3.3.1 Procedimientos para el ensayo granulométrico



Figura N°: 16 Tamizado de agregados pétreos



Figura N°: 17 Pesaje según dosificación para muestra asfáltica



Figura N°: 18 Agregados pétreos



Figura N°: 19 Agregado fino con adición de escoria



Figura N°: 20 Secado de agregado fino

Ensayo Marshall con 4.5 de cemento asfáltico con 3% de escoria

**JANVIC S.A.C.**

ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE TOPOGRAFIA  
ESTUDIOS TOPOGRAFICOS Y ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
SERVICIOS: TOTAL, BARRIO, GPS, NIVEL AUTOMATICO, ESTACION TOTAL, GPS, NIVEL AUTOMATICO, ESTACION TOTAL  
Y ACCESORIOS:  
Trípodes, Estaciones, Miras, Bastones, Teodolitos

DIRECCION: CR. Latina 376 - Urb. San Carlos José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 074-255356 / RPN 8072035088 / RPC 984789182 E-mail: janvic\_ort@hotmail.com

R.U.C. 20479999106

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA: APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

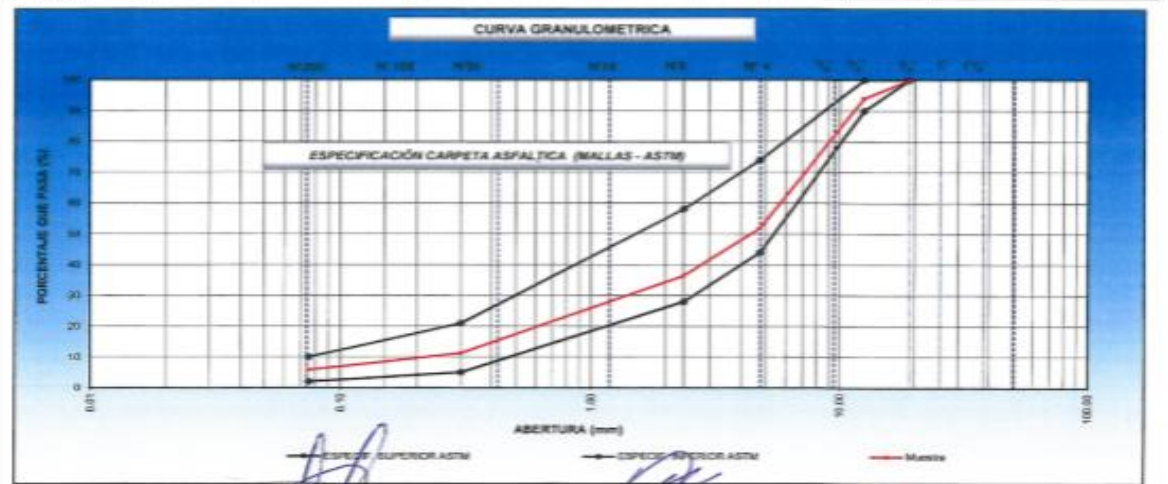
**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**

(ASTM D-3515)

Muestra: Combinación Teórica Pico - 8870 Fecha: 06/07/2018  
Cantera: Cerro Azul MEZCLA PARA DISEÑO N° 81 MAC ASTM D-3515

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL	PROPORCIÓN	PROCEDENCIA	OBSERVACIONES
1. Grava Chancada 3/4"	45.0%	Cantera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 1/4"	50.5%	Cantera Cerro Azul	
3. Escoria de Coque	3.0%	Arquípe	
4. Filler Carpetel	1.5%	Filler Carpetel	
Total	100.0%		

TAMIZ	ABERT. mm.	% RETENIDO PARCIAL				Promedio % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN		FORMULA DE TRABAJO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada	3. Escoria	4. Carpetel		ASTM 3515 (D-5)	OBRA	Mínima	Maxima	
1 1/2"	38.100									Tamaño máximo: 3/4"	
T"	25.400									Tamaño Nominal: 1/2"	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100		Composición de Agregados: Grava: 45.1 % Arena: 48.0 % Fina: 5.8 %	
1/2"	12.500	86.8	100.0	100.0	100.0	84.1	90	100			
3/8"	9.500	54.4	100.0	100.0	100.0	79.5					
20#	8.390										
Nº 4	4.750	1.1	92.9	100.0	100.0	81.9	44	74			
Nº 8	2.360	0.8	64.0	87.2	100.0	36.4	28	58			
Nº 10	2.000										
Nº 16	1.190		40.7	16.3	100.0	22.8					
Nº 30	0.600		26.7	0.8	100.0	13.0					
Nº 40	0.425										
Nº 50	0.300		19.3		100.0	11.3	5	21			
Nº 60	0.250										
Nº 100	0.150		13.1		100.0	8.1					
Nº 200	0.075		8.8		99.9	5.8	2	10			
< Nº 200											



MULTISERVICIOS  
SORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

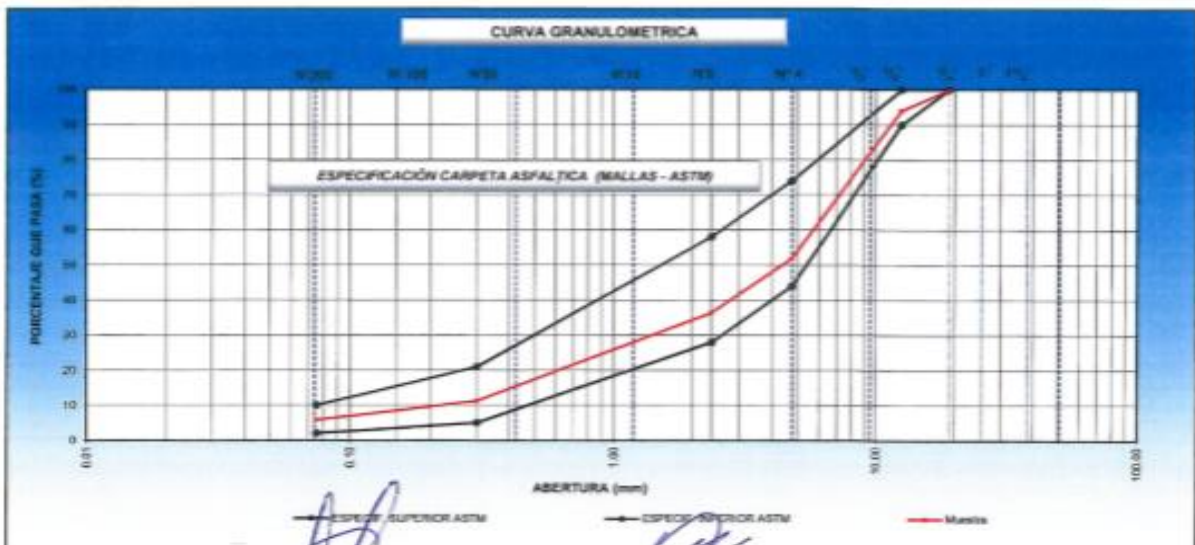
**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**

(ASTM D-3015)

Muestra: Combinación Teórica Pen - 6079 Fecha : 06/07/2018 -  
Cantera: Cerro Azul MEZCLA PARA DISEÑO N° 81 MAC ASTM D-3015

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL		PROCEDENCIA	OBSERVACIONES
1. Grava Chancada 3/4"	45.0%	Cantera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 1/4"	50.5%	Cantera Cerro Azul	
3. Escoria de Cobre	3.0%	Arequipa	
4. Filler Carpete	1.5%	Filler Carpete	
Total	100.0%		

TAMIZ	ABERT. (mm)	% RETENIDO PARCIAL				Promedio % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN		FORMULA DE TRABAJO SEGUN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada	3. Escoria	3. Carpete		ASTM 3015 (D-5)	OBRA	Mínima	Máxima	
1 1/2"	38.100									Tamaño máximo : 3/4"	
1"	25.400						Mínima	Máxima		Tamaño Nominal : 1/2"	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100			
1/2"	12.500	86.8	100.0	100.0	100.0	94.1	90	100		Composición de Agregados :	
3/8"	9.500	54.4	100.0	100.0	100.0	79.5				Grava : 45.1 %	
1/4"	6.300									Arena : 45.0 %	
N° 4	4.750	1.1	82.9	100.0	100.0	81.9	44	74		Finos : 5.6 %	
N° 8	2.360	8.0	64.0	87.2	100.0	36.4	28	58			
N° 10	2.000										
N° 16	1.190		40.7	16.3	100.0	22.6					
N° 30	0.800		26.7	0.8	100.0	19.0					
N° 40	0.425										
N° 50	0.300		18.3		100.0	11.3	5	21			
N° 80	0.250										
N° 100	0.150		13.1		100.0	8.1					
N° 200	0.075		8.6		99.0	5.8	2	10			
< N° 200											



MULTISERVICIOS **JANVIC**  
SORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

**ITALO ROMERO CRUZ**  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LMA 2018

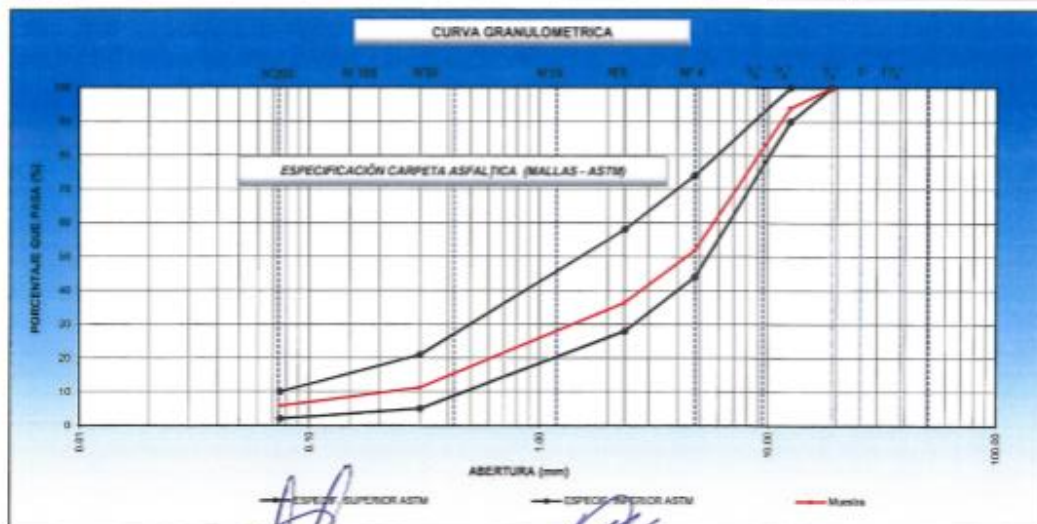
**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**

(ASTM D-3015)

Muestra: Combinación Teórica      Pasa: 60/75      Fecha: 08/07/2018  
Carroz: Cerro Azul      MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3015

MATERIAL		DATOS DE LA MUESTRA		OBSERVACIONES
			PROCEDENCIA	
1. Grava Chancada 3/4"	45.0%		Carrera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 1/4"	50.0%		Carrera Cerro Azul	
3. Escoria de Coque	3.0%		Arequipa	
4. Filler Carpetán	1.0%		Filler Carpetán	
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>			

TAMIZ	ABERT. mm.	% RETENIDO PARCIAL				Promedio Si Que Pasa	ESPECIFICACIÓN		FORMULA DE TRABAJO SEGUN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada	3. Escoria	4. Carpetán		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 1/2"	38.100							OBRA		Tamaño máximo: 3/4"	
1"	25.400									Tamaño Nominal: 1/2"	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100		Composición de Agregados: Grava: 45.1 % Arena: 45.0 % Finos: 5.8 %	
1/2"	12.500	96.8	100.0	100.0	100.0	94.1	90	100			
3/8"	9.500	54.4	100.0	100.0	100.0	79.5					
20	0.850										
Nº 4	4.750	1.1	92.9	100.0	100.0	81.9	44	74			
Nº 8	2.360	6.0	64.0	87.2	100.0	56.4	28	58			
Nº 10	2.000										
Nº 16	1.190		40.7	76.3	100.0	22.6					
Nº 30	0.600		26.7	8.8	100.0	15.0					
Nº 40	0.425										
Nº 50	0.300		19.3		100.0	11.3	5	21			
Nº 80	0.250										
Nº 100	0.150		13.1		100.0	8.1					
Nº 200	0.075		8.8		100.0	5.8	2	10			
< Nº 200											



MULTISERVICIOS  
SORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

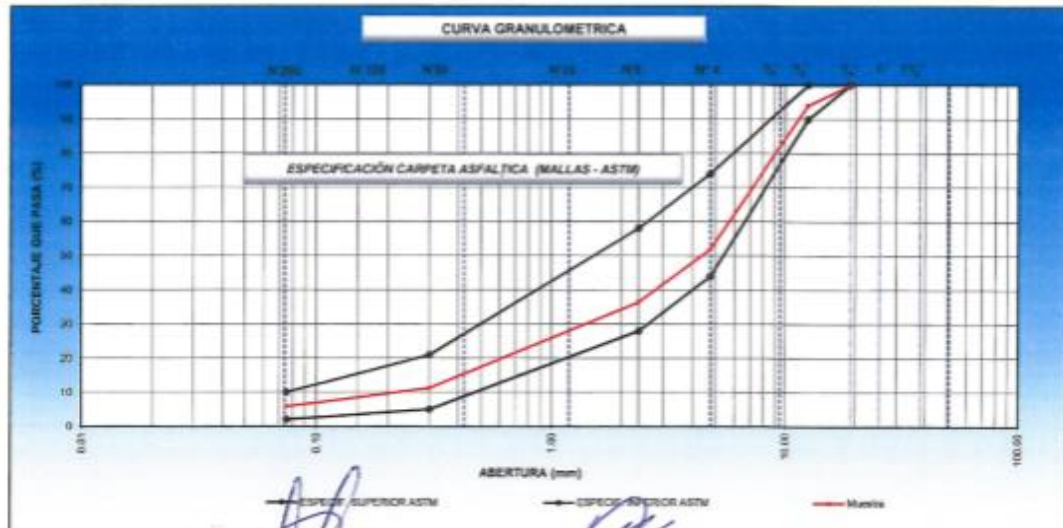
**OBRA:** APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**  
(ASTM D-3015)

**Muestra:** Combinación Teórica **Por:** 6075 **Fecha:** 06/07/2019  
**Cantera:** Cerro Azul **MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC - ASTM D-3015**

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL		PROCEDENCIA	OBSERVACIONES
1. Grava Chancada 3/4"	45.0%	Cantera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 1/4"	50.5%	Cantera Cerro Azul	
3. Escoria de Cobre	3.0%	Arroyo	
4. Filler Carpetel	1.5%	Filler Carpetel	
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>		

TAMIZ	ABERT. (mm)	% RETENIDO PARCIAL				Promedio N Que Pasa	ESPECIFICACIÓN		FORMULA DE TRABAJO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada 1/4"	3. Escoria	4. Carpetel		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 1/2"	38.100									Tamaño máximo: 3/4"	
1"	25.400									Tamaño Nominal: 1/2"	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100		Composición de Agregados: Grava: 45.1 % Arena: 45.0 % Finos: 5.8 %	
1/2"	12.500	95.8	100.0	100.0	100.0	94.1	90	100			
3/8"	9.500	54.4	100.0	100.0	100.0	79.5					
1/4"	6.300										
N° 4	4.750	1.1	92.9	100.0	100.0	91.9	44	74			
N° 8	2.360	0.0	64.0	87.2	100.0	36.4	28	58			
N° 10	2.000										
N° 16	1.190		40.7	16.3	100.0	22.6					
N° 30	0.600		26.7	0.8	100.0	15.0					
N° 40	0.425										
N° 50	0.300		19.3		100.0	11.3	5	21			
N° 80	0.250										
N° 100	0.150		13.1		100.0	8.1					
N° 200	0.075		8.8		99.9	5.8	2	10			
< N° 200											



MULTISERVICIOS **MURILLOS**  
**JORLANDO HERRERA MURILLOS**  
 TÉCNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

**TALO ROMERO CRUZ**  
 TÉCNICO ASFALTO





**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018		
<b>ENSAYO MARSHALL</b> (MTC E-804 / ASTM D-1558 / AASHTO T-240)		
<b>Muestra:</b> Combinación Teórica	<b>Pen - 6070</b>	<b>Fecha :</b> 06/07/2018
<b>Cantera:</b> Cerro Anz	<b>MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3818</b>	

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	4.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	46.21			
3	% De Arena Charcada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	46.91			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )		2.88			
5	% Fibras en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % pasa malla N° 200 )	%	1.44			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.463			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.900			2.662
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.633			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.908			2.671
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Fibras	gr/cc	2.300			
13	Peso de la Briqueta al Aire	gr	1284.9	1285.3	1285.2	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1285.8	1286.8	1287.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	764.8	764.9	764.2	
16	Volumen de la Probeta	cc	521.8	521.9	523.1	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	gr/cc	2.462	2.463	2.459	2.461
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	gr/cc	2.663			
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc	2.663			
20	% Vacios	%	7.83	7.81	7.87	7.87
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc	2.811			
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc	2.864			
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc	2.795			
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%	0.70			
25	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	82.84	82.86	82.72	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	9.63	9.63	9.62	
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	17.16	17.14	17.28	17.19
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	3.34			
29	Relacion Betun Vacios	%	56.11	56.20	55.63	55.98
30	Lectura del Anillo	mm/g				
31	Estabilidad Sin Corregir	kg	898	889	901	
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	0.96	
33	Estabilidad Corregida	kg	896	889	865	879.8
34	Lectura del Fleximetro ( 0.01" )	mm/g	10.0	10.5	11.0	
35	Fluencia	mm	2.54	2.87	2.79	2.87
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	3370	3333	3096	3266

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

JORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIERBURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**

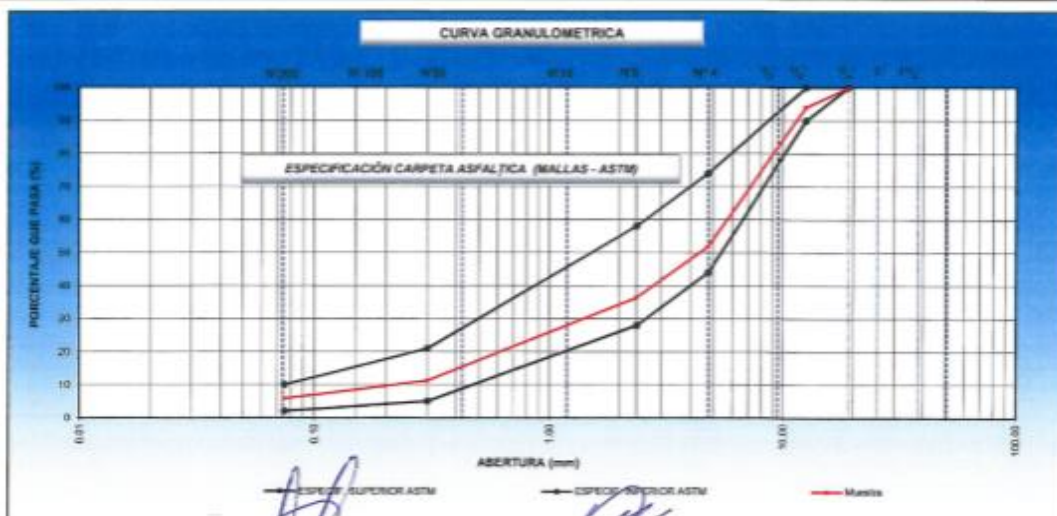
(ASTM D-3015)

Muestra:	Combinación Teórica	Pen - 6075	Fecha:	05/07/2018
Cartera:	Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3015		

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL		PROCEDENCIA	OBSERVACIONES
1. Grava Chancada 3/4"	45.0%	Cartera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 1/4"	51.5%	Cartera Cerro Azul	
3. Escoria de Cobre	3.0%	Arcebujo	
4. Fibras Carpeta	1.5%	Fibras Carpeta	
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>		

TAMIZ	ABERT. mm.	% RETENIDO PARCIAL				Porcentaje % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN		FORMULA DE TRABAJO SEGUN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada 1/4"	3. Escoria	4. Carpeta		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 1/2"	38.100						ASTM 3015 (D-4)		OBRA		Tamaño máximo : 3/4"
1"	25.400						Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	Tamaño Nominal : 1/2"
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100			Composición de Agregados: Grava : 45.1 % Arena : 45.0 % Finos : 5.8 %
1/2"	12.500	85.8	100.0	100.0	100.0	84.1	90	100			
3/8"	9.500	84.4	100.0	100.0	100.0	79.5					
20#	8.500										
Nº 4	4.750	1.1	92.9	100.0	100.0	81.9	44	74			
Nº 8	2.360	0.0	64.0	87.2	100.0	36.4	28	58			
Nº 10	2.000										
Nº 16	1.190		40.7	16.3	100.0	22.8					
Nº 30	0.800		26.7	0.8	100.0	15.0					
Nº 40	0.425										
Nº 50	0.300		19.3		100.0	11.3	5	21			
Nº 80	0.250										
Nº 100	0.150		13.1		100.0	8.1					
Nº 200	0.075		8.8		99.0	5.8	2	10			
< Nº 200											



MULTISERVICIOS  
**SORLANDO HERRERA MURILLOS**  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

**ITALO ROMERO CRUZ**  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

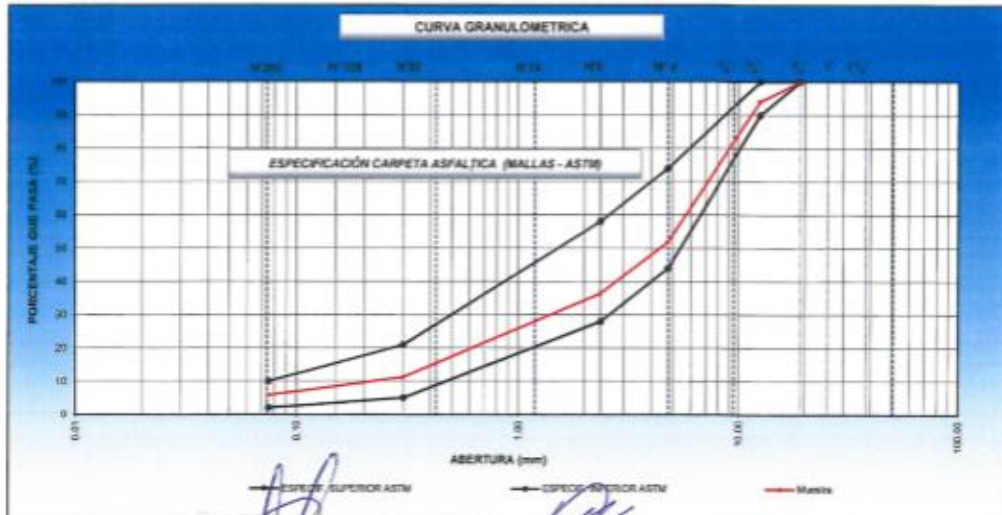
**OBRA :** APLICACIÓN DE ESCORIA SOBREGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**  
(ASTM D-3515)

<b>Muestra:</b> Combinación Teórica	<b>Por - 6979</b>	<b>Fecha:</b> 06/07/2018
<b>Cantón:</b> Cerro Azul	<b>MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC - ASTM D-3515</b>	

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL		PROCEDENCIA	OBSERVACIONES
1. Grava Chancada 3/4"	45.0%	Carrera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 1/4"	50.5%	Carrera Cerro Azul	
3. Escoria de Cobre	3.0%	Arquipa	
4. Filler Carpete	1.5%	Filler Carpete	
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>		

TAMZ	ABERT. mm.	% RETENIDO PARCIAL				Promedio % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN		FORMULA DE TRABAJO SEGUN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada 1/4"	3. Escoria	4. Carpete		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 1/2"	38.100									Tamaño máximo : 3/4"	
1"	25.400									Tamaño Nominal : 1/2"	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100		Composición de Agregados : Grava : 45.1 % Arena : 45.0 % Finas : 5.9 %	
1/2"	12.500	95.8	100.0	100.0	100.0	94.1	90	100			
3/8"	9.500	84.4	100.0	100.0	100.0	79.5					
1/4"	6.350										
Nº 4	4.750	1.1	92.9	100.0	100.0	91.9	44	74			
Nº 8	2.360	0.0	64.0	97.2	100.0	36.4	28	58			
Nº 10	2.000										
Nº 18	1.190		40.7	16.3	100.0	23.8					
Nº 30	0.600		26.7	0.8	100.0	10.0					
Nº 40	0.425										
Nº 50	0.300		19.3		100.0	11.3	5	21			
Nº 80	0.250										
Nº 100	0.150		13.1		100.0	6.1					
Nº 200	0.075		6.6		99.0	9.0	2	10			
< Nº 200											



MULTISERVICIOS JANVIC  
**SORLANDO HERRERA MURILLOS**  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

**ITALO ROMERO CRUZ**  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-804 / ASTM D-1585 / AASHTO T-348)

Muestra:	Combinación Teórica	Pin - 6070	Fecha:	06/07/2018
Cantera:	Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-2018		

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	4.30			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	46.21			
3	% De Arena Chancada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	46.91			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )		2.88			
5	% Fibras en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % pasa malla N° 200 )	%	1.44			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.0360			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.893			2.892
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.900			
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.833			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.908			2.871
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Fibras	gr/cc	3.200			
13	Peso de la Briqueta al Aire	gr	1284.9	1285.5	1286.2	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1285.8	1286.8	1287.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	764.0	764.9	764.2	
16	Volumen de la Probeta	cc	521.8	521.9	523.1	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	gr/cc	2.462	2.463	2.459	2.461
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rica	gr/cc		2.663		
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.663		
20	% Vacios	%	7.63	7.51	7.67	7.67
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.811		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.864		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.795		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.70		
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	82.84	82.86	82.72	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	9.63	9.63	9.62	
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	17.16	17.14	17.26	17.19
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		3.34		
29	Relacion Betun Vacios	%	58.11	58.20	58.63	58.98
30	Lectura del Anillo	mm				
31	Estabilidad Sin Corregir	kg	896	889	901	
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	0.99	
33	Estabilidad Corregida	kg	896	889	905	879.8
34	Lectura del Fleximetro ( 0.01" )	mm	10.0	10.5	11.0	
35	Ruacidad	mm.	2.54	2.67	2.79	2.67
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	3370	3333	3096	3266

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C

JORLANDO HERBERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



Trípodes, Prismas, Miras, Bastones Telescópicos

Dirección: Ca. Latina 275 - Urb. San Carlos José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfonos: 074-253356 / RPM 8979035088 / RPC 984789182 E-mail: janvic\_eirl@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-804 / ASTM D-1559 / AASHTO T-240)

Muestra: Combinación Técnica	Pen - 60/70	Fecha: 06/07/2018
Cantera: Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3515	

PROBETAS	1	2	3	4	Prom.
1 C.A. En peso de la mezcla	%	4.50			
2 % De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	45.97			
3 % De Arena Chancada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	46.67			
4 % De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )		2.87			
5 % Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 95 % pasa malla N° 200 )	%	1.43			
6 Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/oc	1.0349			
7 Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/oc	2.863			
8 Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/oc	2.900			2.882
9 Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/oc	2.833			
10 Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/oc	2.908			2.871
11 Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/oc	3.600			
12 Peso Especifico Aparente del Filler	gr/oc	2.200			
13 Peso de la Briqueta al Aire	gr.	1285.3	1285.8	1285.4	
14 Peso de la Probeta Saturada	gr.	1286.2	1287.1	1286.6	
15 Peso de la Probeta en el Agua	gr.	768.3	768.2	768.8	
16 Volumen de la Probeta	cc	517.9	517.9	517.8	PROMEDIO
17 Peso Especifico Bulk de la Briqueta	gr/oc	2.482	2.483	2.482	2.482
18 Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	gr/oc	2.646			
19 Máxima Densidad Teórica	gr/oc	2.631			
20 % Vacíos	%	6.21	6.17	6.18	6.18
21 Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/oc	2.811			
22 Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/oc	2.864			
23 Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/oc	2.795			
24 C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%	0.70			
25 % del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	83.05	83.09	83.08	
26 % del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	10.74	10.74	10.74	
27 % de vacíos del Agregado Mineral	%	16.95	16.91	16.92	16.93
28 C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%	3.84			
29 Relacion Betun Vacios	%	63.27	63.52	63.47	63.45
30 Lectura del Anillo	pulg.				
31 Estabilidad Sin Corregir	kg.	976	956	964	
32 Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33 Estabilidad Corregida	kg.	976	956	964	965.3
34 Lectura del Flexímetro ( 0.01" )	pulg.	11.0	11.5	11.0	
35 Fluencia	mm.	2.79	2.92	2.79	2.84
36 Factor de Rigidez	Kg/cm	3483	3273	3450	3405

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C

JORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA BIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-245)

Muestra: Combinación Teórica	Pen - 8979	Fecha: 00/07/2018
Cartera: Carro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3015	

PROBETAS			1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		5.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		45.73			
3	% De Arena Chancada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		46.42			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		2.85			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % peso malla N° 200 )	%		1.43			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc		1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.956			2.560
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.904			
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.816			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.905			2.861
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc		3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc		2.200			
13	Peso de la Briketa al Aire	gr	1284.4	1289.5	1283.3		
14	Peso de la Probeta Secada	gr	1286.9	1289.6	1285.4		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	776.6	778.3	777.2		
16	Volumen de la Probeta	cc	510.3	511.3	506.2		PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briketa	gr/cc	2.517	2.520	2.520		2.521
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rose	gr/cc		2.626			
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.606			
20	% Vacios	%	4.23	4.11	3.91		4.08
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.799			
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.864			
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.769			
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.86			
25	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	84.13	84.24	84.41		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	11.64	11.66	11.68		
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	15.87	15.76	15.59		15.74
28	C.A Efectivo / Peso de la Mezcla	%		4.19			
29	Relacion Betun Vacios	%	73.37	73.94	74.01		74.07
30	Lectura del Anillo	mm					
31	Estabilidad Sin Corogr	kg	1161	1156	1141		
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.04		
33	Estabilidad Corregida	kg	1161	1156	1167		1168
34	Lectura del Flexímetro ( 0.01" )	mm	12.0	12.5	12.0		
35	Fluencia	mm.	3.05	3.18	3.05		3.09
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	3609	3641	3693		3761

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C  
JORLANDO HERRERA BUJILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTOS



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-904 / ASTM D-1559 / AASHTO T-245)

Muestra:	Combinación Teórica	Par - 6070	Fecha:	06/07/2019
Cantera:	Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3515		

	PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		5.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		45.73			
3	% De Arena Chocada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		46.42			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		2.85			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % peso malla N° 200 )	%		1.43			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/c		1.0343			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/c		2.650			2.880
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/c		2.904			
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/c		2.816			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/c		2.905			2.861
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/c		3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/c		3.200			
13	Peso de la Briqueta al Aire	gr.	1284.4	1288.5	1283.3		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1285.9	1289.6	1285.4		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	776.5	776.3	777.2		
16	Volumen de la Probeta	cc	610.3	611.3	606.2		PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	gr/c	2.517	2.520	2.526		2.521
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rise	gr/c		2.628			
19	Máxima Densidad Teórica	gr/c		2.606			
20	% Vacios	%	4.23	4.11	3.91		4.20
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/c		2.799			
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/c		2.804			
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/c		2.789			
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.85			
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	84.13	84.24	84.41		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	11.64	11.86	11.68		
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	15.87	15.76	15.59		15.74
28	C.A Efectivo / Peso de la Mezcla	%		4.19			
29	Relacion Beton Vacios	%	73.37	73.94	74.91		74.07
30	Lectura del Anillo	pulg.					
31	Estabilidad Sin Corregr	kg.	1161	1156	1141		
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.04		
33	Estabilidad Corregrida	kg.	1161	1156	1167		1168
34	Lectura del Fleximetro ( 0.01" )	pulg.	12.0	12.5	12.0		
35	Fluencia	mm.	3.85	3.18	3.05		3.09
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	3609	3641	3693		3781

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C.  
JORLANGO HERRERA BURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-305)

Muestra: Combinación Teórica Pen - 6079 Fecha: 06/07/2018  
Carera: Cerro Azul MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3015

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	5.90			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	45.40			
3	% De Arena Charcada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	46.18			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )		2.84			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 85 % pasa malla N° 200 )	%	1.42			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.806			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.804			2.800
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.818			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.905			2.861
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.800			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc	2.300			
13	Peso de la Briqueita al Aire	gr.	1285.6	1285.7	1279.3	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1281.6	1286.4	1280.4	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	777.8	784.8	778.9	
16	Volumen de la Probeta	cc	503.8	501.6	500.5	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briqueita	gr/cc	2.542	2.563	2.556	2.556
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rica	gr/cc		2.609		
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.585		
20	% Vacíos	%	2.57	1.76	2.09	2.12
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.789		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.864		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.789		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.86		
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	84.52	85.23	84.99	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	12.91	13.00	12.96	
27	% de vacíos del Agregado Mineral	%	15.48	14.77	15.01	15.09
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		4.70		
29	Relacion Betun Vacíos	%	83.36	86.12	85.48	85.99
30	Lectura del Anillo	pulg.				
31	Estabilidad Sin Corregir	kg.	1136	1181	1146	
32	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33	Estabilidad Corregida	kg.	1181	1226	1194	1201
34	Lectura del Plastometro ( 0.01" )	pulg.	15.0	15.0	14.0	
35	Fluencia	mm.	3.81	3.81	3.56	3.73
36	Factor de Rigidez	Ng/cm	3101	3224	3357	3227

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C.  
**JORLANDO HERRERA MURILLOS**  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

**ITALO ROMERO CRUZ**  
TECNICO ASFALTOS





**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-604 / ASTM D-1559 / AASHTO T-208)

Muestra:	Combinación Teórica	Pen - 6070	Fecha:	06/07/2019
Cantera:	Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3012		

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	6.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	45.25			
3	% De Arena Charcada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	45.93			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	2.82			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 05 % pasa malla N° 200 )	%	1.41			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/oc	1.0045			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/oc	2.898			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/oc	2.904			2.900
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/oc	2.816			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/oc	2.005			2.001
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/oc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/oc	2.200			
13	Peso de la Biqueta al Aire	gr.	1263.4	1264.0	1260.4	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1264.7	1267.1	1262.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	762.8	762.8	766.2	
16	Volumen de la Probeta	cc	801.8	804.3	803.8	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Biqueta	gr/oc	2.817	2.810	2.802	2.810
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Base	gr/oc	2.582			
19	Máxima Densidad Teórica	gr/oc	2.585			
20	% Vacios	%	2.88	3.15	3.46	3.17
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/oc	2.799			
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/oc	2.884			
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/oc	2.799			
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%	0.88			
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	83.26	83.03	82.75	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	13.86	13.82	13.77	
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	16.74	16.97	17.25	16.99
28	C.A Efectivo / Peso de la Mezcla	%	5.20			
29	Relacion Betun Vacios	%	82.77	81.45	79.83	81.35
30	Lectura del Anillo	mm				
31	Estabilidad Sin Correje	kg	904	950	950	
32	Factor de Estabilidad		1.04	1.04	1.04	
33	Estabilidad Correje	kg	940	985	959	974
34	Lectura del Flaximetro ( 0.01" )	mm	16.0	16.0	16.0	
35	Fluencia	mm	4.85	4.86	3.81	3.83
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	2313	2431	2607	2450

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

JORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LMA 2018

ENSAYO MARSHALL

(MTC E-604 / ASTM D-1559 / AASHTO T-240)

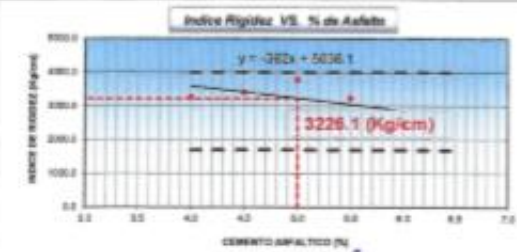
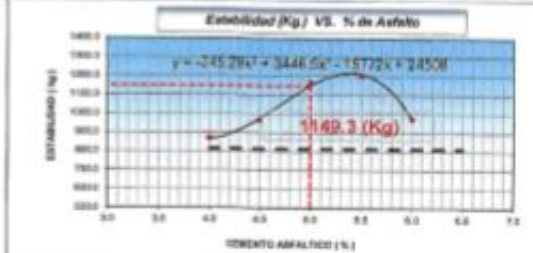
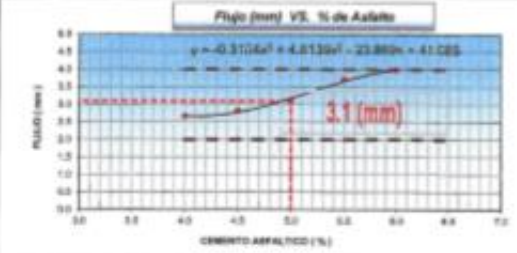
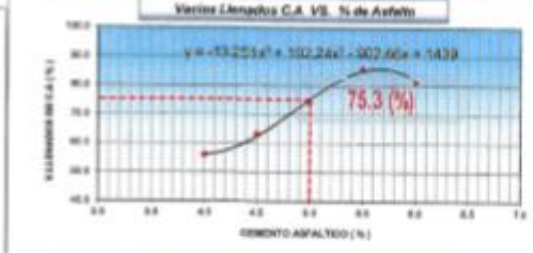
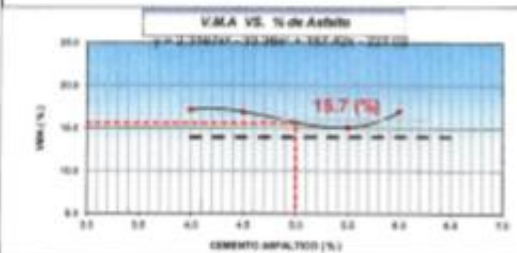
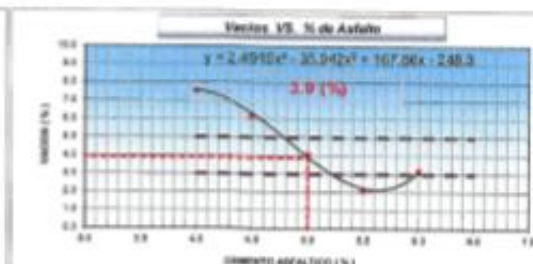
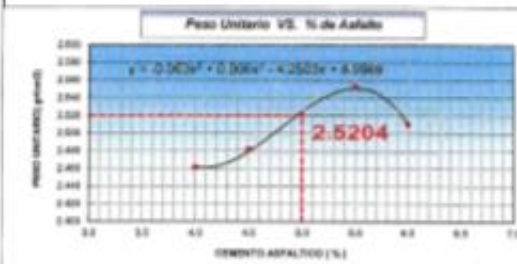
Muestra: Combinación Teórica

Pen - 6070

Fecha : 06/07/2019

Centro: Carre Asul

MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-2018



Especificaciones	ASTM D-3515	Resultado	Unidades	Condición
Óptimo Contenido C.A	+/- 0.3	5.00	(%)	Cumple
Peso Unitario	-	2.520	(gr/cm <sup>3</sup> )	Cumple
Vacíos al Aire	3 - 5	3.8	(%)	Cumple
V.M.A	Min. 14	15.7	(%)	Cumple
Vacíos Llenados C.A	-	75.3	(%)	Cumple
Flujo	2 - 4	3.1	(mm)	Cumple
Índice compactabilidad	Min. 5 (****)		(%)	
Estabilidad Retenido, 24 Horas	Min. 75		(%)	
Estabilidad	Min. 830	1149.3	(Kg)	Cumple
Índice de Rigidez	1700 - 4000	3,226.1	(kg/cm)	Cumple

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

ORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTO

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

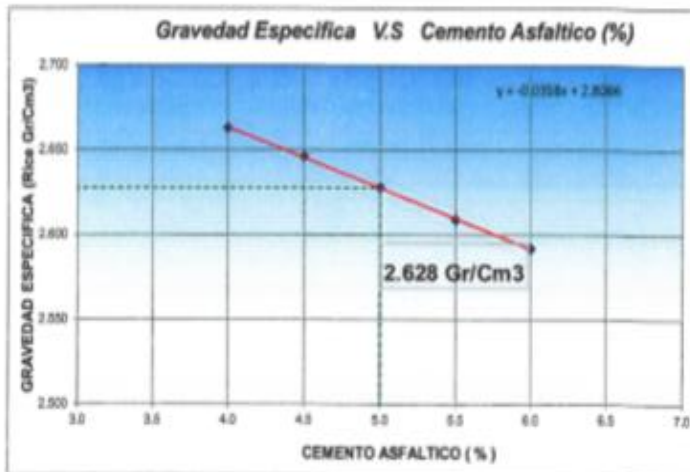
CODIGO : CHP-PETS-CAL-19-F-01  
OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA MEZCLA ASFALTICA, ABSORCIÓN y ASFALTO EFECTIVO**

(MTC E-508 / ASTM D-2041 / AASHTO T-208)

Muestra: Ensayo Marshall	Pen - 60/70	Fecha: 06/07/2019
Cantora: Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 01 MAC ASTM D-3016	

1	Peso del frasco + el agua	7941.0	7941.0	7941.0	7941.0	7941.0
2	Peso de la mezcla	1300.0	1275.4	1301.0	1276.0	1270.0
3	Peso del frasco + mezcla + agua	8752.9	8734.3	8747.0	8728.0	8721.0
4	Volumen de la mezcla (1+2-3)	480.1	482.1	496.0	489.0	480.0
5	Gravedad especifica de la mezcla (2/4)	2.663	2.646	2.628	2.609	2.592
6	Porcentaje de Asfalto total en la mezcla	4.9	4.9	5.0	5.0	5.0



OBSERVACIONES:

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C

JORLANDO HERRERA MURILLOS  
TÉCNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TÉCNICO ASFALTO

## Resultados ensayos de Marshall al 3% escoria

Tabla N° 9 Comparación de resultados entre mezcla asfáltica convencional y modificado

Especificaciones	ASTM D-3515	Resultado	Unidades	Condicion
Optimo Contenido C.A	+/- 0.3	5.00	(%)	Cumple
Peso Unitario	-	2.520	(gr/cm3)	Cumple
Vacios al Aire	3 - 5	3.9	(%)	Cumple
V.M.A	Min. 14	15.7	(%)	Cumple
Vacios Llenados C.A	-	75.3	(%)	Cumple
Flujo	2 - 4	3.1	(mm)	Cumple
Indice compactibilidad	Min. 5 (***)		(%)	
Estabilidad Retenida, 24 Horas	Min. 75		(%)	
Estabilidad	Min. 830	1149.3	(Kg)	Cumple
Indice de Rigidez	1700 - 4000	3,226.1	(kg/cm)	Cumple

### 3.3.2 Diseño Marshall mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 3%

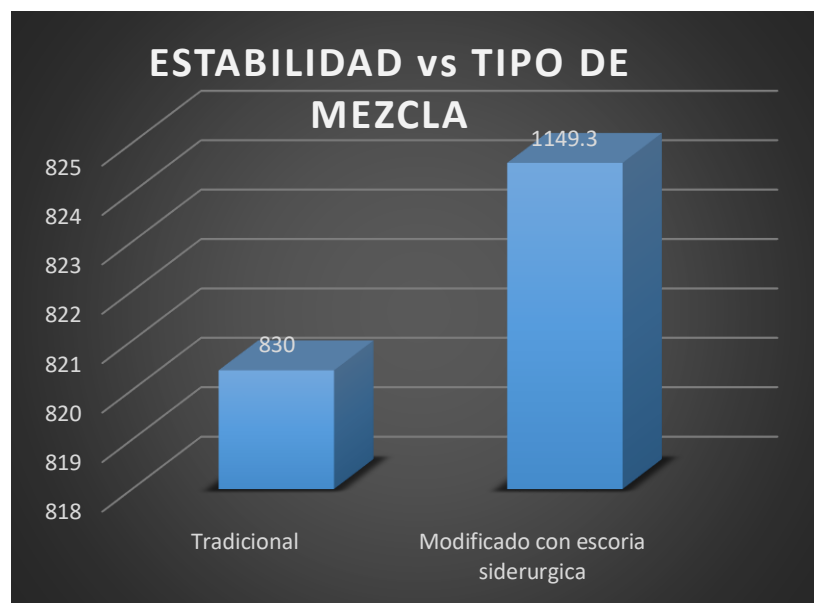


Figura N°: 21 Estabilidad (kg) vs Tipo mezcla

#### INTERPRETACIÓN:

En la figura 07 se observa que la mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 3 % incrementa la estabilidad, soportando una carga adicional de 319.3 kg con respecto a la mezcla convencional 830 min según ASTM 3515, esto indica que la adición de escoria siderúrgica ayuda a mejorar la resistencia para evitar deformaciones permanentes en el pavimento.

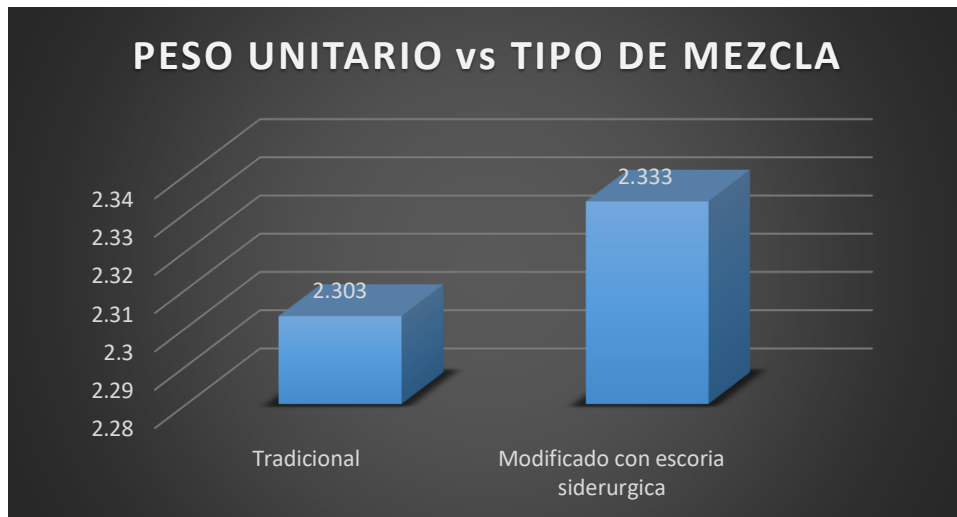


Figura N°: 22 Peso unitario vs tipo de mezcla

### INTERPRETACIÓN

En la mezcla con escoria siderúrgica se observa que el peso unitario ha disminuido a un 0.54% con respecto a la mezcla tradicional, por lo que hay poca distinción de resultados, lo que nos conlleva a un efecto en la obtención de un rendimiento duradero.

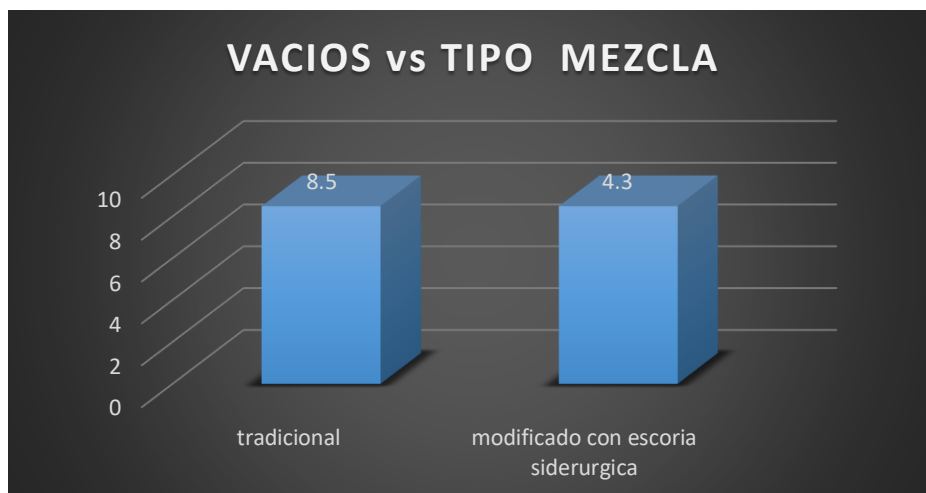


Figura N°: 23 Vacíos vs Tipo mezcla

### INTERPRETACIÓN

Se observa que ambas mezclas tienen un adecuado porcentaje de vacíos. El porcentaje permitiendo esta entre 3 y 5%, siendo un óptimo un 4.3% ya que si se tiene un 3% de vacíos se tendrá baja permeabilidad de mezcla que al pasar carga repetida haría que el asfalto sea

exprimido hacia la superficie de rodadura y un alto porcentaje de estos generando deterioro o ingreso de aire y agua.

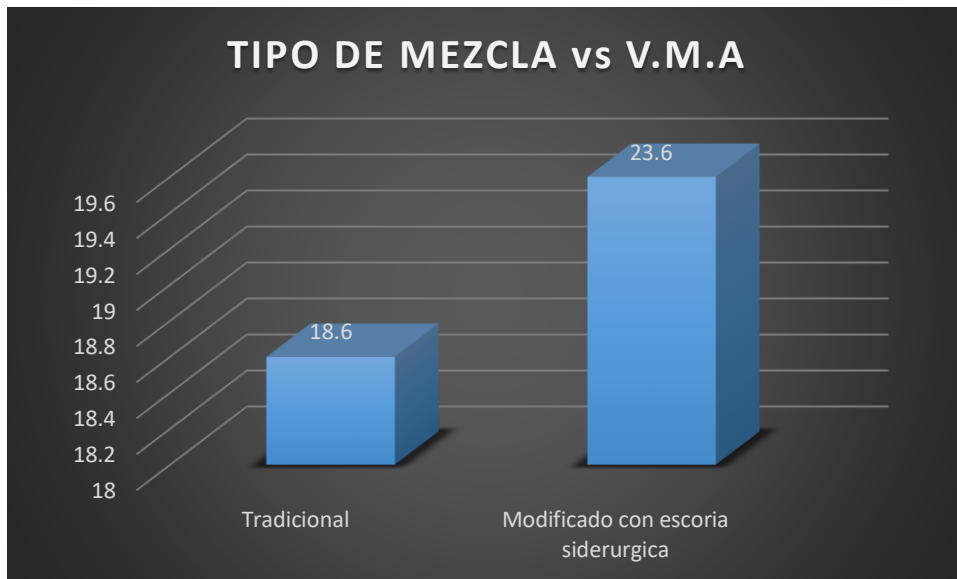


Figura N°: 24 Tipo de mezcla vs V.M.A.

### INTERPRETACIÓN

Se puede notar que, en esta medida existe una diferencia entre ambas mezclas. Por un lado, la mezcla tradicional presentó un V.M.A de 18.6%, mientras que la mezcla experimental presentó un valor de 23.6%, aumentando. Por lo tanto, se puede diferenciar que la escoria siderúrgica aporta un mayor vacío en el agregado mineral. Ya que un bajo vacío es este tendría problemas de baja durabilidad, según el MS – 22 del instituto del asfalto.

### 3.3.3 Diseño Marshall mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 10%

**MULTISERVICIOS JANVIC SAC**  
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE TOPOGRAFIA  
 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS Y DISEÑO DE MECANICA DE SUELOS  
 CARRETERAS, PUNTALES, SANEAMIENTOS Y OBRAS CIVILES EN GENERAL  
 ESTACION FISCAL, GPS, Nivel Automático, Total Station  
 Y ACCESORIOS  
 Trilobos, Planchetas, Alfileres, Bastones Topográficos  
 Dirección: Ca. Latina 375 - Urb. San Carlos José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 074-253356 / RPN 979033088 / RPC 964789182 E-mail: janvic\_srl@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**CURVA GRANULOMETRICA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS DE ACUERDO AL CRITERIO SUPERPAVE**  
**(MALLAS EN ESCALA LOGARITMICA - POTENCIA 0.45)**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

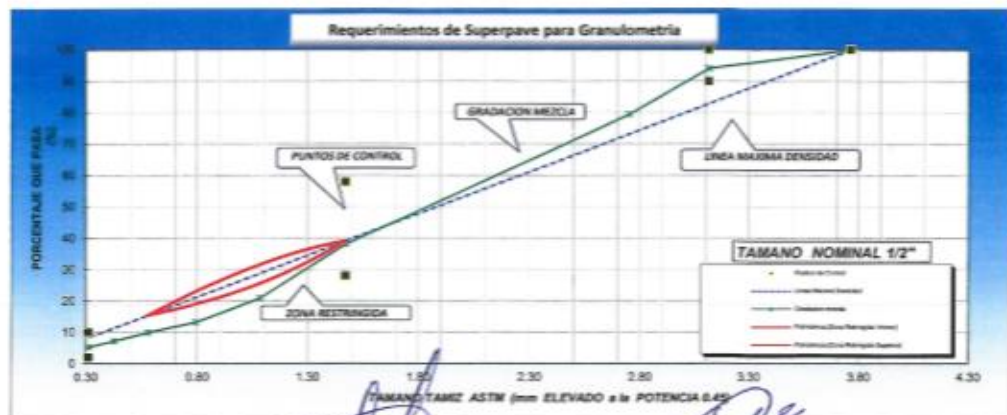
Muestra: Combinación Teórica      Pen - 6570  
 Cantera: Cerro Azul      **MEZCLA PARA DISEÑO N° 02 MAC ASTM D-2015**

Fecha : 06/07/2018

TAMIZ	ABERT. mm.	Tamiz mm a Potencia 0.45	Puntos de Control		Zona Restringida		Máxima Densidad	Curva del Diseño Mezcla % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN ASTM 3515 (D-5)	
					Mínimo	Máximo			Mínimo	Máximo
110"	28.100	5.145								
1"	25.400	4.287								
1/2"	19.000	3.762	100	100			100.0	100.0	100	100
3/8"	12.500	3.115	90	100			82.8	84.1	90	100
3/16"	9.500	2.754					73.2	76.5		
1/16"	6.350	2.287					61.1			
Nº 4	4.750	2.016					53.6	52.4	44	74
Nº 8	2.360	1.472	28	58	39.1	39.1	39.1	38.0	28	58
Nº 10	2.000	1.368					36.3			
Nº 16	1.190	1.061			28.6	31.8	28.7	20.9		
Nº 20	0.840	0.925					24.6			
Nº 30	0.600	0.795			19.1	23.1	21.1	13.2		
Nº 40	0.425	0.680					18.1			
Nº 60	0.250	0.579			15.5	15.5	15.4	9.9	5	21
Nº 80	0.177	0.459					12.2			
Nº 100	0.150	0.438					11.3	7.7		
Nº 200	0.075	0.312	2	10			8.3	5.2	2	10
< Nº 200	-	-								

MATERIAL	DOSIFICACION	PROCEDENCIA
1. Grava Chancada 3/4"	45.8%	Cantera Cerro Azul
2. Arena Chancada 3/5"	43.5%	Cantera Cerro Azul
3. Escoria de Cobre	10.8%	Aresita
4. Filler Capetlek	1.9%	Filler Capetlek
Total	100.0%	

COMPOSICION DE AGREGADOS	
Grava	47.8 %
Arena	47.1 %
Fino	5.2 %



MULTISERVICIOS JANVIC SAC  
**JORLANDO HERRERA MURILLOS**  
 TÉCNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTO

**ITALO ROMERO CRUZ**  
 TÉCNICO ASFALTO





**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

**OBRA:** APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

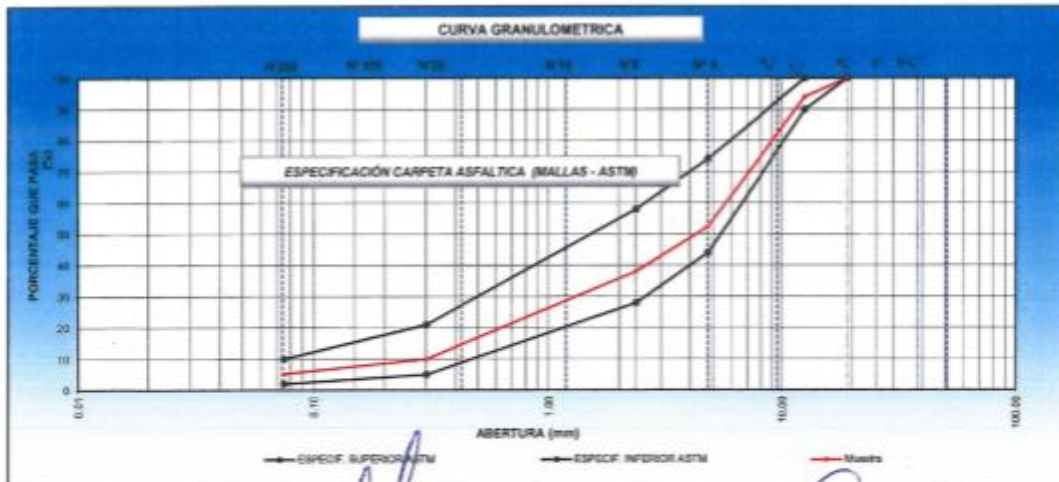
**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**  
(ASTM D-3015)

**Muestra:** Combinación Teórica **Perm - 6070** **Fecha:** 08/07/2018  
**Conten:** Cero Anil **MEZCLA PARA DISEÑO N° 02 MAC ASTM D-3015**

**DATOS DE LA MUESTRA**

MATERIAL		PROCEDENCIA	OBSERVACIONES
1. Grava Chancada 3/4"	45.9%	Cantera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 3/4"	43.9%	Cantera Cerro Azul	
3. Escoria de Coque	10.9%	Ancón	
4. Fibras Carpeta	1.9%	Fibra Carpeta	
<b>Total</b>	<b>100.0%</b>		

TAMIZ	ABERT. mm.	% RETENIDO PARCIAL				Promedio % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN	FORMULA DE TRABAJO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada	3. Escoria	4. Carpeta			Mínima	Máxima	
1 1/2"	38.100						ASTM 3015 (D-5)		Tamaño máximo: 3/4"	
1"	25.400						Mínima	Máxima	Tamaño Nominal: 1/2"	
3/4"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100	Composición de Agregados: Grava: 47.6 % Arena: 47.1 % Finos: 5.2 %	
3/8"	12.500	86.8	100.0	100.0	100.0	94.1	90	100		
2"	50.800	54.4	100.0	100.0	100.0	79.5				
1 1/4"	8.300									
N° 4	4.750	1.1	92.9	100.0	100.0	52.4	44	74		
N° 8	2.360	0.0	64.0	87.2	100.0	38.0	28	58		
N° 10	2.000									
N° 16	1.190		40.7	16.3	100.0	25.9				
N° 30	0.600		26.7	0.8	100.0	13.2				
N° 40	0.425									
N° 60	0.300		19.3		100.0	9.9	5	21		
N° 80	0.297									
N° 100	0.150		13.1		100.0	7.2				
N° 200	0.075		5.6		99.0	9.2	3	18		
< N° 200										



MULTISERVICIOS JANVIC SAC  
JORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA BIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018		
<b>ENSAYO MARSHALL</b> (MTC E-804 / ASTM D-1559 / AASHTO T-240)		
<b>Muestra:</b> Combinación Teórica	<b>Peso:</b> 6070	<b>Fecha:</b> 06/07/2018
<b>Cantera:</b> Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 02 MAC ASTM D-3018	

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	4.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	40.73			
3	% De Arena Charcada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	40.67			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )		9.60			
5	% Filer en Peso de la Mezcla ( mínimo 95 % pasa malla N° 200 )	%	1.44			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/oz	1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/oz	2.863			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/oz	2.900			2.882
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/oz	2.835			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/oz	2.908			2.871
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/oz	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filer	gr/oz	2.300			
13	Peso de la Biqueta al Aire	gr	1300.1	1298.5	1296.5	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1304.2	1302.4	1302.0	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	767.9	770.5	771.5	
16	Volumen de la Probeta	cc	536.3	531.9	531.0	PROVEDHO
17	Peso Especifico Bulk de la Biqueta	gr/oz	2.424	2.441	2.445	2.437
18	Peso Especifico Mismo ASTM D - 2041 Rice	gr/oz		2.673		
19	Maxima Densidad Teórica	gr/oz		2.696		
20	% Vacios	%	9.31	6.67	6.52	8.83
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/oz		2.853		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/oz		2.902		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/oz		2.633		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.66		
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	74.64	75.16	75.29	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	16.05	16.16	16.19	
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	25.36	24.84	24.71	25.97
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		3.40		
29	Relacion Beton/Vacios	%	63.30	65.06	65.54	64.64
30	Lectura del Anillo	mm				
31	Estabilidad Sin Corregir	kg	800	785	810	
32	Factor de Estabilidad		0.93	0.96	0.96	
33	Estabilidad Corregida	kg	744	754	770	754
34	Lectura del Fleximetro ( 0.01" )	mm	10.0	10.5	11.0	
35	Fluencia	mm	2.54	2.67	2.79	2.67
36	Factor de Rigidez	Pig/oz	2329	2326	2783	2346

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

**DIRLANO HERRERA MURILLOS**  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTOS

**ITALO ROMERO CRUZ**  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-504 / ASTM D-1558 / AASHTO T-240)

Muestra:	Combinación Teórica	Pen - 65/70	Fecha:	06/07/2018
Cantera:	Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 82 MAC ASTM D-3015		

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	4.00			
2	% De Grava Triangular en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	45.73			
3	% De Arena Chocada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	40.67			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )		9.60			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 85 % pasa malla N° 200 )	%	1.44			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triangular ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.863			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triangular ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.900			2.862
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.835			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.908			2.871
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc	2.200			
13	Peso de la Briqueta al Aire	gr	1306.1	1296.5	1306.0	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1304.2	1302.4	1302.6	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	767.9	770.5	771.5	
16	Volumen de la Probeta	cc	536.3	531.9	531.0	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	gr/cc	2.424	2.441	2.445	2.437
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Base	gr/cc		2.673		
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.595		
20	% Vacios	%	9.31	6.67	6.52	8.83
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.853		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.902		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.633		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.68		
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	74.64	75.16	75.29	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	16.05	16.16	16.19	
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	25.30	24.94	24.71	26.97
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		3.40		
29	Relacion Betun-Vacios	%	63.30	65.06	65.54	64.64
30	Lectura del Anillo	ps/p				
31	Estabilidad Sin Corrigir	kg	800	795	810	
32	Factor de Estabilidad		0.93	0.96	0.96	
33	Estabilidad Corrigida	kg	744	754	778	758.4
34	Lectura del Flexímetro ( 0.01" )	ps/p	10.0	10.5	11.0	
35	Fluencia	mm	2.54	2.67	2.79	2.67
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	2029	2626	2783	2846

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

JORLANO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-240)

Muestra:	Combinación Teórica	Peso - 6570	Fecha :	06/07/2019
Cantera:	Carro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 62 MAC ASTM D-3018		

	PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		5.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		45.25			
3	% De Arena Chancada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		40.25			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		5.50			
5	% Fibras en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % masa N° 200 )	%		1.43			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc		1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.836			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.804			2.800
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.816			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.900			2.861
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc		3.000			
12	Peso Especifico Aparente del Fibras	gr/cc		2.200			
13	Peso de la Briqueta al Aire	gr	1284.5	1280.9	1285.4		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1285.8	1281.8	1286.7		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	770.8	767.2	770.5		
16	Volumen de la Probeta	cc	515.0	514.7	515.2		PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	gr/cc	2.494	2.488	2.490		2.491
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rica	gr/cc		2.638			
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.638			
20	% Vacíos	%	5.45	5.86	5.81		5.57
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.842			
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.903			
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.629			
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.84			
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	76.28	76.11	76.15		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	18.27	18.23	18.24		
27	% de vacíos del Agregado Mineral	%	23.72	23.89	23.85		23.82
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		4.27			
29	Relacion Betun Vacíos	%	77.02	76.30	76.48		76.60
30	Lectura del Anillo	psig					
31	Estabilidad Sin Corregr	kg	950	1002	960		
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00		
33	Estabilidad Corregrida	kg	950	1002	960		975
34	Lectura del Flexímetro ( 0.01" )	psig	12.0	12.5	12.0		
35	Fuerza	mm	3.85	3.18	3.85		3.69
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	3136	3196	3176		3156

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C.

JORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTO

ITALO ROMERO LUNA  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA BIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018		
<b>ENSAYO MARSHALL</b> (MTC E-804 / ASTM D-1559 / AASHTO T-240)		
<b>Muestra:</b> Combinación Teórica	<b>Plan:</b> 8079	<b>Fecha:</b> 06/07/2019
<b>Cantera:</b> Cerro Azul	<b>MEZCLA PARA DISEÑO N° 02 MAC ASTM D-3018</b>	

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	4.50			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	45.49			
3	% De Arena Charcoleta en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	40.48			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )		9.55			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 80 % para malla N° 200 )	%	1.43			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.2948			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.883			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.930			2.882
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.833			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.908			2.871
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.830			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc	2.250			
13	Peso de la Briketa al Aire	gr.	1296.5	1295.5	1296.6	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1299.8	1293.5	1298.2	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	773.5	768.5	773.5	
16	Volumen de la Probeta	cc	528.1	524.0	525.7	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briketa	gr/cc	2.464	2.483	2.485	2.464
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rico	gr/cc		2.657		
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.664		
20	% Vacíos	%	7.25	7.31	7.24	7.27
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.853		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.902		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.633		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.66		
25	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	75.48	75.43	75.49	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	17.27	17.26	17.27	
27	% de vacíos del Agregado Mineral	%	24.62	24.57	24.51	24.53
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		3.90		
29	Relacion Betún Vacíos	%	70.43	70.25	70.48	70.37
30	Lectura del Anillo	mm				
31	Estabilidad Sin Corregr	kg	800	865	870	
32	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad Corregrida	kg	800	875	865	863.3
34	Lectura del Pasímetro ( 0.075" )	mm	10.5	11.5	11.0	
35	Fluencia	mm	2.87	2.82	2.79	2.79
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	3187	2996	3096	3093

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C

ORLANO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTOS



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-804 / ASTM D-1559 / AASHTO T-305)

Muestra: Combinación Teórica      Pen - 6879      Fecha: 06/07/2019  
Carrera: Carro Azul      MEZCLA PARA DISEÑO N° 82 MAC ASTM D-3015

	PROBETAS	1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	5.50			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	45.01			
3	% De Arena Chancada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	40.04			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )		9.45			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 85 % pasa malla N° 200 )	%	1.42			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.0349			
7	Peso Especifico Bulb de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.696			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.904			2.680
9	Peso Especifico Bulb de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.818			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.905			2.681
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc	2.200			
13	Peso de la Briqueta al Aire	gr	1283.5	1286.6	1281.5	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1283.5	1281.6	1283.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	771.8	771.8	772.1	
16	Volumen de la Probeta	cc	811.7	810.1	810.4	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulb de la Briqueta	gr/cc	2.506	2.510	2.811	2.609
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	gr/cc		2.621		
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.617		
20	% Vacios	%	4.37	4.22	4.21	4.27
21	Peso Especifico Bulb del Agregado Total	gr/cc		2.842		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.903		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.629		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.84		
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	76.25	76.37	76.38	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	18.38	19.41	19.41	
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	23.75	23.63	23.62	23.67
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		4.77		
29	Relacion Betun Vacios	%	81.58	82.13	82.19	81.97
30	Lectura del Anillo	mm				
31	Estabilidad Sin Correje	kg	1145	1185	1145	
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad Correje	kg	1145	1185	1145	1158
34	Lectura del Plasmetro ( 0.01" )	mm	13.0	14.0	14.0	
35	Fluencia	mm	3.36	3.56	3.56	3.47
36	Factor de Rigidez	Mpa/cm	3486	3332	3220	3340

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

ORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-248)

Muestra:	Combinación Teórica	Pen - 60/70	Fecha:	06/07/2019
Carera:	Carro Axial	MEZCLA PARA DISEÑO N° 02 MAC - ASTM D-3018		

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	6.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	44.78			
3	% De Arena Chenuada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	39.82			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	9.40			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % pasa malla N° 200 )	%	1.41			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.0049			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.805			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.004			2.800
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.816			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.305			2.801
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc	2.200			
13	Peso de la Biqueta al Aire	gr	1275.5	1275.4	1280.4	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1271.9	1275.4	1281.4	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	765.5	765.9	766.5	
16	Volumen de la Probeta	cc	506.4	510.8	512.0	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Biqueta	gr/cc	2.509	2.496	2.495	2.501
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rota	gr/cc	2.804			
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc	2.596			
20	% Vacios	%	3.85	4.36	4.13	3.85
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc	2.842			
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc	2.903			
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc	2.626			
24	C.A. Ateorizado por el Peso Agregado Seco	%	0.84			
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	75.32	75.60	75.54	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	20.43	20.34	20.32	
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	24.08	24.40	24.46	24.31
28	C.A Efectivo / Peso de la Mezcla	%	5.28			
29	Relacion Beton Vacios	%	84.83	83.36	83.10	83.78
30	Leitura del Anillo	mm				
31	Estantabilidad Sin Corregir	kg	1002	1020	1085	
32	Factor de Estantabilidad		1.04	1.00	1.00	
33	Estantabilidad Corregida	kg	1042	1020	1085	1048
34	Leitura del Flexmetro ( 0.01" )	mm	16.0	16.0	15.0	
35	Fluencia	mm	4.85	4.85	3.81	3.88
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	2564	2510	2648	2641

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C.

**ORLANDO HERRERA MURILLOS**  
TECNICO SUELO CONCRETO / ASFALTOS

**ITALO ROMERO CRUZ**  
TECNICO ASFALTO



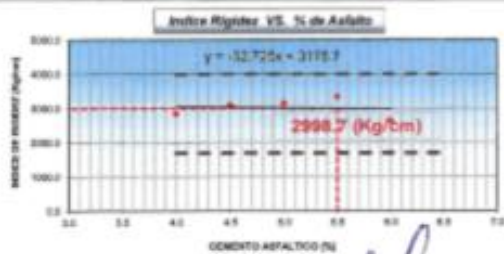
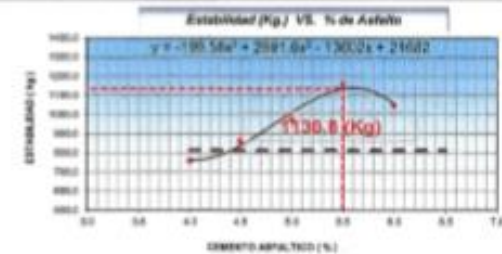
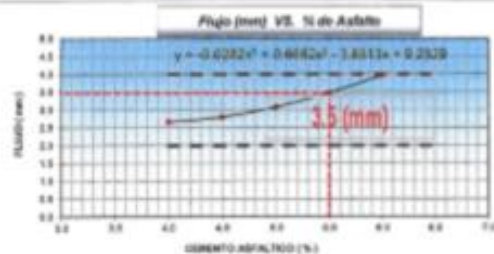
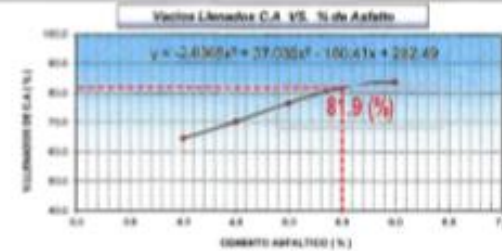
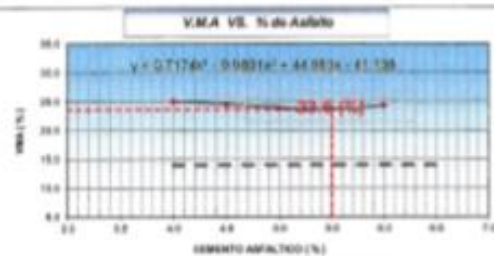
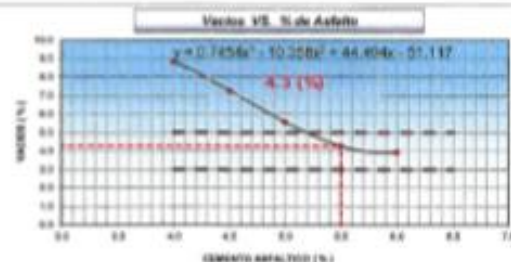
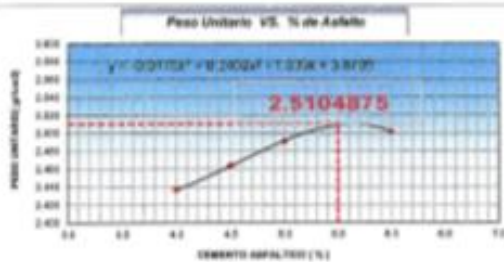
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

ENSAYO MARSHALL

(MTC E-804 / ASTM D-1558 / AASHTO T-248)

Muestra: Combinación Teórica	Por: 8079	Fecha: 06/07/2019
Cantera: Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 02 MAC ASTM D-3915	



Especificaciones	ASTM D-3915	Resultado	Unidades	Condicion
Optimo Contenido C.A	± 0.3	5.10	(%)	Cumple
Peso Unitario	-	2.510	(g/cm³)	Cumple
Vació al Aire	3 - 5	4.3	(%)	Cumple
V.M.A	Min. 14	23.6	(%)	Cumple
Vació Llenado C.A	-	81.9	(%)	Cumple
Flujo	2 - 4	3.5	(mm)	Cumple
Índice compatibilidad	Min. 5 (***)		(%)	
Estabilidad Retenida, 24 Horas	Min. 75		(%)	
Estabilidad	Min. 830	1136.8	(Kg)	Cumple
Índice de Rigidez	1710 - 4030	2,998.7	(kg/cm)	Cumple

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C

ORLANDO HERNANDEZ VILLALBA  
TECNICO SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



Resultados ensayos de Marshall al 10% escoria

Tabla N° 10 Comparación de resultados entre mezcla asfáltica convencional y modificado con escoria 10%

Resultados de laboratorio

Especificaciones	ASTM D-3515	Resultado	Unidades	Condicion
Optimo Contenido C.A	+/- 0.3	5.50	(%)	Cumple
Peso Unitario	-	2.510	(gr/cm3)	Cumple
Vacios al Aire	3 - 5	4.3	(%)	Cumple
V.M.A	Min. 14	23.6	(%)	Cumple
Vacios Llenados C.A	-	81.9	(%)	Cumple
Flujo	2 - 4	3.5	(mm)	Cumple
Indice compactibilidad	Min. 5 (***)		(%)	
Estabilidad Retenida, 24 Horas	Min. 75		(%)	
Estabilidad	Min. 830	1136.8	(Kg)	Cumple
Indice de Rigidez	1700 - 4000	2,998.7	(kg/cm)	Cumple

### 3.3.4 Diseño Marshall mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 10%

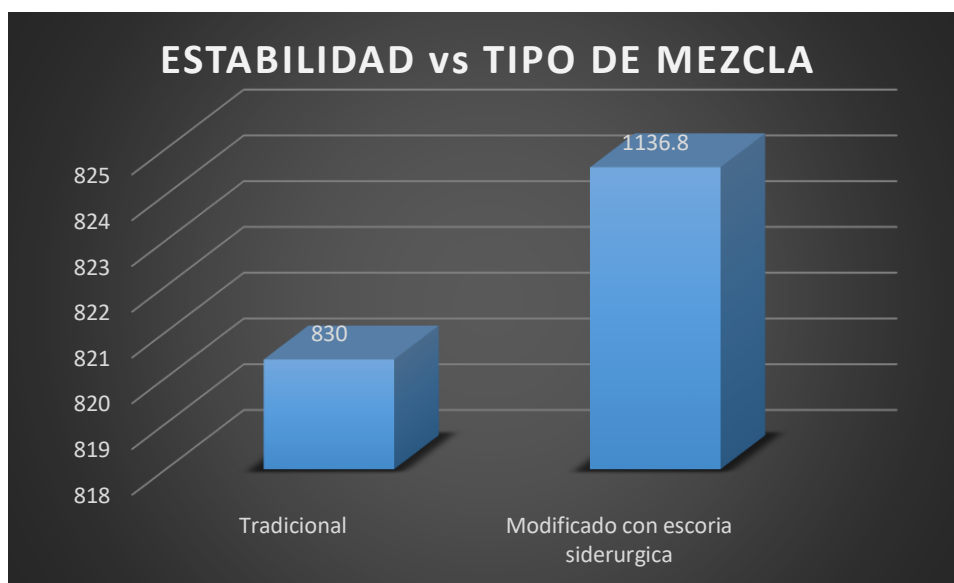


Figura N°: 25 Estabilidad (kg) vs Tipo mezcla

#### INTERPRETACIÓN:

En la figura 14 se observa que la mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 10 % incrementa la estabilidad, soportando una carga adicional de 306.8 kg con respecto a la mezcla convencional 830 min según ASTM 3515, esto indica que la adición de escoria siderúrgica ayuda a mejorar la resistencia para evitar deformaciones permanentes en el pavimento.

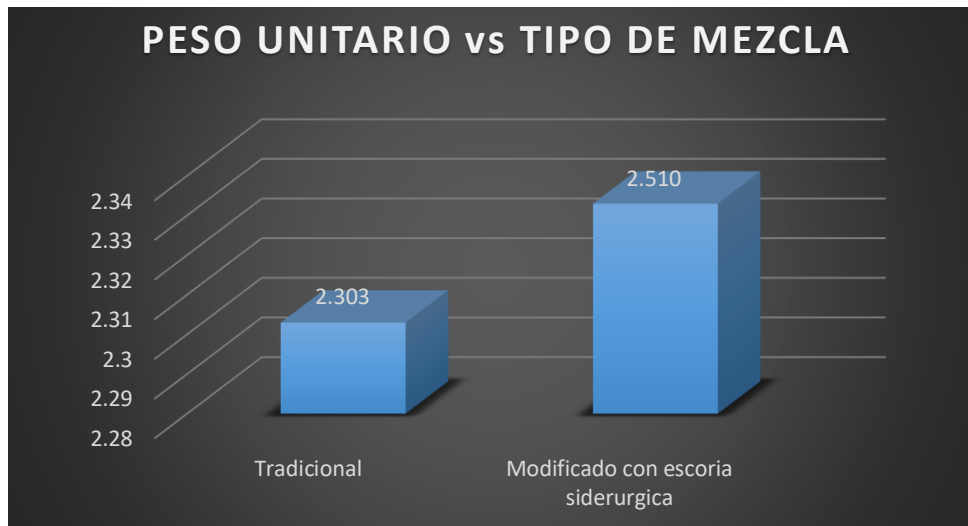


Figura N°: 26 Peso unitario vs tipo de mezcla

### INTERPRETACIÓN

En la mezcla con escoria siderúrgica se observa que el peso unitario ha disminuido a un 0.02% con respecto a la mezcla tradicional, por lo que hay poca distinción de resultados, lo que nos conlleva a un efecto en la obtención de un rendimiento duradero.

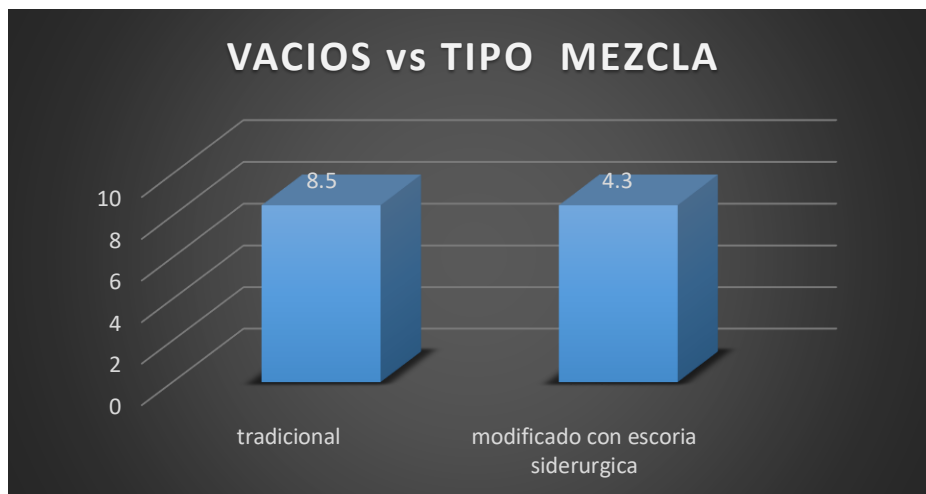


Figura N°: 27 % Vacíos vs Tipo mezcla

### INTERPRETACIÓN

Se observa que ambas mezclas tienen un adecuado porcentaje de vacíos. El porcentaje permitiendo esta entre 3 y 5%, siendo un óptimo un 4.3% ya que si se tiene un 3% de vacíos se tendrá baja permeabilidad de mezcla que al pasar carga repetida haría que el asfalto sea

exprimido hacia la superficie de rodadura y un alto porcentaje de estos generando deterioro o ingreso de aire y agua.

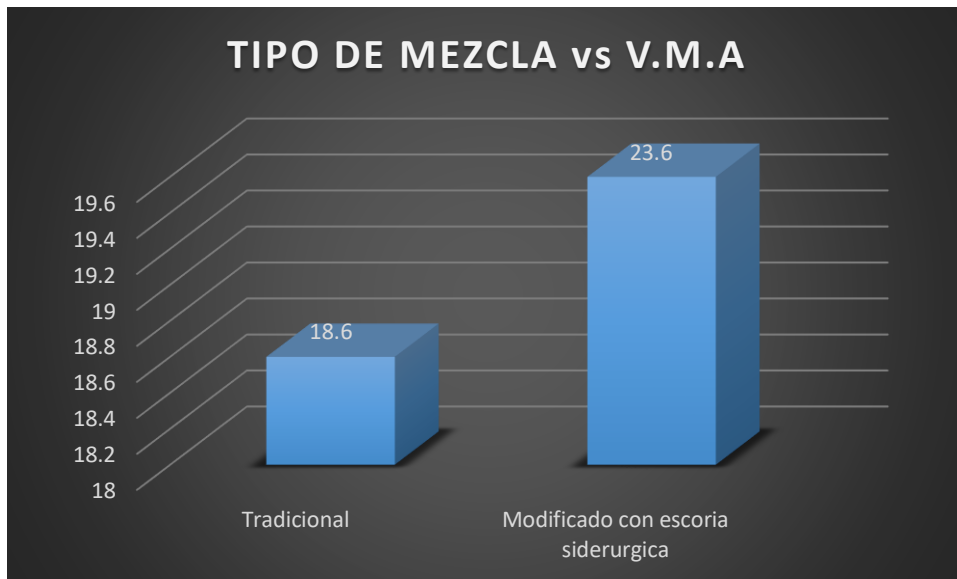


Figura N°: 28 Tipo de mezcla vs V.M.A.

### INTERPRETACIÓN

Se puede notar que, en esta medida existe una diferencia entre ambas mezclas. Por un lado, la mezcla tradicional presentó un V.M.A de 18.6%, mientras que la mezcla experimental presentó un valor de 23.6%, aumentando. Por lo tanto, se puede diferenciar que la escoria siderúrgica aporta un mayor vacío en el agregado mineral. Ya que un bajo vacío es este tendría problemas de baja durabilidad, según el MS – 22 del instituto del asfalto.

### 3.3.5 Diseño Marshall mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 17%

**JANVIC S.A.C.**  
 ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE TOPOGRAFIA  
 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS Y ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS  
 CARRERAS, MINERIAS, SANEAMIENTOS Y OBRAS CIVILES EN GENERAL  
 Navegación Local, GPS, Nivel Automático, Teodolito  
 ... Y ACCESORIOS  
 Tripodes, Prismas, Miras, Sistemas Telescopicos  
 Dirección: Ca. Latina 275 - Urb. San Carlos José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfonos: 074-253336 / RPM 9879035088 / RPC 084789182 E-mail: janvic\_eir@hotmmail.com

R.U.C. 20679988106

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
 CURVA GRANULOMETRICA DE LA COMBINACION DE AGREGADOS DE ACUERDO AL CRITERIO SUPERPAVE  
 (MALLAS EN ESCALA LOGARITMICA - POTENCIA 0.45)

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

Muestra: Combinación Teórica Pen - 8070  
 Contener: Cerro Azul **MEZCLA PARA DISEÑO N° 63 MAC ASTM D-2015**

Fecha : 06/07/2019

TAMIZ	ABERT. mm.	Tamiz mm a Potencia 0.45	Puntos de Control		Zona Restringida		Máxima Densidad	Curva del Diseño Mezcla % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN ASTM 2015 (D-5)	
					Mínimo	Máximo			Mínima	Máxima
110"	38.100	5.145								
1"	25.400	4.287								
3/8"	19.000	3.762	100	100			100.0	100.0	100	100
1/2"	12.500	3.116	90	100			82.8	94.1	90	100
3/4"	9.500	2.754					73.2	79.5		
1"	8.380	2.207					61.1			
N° 4	4.750	2.016					53.6	52.9	44	74
N° 8	2.380	1.472	38	58	36.1	39.1	36.1	30.7	28	58
N° 10	2.000	1.366					36.3			
N° 16	1.190	1.081			25.8	31.6	28.7	19.1		
N° 20	0.840	0.828					24.6			
N° 30	0.600	0.795			16.1	23.1	21.1	11.4		
N° 40	0.425	0.680					18.1			
N° 50	0.297	0.579			15.5	15.5	15.4	8.6	5	21
N° 60	0.177	0.459					12.2			
N° 100	0.150	0.426					11.3	6.3		
N° 200	0.075	0.312	2	10			8.3	4.6	2	10
< N° 200	-	-								

MATERIAL	DOSIFICACION	PROCEDENCIA
1. Grava Chancada 3/4"	43.8%	Cantera Cerro Azul
2. Arena Chancada 3/8"	36.5%	Cantera Cerro Azul
3. Escoria de Cobre	17.2%	Araucap
4. Filler Capetex	1.8%	Filler Capetex
Total	100.0%	

COMPOSICION DE AGREGADOS	
Grava	47.1 %
Arena	48.2 %
Fines	4.6 %





**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

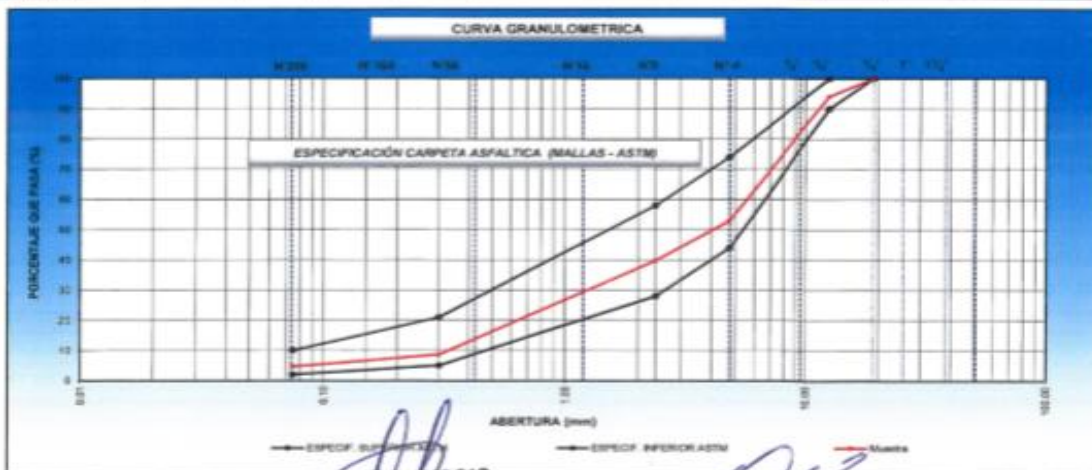
**COMBINACION TEORICA DOSIFICACION - ASTM**

(ASTM D-3915)

Muestra:	Combinación Teórica	Plan - 5070	Fecha:	06/07/2019
Cantera:	Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO Nº 03 MAC ASTM D-3915		

DATOS DE LA MUESTRA			
MATERIAL		PROCEDENCIA	OBSERVACIONES
1. Grava Chancada 3/4"	45.0%	Cantera Cerro Azul	
2. Arena Chancada 1/4"	36.5%	Cantera Cerro Azul	
3. Escoria de Cobre	17.0%	Arequipa	
4. Filler Carpetek	1.5%	Filler Carpetek	
Total	100.0%		

TAMAZ	ABERT. mm.	% RETENIDO PARCIAL				Porcentaje % Que Pasa	ESPECIFICACIÓN		FORMULA DE TRABAJO SEGÚN ESPECIFICACIÓN		DESCRIPCION
		1. Grava Chancada 3/4"	2. Arena Chancada 1/4"	3. Escoria	3. Carpetek		Mínima	Máxima	Mínima	Máxima	
1 1/2"	38.100						ASTM 3915 (D-5)		OBRA		Tamaño máximo : 3/4"
1"	25.400										Tamaño Nominal : 1/2"
3/2"	19.000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100	100			Composición de Agregados : Grava : 47.1 % Arena : 48.2 % Fines : 4.6 %
3/4"	12.500	86.8	100.0	100.0	100.0	94.1	90	100			
3/8"	9.500	84.4	100.0	100.0	100.0	79.5					
1/2"	6.300										
Nº 4	4.750	1.1	32.9	100.0	100.0	52.9	44	74			
Nº 8	2.360	0.0	64.0	87.2	100.0	39.7	28	58			
Nº 10	2.000										
Nº 16	1.190		48.7	19.3	100.0	19.3					
Nº 30	0.600		26.7	0.8	100.0	11.4					
Nº 40	0.425										
Nº 60	0.300		19.3		100.0	8.8	5	21			
Nº 80	0.250										
Nº 100	0.150		13.1		100.0	6.3					
Nº 200	0.075		8.8		39.8	4.6	2	10			
< Nº 200											



MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C  
ORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C

**JANVIC S.A.C**

ALQUILER Y VENTA DE EQUIPOS DE TOPOGRAFIA  
ESTUDIOS TOPOGRAFICOS Y ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS:  
CARRILES, MINERIA, SANEAMIENTOS Y OBRAS CIVILES EN GENERAL  
Estación Total, GPS, Nivel Automático, Topografía  
— Y ACCESORIOS:  
Trípodes, Prismas, Miras, Estaciones Telescopicas



R.U.C. 20479999105

Dirección: Ca. Latina 275 - Urb. San Carlos José Leonardo Ortiz - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfonos: 074-253356 / RPM 9279025089 / RPC 984789182 E-mail: janvic\_@hotmail.com

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-348)

Muestra: Combinación Técnica      Pan - 60/70      Fecha : 09/07/2019  
Cartera: Cerro Azul      MEZCLA PARA DISEÑO N° 03 MAC ASTM D-3015

PROBETAS	1	2	3	4	Prom.	
1	C.A. En peso de la mezcla	%	5.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	44.78			
3	% De Arena Chancada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	34.07			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	16.15			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 85 % pasa malla N° 200 )	%	1.43			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	g/cc	1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	g/cc	2.862			2.862
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	g/cc	2.900			
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	g/cc	2.833			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	g/cc	2.908			2.871
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	g/cc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	g/cc	2.200			
13	Peso de la Brigueta al Aire	gr	1284.3	1285.6	1284.8	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1285.5	1286.7	1286.9	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	756.3	757.1	757.6	
16	Volumen de la Probeta	cc	529.2	529.8	529.3	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Brigueta	g/cc	2.427	2.427	2.432	2.429
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Base	g/cc		2.688		
19	Máxima Densidad Técnica	g/cc		2.678		
20	% Vacíos	%	9.85	9.62	9.48	9.88
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	g/cc		2.880		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	g/cc		2.942		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	g/cc		2.467		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.88		
25	% del Volumen del agregado Volumen Bruto de la Probeta	%	67.27	67.28	67.41	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	23.09	23.09	23.14	
27	% de vacíos del Agregado Mineral	%	32.73	32.72	32.59	32.68
28	C.A Efectivo / Peso de la Mezcla	%		4.47		
29	Relacion Beban Vacíos	%	70.53	70.58	70.98	70.70
30	Lectura del Anillo	mm				
31	Estabilidad Sin Correje	kg	876	890	888	
32	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96	
33	Estabilidad Correje	kg	840	854	852	849.3
34	Lectura del Placimetro ( 0.01" )	mm	11.0	10.0	10.0	
35	Fluencia	mm	2.79	2.54	2.54	2.62
36	Factor de Rigidez	Pg/cm	3308	3394	3308	3242

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

JORLANDO HERRERA BURLLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-248)

Muestra:	Combinación Teórica	Pen - 60/70	Fecha:	06/07/2018
Cantera:	Cerro Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 03 MAC ASTM D-3512		

	PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		5.20			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		44.54			
3	% De Arena Chancada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		33.89			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		16.07			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 65 % para malla N° 200 )	%		1.42			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc		1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.853			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.900			2.882
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.833			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.908			2.871
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc		3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc		2.200			
13	Peso de la Biqueta al Aire	gr	1295.3	1284.4	1285.2		
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1287.9	1286.8	1286.3		
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	764.3	765.3	765.3		
16	Volumen de la Probeta	cc	525.6	525.5	526.0		PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Biqueta	gr/cc	2.467	2.445	2.443		2.448
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rica	gr/cc		2.867			
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.853			
20	% Vacios	%	7.80	8.34	8.39		8.20
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.896			
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.942			
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.467			
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.66			
25	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	67.73	67.40	67.37		
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	24.36	24.26	24.25		
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	32.27	32.80	32.63		32.56
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		4.87			
29	Relacion Betun Vacios	%	75.56	74.41	74.30		74.76
30	Lectura del Anillo	psf/g					
31	Estabilidad Sin Corregir	kg	985	976	960		
32	Factor de Estabilidad		0.96	0.96	0.96		
33	Estabilidad Corregida	kg	941	936	950		942.4
34	Lectura del Plastometro ( 0.01" )	psf/g	11.5	11.5	11.5		
35	Fuerza	mm	2.92	2.92	2.92		2.92
36	Factor de Rigidez	Kgh/cm	3221	3214	3204		3230

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

ORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO





**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018		
<b>ENSAYO MARSHALL</b> (MTC E-904 / ASTM D-1559 / AASHTO T-248)		
<b>Muestra:</b> Combinación Teórica	<b>Por:</b> 80/20	<b>Fecha:</b> 06/07/2018
<b>Cantera:</b> Cerro Azul	<b>MEZCLA PARA DISEÑO N° 03 MAC ASTM D-3018</b>	

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%		6.00		
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%		44.31		
3	% De Arena Chancada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		33.71		
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%		15.98		
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 05 % para malla N° 200 )	%		1.41		
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc		1.0349		
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.858		
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc		2.904		2.860
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.516		
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc		2.905		2.891
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc		3.600		
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc		2.200		
13	Peso de la Biqueta al Aire	gr	1283.2	1284.8	1287.1	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1284.3	1285.3	1288.8	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	782.3	782.8	786.3	
16	Volumen de la Probeta	cc	522.0	522.7	522.5	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Biqueta	gr/cc	2.458	2.458	2.463	2.468
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rica	gr/cc		2.648		
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.628		
20	% Vacíos	%	7.17	7.17	6.97	7.18
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.886		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.943		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.463		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.82		
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	67.85	67.64	67.79	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	25.19	25.19	25.24	
27	% de vacíos del Agregado Mineral	%	32.95	32.36	32.21	32.51
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		5.35		
29	Relación Betun Vacíos	%	77.85	77.83	78.35	78.01
30	Lectura del Anillo	milg				
31	Estabilidad Sin Corregir	kg	1010	1100	1098	
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad Corregida	kg	1010	1100	1098	1089
34	Lectura del Plastómetro ( 0.01" )	milg	12.5	12.0	12.0	
35	Fluencia	mm	3.18	3.05	3.05	3.09
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	3181	3609	3602	3464

MULTISERVICIOS JANVIC SAC

ORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTOS



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018		
<b>ENSAYO MARSHALL</b> (MTC E-504 / ASTM D-1559 / AASHTO T-245)		
<b>Muestra:</b> Combinación Teórica	<b>Pen - 80/70</b>	<b>Fecha :</b> 06/07/2019
<b>Cantera:</b> Carro Azul	<b>MEZCLA PARA DISEÑO N° 83 MAC ASTM D-2913</b>	

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	7.00			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	43.83			
3	% De Arena Chevada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	33.36			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	15.81			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 85 % pasa malla N° 200 )	%	1.40			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.8349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.898			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.804			2.880
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.816			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.905			2.861
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc	2.300			
13	Peso de la Briqueta al Aire	gr.	1278.6	1280.3	1281.3	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr.	1279.5	1281.6	1282.5	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr.	789.2	782.3	782.8	
16	Volumen de la Probeta	cc	519.3	519.3	519.7	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briqueta	gr/cc	2.462	2.465	2.460	2.464
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Rice	gr/cc		2.619		
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.580		
20	% Vacíos	%	5.99	5.86	5.66	5.81
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.586		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.943		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.463		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.82		
25	% del Volumen del agregado / Volumen Bruto de la Probeta	%	67.03	67.12	67.12	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo / Volumen de la Probeta	%	26.98	27.01	27.02	
27	% de vacíos del Agregado Mineral	%	32.97	32.86	32.85	32.91
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		6.36		
29	Relacion Betun Vacíos	%	81.84	82.17	82.17	82.06
30	Lectura del Anillo	mm				
31	Estabilidad Sin Correge	kg	915	942	900	
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad Correge	kg	915	942	900	929
34	Lectura del Flexímetro ( 0.01" )	mm	16.5	17.0	17.0	
35	Fluencia	mm.	4.19	4.32	4.32	4.28
36	Factor de Rigidez	Kg/cm	2183	2182	2154	2172

MULTISERVICIOS JANVIC SAC  
**JORLANDO HERRERA MURILLOS**  
TECNICO SUELO CONCRETO Y PAVIMTO

**ITALO ROMERO CRUZ**  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

<b>OBRA :</b> APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018		
<b>ENSAYO MARSHALL</b>		
(MTC E-604 / ASTM D-1559 / AASHTO T-245)		
<b>Muestra:</b> Combinación Teórica	<b>Pen - 6075</b>	<b>Fecha :</b> 06/07/2019
<b>Cartera:</b> Carro Azul	<b>MEZCLA PARA DISEÑO N° 02 MAC ASTM D-3012</b>	

PROBETAS		1	2	3	4	Prom.
1	C.A. En peso de la mezcla	%	6.50			
2	% De Grava Triturada en peso de la mezcla ( Mayor N° 4 )	%	44.07			
3	% De Arena Charcada en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	33.54			
4	% De escoria en peso de la mezcla ( Menor N° 4 )	%	15.90			
5	% Filler en Peso de la Mezcla ( mínimo 85 % pasa malla N° 200 )	%	1.40			
6	Peso Especifico Aparente del C.A.	gr/cc	1.0349			
7	Peso Especifico Bulk de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.690			
8	Peso Especifico Aparente de la Grava Triturada ( Mayor N° 4 )	gr/cc	2.984			2.880
9	Peso Especifico Bulk de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.416			
10	Peso Especifico Aparente de La Arena ( Menor N° 4 )	gr/cc	2.905			2.881
11	Peso Especifico Aparente de La Escoria ( Menor N° 4 )	gr/cc	3.600			
12	Peso Especifico Aparente del Filler	gr/cc	2.200			
13	Peso de la Briquea al Aire	gr	1284.9	1283.3	1288.1	
14	Peso de la Probeta Saturada	gr	1285.9	1284.1	1289.3	
15	Peso de la Probeta en el Agua	gr	767.6	766.9	768.1	
16	Volumen de la Probeta	cc	518.3	517.2	520.2	PROMEDIO
17	Peso Especifico Bulk de la Briquea	gr/cc	2.475	2.481	2.476	2.479
18	Peso Especifico Máximo ASTM D - 2041 Base	gr/cc		2.636		
19	Máxima Densidad Teórica	gr/cc		2.607		
20	% Vacios	%	6.32	5.94	6.13	6.13
21	Peso Especifico Bulk del Agregado Total	gr/cc		2.686		
22	Peso Especifico Aparente del Agregado Total	gr/cc		2.943		
23	Peso Especifico Efectivo del Agregado Total	gr/cc		2.483		
24	C.A. Absorbido por el Peso Agregado Seco	%		0.82		
25	% del Volumen del agregado /Volumen Bruto de la Probeta	%	67.86	67.92	67.78	
26	% del Volumen de C.A. Efectivo /Volumen de la Probeta	%	26.12	26.14	26.09	
27	% de vacios del Agregado Mineral	%	32.14	32.08	32.22	32.15
28	C.A. Efectivo / Peso de la Mezcla	%		5.80		
29	Relacion Betun Vacios	%	81.26	81.48	80.96	81.23
30	Lectura del Anillo	psf				
31	Estabilidad Sin Correge	kg	1145	1158	1180	
32	Factor de Estabilidad		1.00	1.00	1.00	
33	Estabilidad Correge	kg	1145	1158	1180	1154
34	Lectura del Fleximetro ( 0.01" )	psf	15.5	14.5	15.0	
35	Fuerza	mm	3.94	3.88	3.81	3.81
36	Factor de Rigidez	N/mm	2005	2144	2045	2032

MULTISERVICIOS JANVIC SAC  
ORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO, CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



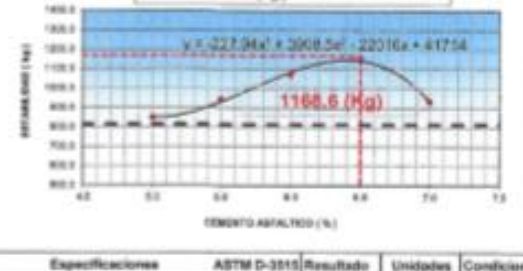
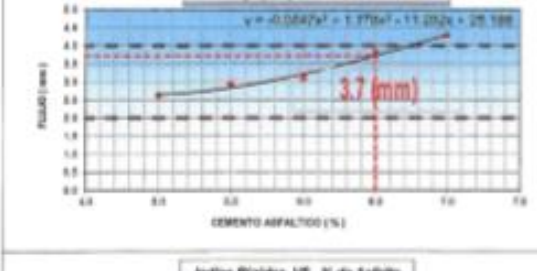
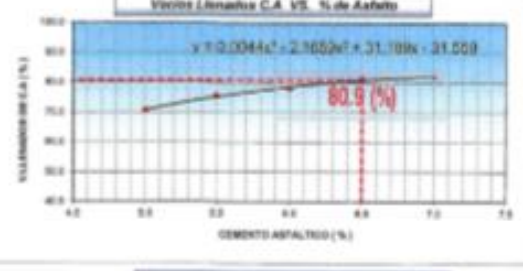
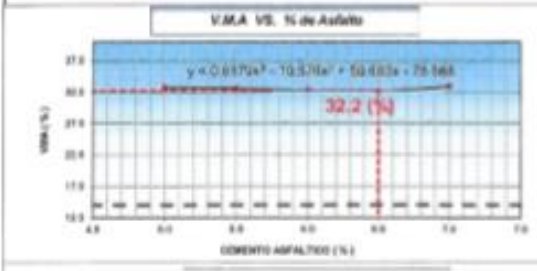
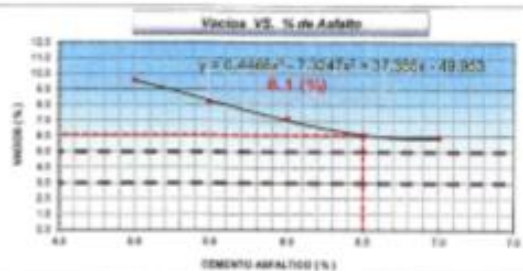
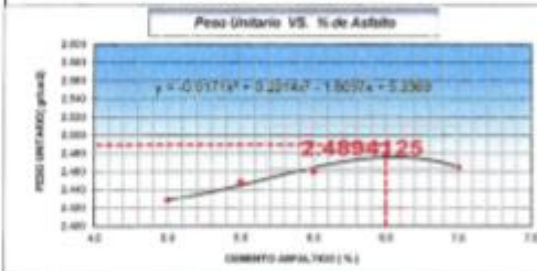
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

OBRA : APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS  
FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**ENSAYO MARSHALL**

(MTC E-064 / ASTM D-1559 / AASHTO T-245)

Muestra: Combinación Teórica	Pen - 60/70	Fecha : 06/07/2018
Cantero: Cwm Azul	MEZCLA PARA DISEÑO N° 83 MAC ASTM D-3819	



Especificaciones	ASTM D-3819	Resultado	Unidades	Condición
Óptimo Contenido C.A	+/- 0.3	6.10	(%)	Cumple
Peso Unitario	-	2.489	(gr/cm <sup>3</sup> )	Cumple
Viscos al Aire	3 - 5	6.1	(%)	No Cumple
V.M.A	Min. 14	32.2	(%)	Cumple
Viscos Llamado C.A	-	80.9	(%)	Cumple
Flujo	2 - 4	3.7	(mm)	Cumple
Índice compatibilidad	Min. 5 (")		(%)	
Estabilidad Retenido, 24 Horas	Min. 75		(%)	
Estabilidad	Min. 820	1168.6	(Kg)	Cumple
Índice de Rigidez	1700 - 4000	2794.7	(kg/cm <sup>2</sup> )	Cumple

MULTISERVICIOS JANVIC S.A.C.  
JORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELO CONCRETO Y ASFALTO

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS**

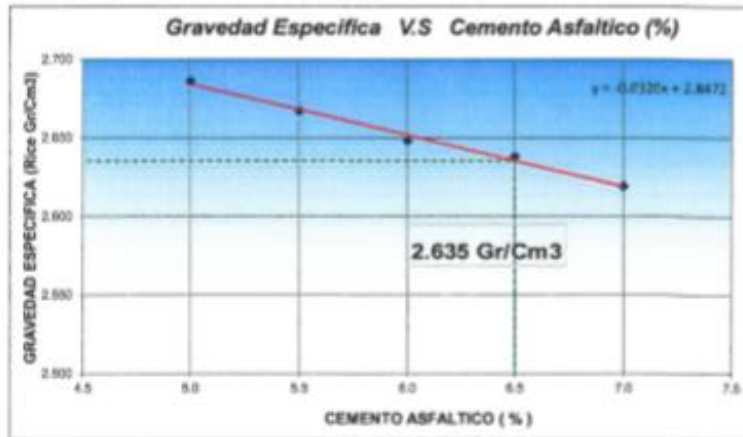
**CODIGO :** CHM-PETS-CAL-15-F-01  
**OBRA :** APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERURGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA - LIMA 2018

**GRAVEDAD ESPECIFICA DE LA MEZCLA ASFÁLTICA, ABSORCIÓN y ASFALTO EFECTIVO**

(MTC E-508 / ASTM D-2041 / AASHTO T-208)

**Muestra:** Ensayo Miraflores      **Post:** 6879      **Fecha:** 06/07/2018  
**Cantera:** Cerro Azul      **MEZCLA PARA DISEÑO N° 03 MAC ASTM D-3015**

1	Peso del frasco + el agua	7941.0	7941.0	7941.0	7941.0	7941.0
2	Peso de la mezcla	1288.9	1300.2	1287.6	1280.1	1279.0
3	Peso del frasco + mezcla + agua	8730.9	8753.6	8742.4	8735.9	8732.0
4	Volumen de la muestra, (1+2-3)	470.0	487.8	486.2	485.2	486.0
5	Gravedad especifica de la mezcla, (2/4)	2.686	2.667	2.646	2.638	2.619
6	Porcentaje de Asfalto total en la mezcla	5.0	5.5	6.0	6.5	7.0



OBSERVACIONES:

MULTISERVICIOS JANVIC SAC  
ORLANDO HERRERA MURILLOS  
TECNICO SUELOS CONCRETO Y ASFALTOS

ITALO ROMERO CRUZ  
TECNICO ASFALTO

Resultados ensayos de Marshall al 17% escoria

Tabla N° 11 Comparación de resultados entre mezcla asfáltica convencional y modificado con escoria 17%

Especificaciones	ASTM D-3515	Resultado	Unidades	Condicion
Optimo Contenido C.A	+/- 0.3	6.50	(%)	Cumple
Peso Unitario	-	2.489	(gr/cm3)	Cumple
Vacios al Aire	3 - 5	6.1	(%)	No Cumple
V.M.A	Min. 14	32.2	(%)	Cumple
Vacios Llenados C.A	-	80.9	(%)	Cumple
Flujo	2 - 4	3.7	(mm)	Cumple
Indice compactibilidad	Min. 5 (***)		(%)	
Estabilidad Retenida, 24 Horas	Min. 75		(%)	
Estabilidad	Min. 830	1168.6	(Kg)	Cumple
Indice de Rigidez	1700 - 4000	2,794.7	(kg/cm)	Cumple

Resultados de laboratorio

### 3.3.6 Diseño Marshall mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 17%

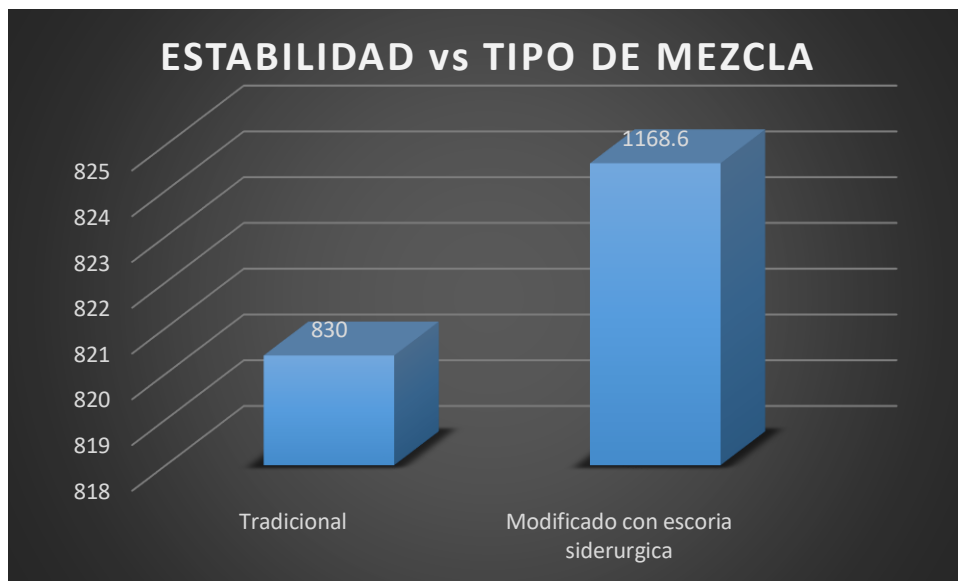


Figura N°: 29 Estabilidad (kg) vs Tipo mezcla

#### INTERPRETACIÓN:

En la figura 20 se observa que la mezcla asfáltica modificada con escoria siderúrgica al 3 % incrementa la estabilidad, soportando una carga adicional de 319.3 kg con respecto a la mezcla convencional 830 min según ASTM 3515, esto indica que la adición de escoria siderúrgica ayuda a mejorar la resistencia para evitar deformaciones permanentes en el pavimento.

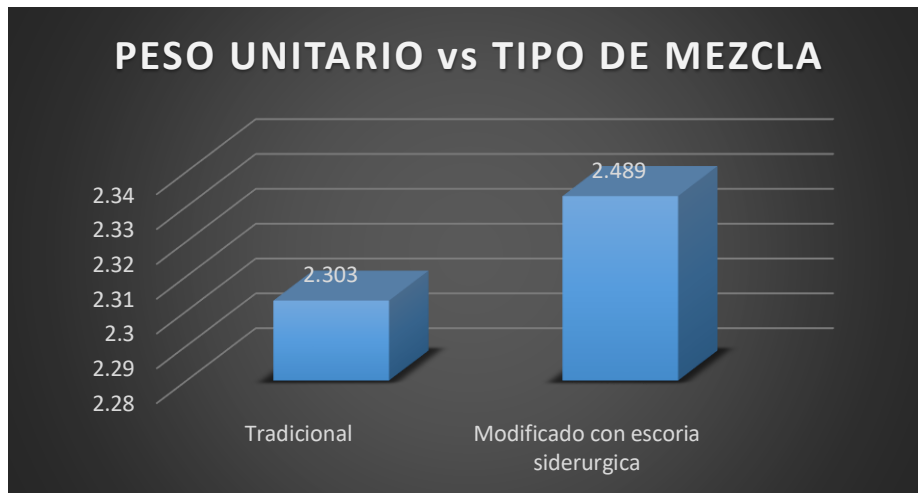


Figura N°: 30 Peso unitario vs tipo de mezcla

### INTERPRETACIÓN

En la mezcla con escoria siderúrgica se observa que el peso unitario ha disminuido a un 0.54% con respecto a la mezcla tradicional, por lo que hay poca distinción de resultados, lo que nos conlleva a un efecto en la obtención de un rendimiento duradero.

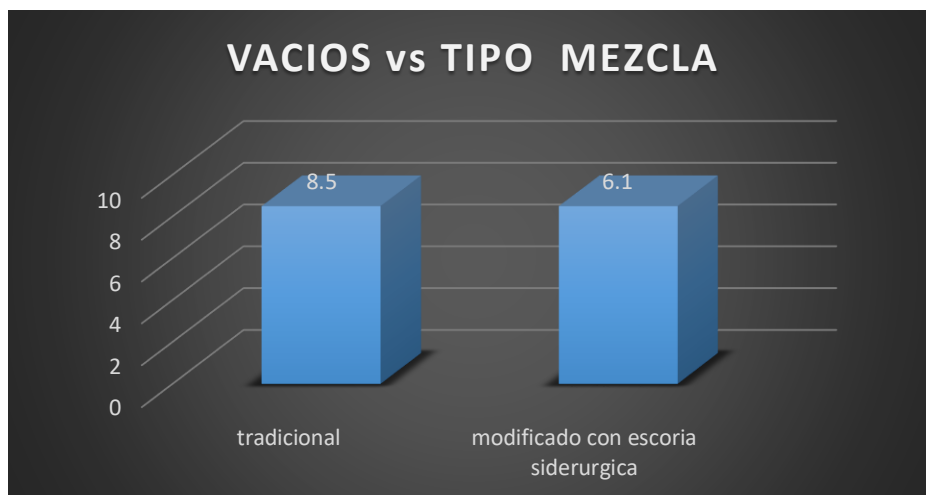


Figura N°: 31 % Vacíos vs Tipo mezcla

### INTERPRETACIÓN

Se observa que en el diseño de mezcla asfáltica con un 17 % de escoria esta no cumple con el porcentaje permitiendo de vacíos la cual se encuentra entre 3 y 5%, siendo este un pésimo diseño de mezcla, por lo tanto, se tendrá baja permeabilidad de mezcla, la carga repetida



haría que el asfalto sea exprimido hacia la superficie de rodadura y un alto porcentaje de estos generando deterioro o ingreso de aire y agua.

### 3.3.7 Memoria descriptiva Ensayo Marshall



Figura N°: 32 Muestra asfáltica con 3% de escoria

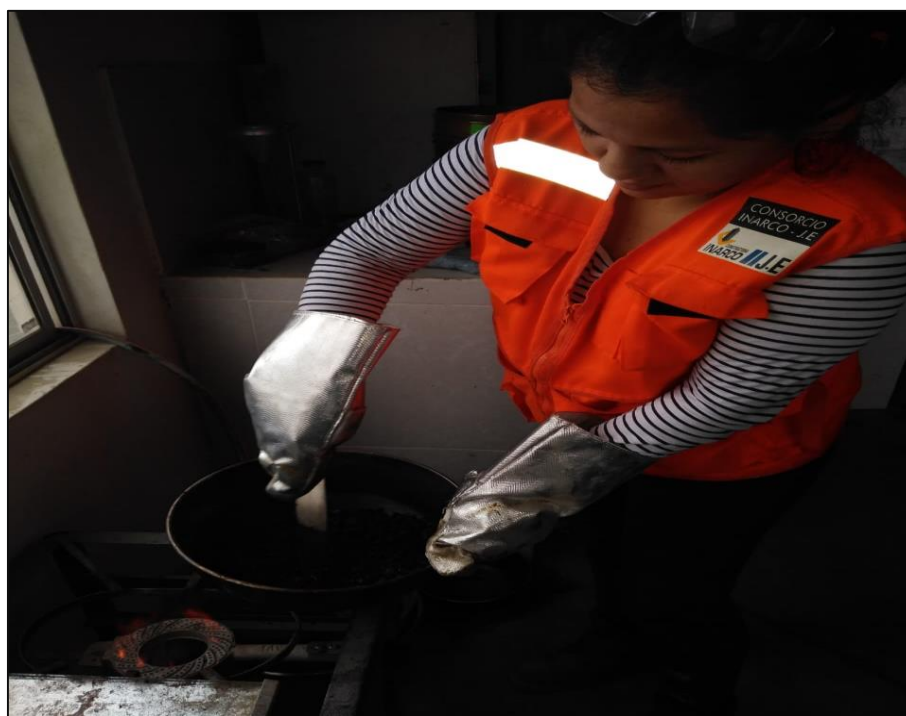


Figura N°: 33 Preparación de muestra



Figura N°: 34 Molde de briquetas

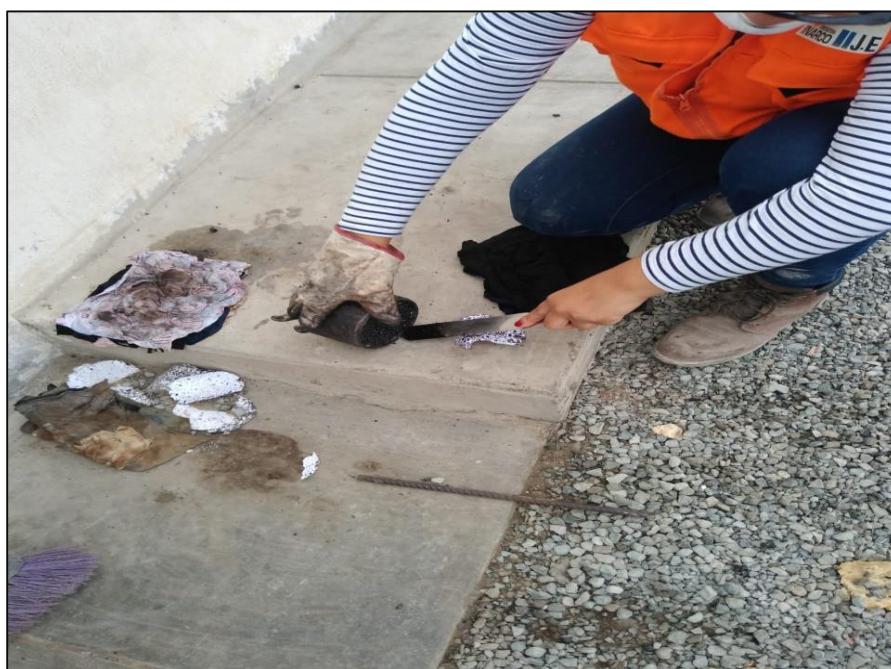


Figura N°: 35 Briquetas con 3,7% de escoria



Figura N°: 36 Briquetas con 3, 7% de escoria



Figura N°: 37 Pesaje de testigos



Figura N°: 38 Briquetas con 3, 7% de escoria



Figura N°: 39 Briquetas con 3, 7% de escoria

#### IV. DISCUSIÓN

H1. La dosificación de escoria siderúrgica influye en las propiedades físicas para la rehabilitación de pavimentos flexibles en el distrito de La Victoria-Lima 2018.

Según la investigación de (Quipusco villalobos , y otros, 2019), titulada “Efectos de sustituir agregado grueso convencional por siderúrgico en las propiedades fiso-mecaninas de mezclas asfálticas en caliente” La cual se enfoca en determinar como la aplicación de escoria siderúrgica influye en las propiedades de los materiales para la rehabilitación de pavimentos flexibles, en la cual se empleó 150 especímenes elaborados con aproximadamente 200kg de escoria de acero, 350 kg de agregados pétreos lo que significa que los resultados de la característica de agregados cumplen con los requerimientos establecidos por la norma, asimismo recomienda la utilización de porcentajes de escoria para la mezcla asfáltica más cercanos, lo que se observa que el proyecto de investigación el porcentaje de 7% de escoria cumple para las características del asfalto. Se concluye que estos son adecuados para la elaboración de mezclas asfálticas en caliente.

En la presente investigación se elaboraron 15 briquetas con el óptimo de cemento asfáltico del 4, 4.5, 5, 5.5 y 6%, al cual se agregó las siguientes dosificaciones de escoria al 3,10,17% para determinar de qué manera influye la dosificación de escoria siderúrgica en las propiedades del pavimento flexible.

Obteniendo como resultados la dosificación optima con el 3, 7% en la cual demuestra que se encuentra dentro de las especificaciones del ASTM D 3515.

H2. La incorporación de escoria siderúrgica influye en el coeficiente de porosidad que posee del pavimento flexible para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018.

(Figuroa Chavez, y otros, 2019) En su tesis titulada “Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la plata de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales”

La cual infiere en las escorias negras recolectadas de 5 puntos diferentes de toda la zona de acopio en CAASA, no contenían la granulometría fina que requería el MTC para la construcción de afirmados de bajo tránsito por lo que se optó por agregarle finos en un 10% con respecto del total y así cumplir con los estándares del MTC, dentro de la investigación

se observa que el porcentaje de vacíos no cumple, teniendo como resultado un 8%, la estabilidad con 750.80kg lo que la norma exige como mínimo es 830.00 kg lo que significa que tampoco cumple y por último el índice de rigidez no cumple con 1,423.90 kg/cm.

En la presente investigación se obtuvo, que con una dosificación de un 3% y un 7%, y un cemento asfáltico de ser disminuyen los porcentajes de vacíos. Obteniendo diferencias notables en el coeficiente de permeabilidad inicial.

H3 La incorporación de escoria siderúrgica en la rehabilitación de pavimentos flexible tiene relación con la granulometría de los agregados en el distrito de la victoria 2018

(Ramiro Lopez, 2017) En su tesis titulada “Mejoramiento de la carpeta asfáltica a base de escoria siderúrgica para pavimentos flexibles (mezcla asfáltica) manifiesta que para el mejoramiento de las propiedades de la carpeta asfáltica en las vías y determinar mediante el Método Marshall, las propiedades físico-mecánicas de la mezcla asfáltica a las cuales se les añade un porcentaje de escoria como parte de sus agregados, teniendo como contenido óptimo de cemento asfáltico AC – 20 de la mezcla fue del 7.8%, este porcentaje dependió mucho de sus características del agregado tales como la granulometría y la capacidad de absorción, siendo la granulometría directamente proporcional con el contenido óptimo del asfalto, ya que en la investigación se tuvo diferentes porcentajes de escoria.

En la presente investigación después de realizar el ensayo granulométrico a los diferentes agregados de la mezcla asfáltica, pasando los agregados a partir de la malla ½, 3/8 N°4, N°8, N°16, N° 30, N°50, demuestra QUE guarda una relación con la granulometría ya que esta está de acuerdo a las especificaciones del ASTM D 3515 y esta guarda el mismo diseño según la muestra.

## V. CONCLUSIONES

**1:** Se concluye que los valores de la Estabilidad superan el parámetro límite aceptable (830), pudiendo constatar que las mezclas ensayadas cumplen con la norma ASTM D 3515. Además, se aprecia que a partir 11% de mezcla asfáltica con escoria los valores de estabilidad van disminuyendo.

**2:** Habiendo realizado los ensayos Marshall de la mezcla asfáltica y los ensayos de las características de los agregados y las óptimas dosificaciones de escoria al 3 y 10% a utilizar podemos concluir que el presente diseño cumple con la norma ASTM D 3515.

**3:** En la relación de gráficos para la mezcla modificado se obtuvo una estabilidad de 1149.8 kg con un flujo de 3.1mm y un 3.9% vacíos de aire, y 1149.3 kg de estabilidad, 3.1 mm de fujo y vacíos de aire 3.9 % en la mezcla convencional con lo que concluyo que la adición de 3% de escoria siderúrgica, presenta un incremento en la estabilidad en comparación con la mezcla convencional, esto indica que su incorporación ayuda a mejora la resistencia

**4:** En la relación de gráficos para la mezcla modificado se obtuvo una estabilidad de 1136.8 kg con un flujo de 2.6mm y un 6.1% vacíos de aire, y 1168.6 kg de estabilidad, 3.7 mm de fujo y vacíos de aire 3.5 % en la mezcla convencional con lo que concluyo que la adición de 10% de escoria siderúrgica, presenta un incremento en la estabilidad en comparación con la mezcla convencional, esto indica que su incorporación ayuda a mejora la resistencia

**5:** En la evaluación se realizaron 15 especímenes de mezcla convencional, se obtuvo una pérdida de material y para los especímenes de mezcla con 3%, 10% y 17% escoria siderúrgica

**6:** El Índice de Rigidez de la mezcla con escoria siderúrgica al 3 % está con 3226.1 kg/cm, un resultado aceptable a la temperatura que ahora domina la región y servirá para resistir los esfuerzos y deformaciones de corte (ahuellamientos sustancialmente).

**7:** El Índice de Rigidez de la mezcla con escoria siderúrgica al 10 % está con 2998.7 kg/cm, un resultado aceptable a la temperatura que ahora domina la región y servirá para resistir los esfuerzos y deformaciones de corte (ahuellamientos sustancialmente).



## **VI. RECOMENDACIONES**

**1:** Realizar el procedimiento del ensayo conforme a las normas especificadas en el ASTM D 3515 y establecidas para llegar a obtener resultados dentro del rango satisfactorio, se recomienda utilizar las normas vigentes y el uso del manual del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**2:** Se recomienda al Ministerio de Transportes y comunicaciones implementar que todos los materiales y equipos a emplearse cumplan con las especificaciones técnicas mínimas requeridas.

**3:** Se recomienda conocer y utilizar el método Marshall ya que nos permite conocer a grandes rasgos el diseño de pavimentos, y es por ello que es el más usado en los proyectos de obras Viales en nuestro país, de acuerdo a la normativa vigente

**4:** Los agregados ensayados deben ser los mismos a utilizarse en el diseño de mezcla asfáltica, debido que a un cambio de estos afectaría en el diseño, además deben cumplir con las especificaciones técnicas y la normatividad de gradación (MAC), descritos en la EG-2013 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para tener un producto de calidad.

**5:** Al momento de la elaboración de briquetas, se recomienda emplear 75 golpes por cada lado, para de esta manera realizar la correcta compactación de la mezcla.

**6:** Se recomienda para el uso de carpeta asfáltica en una dosificación del 3 y 10% con respecto a los agregados finos y para una óptimo diseño agregarle finos, de esta manera se obtendrá un óptimo diseño asfáltico el cual va a mejorar, el índice de rigidez, reducción de porcentajes de vacíos.

## Referencias

Análisis del uso de escoria granulada en la fabricación de mezclas asfálticas para pavimentos . Revista espacios . 2018. 2018.

Aquino Monterroso , Edwin Estuardo. 2012. Aplicación de escorias siderúrgica como agregado en las meclas de concreto para pavimentos rígido . Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala , 2012.

Aranguren Campos , Elmer Rodrigo. 2015. Caracterización de una mezcla asfáltica empleando alquitran, escoria granulada y agregado de caliza. Bogotá : Universidad Militar granada, 2015.

Armando Llanqui. 2015. Tratamiento Superficial en pavimentos . SCRIBD . [En línea] 16 de Abil de 2015. [Citado el: 25 de Mayo de 2019.] <https://es.scribd.com/presentation/262011644/Tratamiento-Superficial-en-Pavimentos>.

Avila Esquivel , Tania . 2015. Evaluación de las propiedades de la cal como material estabilizante de suelos plásticos para carreteras y su efecto en las características del material a estabilizar . Costa Rica : Universidad de Costa Rica , 2015.

Cajas Ramirez, Vicente Xavier y Iglesias Ramirez, Andres Geovanny. 2010. EVALUACIÓN DE LA ESCORIA DE HORNO COMO AGREGADO. Quito : s.n., 2010.

Carrillo Gil , Arnaldo y Garcia Garcia , Edgar . 2018. Uso de las escorias de acería de horno eléctrico en obras viales . Peru : s.n., 2018.

Carrizales Apaza, José Javier. 2015. ASFALTO MODIFICADO CON MATERIAL RECICLADO DE LLANTAS PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES. ASFALTO MODIFICADO CON MATERIAL RECICLADO DE LLANTAS PARA SU APLICACIÓN EN PAVIMENTOS FLEXIBLES. PUNO, PUNO, PERU : UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO, 2015.

Ccoillo Inca , Illary . 2016. Comportamiento de la subrasante de suelos con adición de escoria en pavimentos flexibles de la Universidad Agraria la Molina - 2016. Peru : Universidad Cesar Vallejo , 2016.

Choque Hinojosa , Ruben Dario . 2015. Viabilidad para el uso de la escoria de acería eléctrica como agregado en mezcla asfáltica en la ciudad de Chimbote . Huancavelica - Peru : Universidad Nacional de Huancavelica , 2015.

Del Cid, Alma, Mendez, Rosemary y Sandoval, Franco. 2011. Investigación, Fundamentos y metodología. México : Pearson Educacion, 2011. 978-607-442-705-9.

Figueroa Chavez, Ilich y Mamani Quinto, Carlos. 2019. Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales. Diseño de carreteras afirmadas en base a escorias negras, provenientes de la planta de aceros Arequipa de Pisco, para zonas rurales. LIMA, LIMA, PERU : universidad peruana de ciencias aplicadas, enero de 2019.

Hernandez Sampieri, Roberto, Fernández Collado , Carlos y Baptista Lucio, Pilar . 2010. Metodología de la investigación. México : MC Braw Hill, 2010.

—. 2014. Metodología de la investigación. México : MC Braw Hill, 2014.

Jordan Orrala, Carlos Antonio y Suarez Gonzales, Jeferson Mario. 2017. Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicados en las vías de acceso a la ciudadela la Milina del cantón de Salinas. Diseño de pavimentos flexibles con el uso de geosintéticos como refuerzo aplicados en las vías de acceso a la ciudadela la Milina del cantón de Salinas. MILAN : UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA, 2017.

Mata, Marco Tulio. 2010. PAVIMENTO. NUEVO LEON : s.n., 2010.

Perez Sierra, Edgar Gustavo. 2015. EVALUACIÓN DE LA ESCORIA DE HORNO COMO AGREGADO. Guatemala : s.n., 2015.

Ponce Lopez , Alvaro Alberto. 2014. Evaluacion de la escoria de acero de la plana de siderurgica de Guatemala (SIDEGUA), para su uso como agregado en carreteras . Guatemala : Universidad de San Carlos de Guatemala , 2014.

Quipusco villalobos , Frank Kaisser Leonardo y Villegas Villegar , Deiby Vaander . 2019. Efectos de sustituir agregado grueso convencional por siderurgico en las propiedades fisicas-mecanicas de mezclas asfalticas en caliente . Pimentel - Peru : Universidad Señor de Sipan , 2019.

Ramiro Lopez, Caiza Danilo. 2017. "MEJORAMIENTO DE CARPETA ASFALTICA A BASE DE ESCORIA SIDERURGICA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MEZCLA ASFALTICA)": "MEJORAMIENTO DE CARPETA ASFALTICA A BASE DE ESCORIA SIDERURGICA PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES (MEZCLA ASFALTICA)". QUITO, QUITO, ECUADOR : UNIVERSIDAD POLITECNICA SALESIANA SEDE QUITO, AGOSTO de 2017.

Suarez Gonzalez, Jefferson Mario y Jordan Orrala, Carlos Antonio. 2017. DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES CON EL USO DE GEOSINTETICOS COMO REFUERZO APLICADO EN LAS VÍAS DE ACCESO A LA CIUADDELA LA MILINA DEL CANTÓN SALINAS". DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES CON EL USO DE GEOSINTETICOS COMO REFUERZO APLICADO EN LAS VÍAS DE ACCESO A LA CIUADDELA LA MILINA DEL CANTÓN SALINAS". s.l., ESPAÑA : UNIVERSIDAD ESTATAL PENINSULA DE SANTA ELENA, 2017.

Velásquez, Edgar Rodríguez. 2009. PAVIEMNTO. 2009.

## ANEXOS

### 6.1.1. Ensayo Rice Mezcla Asfáltica AASHTO T – 209 ASTM D-2041



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

#### GRAVEDAD ESPECÍFICA DE MEZCLA BITUMINOSA ENSAYO RICE AASHTO T - 209 ASTM D- 2041

PROYECTO	: Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escoria Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.	FECHA:	Mayo - 2019
SOLICITANTE	: Siciane Lucen Sosa		
UBICACIÓN	: La Victoria - Lima		

PROGRESIVA: —  
CARRIL (LADO): —  
PERFORACIÓN: —  
MATERIAL: Carpeta Asfáltica Antigua

MUESTRA N° :	RICE N° 1			PROMEDIO
CONTENIDO DE CEMENTO ASFÁLTICO	—			
1.- PESO DEL FRASCO	2082.0			
2.- PESO DEL FRASCO + AGUA	7269.0			
3.- PESO DEL FRASCO + MUESTRA + AGUA	6860.9			
4.- PESO NETO DE LA MUESTRA	1002.2			
5.- AGUA DESPLAZADA (2) - (3)	408.1			
PESO ESPECIFICO MAXIMO DE LA MUESTRA (4)/(5)	2.456			2.456

Observaciones : Se unieron las perforaciones de diamantinas : 1, 2, 3, 4, 5.

  
\*\*\*\*\*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

Figura N°: 40 Gravedad específica de mezcla bituminosa

## 6.2. Ensayo de diamantina



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

### LAVADO ASFÁLTICO ASTM D 2172

#### LABORATORIO DE TRANSPORTES

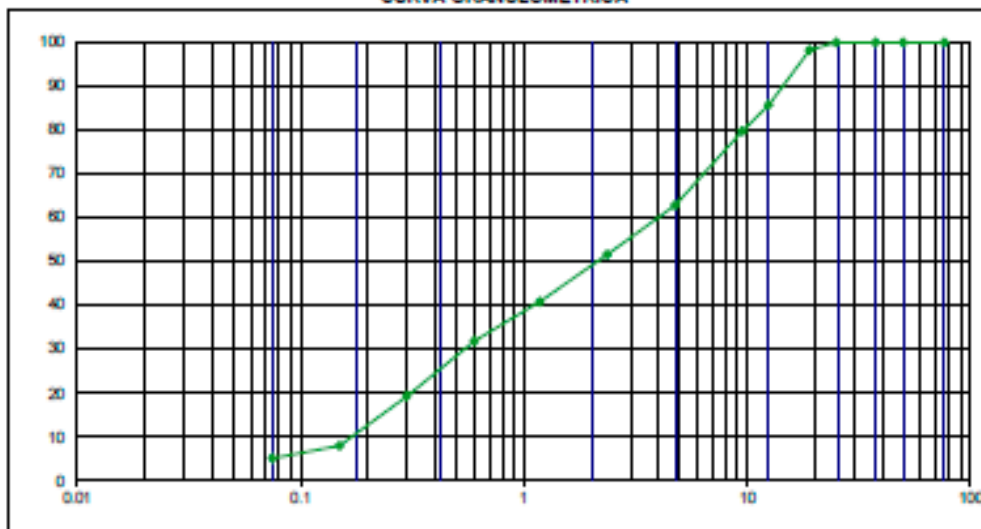
PROYECTO : Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escoria Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.  
SOLICITANTE: Siclane Lucen Sosa  
UBICACIÓN : La Victoria - Lima

FECHA: Mayo - 2019

PROGRESIVA: CUADRA N° 1  
CARRIL (LADO): LADO IZQUIERDO  
PERFORACIÓN: DIAMANTINA - 1

TAMÉ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	POCENTIAJE RETENIDO	RETENIDO AGRUGADO	POCENTIAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						TAMAÑO MÁX. 1"
2"	50.000						Peso Antes del Lavado g. 1317.8
1 1/2"	37.500						Peso Después del Lavado g. 1245.9
1"	25.000				100.0		Diferencia 71.7
3/4"	19.000	22.2	1.8	1.8	98.2		Resultado Optimo % 5.64
1/2"	12.500	155.2	12.5	14.2	85.8		% de Agregado >N° 4 37.2
3/8"	9.500	75.3	6.0	20.3	79.7		% de Agregado < N° 4 62.8
N° 4	4.750	210.7	16.9	37.2	62.8		
N° 8	2.380	140.3	11.3	48.5	51.5		Observación :
N° 16	1.180	133.5	10.7	59.2	40.8		
N° 30	0.600	112.5	9.0	68.2	31.8		
N° 50	0.300	156.2	12.5	80.7	19.3		
N° 100	0.150	140.8	11.3	92.0	8.0		
N° 200	0.075	36.0	2.9	94.9	5.1		
< N° 200	FONDO	63.2	5.1	100.0			

#### CURVA GRANULOMÉTRICA



Dirección: Mz. E' L.I. 13 Av. Papa Juan Pablo II - GMF - Lima - Perú  
Teléfono Of. Lima: (01) 4047286

*Carlos Enrique Tito Silva*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

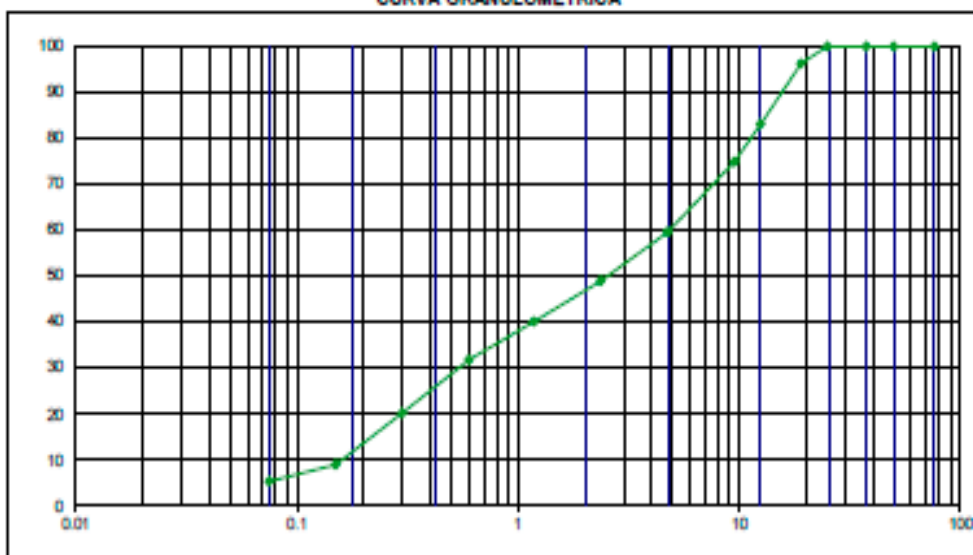
Figura N°: 41 Ensayo de Diamantina Muestra 1

<b>LAVADO ASFÁLTICO</b>	
<b>ASTM D 2172</b>	
<b>LABORATORIO DE TRANSPORTES</b>	
PROYECTO :	Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escoria Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.
SOLICITANTE:	Siclane Lucen Sosa
UBICACIÓN :	La Victoria - Lima
FECHA:	Mayo - 2019

PROGRESIVA: CUADRA N° 2  
 CARRIL (LADO): LADO DERECHO  
 PERFORACIÓN: DIAMANTINA - 2

TAMC	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						TAMAÑO MAX. 1"
2"	50.000						Peso Antes del Lavado g. 1267.7
1 1/2"	37.500						Peso Después del Lavado g. 1261.8
1"	25.000				100.0		Diferencia 58.1
3/4"	19.000	44.8	3.7	3.7	96.3		Resultado Óptimo % 6.21
1/2"	12.500	158.6	13.2	16.9	83.1		% de Agregado >N° 4 46.4
3/8"	9.500	98.8	8.2	25.1	74.9		% de Agregado < N° 4 58.8
N° 4	4.750	183.4	15.3	40.4	59.6		
N° 8	2.360	128.5	10.7	51.1	48.9		Observación:
N° 15	1.180	105.9	8.8	59.9	40.1		
N° 30	0.600	100.1	8.3	68.3	31.7		
N° 50	0.300	138.9	11.8	79.8	20.2		
N° 100	0.150	135.2	11.3	91.1	8.9		
N° 200	0.075	43.6	3.6	94.7	5.3		
< N° 200	FONDO	63.2	5.3	100.0			

## CURVA GRANULOMÉTRICA



  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Dirección: Mz. E L1 13 Av. Papa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 4067296  
 www.emigingenieros.com

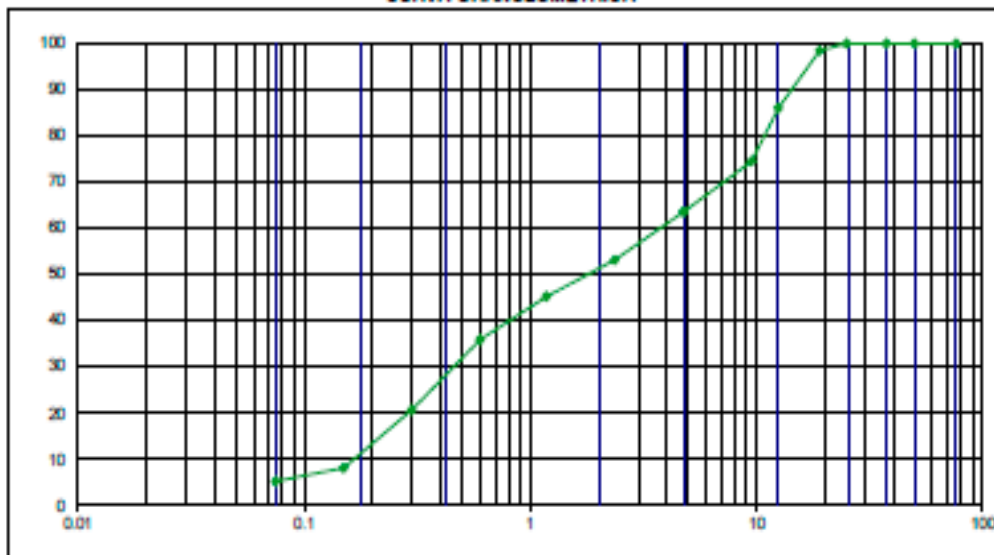
Figura N°: 42 Ensayo de Diamantina Muestra 2

<b>LAVADO ASFÁLTICO</b>	
<b>ASTM D 2172</b>	
<b>LABORATORIO DE TRANSPORTES</b>	
PROYECTO :	Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escoria Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.
SOLICITANTE:	Siclane Lucen Sosa
UBICACIÓN :	La Victoria - Lima
FECHA:	Mayo - 2019

PROGRESIVA: CUADRA N° 4  
 CARRETEL (LADO): IZQUIERDO  
 PERFORACIÓN: DIAMANTINA - 4

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO AGRÉGADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						TAMAÑO MAX. 1"
2"	50.000						Peso Antes del Lavado g. 1277.8
1 1/2"	37.500						Peso Después del Lavado g. 1213.3
1"	25.000				100.0		Diferencia 64.5
3/4"	19.000	18.9	1.6	1.6	98.4		Resultado Óptimo % 5.05
1/2"	12.500	150.9	12.4	14.0	86.0		% de Agregado >N° 4 36.5
3/8"	9.500	140.0	11.5	25.5	74.5		% de Agregado < N° 4 63.5
N° 4	4.750	133.0	11.0	36.5	63.5		
N° 8	2.360	126.4	10.4	46.9	53.1		Observación:
N° 16	1.180	95.8	7.9	54.8	45.2		
N° 30	0.600	113.6	9.4	64.2	35.8		
N° 50	0.300	184.1	15.2	79.3	20.7		
N° 100	0.150	152.8	12.6	91.9	8.1		
N° 200	0.075	35.2	2.9	94.8	5.2		
< N° 200	FONDO	63.2	5.2	100.0			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Dirección: Mz. E.L. 13 Av. Pápa Juan Pablo II - SMP - Lima - Perú  
 Teléfono Of. Lima: (01) 4347286  
[www.rehobmateria.com](http://www.rehobmateria.com)

  
 CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Figura N°: 43 Ensayo de Diamantina Muestra 4

### 6.3.Peso unitario



LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

**CONTROL DE COMPACTACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA  
NORMA ASTM D-5361**

PROYECTO : Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escoria Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.  
 SOLICITANTE : Siclane Lucen Sosa  
 UBICACIÓN : La Victoria - Lima FECHA : Mayo - 2019

MATERIAL : Carpeta Asfáltica Existente

Fecha de colocación	--							
REGISTRO (Diamantinas)	D - 1							
CAPA (Sección)	--							
PROGRESIVA (km)	CUADRA N° 1							
Distancia del Borde (m)	--							
Carril (Lado)	IZQUIERDO							

Altura Promedio de la Probeta (cm.)	5.66							
Peso de la probeta al aire (gr.)	695.5							
Peso de la probeta saturada en agua (gr.)	697.8							
Peso de la probeta en el agua (gr)	510.6							
Desplazamiento por volumen (gr)	387.2							
Peso específico bulk de la probeta	2.313							
Peso específico (MARSHALL)	--							
%de Compactación	--							
Peso específico Máximo (RICE)	2.456							
% de Vacíos	5.8							
Adherencia (buena, Regular, Mala)	--							

OBSERVACIONES : .....

.....

  
 .....  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Figura N°: 44 Gravedad especifica de mezcla bituminosa



**CONTROL DE COMPACTACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA  
NORMA ASTM D-5361**

**PROYECTO** : Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escoria Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.  
**SOLICITANTE** : Siclane Lucen Sosa  
**UBICACIÓN** : La Victoria - Lima **FECHA** : Mayo - 2019

**MATERIAL** : Carpeta Asfáltica Existente

Fecha de colocación	--							
REGISTRO (Diamantinas)	D-2							
CAPA (Sección)	--							
PROGRESIVA (km)	CUADRA N° 2							
Distancia del Borde (m)	--							
Carril (Lado)	DERECHO							

Altura Promedio de la Probeta (cm.)	6.14							
Peso de la probeta al aire (gr.)	944.4							
Peso de la probeta saturada en agua (gr.)	948.1							
Peso de la probeta en el agua (gr.)	594.1							
Desplazamiento por volumen (gr)	412.0							
Peso específico bulk de la probeta	2.292							
Peso específico (MARSHALL)	--							
% de Compactación	--							
Peso específico Máximo (RICE)	2.458							
% de Vacíos	6.7							
Adherencia (buena, Regular, Mala)	--							

OBSERVACIONES : .....

.....

  
 .....  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Figura N°: 45 Resultados de la compactación de la carpeta asfáltica – Muestra Diamantina 2

**CONTROL DE COMPACTACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA  
NORMA ASTM D-5361**

**PROYECTO** : Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escoria Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.  
**SOLICITANTE** : Siclane Lucen Sosa  
**UBICACIÓN** : La Victoria - Lima **FECHA** : Mayo - 2019

**MATERIAL** : Carpeta Asfáltica Existente

Fecha de colocación	--						
REGISTRO (Diamantinas)	D - 3						
CAPA (Sección)	--						
PROGRESIVA (km)	CUADRA N° 3						
Distancia del Borde (m)	--						
Carri (Lado)	EJE						

Altura Promedio de la Probeta (cm.)	5.87						
Peso de la probeta al aire (gr.)	908.6						
Peso de la probeta saturada en agua (gr.)	908.2						
Peso de la probeta en el agua (gr)	514.4						
Desplazamiento por volumen (gr)	393.8						
Peso específico bulk de la probeta	2.302						
Peso específico (MARSHALL)	--						
% de Compactación	--						
Peso específico Máximo (RICE)	2.456						
% de Vacíos	6.3						
Adherencia (buena, Regular, Mala)	--						

OBSERVACIONES : .....

.....

  
 .....  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Figura N°: 46 Resultados de la compactación de la carpeta asfáltica – Muestra Diamantina 3

**CONTROL DE COMPACTACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA  
NORMA ASTM D-5361**

**PROYECTO** : Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escorta Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.  
**SOLICITANTE** : Siclane Lucen Sosa  
**UBICACIÓN** : La Victoria - Lima **FECHA** : Mayo - 2019

**MATERIAL** : Carpeta Asfáltica Existente

Fecha de colocación	--						
REGISTRO (Diamantinas)	D - 4						
CAPA (Sección)	--						
PROGRESIVA (km)	CUADRA N° 4						
Distancia del Borde (m)	--						
Carri (Lado)	IZQUIERDO						

Altura Promedio de la Probeta (cm.)	5.77						
Peso de la probeta al aire (gr.)	900.5						
Peso de la probeta saturada en agua (gr.)	902.8						
Peso de la probeta en el agua (gr)	515.0						
Desplazamiento por volumen (gr)	387.8						
Peso específico bulk de la probeta	2.323						
Peso específico (MARSHALL)	--						
%de Compactación	--						
Peso específico Máximo (RICE)	2.458						
% de Vacíos	5.4						
Adherencia (buena, Regular, Mala)	--						

OBSERVACIONES : .....

.....

  
 \*\*\*\*\*  
**CARLOS ENRIQUE TITO SILVA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 76173

Figura N°: 47 Resultados de la compactación de la carpeta asfáltica – Muestra Diamantina 4

**CONTROL DE COMPACTACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA  
NORMA ASTM D-5361**

PROYECTO : Rehabilitación de Pavimento Flexible con Escoria Siderúrgica en el Distrito de la Victoria.

SOLICITANTE : Siclane Lucen Gosa

UBICACIÓN : La Victoria - Lima

FECHA : Mayo - 2019

MATERIAL : Carpeta Asfáltica Existente

Fecha de colocación	--								
REGISTRO (Diamantinas)	D - 5								
CAPA (Sección)	--								
PROGRESIVA (km)	CUADRA N°3								
Distancia del Borde (m)	--								
Carril (Lado)	DERECHO								

Altura Promedio de la Probeta (cm.)	6.03								
Peso de la probeta al aire (gr.)	936.8								
Peso de la probeta saturada en agua (gr.)	938.4								
Peso de la probeta en el agua (gr)	528.6								
Desplazamiento por volumen (gr)	406.8								
Peso específico bulk de la probeta	2.286								
Peso específico (MARSHALL)	--								
% de Compactación	--								
Peso específico Máximo (RICE)	2.486								
% de Vacíos	6.9								
Adherencia (buena, Regular, Mala)	--								

OBSERVACIONES : .....

.....



\*\*\*\*\*  
CARLOS ENRIQUE TITO SILVA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 76173

Figura N°: 48 Resultados de la compactación de la carpeta asfáltica – Muestra Diamantina 5

### 6.3.1. Certificados de calibración

*TRM - enl*



## JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Fig. 1 de 3

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

N° L1018020

#### TERMÓMETRO

<b>CLIENTE</b>	: ARCE PEZO JANY
<b>DIRECCIÓN</b>	: VIA MZA. S'INT.5 A LOTE, 02 URB SEMIRRUSTICA EL BOSQUE, TRUJILLO – LA LIBERTAD
<b>PROYECTO</b>	: CARRETERA RED VIAI. 5, CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS HUACHO – PATIVILCA
<b>LUGAR</b>	: LIMA

**DATOS DEL EQUIPO**

Marca	: MULTI THERMOMETER
Modelo	: Sin Modelo
Serie	: Sin Serie
Indicador	: Digital
Alcance	: -50 °C a 300 °C
Identificación	: L1018020
Ubicación	: Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

Fecha de emisión:  
Lima, 12 de noviembre del 2018



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Téc. PAUL PRADO SOUZA  
RUC 20566329728



Hugo Luis Arriola Camacho  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 133651

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 52B, BREÑA – LIMA / OFICINA CENTRAL: ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrquipos.com; servicios@jmrquipos.com  
Web: www.jmrquipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L1018020

Pág. 2 de 3

## CALIBRACIÓN

### 1.- CERTIFICA QUE:

El instrumento de medición con el modelo y número, de serie indicados líneas abajo, ha sido verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

### 2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR

#### TERMÓMETRO

Marca : MULTI THERMOMETER  
Modelo : Sin Modelo  
Serie : Sin Serie  
Indicador : Digital  
Alcance : -30 °C a 300 °C  
Resolución : 0,1 °C  
Identificación : L1018020  
Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

### 3.- PATRÓN DE REFERENCIA

Dispositivo : Termómetro de Indicación digital con 2 canales  
Marca : EZODO  
Modelo : YC-321  
Serie : 151201530  
Alcance : -200 °C a 1372 °C  
Resolución : 0,1 °C  
Sensor : 2 Termopares Tipo K  
Procedencia : TAIWAN

### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2018-11-12  
Lugar : Instalaciones del Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

### 5.- PROCEDIMIENTO.

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012, "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL.

### 6.- TRAZABILIDAD.

Equipo con Certificado de Calibración N° LT-098-2018 del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tec. PAUL FAVO SOLUZA RIZARD  
IFF LABORATORIO METROLOGIA



Ing. Hugo Luis Arbelo Carrico  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 13851

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrquipos.com; servicios@jmrquipos.com  
Web: www.jmrquipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicios de  
Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L1018020  
Pág. 3 de 3

## 7.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Mínima : 23,2 °C  
Temperatura Máxima : 23,5 °C  
Humedad Relativa : 65%

## 8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran las mediciones y la medición verdadera correspondiente.
- Con fines de identificación se ha colocado en el termómetro una etiqueta con el número del certificado.
- En el siguiente Cuadro se presentan las series de los resultados obtenidos:

### 8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

9.-

TABLA N° 01

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	110	110	0
N° 02	111	110	-1
N° 03	109	110	1
N° 04	109	110	1
N° 05	110	110	0

Corrección en la Lectura (°C)  $\pm 0,2$

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:  
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Ing. PAUL FAVIO SORIANO PIZANO  
C/O LABORATORIO METRO, S.R.L.

  
Ing. Hugo Luis Arévalo Conica  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 12851

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 62B, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. 8 LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com  
Web: www.jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de  
Laboratorios, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Pág. 1 de 3

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L1018021

### TERMÓMETRO

**CLIENTE** : ARCE PEZO JANY  
**DIRECCIÓN** : VIA MZA. S'INT.5 A LOTE. 02 URB SEMIRRUSTICA EL BOSQUE, TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**PROYECTO** : CARRETERA RED VIAL 5, CONSTRUCCIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS HUACHO - PATIVILCA  
**LUGAR** : LIMA

**DATOS DEL EQUIPO**

**Marca** : CONTROL COMPANY  
**Modelo** : Sin Modelo  
**Serie** : 130378871  
**Indicador** : Digital  
**Alcance** : -50 °C a 300 °C  
**Identificación** : L1018021  
**Ubicación** : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

Fecha de emisión:

Lima, 12 de noviembre del 2018

  
JMR EQUIPOS SAC  
RUC 20566329728

  
Mg. Hugo Luis Anzules Carrillo  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 138951

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 620, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmequipos.com; servicios@jmequipos.com  
Web: www.jmequipos.com





# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L1018021

Pág. 2 de 3

## CALIBRACIÓN

### 1.- CERTIFICA QUE:

El instrumento de medición con el modelo y número, de serie indicados líneas abajo, ha sido verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

### 2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR

#### TERMÓMETRO

Marca : CONTROL COMPANY  
Modelo : Sin Modelo  
Serie : 130378871  
Indicador : Digital  
Alcance : -50 °C a 300 °C  
Resolución : 0,1 °C  
Identificación : L1018021  
Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

### 3.- PATRÓN DE REFERENCIA

Dispositivo : Termómetro de Indicación digital con 2 canales  
Marca : EZODO  
Modelo : YC-321  
Serie : 151201530  
Alcance : -200 °C a 1372 °C  
Resolución : 0,1 °C  
Sensor : 2 Termopares Tipo K  
Procedencia : TAIWAN

### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2018-11-12  
Lugar : Instalaciones del Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

### 5.- PROCEDIMIENTO.

Calibración efectuada según procedimiento PC-017 2da. Ed. 2012, "Procedimiento para la Calibración de Termómetros Digitales", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL.

### 6.- TRAZABILIDAD.

Equipo con Certificado de Calibración N° LT-098-2018 del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.

JMR EQUIPOS S.A.C.

YCB. RAUL FAVIO SOUZA PIZZO  
CIP. N° 138851



Ing. Hugo Luis Arriola Canica  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 138851

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, servicios@jmrequipos.com  
Web: www.instrumex.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L1018021

Pág. 3 de 3

## 7.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Mínima : 23,2 °C

Temperatura Máxima : 23,5 °C

Humedad Relativa : 65%

## 8.- RESULTADOS

- En la Tabla N° 01 se muestran las mediciones y la medición verdadera correspondiente.
- Con fines de identificación se ha colocado en el termómetro una etiqueta con el número del certificado.
- En el siguiente Cuadro se presentan las series de los resultados obtenidos:

### 8.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El equipo no presenta ninguna observación.

9.-

TABLA N° 01

	Indicación del Termómetro °C	Temperatura Convencionalmente Verdadera	Corrección °C
N° 01	110	110	0
N° 02	110	110	0
N° 03	109	110	1
N° 04	110	110	0
N° 05	109	110	1

Corrección en la Lectura (°C) ± 0,4

La temperatura convencionalmente verdadera (TCV) resulta de la relación:  
 $TCV = \text{Indicación del termómetro} + \text{corrección}$

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. PAUL FERRER SUAZA INGENIERO CIVIL



Ing. PAGO LAS ARRIOLA CAMILO  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 13891

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel.: (+51) 01 562 8972 / E-mail: ventas@jmrequipos.com; servicios@jmrequipos.com  
Web: www.jmrequipos.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

**CFM-077-2019**

Pág. 1 de 3

<b>OBJETO DE PRUEBA:</b>	<b>MAQUINA DE ENSAYOS MARSHALL</b>		
Rangos	5 000	kgf	
Dirección de carga	Ascendente		
<b>FABRICANTE</b>	FORNEY		
Modelo	7890F		
Serie	2624		
Indicador Digital (Codigo)	CM-500		
Celda de Carga (modelo / Serie)	H3-C3-5.01-68 / N2C911446		
Ubicación	Lab. Fuerza de Metrotest E.I.R.L.		
Código Identificación	NO INDICA		
Norma utilizada	ASTM E4 // ISO 7500-1		
Intervalo calibrado	Escala (s)	5 000	kgf
	De 500 a 4500 kgf		10% A 100%
Temperatura de prueba °C	Inicial	21,9	Final 21,9
Inspección general	La prensa se encuentra en buen estado de funcionamiento		
Solicitante	CONSORCIO HUACHO - PATIVILCA		
Dirección	AV. PASEO DE LA REPUBLICA NRO. 4676 LIMA - LIMA - SURQUILLO		
Ciudad	LIMA		
<b>PATRON(ES) UTILIZADO(S)</b>	Tipo / Modelo	CELDA "S"	
	No. serie	J10CC13261	
	Cond. de calibr.	INF-LE 006-19B PUCP	
Unidades de medida	Sistema Internacional de Unidades (SI)		
<b>FECHA DE CALIBRACION</b>	2019/04/15		
<b>FECHA DE EMISION</b>	2019/04/15		

**FIRMAS AUTORIZADAS**



Jefe de Metrología  
Luigi Azeiteiro G.





# Metrotest S de RL

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

### CFM-077-2019

Pág. 2 de 3

Método de calibración: FUERZA INDICADA CONSTANTE

#### DATOS DE CALIBRACIÓN

ESCALA: 049 kN Resolución: 0,05 kN Dirección de la carga: Ascendente  
5.000 kgf 0,005 kgf Factor de conversión: 0,0098 kN/kgf

Indicación de la máquina (F)			Indicaciones del patrón (series de mediciones)				
%	kN	kgf	0'	120'	No aplica	240'	Accesorios
10	5,00	510	5,01	5,03	No aplica	5,04	No aplica
20	10,00	1 020	10,05	10,00	No aplica	10,00	No aplica
30	15,00	1 530	15,06	15,09	No aplica	15,00	No aplica
40	20,00	2 039	20,01	19,90	No aplica	20,00	No aplica
50	25,00	2 549	24,99	25,02	No aplica	25,00	No aplica
60	30,00	3 059	29,96	29,91	No aplica	29,99	No aplica
70	35,00	3 569	34,99	34,90	No aplica	34,72	No aplica
80	40,00	4 079	39,91	39,86	No aplica	39,91	No aplica
90	45,00	4 589	44,80	44,82	No aplica	44,80	No aplica
Indicación después de carga			0,00	0,00	0,00	0,00	No aplica

ESCALA: 049,03 kN Incertidumbre del patrón: ± 0,006 %

Indicación de la máquina (F)			Cálculo de errores relativos				Resolución
%	kN	kgf	Fuerza (a (%))	Capacidad (b (%))	Reversibilidad (v (%))	Accesorios (w (%))	a (1%)
10	5,00	510	-0,50	0,70	No aplica	No aplica	0,99
20	10,00	1 020	-0,21	0,49	No aplica	No aplica	0,49
30	15,00	1 530	-0,32	0,53	No aplica	No aplica	0,33
40	20,00	2 039	0,05	0,22	No aplica	No aplica	0,25
50	25,00	2 549	-0,01	0,10	No aplica	No aplica	0,20
60	30,00	3 059	0,27	0,23	No aplica	No aplica	0,16
70	35,00	3 569	0,47	0,53	No aplica	No aplica	0,14
80	40,00	4 079	0,36	0,12	No aplica	No aplica	0,12
90	45,00	4 589	0,43	0,05	No aplica	No aplica	0,11
Error de cero (e (%))			0,000	0,000	0,000	No aplica	Err. máx. (E) = 0,00

#### FIRMAS AUTORIZADAS



Jefe de Metrología  
Luis Ángel G.

CLASIFICACIÓN DE	MÁQUINA DE ENSAYOS MARSHALL		
Errores relativos relativos absolutos hallados			
ESCALA	5 000	kgf	
Error de exactitud	-0,50 %	Error de cero	0
Error de repetibilidad	0,70 %	Error por acceso	0 %
Error de Reversibilidad	No aplica	Resolución	0,40 En el 20 %

De acuerdo con los datos anteriores y según las prescripciones de la norma técnica colombiana NTC - ISO 7500-1, la máquina de ensayo se clasifica:

ESCALA 5 000 kgf Ascendente

**TRAZABILIDAD**

METROTEST E.I.R.L. asegura el mantenimiento y la trazabilidad de sus patrones de trabajo utilizados en las mediciones, los cuales han sido calibrados y certificados por la Pontificia Universidad Católica de Perú y la SNM INDECOPI.

**OBSERVACIONES .**

1. Las cartas de calibración sin las firmas no tienen validez .
2. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "El tiempo entre dos verificaciones depende del tipo de máquina de ensayo, de la norma de mantenimiento y de la frecuencia de uso. A menos que se especifique lo contrario, se recomienda que se realicen verificaciones o intervalos no mayores a 12 meses." (ISO 7500-1).
3. "En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes." (ISO 7500-1).
4. Este informe expresa solamente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
5. Los resultados contenidos parcialmente en este informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos .

**FIRMAS AUTORIZADAS**



Jefe de Metrología  
Luis Ángel Acosta G.



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto  
RUC. 20566329728

Pág. 1 de 7

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L0418008

### HORNO DE LABORATORIO

**CLIENTE** : ARCE PEZO JANY.  
**DIRECCIÓN** : VIA MIZA, S INT. 3 A LOTE, 02 URB SEMIRRUSTICA EL BOSQUE, TRUJILLO - LA LIBERTAD.  
**LUGAR** : LIMA - LIMA.

#### DATOS DEL EQUIPO

**Marca** : METROTEST  
**Modelo** : Sin Modelo  
**Serie** : Sin Serie  
**Cámara** : 80 Litros  
**Ventilación** : Natural  
**Indicación** : Digital  
**Marca** : THOLZ, Mod, MDH 4, Serie Sin Serie  
**Temperatura** : T° Ambiente + 5 °C a 200 °C, Sensibilidad 1 °C  
**Procedencia** : PERÚ  
**Identificación** : L0418008

Fecha de emisión:  
Lima, 12 de Noviembre del 2018

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tca. PAUL FAYO SOUTA PIZANO  
ING. LABORATORIO METROLOGIA



Ing. Hugo Luis Anzola Cornejo  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 13880

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Cel: 988 699 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de  
Laboratorios, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0418008

Pág. 2 de 7

## CALIBRACIÓN

### 1.- CERTIFICA QUE:

El instrumento de medición con el modelo y número de serie indicado líneas abajo, ha sido calibrado, probado y verificado utilizando patrones certificados con trazabilidad al Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

### 2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR.

#### HORNO DE LABORATORIO

Marca : METROTTEST  
Modelo : Sin Modelo  
Serie : Sin Serie  
Cámara : 80 Litros  
Ventilación : Natural  
Procedencia : PERÚ  
Identificación : L0418008  
Temperatura : T° Ambiente + 5 °C a 200 °C  
Ubicación : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

#### INDICACIÓN DIGITAL

Marca : THOLZ  
Modelo : MDH 4  
Serie : Sin Serie  
Punto de Operación : 110 °C ± 3 °C  
Sensor : Termoplena  
Sensibilidad : 1 °C

### 3.- PATRONES

- Sensor de Temperatura: Marca EZODO, Modelo YC-321, Serie 151201530.  
- Equipo con Certificado de Calibración N° LT-098-2018 del Laboratorio de Temperatura del Instituto Nacional de Calidad – INACAL.

### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2018-11-12  
Lugar : Instalaciones del Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

### 5.- MÉTODO DE CALIBRACIÓN.

- SNM – PC-018 2da Ed. 2009 – Procedimiento para la calibración de medios isoterms con aire como medio termométrico. INACAL.  
- ASTM D 2216, MTC E 108 – Método de ensayo para determinar el contenido de humedad del suelo.

### 6.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Mínima : 22  
Temperatura Máxima : 22  
Humedad Relativa : 75%

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tec. PAUL FRAU SOLERA PIZANO  
INGENIERO CIVIL



Ing. Hugo Luis Arévalo Carrasco  
INGENIERO CIVIL  
CP. N° 128821

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 02B, BREÑA – LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Cel: 099 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° LD118008

Pág. 3 de 7

## 7.- RESULTADOS

- Con fines de identificación se ha colocado en el horno una etiqueta con el número del certificado.

### 7.1.- INSPECCIÓN VISUAL

- El controlador presenta desgaste en los botones de control presentando defectos para su configuración. Se recomienda cambiar para la próxima calibración, mantenimiento o reparación.

### 7.2 CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han tomado lecturas en 10 puntos mediante sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.

- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponde a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 puntos, se detallan en las páginas siguientes.

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.


- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificado, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.

- La frecuencia de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

JMR EQUIPOS S.A.C.

  
ROCIO PABO PIZANGO  
ING. AGRIKOLÓGICA



  
Ing. Hugo Luis Arzuola Camacho  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 138951





# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio. Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° LD418008

Pág. 4 de 7

10.-

## CALIBRACIÓN

Horno de Laboratorio METROTEST, Modelo Sin Modelo, Serie Sin Serie

Capacidad 80 Litros, T° Ambiente + 5 °C a 200 °C, Sensibilidad 1 °C

Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor espereado de: 110 °C ± 3 °C

Tiempo (Minutos)	Punto de Referencia °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA °C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00	110,0	113,0	111,2	111,1	111,5	112,1	111,7	111,7	112,8	112,5	112,8	112,9	1,9
0:02	110,2	111,8	111,2	112,8	112,9	111,5	111,5	112,8	112,6	112,1	111,8	112,9	1,7
0:04	110,1	112,1	112,8	111,3	111,8	111,9	113,0	112,8	111,5	112,5	112,9	112,3	1,7
0:06	110,0	112,2	112,8	111,1	112,1	112,7	111,2	111,2	111,2	111,2	112,2	111,7	1,8
0:08	110,3	111,8	112,8	111,4	112,2	111,5	112,3	112,1	111,8	112,5	111,8	111,9	1,8
0:10	110,0	111,3	112,3	111,1	112,4	111,4	111,3	112,8	111,4	111,9	111,4	111,7	1,8
0:12	110,0	111,2	111,8	111,2	111,0	111,8	111,3	113,0	111,3	112,8	112,9	111,8	2,0
0:14	110,1	111,7	112,5	111,0	112,0	112,6	111,8	111,9	111,3	112,8	111,8	111,7	1,8
0:16	110,1	112,4	112,8	112,0	112,2	111,8	112,1	112,8	111,4	111,8	111,8	112,1	1,4
0:18	110,0	112,3	111,9	111,7	113,0	112,8	112,3	112,2	111,5	111,1	112,4	112,1	1,8
0:20	110,2	111,8	112,7	111,9	112,0	111,5	112,7	112,0	112,8	112,7	111,6	112,1	1,2
0:22	110,8	112,6	111,1	112,0	111,5	111,8	112,5	112,9	111,4	112,3	112,7	112,2	1,8
0:24	110,8	111,7	112,3	112,7	111,3	111,4	112,2	111,9	111,8	112,9	112,7	112,1	1,8
0:26	110,2	111,5	111,1	112,2	112,8	112,3	111,8	112,1	111,8	111,1	111,2	111,7	1,7
0:28	110,0	112,7	111,9	112,4	112,8	112,2	112,2	112,7	111,4	112,0	111,9	112,1	1,8
0:30	110,2	112,7	111,9	112,3	111,1	112,8	112,9	111,7	111,4	111,7	111,5	112,0	1,8
0:32	110,0	112,2	111,8	112,1	111,8	111,4	111,4	111,2	112,3	111,8	112,0	111,8	1,7
0:34	110,1	111,2	113,0	112,5	111,7	111,5	112,3	112,7	111,7	111,5	111,6	112,0	1,8
0:36	110,3	111,5	112,4	112,2	112,1	111,4	112,1	111,6	112,9	111,7	112,3	112,0	1,5
0:38	110,0	112,1	112,8	111,8	112,8	111,1	111,9	112,6	111,6	112,0	112,2	112,2	1,8
0:40	110,3	111,7	112,1	112,5	111,7	111,3	112,0	112,8	112,3	112,8	112,5	112,2	1,5
0:42	110,0	112,8	112,7	111,2	112,9	112,7	111,7	111,9	112,5	112,8	112,8	112,3	1,7
0:44	110,2	112,8	111,8	111,3	111,3	112,9	111,6	112,7	111,7	113,0	111,8	112,8	2,0
0:46	110,0	111,8	112,2	111,8	112,7	113,0	112,4	111,3	111,9	111,5	111,5	112,8	1,7
0:48	110,0	112,3	112,2	111,8	112,1	111,8	111,2	111,7	111,7	111,5	111,2	111,7	1,1
0:50	110,0	112,7	112,8	111,3	111,4	111,4	112,0	112,3	112,3	111,7	111,1	111,9	1,7
T. PROM	110,1	112,0	112,1	111,9	112,0	112,0	111,9	112,2	111,8	112,1	112,0	112,0	
T. MAX	116,3	113,0	113,0	112,9	113,0	113,0	113,0	113,0	112,9	113,0	112,9		
T. MIN	110,2	111,2	111,0	111,0	111,0	111,1	111,0	111,8	111,2	111,1	111,8		

### Nomenclatura:

- T. Prom: Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax - Tmin: Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM: Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX: La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN: La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 Tca. PAUL FAVIO SOLIZA PIZANO  
 SVP LABORATORIO METROTEST

**Ing. Hugo Luis Nivaldo Carrico**  
 INGENIERO CIVIL  
 D.F. N° 13851

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
 ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
 Cel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

Figura N°: 49 Gravedad específica de mezcla bituminosa



# JMR EQUIPOS SAC

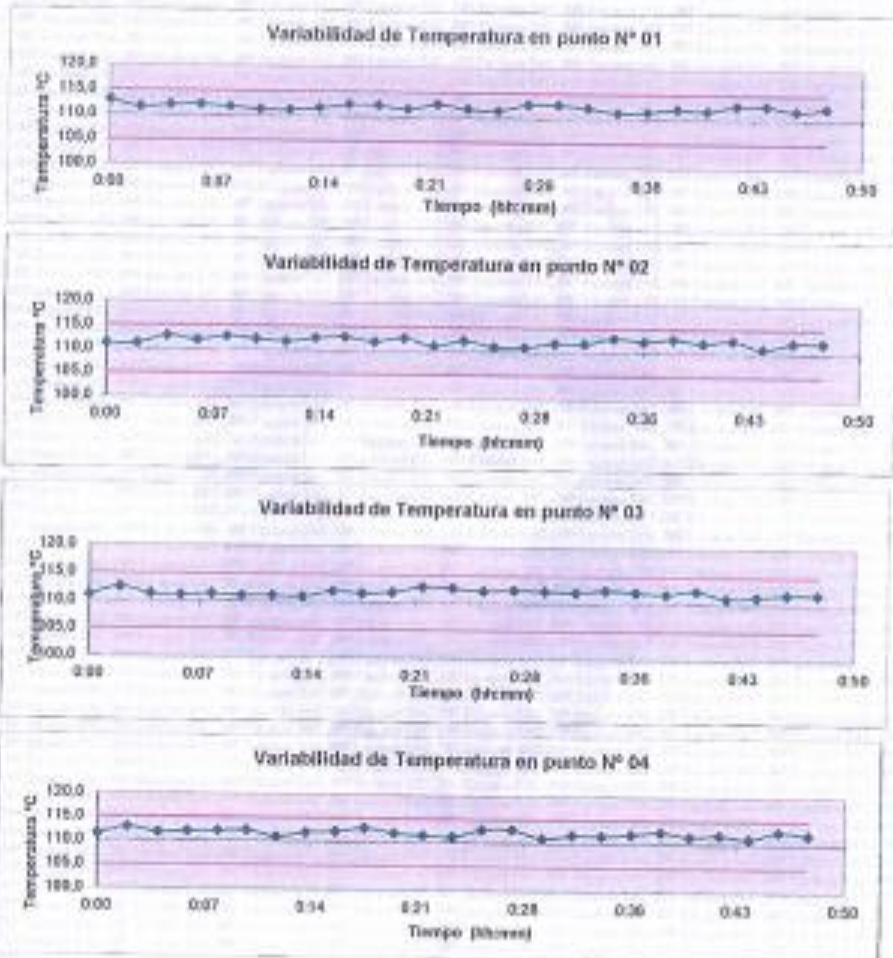
Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0418008

Pág. 5 de 7

## GRÁFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



JMR EQUIPOS S.A.C.

Tec. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
SITE LABORATORIO METROLOGIA



Ing. Hugo Luis Anabalo Canica  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 12851

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Cel: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

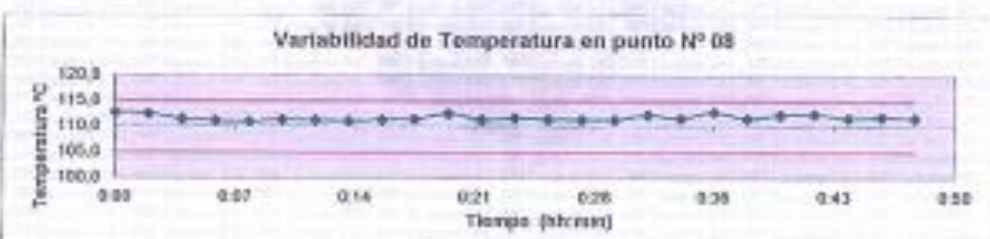
Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 10418008

Pág. 6 de 7

## GRÁFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



JMR EQUIPOS S.A.C.

Tca. PAUL FAVIO SOUZA PIZANO



Ing. Hugo Luis Arévalo Cornejo  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 13851

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Cel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

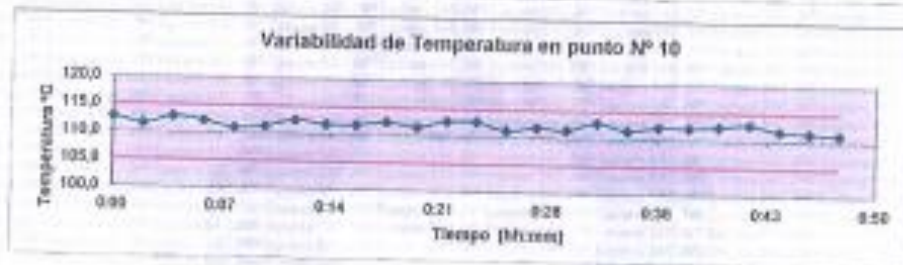
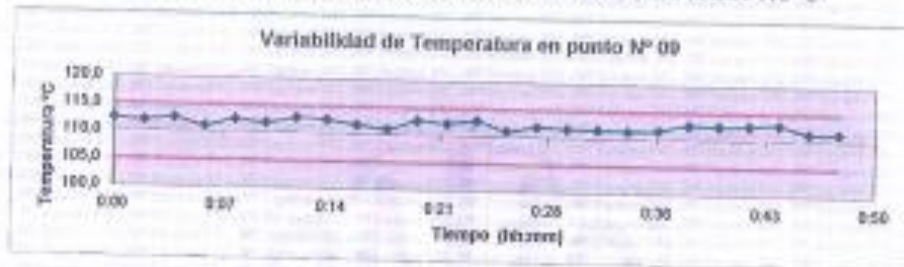
Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° L0418008

Pág. 7 de 7

## GRÁFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



## DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C

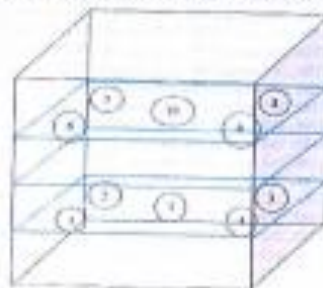


Nivel Superior



Nivel Inferior

## GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

JMR EQUIPOS S.A.C.

Tca. PALIO FAVIO SUZUA PINTADO  
CALLE LAFON 1770 - TEL: 011 411 1111



DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Cel : 989 589 974 / E-mail: [ventas@jmrquipos.com](mailto:ventas@jmrquipos.com), [jmrventas01@gmail.com](mailto:jmrventas01@gmail.com) / Web: [jmrquipos.com](http://jmrquipos.com)



# JMR EQUIPOS SAC

MA 0 - 007

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 0919001

### MAQUINA DE ABRASIÓN LOS ANGELES

**CLIENTE** : ARCE PEZO JANY  
**DIRECCIÓN** : VIA MZA. 5 INT. 5 A LOTE. 02 URB SEMIRRUSTICA EL BOSQUE,  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**PROYECTO** : CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DE LA  
INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO ANCON - HUACHO -  
PATIVILCA.  
**LUGAR** : HUACHO - LIMA

#### DATOS DEL EQUIPO

**Marca** : ORION  
**Modelo** : Sin Modelo  
**Serie** : Sin Serie  
**Estructura** : Metálica  
**Acabado** : Fierro Pintado  
**Indicador** : Digital  
**Procedencia** : Perú  
**Identificación** : 0919001  
**Ubicación** : Laboratorio de Suelos y Concreto.

Fecha de emisión:

Lima, 07 de Febrero del 2019

JMR EQUIPOS S.A.C.

Ing. PAUL FANOSMILTA PEZANO  
ASOCIACIÓN DE LABORATORIOS Y EQUIPOS



Ing. Hugo Luis Arcevaldo Canales  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 138851

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0919001

Pág. 2 de 4

## VERIFICACIÓN

### 1.- GENERALIDADES.

A solicitud de ARCE PEZO JANY, se procedió a verificar El Equipo de Abrasión Los Angeles. La calibración se realizó en las instalaciones donde se Ejecuta la Obra construcción de las obras complementarias de la infraestructura vial del tramo ancon - huacho - potivílica.

### 2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

#### MAQUINA DE ABRASIÓN LOS ANGELES

Marca	: ORION	Indicador Digital	
Modelo	: Sin Modelo	Marca	: Automics
Serie	: Sin Serie	Modelo	: Sin Modelo
Estructura	: Metálica	Serie	: Sin Serie
Acabado	: Hierro Pintado		
Carga Abrasiva	: 12 billas		
Procedencia	: Perú		
Identificación	: 0919001		
Ubicación	: Laboratorio de Suelos y Concreto.		

### 3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Dispositivo	: VERNIER (PIE DE REY)	Dispositivo	: Fluxómetro
Marca	: INSEZE	Marca	: Stanley
Indicación	: Digital	Alcance	: 3 m
Alcance	: 300 mm	División	: 1 mm
División	: 0.01 mm	Clase	: III
Procedencia	: USA		
Identificación	: ML-142		

### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha	: 2019-2-4
Lugar	: Instalaciones donde se ejecuta la obra.


### 5.- PROCEDIMIENTO.

La Calibración se realizó por comparación entre las lecturas del indicador digital de la máquina los Angeles y un cronómetro, se usó una balanza certificada para el peso de las cargas abrasivas, y el vernier para el diámetro de las esferas. Tomando como referencia el manual de ensayo materiales (EM 2000) ABRASION LOS ANGELES (L.A.) al desgaste de los agregados MTC E207-2000, AASHTO T-96 y la norma ASTM C 131- 1 Standard Test Method for Resistance to degradation of Small-Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact In the Angeles Machine.

JMR EQUIPOS S.A.C.

  
Ing. José Luis Arevalo Carrica  
JEFE GERENTE GENERAL DE OPERACIONES



  
Ing. Hugo Luis Arevalo Carrica  
DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04° S.M.P. - LIMA

Col.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 0919001

Pág. 3 de 4

## 6.- CONDICIONES AMBIENTALES.

Temperatura Inicial / Final : 30.2 °C / 30.3°C  
Humedad Relativa : 62 %

## 7.- TRAZABILIDAD.

Con Certificado de Calibración MS-0223-2018 y L-0387-2018 del Laboratorio de Longitud y Ángulo del Instituto Nacional de Calidad INACAL. Laboratorio Acreditado con Registro N° LC-015 y LC-001.

Con Certificado de Calibración 0313-MPES-2018, 0312-MPES-2018 - Pesas (1GR A 1 kg, 5kg, 10 kg y 20 kg) con trazabilidad al Laboratorio de Masa del Instituto Nacional de Calibración - INACAL. Laboratorio Acreditado con Registro N° LC - 020.

## 8.- RESULTADOS

- En el cuadro del punto 9, se indican las medidas normadas del equipo y lo datos actuales del equipo.
- Confines de identificación se ha colocado en el equipo una etiqueta con el número del certificado.

## 8.1.- INSPECCIÓN VISUAL.

- El equipo no presenta ninguna observación. Para el peso se hizo uso de la balanza calibrada OHAUS de 30000 g, serie 8033447706.

JMR EQUIPOS SAC  
INGENIERO  
GABRIEL FERRER SUZUA PIZANCO  
LABORATORIO METALURGIA

INGENIERO CIVIL  
DR. PABLO LUIS ANDRÉS CORTÉS  
INCAENCO CIVIL  
CP N° 13851

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 828, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B I.T. 04 - S.M.P. - LIMA  
Cel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

Figura N°: 50 Gravedad específica de mezcla bituminosa



# JMR EQUIPOS SAC

000-000

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de  
Laboratorios, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Pág. 1 de 4

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1819001

### APARATO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA CASAGRANDE)

**CLIENTE** : ARCE PEZO JANY  
**DIRECCIÓN** : VIA MZA. S INT. 5 A LOTE. 02 URB SEMIRRUSTICA EL BOSQUE,  
TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**PROYECTO** : CONSTRUCCIÓN DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DE LA  
INFRAESTRUCTURA VIAL DEL TRAMO ANCON - HUACHO -  
PATIVILCA.  
**LUGAR** : HUACHO - LIMA

#### DATOS DEL EQUIPO

**Marca** : ELE  
**Modelo** : ELCS-01  
**Serie** : Sin Serie  
**Mecanismo** : Manual  
**Ramador** : Acero  
**Procedencia** : USA  
**Identificación** : 1819001  
**Ubicación** : Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto.

Fecha de emisión:

Lima, 07 de Febrero del 2019

  
JMR EQUIPOS S.A.C.  
Ing. PAUL FAJÓ SOUZA PIZARRÓN  
1175 LABORATORIO DE SUELO

  
Ing. Hugo Luis Velásquez Carrasco  
INGENIERO CIVIL  
1175 12 19881

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANCAS N° 828, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Cel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com





# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de  
Laboratorios, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 1819001

Pág. 2 de 4

## VERIFICACIÓN

### 1.- GENERALIDADES.

A solicitud de ARCE PEZO JANY, se procedió a verificar un Aparato de Límite Líquido (Copa Casagrande). La calibración se realizó en las instalaciones donde se ejecuta la obra construcción de las obras complementarias de la infraestructura vial del tramo ancon - huacho - pativilca.

### 2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

#### APARATO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA CASAGRANDE)

Marca : ELE  
Modelo : ELCS-01  
Serie : Sin Serie  
Mecanismo : Manual  
Ramador : Acero  
Contómetro : Con contómetro  
Procedencia : USA  
Identificación : 1819001  
Ubicación : Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto

### 3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Dispositivo : VERNIER (PIE DE REY)  
Marca : INSIZE  
Indicación : Digital  
Alcance : 300 mm  
División : 0.01 mm  
Procedencia : USA  
Identificación : ML-142

### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha : 2019-2-4  
Lugar : Instalaciones donde se ejecuta la obra.

### 5.- PROCEDIMIENTO.

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL, y la Norma del MTC 110.

JMR EQUIPOS S.A.C.

  
MIGUEL ÁNGEL SOUZA PIZARRO  
ING. LABOR. SUELO Y ASFALTO

  
Ing. Miguel Luis Arévalo Casanola  
INGENIERO CIVIL  
N° 47 13801

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Cel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.  
RUC 20566329728

Certificado de Calibración N° 1819001

Pág. 7 de 4

## VERIFICACIÓN

### 1.- GENERALIDADES.

A solicitud de ARCE PEZO JANY, se procedió a verificar un Aparato de Límite Líquido (Copa Casagrande). La calibración se realizó en las instalaciones donde se ejecuta la obra construcción de las obras complementarias de la infraestructura vial del tramo ancon - huacho - potivilca.

### 2.- DEL SISTEMA A VERIFICAR.

#### APARATO DE LÍMITE LÍQUIDO (COPA CASAGRANDE)

Marca	: ELE
Modelo	: ELCS-01
Serie	: Sin Serie
Mecanismo	: Manual
Ranurador	: Acero
Contometro	: Con contometro
Procedencia	: USA
Identificación	: 1819001
Ubicación	: Laboratorio de Suelo, Concreto y Asfalto.

### 3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN.

Dispositivo	: VERNIER (PIE DE REY)
Marca	: INSIZE
Indicación	: Digital
Alcance	: 300 mm
División	: 0.01 mm
Procedencia	: USA
Identificación	: ML-142

### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN.

Fecha	: 2019-2-4
Lugar	: Instalaciones donde se ejecuta la obra.

### 5.- PROCEDIMIENTO.

La calibración de efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta. Ed. , "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de la Calidad - INACAL y la Norma del MTC 110.

JMR EQUIPOS S.A.C.  
  
Juan Carlos Pizarro  
Ingeniero en Metrología

Fernando Luis Arce  
Instituto Nacional de la Calidad  
Ingeniero en Metrología

DIRECCIÓN FISCAL CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com



# JMR EQUIPOS SAC

Fabricación, Calibración, Servicio Preventivo y Correctivo, Asesoría y Servicio de Laboratorio, Comercialización de Equipos para Suelos, Concreto y Asfalto.

RUC: 20566329728

Certificado de Calibración N° 1819001

Pág. 4 de 4

9.-

## VERIFICACIÓN

Aparato de Límite Líquido (Copa Casagrande) E.I.E, Mecanismo Manual de Acero  
Identificado como 1819001

Dimensiones	Conjunto de la Cazoleta			Base				Ranurador		
	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c
Descripción	Radio de la Copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la Copa	Copa desde la guía del elevador hasta la base	Espesor	Largo	Ancho	Espesor	Borde Cortante	Ancho
Métrico, mm	54	2.0	27	47	50	150	125	10.0	2.0	13.5
Tolerancia, mm	± 2	± 0.1	± 1	± 1.5	± 5	± 5	± 5	± 0.1	± 0.1	± 0.1
Inglés, pulg.	2.13	0.079	1.063	1.850	1.97	5.90	4.92	0.39	0.08	0.53
Tolerancia, pulg.	± 0.08	± 0.004	± 0.4	± 0.6	± 0.2	± 0.2	± 0.2	± 0.004	± 0.004	± 0.004

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultados
<b>Cazoleta</b>			
Espesor	2.10	± 0.1	OK
Profundidad	28.00	± 1	OK

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultados
<b>Base</b>			
Guía del elevador	48.42	± 1.5	OK
Espesor	47.16	± 5	OK
Largo	147.32	± 5	OK
Ancho	124.20	± 5	OK
Huello	7.71	< 13	OK

	Dato Promedio (mm)	Tolerancia (mm)	Resultados
<b>Ranurador de Acero</b>			
Cuadrado Calibrador	10.07	± 0.2	OK
Espesor	10.10	± 0.1	OK
Borde Cortante	2.03	± 0.1	OK
Ancho	13.57	± 0.1	OK

JMR EQUIPOS S.A.C.

*[Firma]*  
Ing. PAUL FAYO SOLÍS PÉREZ  
JEFE LABORATORIO



*[Firma]*  
Ing. Leopoldo Corrales  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 53801

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA / OFICINA CENTRAL:  
ASOCIACIÓN DE VIVIENDA SAN DIEGO LAS FLORES MZ. B LT. 04 - S.M.P. - LIMA  
Tel.: 989 589 974 / E-mail: ventas@jmrequipos.com, jmrventas01@gmail.com / Web: jmrequipos.com

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CFTM-018-2019**

**Solicitante** : CONSORCIO HUACHO - PATIVILCA  
**Dirección** : AV. PASO DE LA REPUBLICA NRO. 4075 LIMA - LIMA - SURQUILLO

**Instrumento de Medir** : CENTRIFUGA  
**Marca:** : NO INDICA  
**Modelo:** : NO INDICA  
**Serie:** : M207-5101-4013  
**Identificación:** : NO INDICA  
**Precedencia:** : NO INDICA  
**Alcance máximo:** : 3000 RPM  
**Resolución** : 100 RPM  
**Tipo:** : Digital

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

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

**Lugar de Calibración** : Lab. Tiempo Frecuencia de Metrotest E.I.R.L.  
**Fecha de Calibración** : 2019-04-15  
**Fecha de Emisión** : 2019-04-15

**Método de Calibración** : Empleo  
 La calibración se realizó por comparación entre las indicaciones de lectura del indicador de la centrifuga y el tacómetro patrón

**Resultados de las Mediciones**  
 Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en las siguientes páginas del presente documento.  
 La incertidumbre de la medición que se presenta está basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura  $k=2$ , el cual proporciona un nivel de confianza de

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura	23,2°C	23,2°C
Humedad Relativa	46%HR	46%HR

- Observaciones:**
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
  - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



  
 Luggi Rosales G.  
 Jefe de Metrología

Figura N°: 51 Gravedad específica de mezcla bituminosa



**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - PERU	Tacómetro Patrón Incertidumbre 0,8 RPM	LTF-C-158-2018

DATOS DE TIEMPO				
IND. DEL EQUIPO	TACÓMETRO PATRÓN (rpm)	TACÓMETRO PATRÓN (rpm)	PROMEDIO (rpm)	INCERTIDUMBRE (rpm)
1	41,2	42,0	41,5	10
2	213,0	213,1	213,1	10
3	623,0	622,8	622,9	10
4	1080	1079	1079,5	10
5	1536	1535	1535,5	10
6	2020	2019	2019,5	10
7	2502	2503	2502,5	10
8	2945	2944	2944,5	10
9	3381	3380	3380,5	10
10	2575	2575	2575,5	10

**INCERTIDUMBRE**

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

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



Luigi Acuña G.  
Jefe de Metrología



# Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-239-2019

**Expediente:** 88172-2016  
**Solicitante:** CONSORCIO HUACHO - PATIVELCA  
**Dirección:** AV. PASEO DE LA REPUBLICA NRO. 4678  
LIMA - LIMA - SURQUILLO  
**Equipo de Medición:** BALANZA NO AUTOMÁTICA  
**Marca:** AND  
**Modelo:** GX-20K  
**Serie:** 14905534  
**Identificación:** NO INDICA  
**Procedencia:** JAPÓN  
**Capacidad Máxima:** 21000 g  
**División de escala [d]:** 0,1 g  
**División de verificación [e]:** 1 g  
**Tipo:** ELECTRONICA  
**Ubicación:** Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.  
**Fecha de Calibración:** 2019-04-15

**Misión:**  
 Prestar servicios con perfiles de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones. Mantener registros en seguridad y riesgos para medición y ensayos.

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

**Método de Calibración:**  
 Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y Clase II. PC - 011 del SNM-INDECOPI, Cuarta Edición abril 2010.

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	21,1 °C	21,0 °C
Humedad Relativa	62 %	60 %

Sello	Fecha de emisión	Jefe de Metrología
	2019-04-15	 Luigi Ascaro G.

Página 1 de 4  
041005-01



**Metrotest**  
E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**CMM-239-2019**

**Observaciones**

Advertencia: el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 5 g

Los Errores Máximos Permisos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no estadístico de clase de exactitud II según NMP-003-2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del

**Incertidumbre**

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

**Trazabilidad**

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

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de referencia de Exactitud E.I.R.L.	Pesa de 10 kg (exactitud M)	CMM-388-2018
Patrones de referencia de Exactitud E.I.R.L.	Pesa de 20 kg (exactitud M)	CMM-367-2018
Patrones de referencia de Exactitud E.I.R.L.	Juego de pesas (exactitud F1)	CMM-394-2018
Patrones de referencia de BIPM - BIP	Juego de pesas (exactitud F1)	LM-415-2016 / LM-416-2016





**Metrotest** E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CMM-239-2019**

Resultados de la Medición

Fecha de Calibración	2019-04-15
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE METROTEST E.I.R.L. Av. Avellaneda Salagomez #1494 Depto. 182 Uta. Pinaros de Villa Sol - Las Olivas

INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cantar	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Plantación	TIENE
Sistema de base	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 10.000,0 g			Carga L2= 21.000,0 g		
I (g)	AL (g)	E (g)	I (g)	AL (g)	E (g)
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,08	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,05	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,06	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,05	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,05	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,05	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,05	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,08	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,08	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,08	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,08	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,08	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,08	1,0
10.000,0	0,05	0,0	21.001,0	0,08	1,0
$\Delta$ Escala (g)	0,0		$\Delta$ Escala (g)	0,0	
exp (g)	2		exp (g)	3	

ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				exp (g)
	I (g)	AL (g)	E (g)	Re (g)	I (g)	AL (g)	E (g)	Re (g)	
1,0	1,0	0,05	0,0						
5,0	5,0	0,05	0,0	0,0	5,0	0,04	0,0	0,0	1
10,0	10,0	0,05	0,0	0,0	10,0	0,04	0,0	0,0	1
100,0	100,1	0,05	0,1	0,1	100,1	0,04	0,1	0,1	1
500,0	500,0	0,04	0,0	0,0	500,0	0,04	0,0	0,0	1
1.000,0	1.000,1	0,06	0,1	0,1	1.000,1	0,04	0,1	0,1	1
5.000,0	5.000,5	0,05	0,5	0,5	5.000,5	0,05	0,5	0,5	1
8.000,0	8.000,5	0,04	0,5	0,5	8.000,5	0,05	0,5	0,5	2
12.000,0	12.000,7	0,04	0,7	0,7	12.000,7	0,05	0,7	0,7	2
16.000,0	16.000,9	0,04	0,9	0,9	16.000,9	0,04	0,9	0,9	2
21.000,0	21.001,0	0,05	1,0	1,0	21.001,0	0,05	1,0	1,0	3



Página 3 de 4  
P1800-01

Av. Avellaneda Salagomez #1494 Depto. 182 Uta. Pinaros de Villa Sol - Las Olivas [www.metrotest.com](http://www.metrotest.com) / [metrotest@metrotest.com](mailto:metrotest@metrotest.com) / [ventas@metrotest.com](mailto:ventas@metrotest.com)  
Tel: 520-7808 Telex: 520-5321 Fax: 807 815 3117 #002 881165  
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST E.I.R.L.



**CERTIFICADO DE CALIBRACION  
CMM-239-2019**

**ENSAYO DE EXCENTRICIDAD**



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					emp (g)
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1,0	1,0	0,04	0,0	7.000,0	7.000,2	0,05	0,2	0,2	2
2		1,0	0,05	0,0		7.000,2	0,05	0,2	0,2	
3		1,0	0,05	0,0		7.000,2	0,05	0,2	0,2	
4		1,0	0,04	0,0		7.000,2	0,04	0,3	0,3	
5		1,0	0,05	0,0		7.000,2	0,04	0,3	0,3	

- emp Error Máximo Posible
- I Indicación del Instrumento
- E Error sacado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga Incrementada

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

$$\text{Lectura corregida} = R - 0,000075 \times R$$

$$\text{Incertidumbre Expandida} = 2 \times \sqrt{0,0017^2 + 0,0000000007 \times R^2}$$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima 21000 g, División de verificación (e): 1 g y clase de exactitud II, según Norma Metrología: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP 003 2009 - 2da Edición, es:

Intervalo		emp
0 g	a	0,003 g
5000 g	a	0,005 g
20000 g	a	0,007 g



Figura 4 de 4  
1/10/2019



**Metrotest**  
LABORATORIO DE METROLOGÍA

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CTM-110-2019**

Página 1 de 5

Solicitante : CONSORCIO HUACHO - PATIVILCA

Dirección : AV. PASEO DE LA REPUBLICA NRO. 4675 LIMA - LIMA - SURQUILLO

Equipo de Medición : BARRO MARÍA

Marca : METROTEST

Modelo : MA-77

Procedencia : PERÚ

Código de Identif. : NO INDICA

Número de Serie : 178

Temperatura de trabajo : 60 °C ± 5 °C

Verificación : Natural

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

Misión:  
Ofrecer servicios con perfil de  
mejoramiento continuo y cumplimiento  
con los requisitos y especificaciones  
técnicas requeridas en métodos y  
equipos para medición y ensayos.

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

Instrumento de Medición :

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de Indicación	Intervalo máximo	Tipo de Lectura
Termómetro controlador	THOMZ	BJH	NO INDICA	200°C	1°C	Digital

Fecha de Calibración : 2019-04-16

Fecha de Emisión : 2019-04-16

Método de Calibración: Empírico

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termómetro controlador del equipo a calibrar con Termómetro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOPVSNM PC-005 1ª Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos".

Observaciones

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.



Luigi Adriano G.  
Jefe de Metrología



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CTM-110-2019**

Página 2 de 5

**PATRONES DE REFERENCIA:**

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROTEST E.I.R.L.	Termómetro de indicación Digital con 10 sensores	CTM-001-2019
Patrones de referencia de DINACAL	Termómetro de indicación digital	LT-011-2019

**Condiciones Ambientales:**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	21,2	21,5
Humedad (%)	59	60

**Resultados de la calibración:**

**CALIBRACIÓN PARA 60 °C ± 5 °C**

TIEMPO (min.)	T real (°C)	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	60	59,0	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
02	60	59,4	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
04	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
06	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
08	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
10	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
12	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
14	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
16	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
18	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
20	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
22	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
24	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
26	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
28	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
30	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
32	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
34	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
36	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
38	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
40	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
42	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
44	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
46	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
48	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
50	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
52	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
54	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
56	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
58	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
60	60	59,8	59,3	59,0	59,0	59,6	59,6	60,0	59,9	59,9	59,9	59,7	0,7
T PROM	60	59,8	59,4	59,5	59,8	59,8	59,7	59,9	59,8	59,8	59,8	59,7	
T MAX	60	59,8	59,4	59,5	59,8	59,8	59,7	59,9	59,8	59,8	59,8	59,8	
T MIN	60	59,8	59,3	59,5	59,8	59,8	59,9	59,8	59,8	59,8	59,8	59,8	
DTT	0,8	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CTM-110-2019**

Página 2 de 3

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	60,0	0,3
Mínima Temperatura Medida	20,3	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,1	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	0,6	0,3
Estabilidad	$\pm 0,06$	0,04
Uniformidad	0,7	0,3

T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom : Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX : Temperatura máxima  
T.MIN : Temperatura mínima  
DTT : Desviación de Temperatura en el tiempo.

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

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

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del medio interno: **0,5 °C**

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.



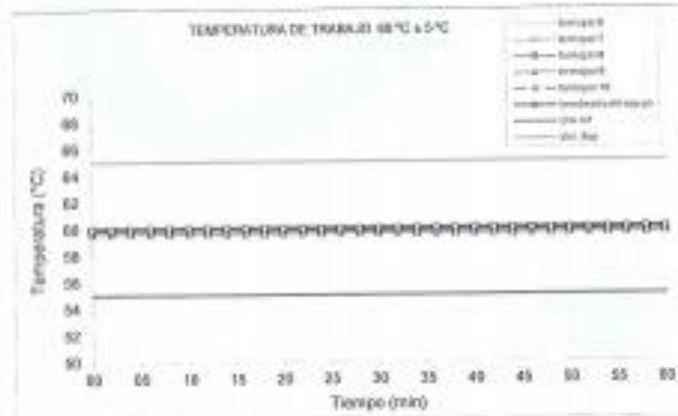
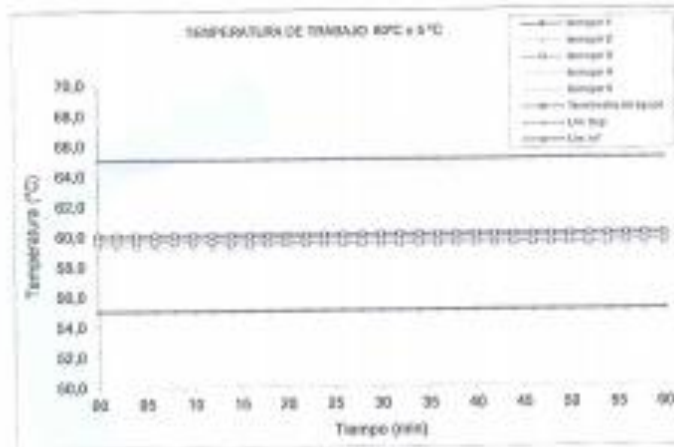


# Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

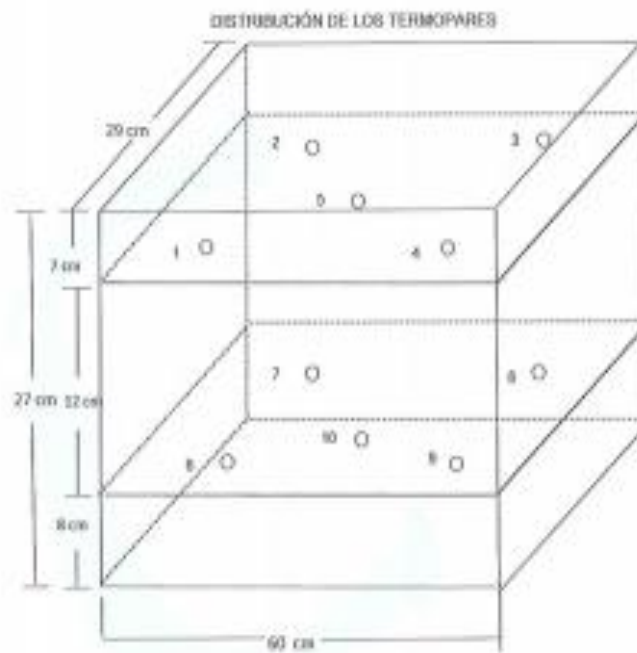
## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-110-2019

Página 4 de 5



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**CTM-110-2019**

Página 5 de 5



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.  
 Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 9 cm de las paredes laterales.  
 Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 10 cm y a 12 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.



## ANEXO

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TÍTULO: APLICACIÓN DE ESCORIA SIDERÚRGICA PARA REHABILITAR PAVIMENTOS FLEXIBLES EN EL DISTRITO DE LLA VICTORIA – LIMA 2018**  
**AUTORA: LUCEN SOSA SICLANE SMITH**

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES		METODOLOGÍA
<p><b>Problema General:</b> ¿Qué relación tiene la incorporación de escoria siderúrgica con las propiedades del pavimento flexible en el distrito de La Victoria-Lima 2018?</p> <p><b>Problema Específico:</b> ¿Cómo influye la dosificación de escoria siderúrgica en el Coeficiente de permeabilidad del pavimento flexible en el distrito de La Victoria-Lima 2018?</p> <p>¿Cómo influye la dosificación de escoria siderúrgica en la Resistencia a la compresión del pavimento flexible en el distrito de La Victoria-Lima 2018?</p> <p>¿Cómo influye la dosificación de escoria siderúrgica en la Granulometría del agregado del pavimento flexible en el distrito de La Victoria-Lima 2018?</p>	<p>Objetivo General: Evaluar la incidencia de la incorporación de escoria siderúrgica en las propiedades que tiene los pavimentos flexibles para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018.</p> <p>Objetivos Específicos: Evaluar la influencia de la dosificación de escoria siderúrgica sobre la propiedad que tiene el pavimento flexible para su rehabilitación de en el distrito de La Victoria-Lima 2018</p> <p>Evaluar la influencia que existe en el coeficiente de permeabilidad del pavimento flexible al incorporar escoria siderúrgica para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018</p> <p>Determinar la relación que existe la incorporación de escoria siderúrgica en el pavimento flexible tiene relación con la granulometría para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> La incorporación de escoria siderúrgica mejorara las propiedades que posee los pavimentos flexibles para la rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018</p> <p><b>Hipótesis Específico:</b> La incorporación de escoria siderúrgica mejorara las propiedades que posee los pavimentos flexibles para la rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018</p> <p>La incorporación de escoria siderúrgica influye el coeficiente de porosidad que posee del pavimento flexible para su rehabilitación en el distrito de La Victoria-Lima 2018</p> <p>La incorporación de escoria siderúrgica en la rehabilitación de pavimentos flexible tiene relación con la granulometría de los agregados en el distrito de la victoria 2018</p>	<b>Variable Independiente: escoria siderúrgica</b>		<p><b>Tipo de investigación</b> Tipo Aplicada.</p> <p><b>Nivel de investigación</b> La investigación se considera de Nivel Explicativo.</p> <p><b>Diseño de investigación</b> El diseño de investigación se considera Cuasi – experimental</p> <p>Enfoque de investigación Cuantitativo.</p> <p><b>Población</b> La población está conformada por toda la Avenida Parinacochas. Lo cual se encuentra en un pésimo estado haciendo difícil la transitividad</p> <p><b>Muestra</b> El tipo de muestreo es no probabilístico intencional y las tomas de muestras de suelo se darán de la cuadra 18 Hasta la cuadra 23</p>
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	
			Dosificación de la escoria siderúrgica	Porcentaje escoria siderúrgica al 3 %	
				Porcentaje escoria siderúrgica al 10 %	
				Porcentaje escoria siderúrgica al 17 %	
			<b>Variable Dependiente: Pavimento flexible</b>		
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	
			Coeficiente de permeabilidad del pavimento flexible	Contenido de vacíos	
				Coeficiente de permeabilidad	
			Resistencia a la compresión del pavimento flexible	Resistencia de material granular Rigidez de los materiales granulares	
Granulometría del agregado	El huso granulométrico (granulometría)				

Tabla N° 12 Matriz de consistencia