



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Calidad del material de base y subbase para vías pavimentadas, en tres  
canteras de la provincia de Trujillo, 2018.”

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

**AUTOR:**

Neri Villasis Leslie Milagros

**ASESOR:**

Ing. Castillo Chávez Juan Humberto

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

Trujillo-Perú

2018

## **PÁGINA DEL JURADO**

Tesista:

Neri Villasis, Leslie Milagros

Tema:

“Calidad del material de base y subbase para vías pavimentadas, en tres canteras de la provincia de Trujillo, 2018.”

### **MIEMBROS DEL JURADO CALIFICADOR**

---

Dr. Valdivieso Velarde Alan Yordan  
Presidente

---

Ing. Farfán Córdova Marlon Gastón  
Secretario

---

Ing. Castillo Chávez Juan Humberto  
Vocal

## DEDICATORIA

*A Dios, porque su presencia es la que ilumina, alienta y santifica mi camino, guiándome por el sendero correcto.*

*A mi madre, por su amor incondicional, sus consejos, motivación y sabiduría que me inculcaron a ser la buena persona que soy hoy en día, sin rendirme ante nada y perseverar.*

*A mi padre, por su compromiso y esfuerzo del día a día; confiar en mí y anhelar siempre lo mejor para mi vida y la de mis hermanos.*

*A mis hermanos, por ser coparticipes de logros, penas y alegrías, gracias por sus aportes, su amor e inmensa bondad.*

## AGRADECIMIENTO

*Agradecer a Dios por darme salud para lograr mis objetivos y porque sus sabias palabras han permitido que no me desborde en situaciones difíciles.*

*A mi madre por su apoyo y preocupación en noches de desvelo y estudio de todos mis ciclos académicos, cuando necesitaba fuerzas su cariño me alimentaba.*

*A mi familia, por ser mi motivación y por mostrarme que no importa que tan mala sea la situación siempre estarán a mi lado.*

*Mi más cordial agradecimiento a la Universidad Cesar Vallejo, por brindarme la orientación, colaboración y recursos que me han permitido culminar con el presente trabajo de investigación.*

## **DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD**

Yo, Neri Villasis Leslie Milagros, estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la facultad de Ingeniería de la Universidad Cesar Vallejo, identificado con DNI N° 74969879; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, declaro bajo juramento que la tesis es de mi autoría y que toda la documentación, datos e información que en ella se presenta es veraz y auténtica.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto del contenido de la presente tesis como de información adicional aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad Cesar Vallejo,

Trujillo, diciembre del 2018

---

Neri Villasis Leslie Milagros

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos, de la Universidad Cesar Vallejo de Trujillo, presento ante ustedes la tesis titulada: **“CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018.”**, con la finalidad de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

Agradezco por los aportes y sugerencias brindadas a lo largo del desarrollo del presente estudio y de esta manera realizar una investigación más eficiente. El trabajo mencionado determina la importancia y la influencia que tiene el material de base y subbase en una estructura vial, por lo que constatamos que el estudio de la calidad de agregados es importante para mejorar el servicio vial de la ciudad.

**El Autor.**

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	15
1.1. Realidad problemática .....	15
1.2. Trabajos previos.....	16
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	20
1.4. Formulación del Problema.....	33
1.5. Justificación del estudio.....	33
1.6. Hipótesis .....	34
1.7. Objetivos.....	35
1.7.1. Objetivo General.....	35
1.7.2. Objetivos Específicos: .....	35
<b>II. MÉTODO</b> .....	36
2.1. Diseño de investigación .....	36
2.2. Variables, operacionalización .....	37
2.2.1. Variable: .....	37
2.2.2. Operacionalización de variables.....	38
2.3. Población y muestra.....	42
2.3.1. Población.....	42
2.3.2. Muestra.....	42
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	46
2.4.1. Técnicas .....	46
2.4.2. Instrumentos .....	46
2.4.3. Validez y confiabilidad.....	46

2.5.	Método de análisis de datos .....	47
2.6.	Aspectos éticos .....	47
<b>III.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>48</b>
3.1.	Material de Subbase .....	48
3.2.	Requerimientos Granulométricos .....	48
3.2.1.	Análisis granulométrico mecánico por tamizado (ASTM D 1241) .....	48
3.3.	Requerimientos de Ensayos Especiales .....	51
3.3.1.	Abrasión Los Ángeles al desgaste (MTC E 207).....	51
3.3.2.	CBR de suelos (Laboratorio) (MTC E 132).....	53
3.3.3.	Determinación del límite líquido de los suelos (MTC E 110) .....	57
3.3.4.	Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) (MTC E 111).....	59
3.3.5.	Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino (MTC E 114).....	61
3.3.6.	Salas solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219) .....	64
3.3.7.	Método de ensayo estándar para la determinación de partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en el agregado grueso (ASTM D 4791).....	66
3.4.	Material de Base .....	70
3.5.	Requerimientos Granulométricos .....	70
3.5.1.	Análisis granulométrico mecánico por tamizado (ASTM D 1241) .....	70
3.6.	Requerimientos de CBR .....	72
3.6.1.	CBR de suelos (Laboratorio) (MTC E 132).....	72
3.7.	Requerimientos de Agregados .....	73
3.7.1.	Agregado Grueso.....	73
3.7.1.1.	Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso (MTC E 210) .....	73

3.7.1.2. Abrasión Los Ángeles al desgaste (MTC E 207).....	77
3.7.1.3. Método de ensayo estándar para la determinación de partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en el agregado grueso (ASTM D 4791).....	80
3.7.1.4. Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219) .....	82
3.7.1.5. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (MTC E 209).....	84
3.7.2. Agregado Fino.....	84
3.7.2.1. Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) (MTC E 111).....	84
3.7.2.2. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino (MTC E 114).....	85
3.7.2.3. Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219) .....	86
3.7.2.4. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (MTC E 209).....	87
<b>IV. DISCUSIÓN</b> .....	<b>90</b>
<b>V. CONCLUSIONES</b> .....	<b>91</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>92</b>
<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>93</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>97</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Resultados de subbase de ensayo de abrasión de Los Ángeles .....	53
Cuadro 2: Resultados de subbase de CBR.....	56
Cuadro 3: Resultados de subbase de ensayo de límite líquido .....	59
Cuadro 4: Resultados de subbase de Índice de Plasticidad .....	61
Cuadro 5: Resultados de subbase de Equivalente de Arena .....	63
Cuadro 6: Resultados de subbase de sales solubles.....	66
Cuadro 7: Resultados de subbase de caras fracturadas.....	68
Cuadro 8: Resultados de base de CBR .....	72
Cuadro 9: Resultados agregado grueso de una cara fracturada .....	76
Cuadro 10: Resultados de agregado grueso de dos o más caras fracturadas .....	76
Cuadro 11: Resultados de agregado grueso de ensayo de abrasión.....	79
Cuadro 12: Resultados de agregado grueso de chatas y alargadas.....	81
Cuadro 13: Resultados de agregado grueso de sales solubles .....	83
Cuadro 14: Resultados de agregado fino de índice de plasticidad .....	84
Cuadro 15: Resultados de agregado fino de equivalente de arena .....	85
Cuadro 16: Resultados de agregado fino de sales solubles .....	87

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Sección Transversal de un Pavimento.....	21
Figura 2: Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular .....	23
Figura 3: Requerimientos de Ensayos Especiales para Subbase Granular .....	23
Figura 4: Requerimientos Granulométricos para Base Granular.....	24
Figura 5: Requerimientos de CBR para Base Granular .....	24
Figura 6: Requerimientos para agregado grueso .....	25
Figura 7: Requerimientos para agregado fino .....	25
Figura 8: Tamices de malla cuadrada .....	26
Figura 9: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) .....	28
Figura 10: Tabla de clasificación de AASHTO.....	29
Figura 11: Maquina de abrasión tipo Los Ángeles.....	31
Figura 12: Ubicación de canteras .....	42
Figura 13: Ubicación de cantera Lekersa .....	43
Figura 14: Maquina Clasificadora de Agregados de Cantera Lekersa .....	43
Figura 15: Ubicación de cantera Los Mellizos .....	44
Figura 16: Maquina Clasificadora de Agregados de la cantera Los Mellizos .....	44
Figura 17: Ubicación de cantera Oasis .....	45
Figura 18: Maquina Clasificadora de Agregados de la Cantera Oasis .....	45
Figura 19: Peso de muestra para Análisis Granulométrico .....	49
Figura 20: Resultados de Curva Granulométrica de tres Canteras .....	50
Figura 21: Numero de esferas y masa para ensayo de abrasión .....	51
Figura 22: Cuadro 12: Masa de ensayo de abrasión según su gradación .....	52
Figura 23: Penetración de gata de prensa de compactación .....	56
Figura 24: Aparato manual para Limite Liquido.....	57
Figura 25: Cantidad y aforo de muestra de sales solubles.....	65
Figura 26: Partes de una partícula .....	67
Figura 27: Peso mínimo para ensayo de partículas chatas y alargadas .....	67
Figura 28: Resultados de Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular.....	69
Figura 29: Resultados de Requerimientos de Ensayos Especiales para Subbase.....	69

Figura 30: Resultados de Curva Granulométrica de tres Canteras .....	71
Figura 31: Masa para ensayo de caras fracturadas .....	73
Figura 32: Partículas fracturadas (bordes agudos, superficies rugosas) .....	74
Figura 33: Partículas fracturadas (borde agudo, superficies alisadas).....	74
Figura 34: Partículas fracturadas (bordes redondeados, superficie rugosa) .....	75
Figura 35: Partículas fracturadas (centro) flanqueadas por dos partículas no fracturadas (solo astillada) .....	75
Figura 36: Partículas no fracturadas (bordes redondeados, superficies alisadas).....	75
Figura 37: Partículas no fracturadas (partículas redondeadas, superficies alisadas) .....	76
Figura 38: Numero de esferas y masa para ensayo.....	78
Figura 39: Masa de ensayo según su gradación.....	78
Figura 40: Partes de una partícula .....	80
Figura 41: Peso mínimo para ensayo de partículas chatas y alargadas .....	81
Figura 42: Resultados de Requerimientos Granulométricos para base Granular .....	88
Figura 43: Cumplimiento de requerimientos de CBR para Base Granular .....	88
Figura 44: Resultados de Requerimientos para agregado grueso .....	89
Figura 45: Resultados de Requerimientos para agregado fino .....	89
Figura 46: Reactivos para Ensayo de Sales solubles .....	169
Figura 47: Presencia de sales solubles en agregados .....	169
Figura 48: Maquina de Abrasión de Los Ángeles .....	170
Figura 49: Ensayo de CBR, medición de expansión. ....	170
Figura 50: Ensayo de Equivalente de Arena.....	171
Figura 51: Lectura de Arena de Equivalente de Arena.....	171

## RESUMEN

La presente investigación llevó a cabo el estudio de la calidad de agregados con fines de base y subbase para vías pavimentadas que ofrecen las canteras de la provincia de Trujillo. Se realizó en tres canteras llamadas Los Mellizos, Oasis y Lekersa ubicadas en el distrito de Huanchaco sector Los Huertos y El Milagro. La investigación se basó en la búsqueda de situaciones que limitan el buen comportamiento de los pavimentos, como es la utilización de agregados de mala calidad, aportando un nuevo enfoque para el mejoramiento de los métodos de extracción de agregados de las canteras de la provincia de Trujillo. En la extracción de la muestra de cada cantera se tuvo para material de subbase la proporción de 1:1 de grava de ½” y arena y para material de base la proporción 1:1 de grava de ¾” y arena, cumpliendo con las franjas granulométricas proporcionadas en la sección 402 y 403 respectivamente por el Manual de Carreteras – EG 2013.

Los parámetros de calidad se evaluaron a través de ensayos de laboratorios físicos, mecánicos y químicos. Se efectuó diez tipos de ensayos experimentales tanto entandar y especiales con procedimientos de acuerdo al Manual de Ensayos de Laboratorio, 2016, esto nos da una totalidad de dieciocho parámetros por cantera. Los resultados finales nos mostraron que las canteras Lekersa, Los Mellizos y Oasis son aptas para utilizarse en material de subbase porque presentaron similares resultados, cumpliendo en un 71% de los siete parámetros evaluados. Los agregados para material de base no cumplen los requisitos de calidad ya que la cantera Lekersa y Oasis no satisfacen en un 44% de nueve parámetros y la cantera Los Mellizos en un 56%, finalmente, las canteras Lekersa y Oasis ofrecen materiales de mejor calidad por cumplir por una mínima diferencia a la cantera Los Mellizos.

Palabra clave: parámetros de calidad, extracción de agregados, ensayos de laboratorio.

## **ABSTRACT**

The present investigation carried out the study of the quality of aggregates for base and subbase purposes for paved roads offered by the quarries of the province of Trujillo. It was carried out in three quarries called Los Mellizos, Oasis and Lekersa located in the district of Huanchaco sector Los Huertos and El Milagro. The research was based on the search of situations that limit the good behavior of the pavements, such as the use of poor quality aggregates, providing a new approach in the improvement of extraction methods of aggregates from the quarries of the province of Trujillo. In the extraction of the sample from each quarry was had, for subbase material the ratio of 1:1 of ½" gravel and sand, and for base material the ratio 1:1 of ¾" gravel and sand; accomplish with the granulometric bands provided in section 402 and 403 respectively, by the Highway Manual - EG 2013.

The quality parameters were evaluated through physical, mechanical and chemical laboratory tests. Ten types of experimental tests were carried out, both standard and special with procedures according to the Laboratory Test Manual 2016, this gives us a total of eighteen parameters per quarry. The final results showed us that Lekersa, Los Mellizos and Oasis quarries are suitable for use in subbase material because they presented similar results, complying in 71% of the seven evaluated parameters. The aggregates for base material do not accomplish the quality requirements because Lekersa and Oasis quarry do not satisfy 44% of nine parameters and Los Mellizos quarry is 56%. Finally, the Lekersa and Oasis quarries offer better quality materials for accomplish by a minimum difference Los Mellizos quarry.

Keyword: quality parameters, aggregate extraction, laboratory tests.

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Realidad problemática

En el Perú existe una gran cantidad de canteras informales e ilegales, estos producen materiales utilizados en la industria de la construcción de carreteras, pero que no garantiza que los agregados extraídos sean aptos según el tipo de obra donde se empleará. Un usuario directo para la construcción mayormente compra en estas canteras que producen, procesan y expenden arena y piedra chancada, que motivo de utilizar menos costo de inversión llegan a proporcionar un producto final sin garantía. Por otro lado, desde el punto de vista ambiental, dependiendo del lugar en donde se encuentren ubicadas pueden llegar a contaminar ríos y suelos, llevando agentes contaminantes a zonas de cultivo, y, consecuentemente, a los hogares, dando origen a un círculo vicioso. (Aranguri, 2015).

Para que las canteras ofrezcan agregados de calidad debe de cumplir con ciertos parámetros identificados a través ensayos de laboratorio que proporcionan una garantía que los agregados cumplen con los requerimientos de estándares de calidad. Por ello esto preocupa a profesionales y ciudadanos de Trujillo preguntándose ¿con qué materiales se están construyendo las vías pavimentadas?, ¿cómo sé, si el material existente en el distrito de Trujillo y sus alrededores es de buena o mala calidad?, ¿qué se está haciendo para minimizar el problema? Se debe seguir principalmente el cumplimiento de normas y procesos estandarizados al momento de extraer agregados, esto se comprobaría realizando los respectivos ensayos de laboratorios. (Aguinaga y Narro, 2017).

El punto de inicio de una mafia en la construcción son las canteras ilegales, que perjudica a muchos usuarios implicando un impacto negativo ambiental, evasión tributaria, y lo trascendental: produce un material deficiente, que incumple con la normatividad vigente, esto lo vemos reflejado en el mal estado de los pavimentos construidos en la ciudad y alrededores.

Actualmente, en el sector construcción, en los pavimentos de la ciudad, es común observar el uso de materiales deficientes; también personal inexperto que realiza procedimientos erróneos, que causa el deficiente comportamiento de los pavimentos. Es usual observar que, al ser realizadas con un cierto periodo de vida, al poco tiempo ya presentan daños en su estructura haciendo que los ciudadanos de Trujillo, principalmente los choferes de transporte público y particulares vivan un martirio cuando se desplazan en las calles por el daño que causa a sus vehículos.

El rápido deterioro de las pistas de la ciudad hace que existan constantes proyectos de rehabilitación aumentando su costo del proyecto original generando una inversión de millones de soles que podrían ser mejor invertidas en otras obras públicas que realmente son necesarias para la ciudad. Durante su plazo de ejecución calles principales y secundarias son cerradas llevando maquinaria pesada y en grandes cantidades depositan material, el polvo que levantan los volquetes y el ruido producido por el traslado y procesamiento afecta indiscutiblemente a la salud de la población.

## **1.2. Trabajos previos**

Aguinaga y Narro (2017) en su investigación “Evaluación de las canteras en la provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucido, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, en el año 2017”, tuvieron como objetivo evaluar la calidad química de las arenas finas para enlucidos, la calidad física de las arenas finas para enlucidos y obtener la proporción óptima para una alta resistencia a la compresión en los morteros de enlucido. La metodología utilizada fue aplicada experimental en donde analizaron los agregados finos de las canteras: La Esperanza, Los Mellizos y Oasis. Se tuvo como resultado la proporción óptima para una alta resistencia a la compresión en los morteros de enlucido, la cual fue la relación de una parte de cemento y cuatro partes de arena, con 168 Kg/cm del material procedente de la cantera Mudarra.

Guevara y Ruiz (2016) en su investigación: “Análisis comparativo de áridos del sector El Milagro estabilizados con asfalto de caucho reciclado y asfalto convencional para capas bases” tuvo como objetivo demostrar mediante ensayo de laboratorio que un asfalto modificado con la utilización del caucho reciclado de llantas obtendrá un mejor comportamiento físico-mecánico frente a las capas bases. La metodología utilizada fue experimental en donde se procedió al desarrollo de ensayos de laboratorio a los áridos de las canteras Lekersa S.A. y La Soledad. Se tuvo como resultado un asfalto de penetración 70/100 cuyo significado es que se considera con alto grado de adherencia y de consistencia relativamente blanda, así mismo, se demostró una mejor incorporación del grano de caucho reciclado durante el último procedimiento de mezclado, evidenciando así un asfalto de mayor homogeneidad.

Fernández y Salazar (2015) en su investigación: “Pavimentos estructurales biotecnológicos de larga vida, empleado el aditivo ecológico Permazyme IIX en vías afirmadas y su aplicación en la pista de prueba del instituto de biotecnología molecular y reproductiva animal IBMRA-UPAO” tuvieron como objetivo determinar los parámetros físico-mecánicos de una vía afirmada estabilizada con el aditivo ecológico Permazyme IIX y realizar el análisis comparativo. La metodología utilizada fue experimental en donde para el procedimiento de diseño de las mezclas se tuvo que satisfacer con las especificaciones del aditivo estabilizador de suelos realizando el estudio de las propiedades físicas de la afirmada. Se tuvo como resultado que el aditivo ecológico Permazyme IIX incrementa la capacidad de soporte del suelo en grandes cantidades, proporcionando mayor estabilidad, durabilidad y tiempo de vida útil, así mismo, acorta esfuerzos de compactación, aminorando el tiempo en la utilización de maquinaria compactadora, la cual reduce el costo en el proceso constructivo de una vía tanto afirmada como pavimentada y siendo un aditivo ecológico y biodegradable contribuye con el medio ambiente no siendo una amenaza a los seres vivientes de la zona.

Contreras y Herrera (2015) en su investigación: “Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y subbases de estructura de pavimentos en nuevo Chimbote – Santa – Ancash”, tuvieron como objetivo determinar las propiedades físicas, mecánicas y químicas del agregado, comparar resultados con los resultados de la calidad de estos según el Manual de Carreteras. La metodología utilizada fue experimental en donde se realizó un reconocimiento de los sectores donde se hizo extracción de la muestra y posteriormente procesaron el material en el laboratorio. Se tuvo como resultado que en las tres dosificaciones de la combinación AR – AN de agregados todas son óptimas constituir la estructura de un pavimento, es decir base y subbase, adicionalmente, la relación 50% AR – 50% AN muestra aún mejores resultados para el requerimiento de un componente granular. Las propiedades físicas y mecánicas del agregado reciclado estudiado en la investigación, como sales solubles totales, equivalente de arena y abrasión dependen de la calidad del mortero de concreto de origen y el tipo del agregado natural utilizado.

Barra y Vázquez (2013) en su investigación: “Estudio de mezclas de áridos reciclados de hormigón y asfáltico estabilizados con cemento para su aplicación en bases y subbases de carreteras” tuvieron como objetivo definir el contenido óptimo de cemento de cada una de las mezclas de ARH con ARA y definir una mezcla de composición válida para su aplicación para valorar la influencia en la incorporación del árido reciclado asfáltico en las propiedades mecánicas de las mezclas y su aplicación como base y subbase en carreteras. La metodología utilizada fue experimental, en donde determinaron la humedad óptima y la densidad seca máxima de cada una de las mezclas de árido reciclado de hormigón con árido reciclado asfáltico, para poder ser aplicadas en la compactación en obra y en el diseño de la mezcla para material tratado con cemento y la capacidad portante de las distintas mezclas sin cemento por medio del ensayo CBR. Como resultado se obtuvo que las propiedades mecánicas medidas cumplen con los valores exigidos por el PG-3 vigente para un material granular estabilizado con cemento, utilizado como suelo cemento SC40. Por lo tanto, la mezcla de hasta 50% ARH + 50% ARA podría ser empleada como suelo cemento de un firme de carretera.

Alvarado (2013) en su investigación: “Gestión en la producción de agregados para pavimentos, caso Quinoa – San Francisco Tramo I” tuvo como objetivo establecer un sistema de gestión que proporcione los datos necesarios para identificar los principales problemas que se presentan frecuentemente en el desarrollo de la producción de agregados, y con esto, tomar mejores decisiones para consecuentemente crear una gestión correctiva que impida las pérdidas económicas. La metodología utilizada fue correlacional en donde se realizó varios métodos que se pueden aplicar diferentes situaciones del proyecto o de la especialidad que se desarrolle, a lo particular, aplicado directamente en el caso de proyectos de ingeniería civil. Se tuvo como resultado que los conceptos básicos de gestión son un buen orientador en el manejo adecuado de recursos y tiempo del proyecto, pero, los que fueron aplicados en el desarrollo de la investigación no necesariamente se obtendrían los mismos resultados al aplicarse en otras canteras.

Ortega (2013) en su investigación: “La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles” tuvo como objetivo determinar las propiedades de los agregados, si cumple con los parámetros de calidad para su uso en la elaboración del hormigón. La metodología utilizada fue exploratoria y descriptiva en donde se dio a conocer el problema del desconocimiento de la calidad de los agregados empleados para elaborar hormigón, además analizar las propiedades de los agregados y establecer que cantidades o dosificaciones deben ser empleadas para la elaboración de hormigón para posteriormente verificar su funcionamiento. Se tuvo como resultado que los valores que corresponden a las propiedades mecánicas de las tres canteras al compararlos con los valores especificados por las normas correspondientes a cada ensayo se establecen que están dentro de los límites admisibles y que son aptos para ser empleados en la elaboración de hormigón para asentamientos de 6 a 9 cm debido a que este tipo de hormigón es el de uso más común en una obra civil.

### 1.3. Teorías relacionadas al tema

Es fundamental conocer el comportamiento de un pavimento para recoger conocimientos que nos proporcionen un mejor análisis de la calidad de los agregados que se emplean en su construcción. Un pavimento tiene como objetivo proporcionar una superficie de rodamiento que a velocidades operacionales deseadas y bajo diferentes condiciones climáticas permitan el tráfico seguro y confortable de vehículos. Hay una gran diversidad de pavimentos, dependiendo del tipo de vehículo que transitarán y el volumen del tráfico, estos son: pavimento flexible, pavimento rígido y pavimento semirrígido. (Manual de carreteras, 2014).

Pavimento flexible, es aquella en donde su estructura se flexiona dependiendo de las cargas que se atraviesan encima de él. Su uso es en lugares en donde existe abundante tráfico; está constituido de varias capas de material, el comportamiento y funcionalidad de cada una de las capas es resistir la carga y trasladar lo restante a la capa inferior. El tiempo de vida de este tipo de pavimento es no menor a ocho años y normalmente suele tener un periodo útil de veinte años. Las capas que posee son: la capa superficial que se encuentra en contacto directo con el tráfico rodado y que está compuesto por capas asfálticas, la capa base es la que se encuentra en la parte inferior de la capa superficial y la capa subbase que está debajo de la capa base, ambos contruidos por agregados.

Pavimento rígido, su proceso de ejecución implica utilizar el hormigón como su material fundamental, esto puede ser en la base o en su estructura completa. La clasificación depende del tipo de hormigón usado. El modo de distribución de cargas en la parte de su estructura correspondiente a la subbase o subrasante, suele realizarse sobre una mayor área de la subrasante, haciendo que la mayor parte de la distribución de cargas lo resista la losa de hormigón, esto depende al tipo de material empleado, debido a su alto módulo de elasticidad y rigidez.

Pavimento semirrígido, está conformado por diferentes tipos de pavimentos, estos pueden ser pavimentos flexibles y rígidos, habitualmente la capa flexible de encuentra en la parte superior y la capa rígida en la parte inferior de esta. Comúnmente la composición consta que la superficie de rodadura sea de concreto asfaltico y tenga adicional una capa de base de concreto hecha de cemento Portland. Para la estabilización del terreno se utilizan ligantes hidráulicos, construidos de cementos Portland, estos conceden al material una gran capacidad de soporte adecuado para fabricar capas para base de pavimentos que soportan cargas pesadas. (Miranda, 2010).

Al referirse a las capas de un pavimento, tenemos en cuenta a cuatro partes que se pueden observan en su sección trasversal (ver Figura 1).



Figura 1: Sección Transversal de un Pavimento.

Subrasante, normalmente es el suelo natural que soporta las cargas de la estructura total del pavimento, es decir, no pertenece en sí a la estructura. Sin embargo, el estudio de la capacidad de soporte de este elemento es fundamental ya que atañe directamente a la recopilación de datos que indicaran el espesor de cada capa del pavimento. Tiene como objetivo soportar las cargas que son transmitidas por el tránsito hacia el pavimento, distribuir correctamente las cargas al cuerpo del terraplén, impedir el traspaso de materiales finos plásticos para que no se contamine el pavimento y ahorrar en el uso de espesores anchos de pavimento.

Capa de subbase, es la capa de material que se fabrica inmediatamente sobre el terreno, tiene como finalidad aminorar los costos del pavimento por influir en la reducción del espesor de la base. Protege a la base evitando el contacto con el terreno natural, ya que, si la base entra en contacto ocasionaría cambios volumétricos por los cambios de humedad evitando que el agua ascienda por capilaridad, en consecuencia, esto generaría una reducción en la resistencia de la base.

Capa de base, es la capa de material fabricada encima de la subbase, debe estar constituido por materiales de mayor calidad con respecto a la subbase, su finalidad es detener la suficiente resistencia estructural para resistir las presiones transferidas por las cargas de los vehículos. Poseer un espesor adecuado para soportar las presiones transferidas a la subbase y aunque con presencia de humedad, no debe tener transformaciones volumétricas perjudiciales.

Capa de rodadura, es la capa que se encuentra sobre la base, está construido por mezclas bituminosas, es decir, un material pétreo y un producto asfáltico. Tiene que tener como características, ser económico, ser adecuado para efectos de impermeabilización para evitar filtraciones de agua a las capas inferiores, durable en el tiempo por su calidad de materiales y resistente ya que soporta directamente las cargas transmitidas del tráfico. (Miranda, 2010).

Los agregados utilizados como material para las capas de un pavimento son extraídos de canteras de suelo, el interés que existe en estudiar el lugar de origen donde se extraen los agregados es poder precisar si son aptos para su obra destino, en tal sentido se requiere determinar la calidad de los agregados a través de la realización correspondiente de ensayos de laboratorio para determinar sus características físicas, químicas y mecánicas que se ejecutarán según el Manual de Ensayo de Material para Carreteras del MTC y las señaladas en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales. (Manual de Carreteras, 2013).

Los materiales de la capa de subbase granular deben cumplir con los siguientes requisitos de calidad según el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

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

Figura 2: Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular

Fuente: ASTM D 1241, 2015.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Abrasión Los Ángeles	E 207	C 131	T 96	50 % máx.	50 % máx.
CBR (1)	E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	40 % mín.
Limite Líquido	E 110	D 4318	T 89	25 % máx.	25 % máx.
Índice de Plasticidad	E 111	D 4318	T 90	6 % máx.	4 % máx.
Equivalente de Arena	E 114	D 2419	T 176	25 % mín.	35 % mín.
Sales Solubles	E 219	.-	.-	1 % máx.	1 % máx.
Partículas Chatas y Alargadas	.-	D 4791	.-	20 % máx.	20 % máx.

Figura 3: Requerimientos de Ensayos Especiales para Subbase Granular

Fuente: Manual de Carreteras – EG 2013.

Los materiales de la capa de base granular deben cumplir con los siguientes requisitos de calidad según el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

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

Figura 4: Requerimientos Granulométricos para Base Granular

Fuente: ASTM D 1241, 2015.

Valor Relativo de Soporte, CBR (1)	Trafico en ejes equivalentes ( $<10^6$ )	Mín. 80%
	Trafico en ejes equivalentes ( $\geq 10^6$ )	Mín. 100%

Figura 5: Requerimientos de CBR para Base Granular

Fuente: Manual de Carreteras – EG 2013.

El material utilizado en la base granular está compuesto por agregado grueso y agregado fino; el agregado grueso se le denomina a lo que se retiene en la malla N° 4 y el agregado fino a lo que pasa de la malla N° 4.

El agregado grueso y fino utilizado en la capa de base granular deben cumplir con los siguientes requisitos de calidad según el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción EG-2013.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Requerimiento	
				< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Partículas con una cara fracturada	E 210	D 5821	.-	80 % mín.	80 % mín.
Partículas con dos caras fracturadas	E 210	D 5821	.-	40 % mín.	50 % mín.
Abrasión Los Ángeles	E 207	C 131	T 96	40 % máx.	40 % máx.
Partículas chatas y alargadas	.-	D 4791	.-	15 % máx.	15 % máx.
Sales Solubles Totales	E 219	D 1888	.-	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	E 209	C 88	T 104	.-	18 % máx.

Figura 6: Requerimientos para agregado grueso

Fuente: Manual de Carreteras – EG 2013.

Ensayo	Norma	Requerimiento	
		< 3000 msnm	≥ 3000 msnm
Índice plástico	E 111	4 % máx.	2 % mín.
Equivalente de arena	E 114	35 % mín.	45 % mín.
Sales Solubles	E 219	0.5 % máx.	0.5 % máx.
Durabilidad al sulfato de magnesio	E 209	-	15 %

Figura 7: Requerimientos para agregado fino

Fuente: Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, 2013.

Los ensayos denominados estándar según el Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos, 2014 utilizados para medir la calidad del material de base y subbase son los siguientes:

Análisis granulométrico por tamizado, este ensayo determina cuantitativamente la distribución de las distintas dimensiones de suelo. Este modo operativo permite determinar la cantidad de suelo, en porcentajes, que pasan por los diferentes números de tamices de una serie hasta el de 74 mm (N° 200), los tamices son los mostrados en el cuadro 1. (MTC E107, 2016).

<b>Malla</b>	<b>Mm</b>
3"	75.000
2"	50.800
1½"	38.100
1"	25.400
¾"	19.000
3/8"	9.500
N°4	4.760
N°10	2.000
N°20	0.840
N°40	0.425
N°60	0.250
N°140	0.106
N°200	0.075

Figura 8: Tamices de malla cuadrada

Fuente: MTC E107, 2016.

Material que pasa la malla N°200, este ensayo determina, por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75 mm (No. 200) en un agregado, es más eficiente separar las partículas finas de las de mayor dimensión a través de tamizado húmedo que seco, por lo tanto, es mayormente usado cuando se tiene suelos finos debido a que durante el ensayo se separan partículas como arcillas, agregados muy finos y materiales solubles en el agua. En la operación manual se realiza la agitación del tamiz de caña alta y disolución del material con las manos de modo que siempre se encuentre el material el movimiento, se mantiene el procedimiento hasta que el agua que pasa la malla sea totalmente clara. (MTC E202, 2016).

Limite liquido Malla N°40, es el porcentaje de humedad que indica que el suelo se encuentra entre el límite de los estados líquido y plástico. El ensayo se realiza utilizando la copa de Casagrande (ver Figura 2) en donde se designa el contenido de humedad en la parte donde dos mitades de una pasta de suelo llegan a unirse a una distancia de 13 mm (1/2 pulg) a lo largo del fondo cuando la copa de Casagrande cae de acuerdo a los golpes, 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. (MTC E110, 2016).

Limite plástico Malla N°40, en la determinación del límite plástico y el índice de plasticidad, si se tiene el porcentaje de limite liquido del mismo. Se considera limite plástico al contenido de humedad donde el suelo es capaz de formar barras delgadas de unos 3.2 mm (1/8") de diámetro, justo donde el delgado cilindro llega a romperse o resquebrajarse, dicho ensayo se realiza con las palmas de la mano y una superficie de vidrio lisa. (ver figura 3). (MTC E111, 2016).

Clasificación SUCS, es un sistema creado para identificar y describir el tamaño de las partículas de un suelo usado mayormente en estudio de ingeniería y geología. Este sistema es usado en casi todos los tipos de materiales sin consolidar y tiene nomenclaturas o símbolos de dos letras. El ensayo consiste en clasificar el suelo de acuerdo a su granulometría, esto mediante un proceso de análisis granulométrico por tamizado o por lavado, es decir, la fracción retenida de la malla N° 200 de partículas

solubles en el agua, y con los resultados se clasifica utilizando la tabla de Sistema Unificado de Clasificación de Suelos mostrado en el Cuadro 2. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande. (ASTM D-2487, 2017).

Divisiones mayores			Símbolo del grupo	Nombre del grupo
Suelos granulares gruesos más del 50% retenido en el tamiz n°200 (0.075 mm)	Grava > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz n°4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz n°200	GW	grava bien graduada, grava fina a gruesa
			GP	grava pobremente graduada
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	GM	grava limosa
			GC	grava arcillosa
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz n°4	Arena limpia	SW	Arena bien graduada, arena fina a gruesa.
			SP	Arena pobremente graduada
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz n° 200	SM	Arena limosa
			SC	Arena arcillosa
Suelos de grano fino más del 50% pasa el tamiz No.200	Limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	ML	Limo
			CL	Arcilla
	Limos y arcillas límite líquido ≥ 50	orgánico	OL	Limo orgánico, arcilla orgánica
		Inorgánico	MH	limo de alta plasticidad, limo elástico

Figura 9: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

Fuente: ASTM D-2487, 2017.

Clasificación de suelos AASHTO M145, la American Association of State Highway Officials realiza la clasificación de suelos agrupándolos de acuerdo al comportamiento como capa de soporte o asiento de firme. Es actualmente el sistema de clasificación de suelos más usada en la construcción de carreteras. La clasificación depende de la granulometría y plasticidad, teniendo siete grupos (A-1 hasta A-7), más concretamente, los parámetros son los porcentajes de partículas de suelo que pasan por el tamiz N°200, N°40 y N°10 y los límites de Atterberg. Los siete grupos son parte de dos categorías de suelos, estos son limo-arcillosos (lo que pasa por el tamiz N° 200 es más del 35%) y suelos granulares (lo que pasa por el tamiz N° 200 es menos del 35%). La clasificación se realiza utilizando la tabla de clasificación AASHTO mostrado en el Cuadro 3. (ASTM D-3282, 2015).

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 <sup>A</sup>	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	N.P.	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. <sup>B</sup>
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

<sup>A</sup> La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

<sup>B</sup> El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Figura 10: Tabla de clasificación de AASHTO

Fuente: ASTM D-3282, 2015

Contenido sales solubles totales, este ensayo utiliza un proceso de cristalización que indica cuanto de cloruro y sulfato, solubles en agua, posee la muestra de agregados pétreos cuyos serán utilizados mezclas asfálticas. El ensayo consiste en someter una cantidad de agregado grueso a lavados continuos con agua destilada a temperatura de ebullición, hasta conseguir la ausencia de sales. Para determinar la presencia de las sales se utiliza reactivos químicos que, al tener contacto con sales, forman precipitados que son rápidamente detectables a la vista. (MTC E219, 2016).

Porcentaje de partículas chatas y alargadas, determina la cantidad en porcentajes de partículas achatadas o planas en muestras de agregados, este tipo de estratos son más propensas a fracasar en su resistencia al tener una pequeña presión o carga sobre ellas por ser muy delgadas. (ASTM D-4791, 2010).

Porcentaje de caras de fractura, este ensayo determina la cantidad en porcentaje de partículas fracturadas presentes en los agregados gruesos que tiene requerimientos especificados, como incrementar el esfuerzo cortante causado por la gran fricción inter-partícula de sus agregados compactados o sueltos y provisionar estabilidad cuando se somete a tratamientos de superficies de agregados. (MTC E210, 2016).

Los ensayos denominados especiales según el Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimentos, 2014 utilizados para medir la calidad del material de base y subbase son los siguientes:

California Bearing Ratio (CBR), este ensayo permite conocer el índice de resistencia del suelo, mayormente conocido como el valor de la relación de soporte, es decir, CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza con muestras de suelos que han sido previamente condicionadas en el laboratorio con un porcentaje de humedad y densidad, pero también puede utilizarse suelos inalterados que han sido extraídos directamente del suelo. (MTC E132, 2016).

Ensayo de abrasión de Los Ángeles, este procedimiento se realiza a agregados gruesos de dimensiones menores a 37.5 mm (1½”) para hallar a través de la Máquina de Los Ángeles (ver Figura 3), la resistencia a la degradación. Este ensayo es una combinación de distancias acciones de trituración, impacto y abrasión, en un tambor de acero que rota conteniendo una cantidad específica de bolas de acero. Se realiza un número determinado de revoluciones donde las esferas impactan sobre los agregados causando un efecto de trituración por impacto, y se mide la degradación dependiendo de la pérdida. (MTC E207. 2016).



Figura 11: Máquina de abrasión tipo Los Ángeles

Fuente: UTEST, 2015.

Equivalente de arena, es una prueba rápida de correlación utilizada en el campo. Tiene como finalidad determinar en suelos granulares y finos que pasan por el tamiz N° 4 (4.75mm) la cantidad relativa presente de suelos arcillosos y polvo. Se llama “equivalente de arena” porque se tiene como concepto que los suelos granulares y finos son mayormente mezclas de arenas y gravas deseables y arcillas y polvos indeseables. (MTC E114, 2016).

Proctor modificado, establece el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2700 kN-m/m), para determinar la relación entre el peso unitario seco de los suelos y contenido de agua, representado en la curva de compactación, compactados en un molde de 101,6 o 152,4 mm (4 o 6 pulg) de diámetro con un pisón de 44,5 N (10 lbf) que cae de una altura de 457 mm (18 pulg), produciendo una Energía de Compactación de 2700 kN-m/m (56000 pie-lbf/pie)). (MTC E115, 2016).

Durabilidad del agregado grueso y fino, determina la resistencia a través de la desintegración del material de agregado fino y grueso por medio de la saturación con soluciones de sulfato de sodio o magnesio, por un tiempo comprendido entre 16 y 18 horas. Luego del tiempo de inmersión se retira el estrato de agregado de la solución y se ingresa al horno para ser secado. (MTC E209, 2016).

Índice de durabilidad, este ensayo indica el valor del índice de durabilidad de un agregado, es decir, la resistencia relativa de un agregado para formar finos dañinos como la arcilla, cuando se lleva a procesos de degradación mecánicos. Este método de ensayo determina un diagnóstico rápido para la estimación de la calidad de una fuente de agregado. Cabe la posibilidad de aplicar el uso de este método para indicar la calidad de agregados empleados en distintas áreas de construcción, como agregados para ferrocarril, mezclas bituminosas de pavimentación, agregado grueso para cemento portland en estructuras de hormigón. (MTC E214, 2016).

#### **1.4. Formulación del Problema**

¿Cuál de las tres canteras de la provincia de Trujillo proporcionan material de base y subbase de mejor calidad utilizado en vías pavimentadas?

#### **1.5. Justificación del estudio**

##### **1.5.1. Justificación Teórica**

Esta investigación está dirigida a entidades públicas y privadas que forman parte de las nuevas generaciones, que se encuentren interesados en el uso de los agregados para bases y subbase en la construcción de vías pavimentadas, se aportará el conocimiento existente sobre el alcance de los requisitos de calidad de las canteras de una manera práctica y sintetizada.

##### **1.5.2. Justificación Técnica**

Se determinó cuál de las canteras deben ser utilizadas en la construcción de la base y subbase de los pavimentos y así la población interesada pueda conocer la calidad en los agregados brindadas que cumplan con las normas técnicas; esta información aportará en el diseño de futuros proyectos de carreteras o pistas en la ciudad.

### 1.5.3. Justificación Metodológica

La garantía del análisis de los parámetros de calidad de los agregados se vio reflejada por ensayos de laboratorio que proporcionaron los datos de las características físicas, químicas y mecánicas, según su uso, base o subbase, cumpliendo cada uno con los requisitos de calidad establecidos en el Manual de Ensayo de Materiales – 2016, Manual de Carreteras – Sección suelos y pavimentos – 2014 y Manual de Carreteras – Especificaciones técnicas generales para construcción – EG-2013.

### 1.5.4. Justificación Práctica

La realización de la investigación reflejó la importancia del agregado usado en construcción de pavimentos, se analizó las propiedades de los agregados de tres canteras que se encuentran en explotación, estos son: Cantera Lekersa, Los Mellizos y Oasis., ubicadas en los distritos de la provincia de Trujillo, con la finalidad de reducir la incertidumbre y brindar fiabilidad a los constructores, entidades públicas y usuarios particulares para que de esta manera determinen si están cumpliendo con los estándares de calidad en la producción de sus agregados según las normas técnicas establecidas.

## 1.6. Hipótesis

La clasificación de la cantera determinará el material más apropiado para base y subbase empleado en vías pavimentadas según lo especificado en el Manual de Carreteras – Especificaciones Técnicas Generales para Construcción.

## 1.7. Objetivos

### 1.7.1. Objetivo General

Determinar la calidad de material para base y subbase utilizado en vías pavimentadas de las canteras de la provincia de Trujillo.

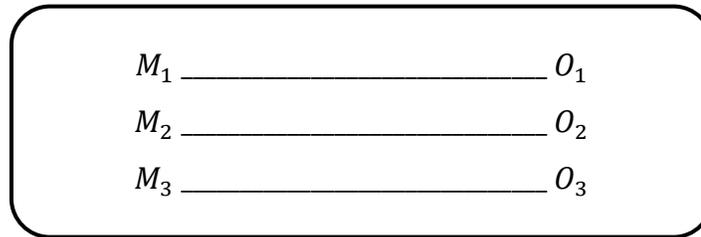
### 1.7.2. Objetivos Específicos:

- Determinar los requerimientos granulométricos de los agregados para base y subbase de tres canteras locales actualmente en explotación.
- Especificar los requerimientos de ensayos especiales (Abrasión Los Ángeles, CBR, límite líquido, índice de plasticidad, equivalente de arena, sales solubles, partículas chatas y alargadas) para material de subbase que garanticen los niveles de compactación y resistencia exigidos en el Manual de Carreteras.
- Determinar los requerimientos de CBR para material de base según la sección 403 de la EG – 2013 del Manual de Carreteras.
- Indicar el cumplimiento de los requerimientos de agregado grueso y agregado fino para material de base de las tres canteras evaluadas.
- Comparar los resultados obtenidos de los ensayos realizados con los parámetros de calidad según la sección 402 y 403 de la EG – 2013 del Manual de Carreteras.
- Determinar la cantera que cumple con los requisitos óptimos de calidad de las tres investigadas en la producción de sus agregados para base y subbase para la estructura de un pavimento.

## II. MÉTODO

### 2.1. Diseño de investigación

En la investigación se utilizó el diseño descriptivo – comparativo cuyo esquema es el siguiente:



Donde:

$M_1$  = Material de la cantera Lekersa

$M_2$  = Material de la cantera Los Mellizos

$M_3$  = Material de la cantera Oasis

$O_1$  = Medición de la calidad de los agregados

$O_2$  = Medición de la calidad de los agregados

$O_3$  = Medición de la calidad de los agregados

## 2.2. Variables, operacionalización

### 2.2.1. Variable:

Calidad de los agregados

Dimensiones:

Ensayos estándar a través de análisis granulométrico por tamizado, material que pasa la malla, límite líquido, límite plástico, clasificación de suelos SUCS, clasificación de suelos AASHTO, contenido sales solubles, partículas chatas y alargadas y porcentaje de caras de fractura.

Ensayos especiales para material de subbase a través de California Bearing Ratio CBR, ensayo de abrasión de los ángeles, equivalente de arena y proctor modificado.

Ensayos especiales para material de base a través de California Bearing Ratio (CBR), ensayo de abrasión de Los Ángeles, equivalente de arena, proctor modificado, durabilidad del agregado grueso, durabilidad del agregado fino e índice de durabilidad.

### 2.2.2. Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIONES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>Calidad de los agregados</b>	<b>Ensayos Estándar</b>	Análisis granulométrico por Tamizado	Ensayo que determina cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo. (MTC E 107, 2016)	Se midió a través del ensayo de tamizado, determinados en el MTC E 107.	% pasa por los tamices	Razón
		Material que pasa la malla N°200	Ensayo que determina por lavado el porcentaje de cantidad de material fino que pasa por la malla N° 200. (MTC E 202, 2016)	Se evaluó a través del ensayo de lavado a chorro de la muestra en el tamiz N°200 caña alta.	% pasa por el tamiz N°200	Razón
		Límite líquido Malla N°40	Contenido de humedad en donde el estrato de suelo se ubica entre el límite líquido y plástico. (MTC E 110, 2016)	Se determinó con el ensayo de la copa de Casagrande.	% humedad óptima	Razón
		Límite plástico Malla N°40	Contenido de humedad en donde el estrato de suelo se evalúa como suelo no plástico. (MTC E 111, 2016)	Se realizó cilindros de suelo de unos 3.2 mm de diámetro sin que se desmoronen.	% humedad óptima	Razón
		Clasificación SUCS	Sistema de Arturo Casagrande que divide los suelos gruesos y finos. (ASTM D-2487, 2007)	Se determinó el tipo de suelo con la tabla de clasificación de Casagrande.	Tipo de material	Nominal

		Clasificación de suelos AASHTO	Sistema de Terzaghi y Hogentogler que clasifica con el tamaño de partículas, limite líquido y limite plástico. (ASTM D-3282, 2011)	Se determinó el tipo de suelo con la utilización de la Tabla de clasificación AASHTO	Tipo de material	Nominal
		Contenido sales solubles totales	Procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua. (MTC E 219, 2016)	Se sometió agregado pétreo a continuos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la extracción total de las sales.	% de sales solubles	Razón
		Partículas chatas y alargadas	Ensayo que determina la cantidad de partículas chatas o alargadas presentes en un estrato de agregado grueso. (MTC E 223, 2016)	Se realizó el tamizado de la muestra a través de los tamices N°4 y 3/8".	% pasa por el tamiz N°4 y 3/8"	Razón
		Porcentaje de caras de fractura	Método de determinación del porcentaje de partículas fracturadas de una muestra de agregado grueso. (MTC E 210, 2016).	Se realizó el tamizado de la muestra a través de los tamices N°4 y 3/8".	% pasa por el tamiz N°4 y 3/8"	Razón

<b>Ensayos especiales</b>	California Bearing Ratio (CBR)	Este método de ensayo evalúa la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base. (MTC E 132, 2016).	Se sometió la muestra húmeda a una prensa de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen.	% de capacidad de soporte	Razón
	Ensayo de abrasión de Los Ángeles	Determina la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles. (MTC E 207, 2016)	Se sometió la muestra a una combinación de acciones de abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero.	% de pérdida de masa	Razón
	Equivalente de arena	Indica las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4. (MTC E 114, 2016)	Se evaluó agitando una probeta donde está depositada la muestra determinando así la parte arenosa sedimentaria y fina floculada.	Unidad	Razón

		Proctor modificado	Ensayo de compactación de suelos realizados en laboratorios con energía modificada (MTC E 115, 2016)	Se abarcó mediante procedimientos de compactación usados en Laboratorio.	% de densidad máxima	Razón
		Durabilidad del agregado grueso y fino	Ensayo para determinar la resistencia de los agregados a la desintegración por medio de soluciones saturadas de sulfato de sodio o sulfato de magnesio. (MTC E 209, 2016)	Se desintegró material de agregado fino y grueso por medio de la saturación con soluciones de sulfato de sodio o magnesio, por un tiempo comprendido entre 16 y 18 horas.	% de pérdida de masa	Razón
		Índice de durabilidad	Ensayo que cubre la determinación del índice de durabilidad de agregados, indica el índice de resistencia relativa que posee un suelo para producir finos dañinos al ser impuesto a degradación mecánica. (MTC E 214, 2016)	Se sometió a degradación mecánica asignando un valor empírico al comportamiento de material arcilloso, finura y cantidad relativa producido en un agregado.	Unidad	Razón

## 2.3. Población y muestra

### 2.3.1. Población

Material de base y subbase para vías pavimentadas extraídos de las canteras de la provincia de Trujillo.

### 2.3.2. Muestra

En la provincia de Trujillo existen 11 distritos de las cuales tienen diversas canteras que son formales e informales, para la presente investigación se seleccionó tres canteras que son recurridas para el caso de adquisición de agregados ubicadas en el distrito de Huanchaco: sector Los Huertos y El Milagro.



Figura 12: Ubicación de canteras

Fuente: Google Maps

Cantera Lekersa se encuentra en el distrito de Huanchaco, sector El Milagro; tiene acceso a la Auxiliar Panamericana Norte por ser de fácil transporte de materiales.



Figura 13: Ubicación de cantera Lekersa

Fuente: Google Maps Satelital



Figura 14: Máquina Clasificadora de Agregados de Cantera Lekersa

Cantera Los Mellizos está ubicada en las afueras del distrito Huanchaco, tiene acceso a la Auxiliar Panamericana Norte por ser de fácil transporte de materiales.



Figura 15: Ubicación de cantera Los Mellizos

Fuente: Google Maps Satelital



Figura 16: Maquina Clasificadora de Agregados de la cantera Los Mellizos

Cantera Oasis está ubicada en las afueras del distrito Huanchaco cerca al centro poblado El Milagro, tiene acceso a la Auxiliar Panamericana Norte por ser de fácil transporte de materiales.



Figura 17: Ubicación de cantera Oasis

Fuente: Google Maps Satelital



Figura 18: Maquina Clasificadora de Agregados de la Cantera Oasis

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

### 2.4.1. Técnicas

Se usó la observación de los agregados existentes en las canteras, la cual permitió conocer la información de forma cerrada y concreta sin alterarlas para demostrar algo que no es a favor del investigador.

### 2.4.2. Instrumentos

Se hizo uso de cuadros y tablas normadas que se encuentran en el Manual de Ensayos de Laboratorio que toma como referencia la normatividad de las instituciones técnicas reconocidas internacionalmente, tales como AASHTO, ASTM, Instituto del Asfalto ACI, NTP, entre otras.

### 2.4.3. Validez y confiabilidad

La realización de los ensayos fue hecha por personal capacitado y especializado en la materia, los resultados se validan por las normas estandarizadas, siendo estas el Manual de Ensayo de Materiales – 2016, Manual de Carreteras – Sección suelos y pavimentos – 2014 y Manual de Carreteras – Especificaciones técnicas generales para construcción – EG-2013.

## **2.5. Método de análisis de datos**

Para analizar los resultados de los ensayos realizados, se procedió al cálculo utilizando el programa Office Excel el cual permitirá presentar la información en tablas simples y de doble entrada.

## **2.6. Aspectos éticos**

La realización de esta investigación tuvo resultados obtenidos por procedimientos normados en donde se obtuvo datos reales, sin ser manipulados o alterados; se tomó como referencia la información de distintos libros, tesis y normas que han sido citadas, respetando sus autorías. Siendo toda información confiable para el investigador.

### **III. RESULTADOS**

#### **3.1. Material de Subbase**

El trabajo es el resultado de la construcción de varias o una capa de material granular, la cual se adquiere de forma procesada o naturalmente, correctamente aprobada, los agregados utilizados son material de cantera de ½” y arena en proporción 1:1.

#### **3.2. Requerimientos Granulométricos**

El material de construcción para la subbase granular debe ajustarse a ciertas franjas granulométricas indicadas en el Manual de Carreteras – EG 2013. (Ver Cuadro 1)

##### **3.2.1. Análisis granulométrico mecánico por tamizado (ASTM D 1241)**

#### **EQUIPOS Y MATERIALES**

- Balanza, con sensibilidad de 0.01 g.
- Balanza, con sensibilidad de 0.1 g.
- Estufa, con temperatura uniforme y constante de  $110 \pm 5$  °C.
- Tamices de malla cuadrada, (Ver Cuadro 7)
- Envases, para el secado y manejo de muestras.
- Cepillo y brocha, para hacer la limpieza de mallas.

#### **MUESTRA**

- Se tomó parte de la muestra después de haber separado los finos por lavado, el peso se realizó según lo indicado en el Cuadro 10.

<b>Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)</b>	<b>Peso mínimo aproximado de la porción (g)</b>
9.5 (3/8")	500
19.6 (3/4")	1000
25.7 (1")	2000
37.5 (1 1/2")	3000
50.0 (2")	4000
75.0 (3")	5000

Figura 19: Peso de muestra para Análisis Granulométrico

Fuente: ASTM 1241, 2015.

## PROCEDIMIENTO

- Ser procedió hacer un tamizado manual en la cual se ingresa la muestra de suelo en el juego de tamices; la operación consiste en agitar de un lado a otro, recorriendo circunferencias de manera que la muestra se mantenga siempre en movimiento. La operación termina cuando se comprueba que al desarmar los tamices no pasa más del 1% de la parte retenida por el periodo de un minuto, cada tamiz se tiene que operar individualmente. Cuando queden partículas dentro de la malla, se las debe retirar con un pincel o cepillo y ponerlas con el retenido del tamiz.

## RESULTADOS

- El análisis granulométrico de las tres canteras (Lekersa, Los Mellizos y Oasis) presentaron similares resultados, sus rangos se encuentran dentro de la clasificación SUCS como *GP* que significa *Grava mal Graduada con Arena*, y dentro de la clasificación AASHTO como *A-1-a (0)* que significa *Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno*.

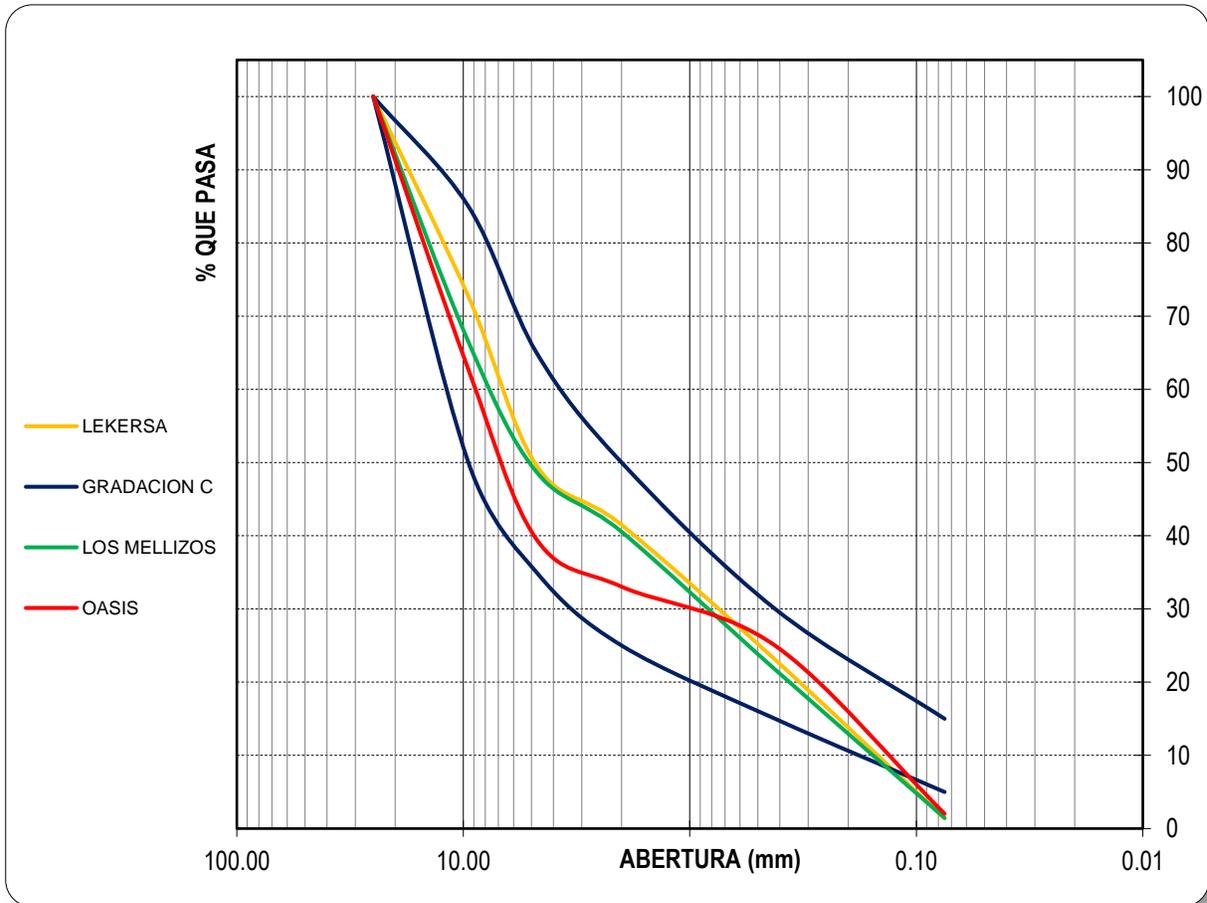


Figura 20: Resultados de Curva Granulométrica de tres Canteras

#### INTERPRETACIÓN:

- Las tres canteras cumplen con el requerimiento granulométrico, estando dentro de las franjas granulométricas de la *Gradación C* especificadas en la norma técnica, menos en la malla N° 200, la norma indica estar entre 5% – 15% y las canteras Lekersa, Los Mellizos y Oasis tienen 1.38%, 1.46% y 1.60% respectivamente.

### 3.3. Requerimientos de Ensayos Especiales

- Además, el material de construcción para la subbase granular debe satisfacer los requisitos de calidad indicados en el Manual de Carreteras – EG 2013. (Ver Cuadro 2)

#### 3.3.1. Abrasión Los Ángeles al desgaste (MTC E 207)

##### EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de Los Ángeles, cilindro hueco de acero cerrado en ambos extremos, con un diámetro interior de  $711 \pm 5$  mm y longitud interior de  $508 \pm 5$  mm. El cilindro debe ser puesto sobre los ejes salientes de los costados, para que pueda girar de forma horizontal con una máxima inclinación de hasta 1 en 100. Debe poseer una abertura para el ingreso de la muestra. La pestaña removible de acero debe ser inspeccionada frecuentemente para determinar que no se encuentre inclinada con respecto a la posición normal radial del cilindro, debe quedar firme y rígida, de tal forma que las esferas y la muestra no impacten en esa abertura o la cubierta.
- Tamices.
- Balanza, con aproximación a 0.1 g.
- Balanza, con aproximación a 1 g.
- Carga, 8 esferas de acero de aproximadamente 46.8 mm de diámetro y con una masa constante de 390 y 445 g por ser de *Gradación C*.

Gradación	Numero de Esferas	Masa de la Carga (g)
A	12	$5000 \pm 25$
B	11	$4584 \pm 25$
C	8	$3330 \pm 20$
D	6	$2500 \pm 15$

Figura 21: Numero de esferas y masa para ensayo de abrasión

Fuente: MTC E 207, 2016.

## MUESTRA

- Lavar y secar la muestra con masa constante a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, y combinar según la gradación del Cuadro 12.

Medidas de tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½")	25.0 mm (1")	1250±25	-	-	-
25.0 mm (1")	19.0 mm (¾")	1250±25	-	-	-
19.0 mm (¾")	12.5 mm (½")	1250±25	2500±10	-	-
12.5 mm (½")	9.5 mm (3/8")	1250±25	2500±10	-	-
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (¼")	-	-	2500±10	-
6.3 mm (¼")	4.75 mm (N° 4)	-	-	2500±10	-
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	-	-	-	5000
TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

Figura 22: Cuadro 12: Masa de ensayo de abrasión según su gradación

Fuente: MTC E 207, 2016.

## PROCEDIMIENTO

- Se coloca la muestra de ensayo y la carga según lo especificado anteriormente dentro de la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad de 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones.
- Luego de la cantidad prescrita de revoluciones, de retira el material de la máquina y se clasifica en dos partes, lo retenido del tamiz N° 12 y lo pasante. Se tamiza el material fino pasante de la malla 1.70 mm según el MTC E 204 y se seca a una masa constante en una estufa de temperatura  $110 \pm 5$  °C. Además, el material grueso retenido se lava y seca hasta masa constante en el horno de  $110 \pm 5$  °C. Las masas se pesan con una aproximación de 1 g.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes porcentajes por pérdida de abrasión en la Maquina de Los Ángeles.

Cuadro 1: Resultados de subbase de ensayo de abrasión de Los Ángeles

CANTERA	% PERDIDA POR ABRASIÓN
Lekersa	12.11
Los Mellizos	12.13
Oasis	12.10

### INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de pérdida por abrasión en la Maquina Los Ángeles debe ser de un máximo de 50%, la cual según los resultados de las tres canteras se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

### 3.3.2. CBR de suelos (Laboratorio) (MTC E 132)

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- Prensa de compresión, con velocidad de 1.27 mm (0.05") por minuto, con medida de cargas de 44.5 kn (100000 ibf) o más y precisión mínima de 44 N (10 ibf) o menos.
- Molde de metal cilíndrico, de  $152.4 \pm 0.66$  mm ( $6'' \pm 0.026''$ ) de diámetro interior y  $177.8 \pm 0.46$  mm ( $7'' \pm 0.018''$ ) de altura, con un collar de metal de 50.8 mm (2.0") de altura y 9.53 mm (3/8") de espesor.
- Disco espaciador, circular de metal de 150.8 mm (5 15/16") de diámetro exterior y  $61.37 \pm 0.127$  mm ( $2.416 \pm 0.005''$ ) de espesor.

- Medidor de expansión, un trípode cuyas patas se apoyen en el borde del molde y lleve montado en medio un dial que este calibrado para que coincida con la placa y permita la lectura de expansión con aproximación de 0.025 mm (0.001”).
- Pesas, una o dos pesas ranuradas o anulares de metal que pesen  $4.5 \pm 0.02$  kg y de diámetro de 5 7/8” a 5 15/16” (149.23 mm a 15081 mm).
- Pisón de penetración, circular de metal de  $49.63 \pm 0.13$  mm ( $1.954 \pm 0.005$ ”) de diámetro, y longitud necesaria para el ensayo de penetración no menor a 101.6 mm (4”).
- Tanque, con capacidad para la inmersión de los moldes en agua.
- Estufa, con temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Balanza, con capacidad de 20 kg y sensibilidad de 1 g.
- Balanza, con capacidad de 1 kg y sensibilidad de 0.1 g.
- Tamices, malla 50.80 mm (2”), 19.05 mm (3/4”), 4.76 mm (N° 4)
- Misceláneos de uso general.

## MUESTRA

- La muestra debe ser preparada para la compactación de acuerdo a los procedimientos de los métodos de prueba NTP 339.141 o NTP 339.142.
- Cuando más del 75 % de la muestra pasa por el tamiz 19.1 mm 3/4”, se utiliza para el ensayo el material que pasa dicho tamiz. Cuando el material retenido por el tamiz 3/4” es mayor al 25% del peso, se separa el material retenido y se sustituye por una porción igual del material comprendido entre los tamices 3/4” y N° 4.
- De la muestra preparada se separa unos 5 kg para cada molde de CBR:
- Se obtiene la densidad máxima y el óptimo contenido de humedad por medio del ensayo de compactación elegido, en este caso Proctor modificado.
- Se mezcla el material añadiendo el óptimo contenido de agua, restando el conocido contenido de humedad del suelo natural.

## PROCEDIMIENTO

- La mezcla de la muestra se obtiene por la relación de los especímenes que posean el mismo peso unitario y contenido de agua, la condición de humedad más crítica se obtiene cuando la muestra está saturada y este se contempla cuando los moldes con los especímenes se encuentran sumergidos en agua por un periodo de 4 días con igual sobrecarga al peso del pavimento.
- Especímenes, se ingresa la pesa dentro del molde y se pone un papel filtro encima de él, luego se pesa el molde con todo ello. Una vez preparado se compacta la muestra preparada dentro de él aplicando un sistema de compactación.  
El sistema de compactación consiste en separar la muestra en tres capas, aplicando con el pisón cierta cantidad de golpes por capa; son tres moldes de 55, 26 y 12 golpes con el fin de obtener una familia de curvas que muestre la relación entre el peso específico, humedad y capacidad de soporte.
- Después de la compactación se retira el collar y se enrasa el espécimen, rellenando con el mismo material si existe alguna depresión al enrasar; luego se desmonta el molde y se invierte retirando el disco espaciador. Se pesa.
- Se ubica dos pesas encima de la muestra dentro del molde, una ranurada y otra anular otorgando un peso no menor a 4.54 kg junto con el pisón de penetración. Se ubica el trípode con el dial marcando la primera lectura como 0.
- Se sumerge el molde con todo lo anterior indicado en el tanque por un periodo de cuatro días, tomando la lectura del dial todos los días a la misma hora y así observar el hinchamiento cuando está sumergido.
- Al final de la inmersión se saca el molde del tanque y se deja escurrir por 15 minutos en su posición normal, se retira la sobrecarga, se pesa y se procede al ensayo de penetración.
- Penetración, se vuelve a ubicar las pesas que suplantaban la sobrecarga del pavimento y se ingresa al equipo de penetración, este otorgará la carga mediante el gato de la prensa con velocidad de 1.27 mm (0.05") por minuto y se anotarán las diferentes lecturas del dial según la figura 23.

<b>MILIMETROS</b>	<b>PULGADAS</b>
0.63	0.025
1.27	0.050
1.90	0.075
2.54	0.100
3.17	0.125
3.81	0.150
5.08	0.200
7.62	0.300
10.16	0.400
12.70	0.500

Figura 23: Penetración de gata de prensa de compactación

Fuente: MTC E 132, 2016.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes porcentajes de CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca.

Cuadro 2: Resultados de subbase de CBR

<b>CANTERA</b>	<b>CBR al 100% de MDS</b>
Lekersa	64.34
Los Mellizos	60.59
Oasis	63.91

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de CBR debe ser de un mínimo del 40%, la cual según los resultados de las tres canteras se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

### 3.3.3. Determinación del límite líquido de los suelos (MTC E 110)

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- Recipiente, vasija de porcelana para mezclar.
- Aparato de Casagrande, es un aparato con una copa de bronce, con dimensiones indicadas en la Figura 11.
- Ranurador con calibrador, de aproximadamente 50 mm (2") de largo.
- Recipientes, de material anticorrosivo y masa constante a altas temperaturas.
- Balanza, con sensibilidad de 0.01 g.
- Estufa, con temperaturas de  $110 \pm 5$  °C.
- Espátula, de hoja metálica flexible con dimensiones de 3" – 4" de largo y  $\frac{3}{4}$ " de ancho.

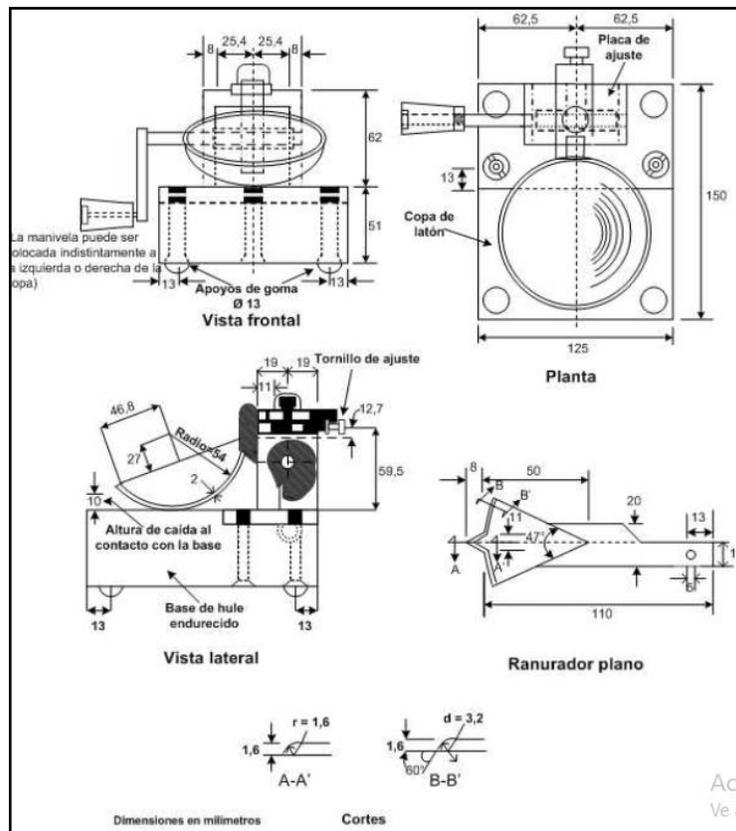


Figura 24: Aparato manual para Limite Liquido

Fuente: Manual Ensayo de Materiales, 2016.

## INSUMOS

- Agua destilada.

## MUESTRA

- Se utiliza una porción de la muestra representativa que pase del tamiz N° 200, aproximadamente unos 150 g a 200 g.

## PROCEDIMIENTO

- Preparar una porción de la muestra con agua destilada, colocarlo en la copa del aparato de Casagrande cuando esta descansa sobre la base, con la ayuda de la espátula presionarla y esparcirla hasta una profundidad de 10 mm en la parte más profunda, formar una superficie casi horizontal. Pasar la espátula lo menos posible, pero tener cuidado de no dejar burbujas dentro de la muestra.
- Con la ayuda del ranurador, dividir la muestra haciendo una ranura a través de la muestra desde el punto más alto hasta el más bajo.
- Verificar que en la base de la copa no exista restos de muestra. Girar el manubrio del aparato haciendo que la copa se levante y caiga en la base con una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundos, hasta que las dos mitades se unan en una longitud de 13 mm.
- Registrar el número de golpes N que se necesitó para que se una las dos partes, tomar una porción de la muestra de aproximadamente el ancho de la espátula y depositarlo en un recipiente, ingresarlo al horno de  $110 \pm 5$  °C hasta masa constante.
- Mezclar nuevamente toda la muestra separada, poniendo un poco más de agua destilada y así disminuir el número de golpes en el siguiente intento.
- Conseguir que los golpes estén en los rangos de 15 – 25, 20 – 30 y 25 – 35.
- Determina el contenido de humedad según el ensayo NTP 339.127.

## RESULTADOS

- Las canteras no presentaron límite líquido en el ensayo con la Copa de Casagrande.

Cuadro 3: Resultados de subbase de ensayo de límite líquido

CANTERA	% LIMITE LIQUIDO
Lekersa	NP
Los Mellizos	NP
Oasis	NP

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de humedad de límite líquido debe ser un máximo de 25%, la cual según los resultados de las tres canteras se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

### 3.3.4. Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) (MTC E 111)

## EQUIPOS Y MATERIALES

- Espátula, de hoja metálica flexible con dimensiones de 3'' – 4'' de largo y ¾'' de ancho.
- Recipiente, de porcelana para almacenaje.
- Balanza, con aproximación de 0.01 g.
- Horno, temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Tamiz, N° 40.
- Vidrio de reloj, para determinar adecuadamente la humedad.
- Superficie de rodadura, vidrio grueso esmerilado.

## INSUMOS

- Agua destilada.

## MUESTRA

- Se tamiza el material por la malla N° 40 y se obtiene aproximadamente unos 20 g, se mezcla con agua destilada hasta tener una pasta homogénea y sea posible formar una esfera.

## PROCEDIMIENTO

- Se toma parte de la muestra preparada y se adecua una masa de forma elipsoide, después se rueda con los dedos de la mano sobre la superficie de vidrio lisa con una presión adecuada y necesaria para formar cilindros de aproximadamente 1/8".
- La muestra tiene que desmoronarse cuando llegue a dicho diámetro, si no sucede, se vuelve hacer la mezclas tantas veces sea necesaria.
- Las porciones obtenidas se reúnen en el vidrio de reloj y se repite el proceso hasta tener unos 6g de muestra.
- Se ingresa al horno con temperatura de  $110 \pm 5$  °C y se determina la humedad según la norma MTC E 108.
- El contenido de humedad será el promedio del resultado de tres ensayos de la misma muestra.
- La índice plasticidad se determina como la resta de su límite líquido y límite plástico.

## RESULTADOS

- Las canteras no presentaron limite liquido ni limite plástico, por lo que se tomará como NP (No plástico).

Cuadro 4: Resultados de subbase de Índice de Plasticidad

<b>CANTERA</b>	<b>INDICE DE PLASTICIDAD</b>
Lekersa	NP
Los Mellizos	NP
Oasis	NP

#### INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de índice de plasticidad debe ser un máximo de 6%, la cual según los resultados de las tres canteras se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

#### 3.3.5. Método de ensayo estándar para el valor equivalente de arena de suelos y agregado fino (MTC E 114)

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- Cilindro plástico graduado transparente, con tapón de jebe.
- Tubo irrigador.
- Horno, con temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Lata de medición, de aproximadamente 2 ¼” de diámetro y capacidad de  $85 \pm 5$  mL.
- Tamiz N° 4.
- Embudo, de boca ancha.
- Botellas, dos con capacidad de 3.8 L (1.0 gal) para ubicar el stock de solución y solución de trabajo.
- Cronometro, para lecturas de tiempo.
- Papel filtro, Watman N° 2V o equivalente.

## INSUMOS

- Agua destilada
- Stock de solución:
  - Cloruro de calcio anhidro, 454 g.
  - Glicerina USP, 1640 mL.
  - Formaldehido, (40%) 45 mL.

Disolver los 454 g de cloruro de calcio en 1.9 L de agua destilada. Enfriar a temperatura ambiente y filtrar con el papel filtro. Agregar 1640 mL glicerina y 45 mL de formaldehido a la solución filtrada, mezclar de forma homogénea y diluir con agua destilada hasta llegar a 1.0 gal.

- Solución de trabajo de cloruro cálcico:

Diluir 85 mL del stock de solución con agua destilada hasta llegar a 1.0 gal.

## MUESTRA

- Realizar el cuarteo de la muestra y obtener 1500 g de material que pasa la malla N° 4 (4.75 mm).

## PROCEDIMIENTO

- Tomar cuatro muestras con el recipiente de medida, dar unos golpes en el extremo inferior sobre una base unas cuatro veces.
- Registrar la cantidad de material por peso o volumen.
- Secar la muestra en el horno hasta masa constante y enfriar a temperatura ambiente.
- Ubicar la botella de 1.0 gal con la solución de trabajo de cloruro cálcico a una distancia de  $91 \pm 3$  cm sobre la superficie de trabajo.
- Conectar el sifón en la parte superior de la botella de 1.0 galón.
- Verter una de las muestras dentro del cilindro plástico con ayuda del embudo de boca ancha, sifonear  $102 \pm 3$  mm de solución de trabajo en el cilindro de plástico y

- golpear ligeramente el fondo del cilindro para retirar burbujas y lograr que se mezcle la solución con la muestra, mantener el espécimen reposando por unos  $10 \pm 1$  min.
- Después del tiempo transcurrido, aflojar el material invirtiendo el cilindro y luego continuar con el proceso de agitación.
  - El método de agitador manual consiste en sostener el cilindro de plástico en posición horizontal y agitar vigorosamente con movimientos horizontales de extremo a extremo a velocidades de aproximadamente 90 ciclos en 30 s llegando a distancias de  $23 \pm 3$  cm. El ciclo consiste en un movimiento de ida y vuelta.
  - Ubicar el cilindro en la mesa de trabajo y retirar el tapón de jebes para posteriormente irrigar la solución de trabajo con ayuda del tubo irrigador enjuagando las paredes del cilindro. Aplicar acciones de punzonamiento y giros a la muestra de fondo mientras la solución sigue fluyendo hasta llegar a las 15 pulg.
  - Mantener el espécimen en reposo por  $20 \text{ min} \pm 15 \text{ s}$ , tomar el tiempo inmediatamente después de retirar el tubo irrigador.
  - Al finalizar el tiempo hace lectura del nivel de arcilla y arena.
    - o Lectura de Arcilla, es el nivel indicado por la parte superior de la suspensión de arcilla.
    - o Lectura de Arena, después de la lectura de arcilla, colocar el dispositivo de pesado de pie dentro del cilindro y bajar lentamente hasta que descansa en la arena. Restar 10 pulg al nivel visible por el borde superior del indicador.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes resultados:

Cuadro 5: Resultados de subbase de Equivalente de Arena

CANTERA	% EQUIVALENTE DE ARENA
Lekersa	62
Los Mellizos	28
Oasis	38

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de equivalente de arena debe ser un mínimo de 25%, la cual según los resultados de las tres canteras se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

### 3.3.6. Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219)

## EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza, con sensibilidad de 0.01 g.
- Estufa, con temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Plancha de calentamiento
- Matraces aforados
- Vasos de precipitación
- Pipetas
- Tubos de Ensayo

## INSUMOS

- Agua destilada.
- Solución de nitrato de plata
- Solución de cloruro de bario

## MUESTRA

- La cantidad de muestra debe ser dependiendo el tamaño del suelo según lo que indica el Cuadro 17, es este caso la muestra es agregado de ½" y arena, por lo tanto, se tomó para gravas de dimensiones comprendidas entre 20 – 5 mm una cantidad de 500 g y un aforo de 500 mL; y para la arena de 5 mm a menos, se tomó una cantidad de 200 g y un aforo de 500 mL

<b>Agregado Pétreo</b>	<b>Cantidad mínima (g)</b>	<b>Aforo mínimo (mL)</b>
Grava 50 – 20 mm	1000	500
Grava 20 – 5 mm	500	500
Arena 5 mm	100	500

Figura 25: Cantidad y aforo de muestra de sales solubles

Fuente: MTC E 219, 2016.

## PROCEDIMIENTO

- Secar la muestra en la estufa a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta peso contante y registrar.
- Ubicar la muestra en un vaso precipitado y llenar con agua destilada hasta cubrir unos 3 cm y hacer hervir.
- Agitar la muestra por 1 minuto hasta completar 4 agitaciones por 10 min.
- Decantar por un periodo de 10 min hasta que el líquido se ponga transparente y transvasar los sobrenadantes a otro vaso. Se determina de presencia de cloruros con unas gotas de nitrato de plata y los sulfatos con unas gotas de cloruro de bario, dando en ambos casos un precipitado blanco.
- Repetir el proceso las veces que sea necesaria hasta que no se detecte la presencia de sales, juntando siempre los líquidos que se transvasaron.
- Enfriar la muestra líquida, luego vaciar a un matraz aforado y llenar con agua destilada hasta enrasar.
- Tomar una alícuota de 50 o 100 mL de volumen del matraz aforado.
- Cristalizar la muestra líquida en la estufa de temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta masa constante.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes resultados:

Cuadro 6: Resultados de subbase de sales solubles

CANTERA	% SALES SOLUBLES
Lekersa	1.34
Los Mellizos	1.72
Oasis	1.39

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de sales solubles debe ser un máximo de 1%, la cual según los resultados de las tres canteras no cumplen con el parámetro de calidad.

3.3.7. Método de ensayo estándar para la determinación de partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en el agregado grueso (ASTM D 4791)

## EQUIPOS Y MATERIALES

- Dispositivo calibrador proporcional, es un dispositivo que consiste en una base plana con dos postes fijos y un brazo giratorio de tal manera que las distancias entre el brazo y los postes tengan una relación constante, es este caso 1:3.

## MUESTRA

- Mezclar la muestra, reducir a través del cuarteo y obtener una muestra adecuada según el tamaño de las partículas, en este caso por ser agregados de ½” se debe tener un peso mínimo de 4 kg.

- La partícula es considerada por sus dimensiones con tres lados: (Figura 19)
  - o Longitud, máxima dimensión de la partícula.
  - o Ancho, máxima dimensión en el plano horizontal a la longitud.
  - o Espesor, máxima dimensión perpendicular a la longitud y ancho.

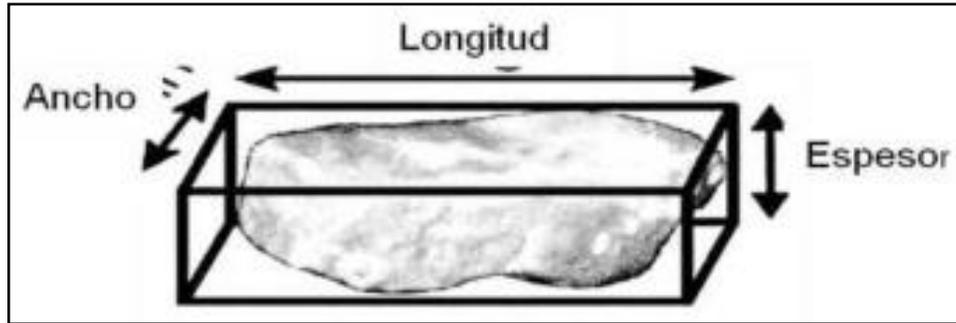


Figura 26: Partes de una partícula

Tamaño máximo nominal malla cuadrada mm – (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo kh – (lb)
9.5 – (3/8)	1 – (2)
12.5 – (1/2)	2 – (4)
19.0 – (3/4)	5 – (11)
25.0 – (1)	10 – (22)
37.5 – (1.1/2)	15 – (33)
50 – (2)	20 – (44)
63 – (2.1/2)	35 – (77)
75 – (3)	60 – (130)
90 – (3.1/2)	100 – (220)
100 – (4)	150 – (330)
112 – (4.1/2)	200 – (440)
125 – (5)	300 – (660)
150 – (6)	500 – (1100)

Figura 27: Peso mínimo para ensayo de partículas chatas y alargadas

Fuente: ASTM D 4791, 2010.

## PROCEDIMIENTO

- Se determinará el inicio de la muestra por número de partículas, por lo cual no es necesario el lavado y secado.
- Tamizar según la norma MTC E 205 y reducir los agregados menores a 3/8 o N° 4 hasta la obtención de 100 partículas.
- Realizar el ensayo a cada una de las partículas y colocarla en dos grupos: 1) Chatas y alargadas, 2) Ni chatas ni alargadas.
- El ensayo consiste en pasar cada uno de las partículas por el dispositivo calibrador proporcional, de tal manera que se considera *chatas* y *alargadas* cuando la longitud ingresa por la distancia más grande entre el brazo y el porte y el espesor por el otro extremo menor sin mover el brazo.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes porcentajes de partículas chatas y alargadas:

Cuadro 7: Resultados de subbase de caras fracturadas

CANTERA	% CHATAS Y ALARGADAS
Lekersa	31
Los Mellizos	30
Oasis	33

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de partículas chatas y alargadas debe ser de un máximo de 20%, la cual según los resultados de las tres canteras no se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

## CUMPLIMIENTO DE RESULTADOS DE MATERIAL DE SUBBASE

El material de subbase de las tres canteras está dentro de los parámetros de calidad con respecto a las franjas granulométricas de la *Gradación C*, menos en la malla N° 200, la norma indica estar entre 5% – 15% y las canteras tiene menor a ellas.

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación C	Lekersa	Los Mellizos	Oasis
50 mm (2")	-	-	-	-
25 mm (1")	100	100	100	100
9.5 mm (3/8")	50-85	72.68	66.50	62.71
4.75 mm (N°4)	35-65	49.58	48.70	39.51
2.0 mm (N° 10)	25-50	41.48	40.54	33.04
425 $\mu$ m (N° 40)	15-30	23.07	21.72	24.54
75 $\mu$ m (N° 200)	<b>5-15</b>	<b>1.38</b>	<b>1.46</b>	<b>1.60</b>

Figura 28: Resultados de Requerimientos Granulométricos para Subbase Granular

Los resultados de los ensayos especiales de agregados nos indican que las tres canteras no cumplieron en dos de los parámetros de calidad, siendo estos *Sales Solubles* y *Partículas Chatas y Alargadas*, dando por resultado que no cumplen en un 29% de la totalidad.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Cumplimiento de Requerimientos			
				< 3000 msum	Lekersa	Los Mellizos	Oasis
Abrasión Los Ángeles	E 207	C 131	T 96	50 % máx.	12.11	12.13	12.10
CBR	E 132	D 1883	T 193	40 % mín.	64.34	60.59	63.91
Límite Líquido	E 110	D 4318	T 89	25 % máx.	NP	NP	NP
Índice de Plasticidad	E 111	D 4318	T 90	6 % máx.	NP	NP	NP
Equivalente de Arena	E 114	D 2419	T 176	25 % mín.	62	28	38
Sales Solubles	E 219	--	--	<b>1 % máx.</b>	<b>1.34</b>	<b>1.72</b>	<b>1.39</b>
Partículas Chatas y Alargadas	--	D 4791	--	<b>20 % máx.</b>	<b>31</b>	<b>30</b>	<b>33</b>

Figura 29: Resultados de Requerimientos de Ensayos Especiales para Subbase

### 3.4. Material de Base

El trabajo es el resultado de la construcción de varias o una capa de material granular, la cual se adquiere de forma procesada o naturalmente, correctamente aprobada, los agregados utilizados son material de cantera de ¾” y arena en proporción 1:1.

### 3.5. Requerimientos Granulométricos

El material de construcción para la base granular debe ajustarse a ciertas franjas granulométricas indicadas en el Manual de Carreteras – EG 2013. (Ver Cuadro 3)

#### 3.5.1. Análisis granulométrico mecánico por tamizado (ASTM D 1241)

Los equipos, materiales, muestra y procedimientos serán los mismos realizados por el ensayo especificado en el punto 3.2.1.

## RESULTADOS

- El análisis granulométrico de las tres canteras (Lekersa, Los Mellizos y Oasis) presentaron similares resultados, sus rangos se encuentran dentro de la clasificación SUCS como *GP* que significa *Grava mal Graduada con Arena*, y dentro de la clasificación AASHTO como *A-1-a (0)* que significa *Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno*.

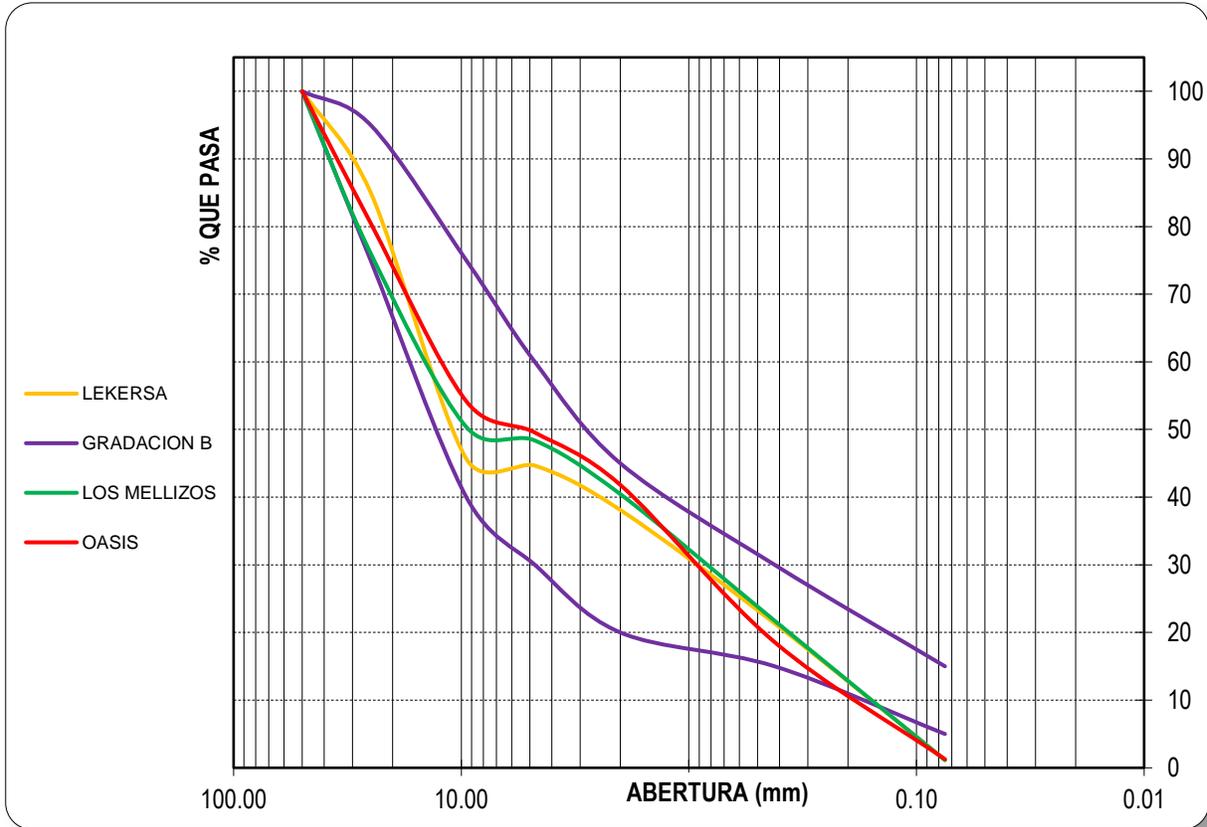


Figura 30: Resultados de Curva Granulométrica de tres Canteras

#### INTERPRETACIÓN:

- Las tres canteras cumplen con el requerimiento granulométrico, estando dentro de las franjas granulométricas de la *Gradación B* especificadas en la norma técnica, menos en la malla N° 200, la norma indica estar entre 5% – 15% y las canteras Lekersa, Los Mellizos y Oasis tienen 1.19%, 1.13% y 1.82% respectivamente.

### 3.6. Requerimientos de CBR

#### 3.6.1. CBR de suelos (Laboratorio) (MTC E 132)

#### EQUIPOS, MATERIALES, MUESTRA Y PROCEDIMIENTO

- Los equipos, materiales, muestra y procedimientos serán los mismos realizados por el ensayo especificado en el punto 3.3.2.

#### RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes porcentajes de CBR al 100% de la Máxima Densidad Seca.

Cuadro 8: Resultados de base de CBR

<b>CANTERA</b>	<b>CBR al 100% de MDS</b>
Lekersa	66.61
Los Mellizos	66.66
Oasis	66.56

#### INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de CBR debe ser de un máximo del 80% para tráfico de ejes equivalentes ( $<10^6$ ) y 100% para ( $\geq 10^6$ ) la cual según los resultados de las tres canteras no son aptos para ambos casos.

### 3.7. Requerimientos de Agregados

#### 3.7.1. Agregado Grueso

Es el material granular extraídos de las tres canteras, en este caso grava  $\frac{3}{4}$ ".

##### 3.7.1.1. Método de ensayo estándar para la determinación del porcentaje de partículas fracturadas en el agregado grueso (MTC E 210)

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza, con aproximación al 0.1 g.
- Tamices, conforme al ASTM E 11.

#### MUESTRA

- La masa de la muestra depende de las dimensiones de las partículas, por estar estudiando grava de  $\frac{3}{4}$ " se tomará 3 kg.

<b>Tamaño máximo nominal muestra de ensayo mínima mm (pulg)</b>	<b>Masa g (lb)</b>
9.5 (3/8)	200 (0.5)
12.5 (1/2)	500 (1)
19.0 (3/4)	1500 (3)
25.0 (1)	3000 (6.5)
37.5 (1.1/2)	7500 (16.5)
50 (2)	15000 (33)
63 (2.1/2)	30000 (66)
75 (3)	60000 (132)
90 (3.1/2)	90000 (198)

Figura 31: Masa para ensayo de caras fracturadas

## PROCEDIMIENTO

- Lavar la muestra sobre la malla indicada a estudiar y así poder retirar todo el material fino remanente y secar a masa constante.
- Extender toda la muestra sobre una base, separando cada partícula y así tener una mejor visualización de cada una de ellas.
- Estudiar cada partícula y clasificar a través de un método de observación cuantas caras fracturadas posee separándolas en: 1) con una cara fracturada, 2) con dos o más caras fracturadas, 3) sin caras fracturadas.
- La clasificación depende del nivel de observación con respecto a las imágenes referenciales indicadas en la norma MTC E 210.

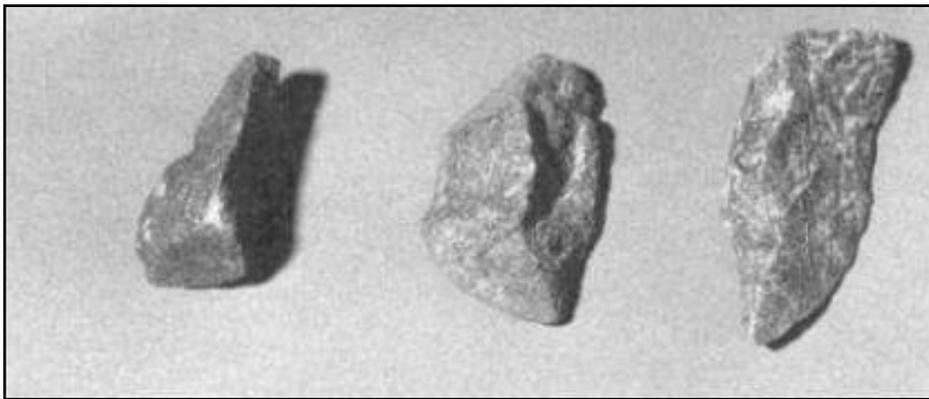


Figura 32: Partículas fracturadas (bordes agudos, superficies rugosas)

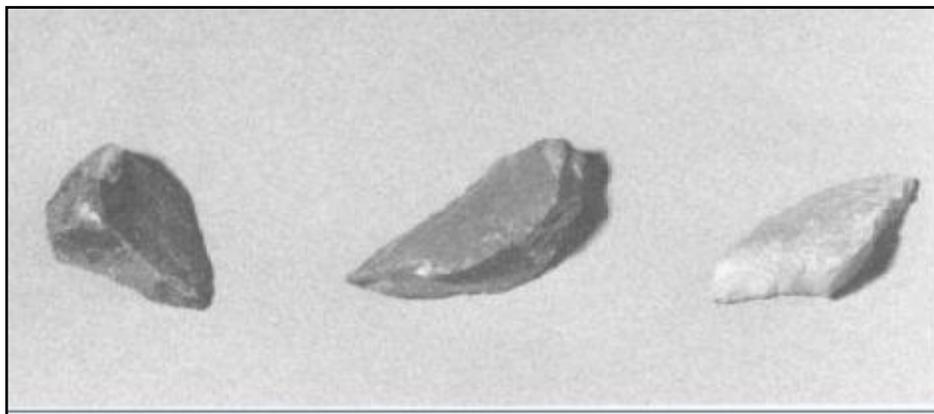


Figura 33: Partículas fracturadas (borde agudo, superficies alisadas)

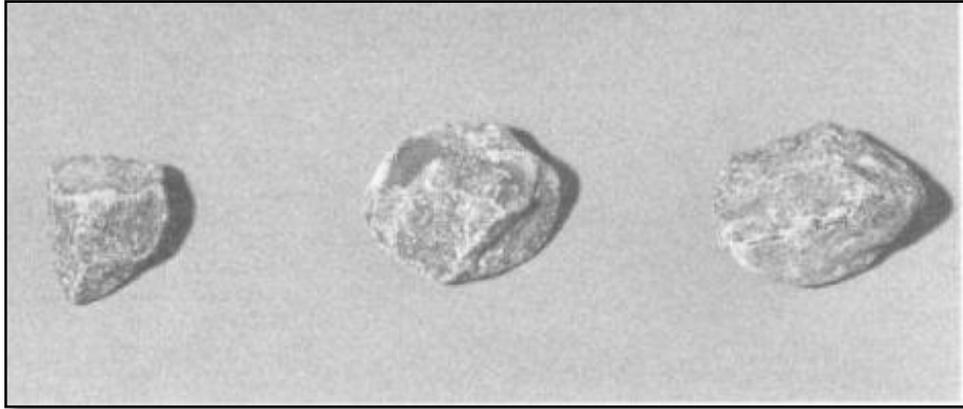


Figura 34: Partículas fracturadas (bordes redondeados, superficie rugosa)



Figura 35: Partículas fracturadas (centro) flanqueadas por dos partículas no fracturadas (solo astillada)

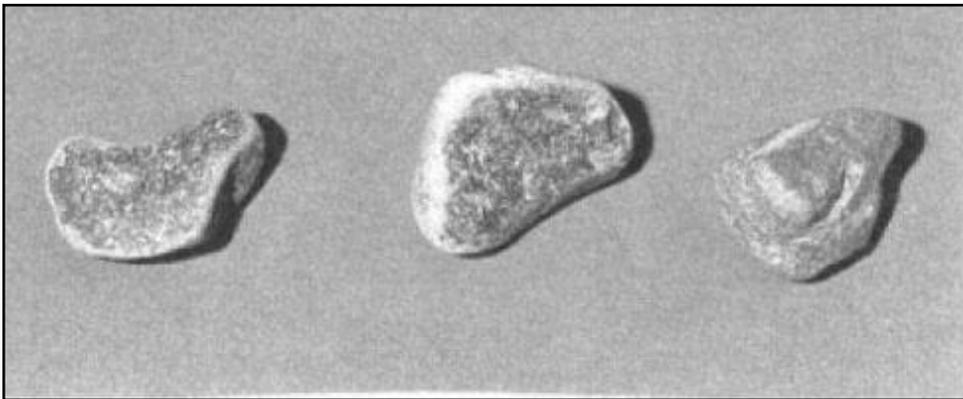


Figura 36: Partículas no fracturadas (bordes redondeados, superficies alisadas)

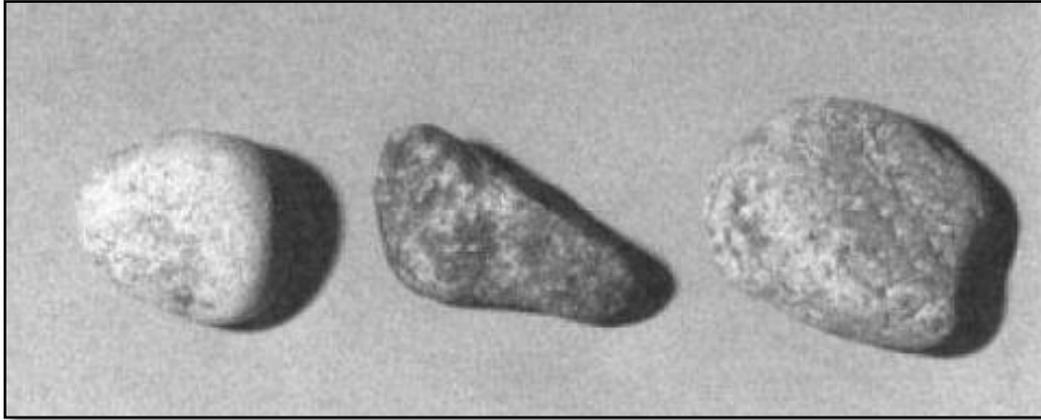


Figura 37: Partículas no fracturadas (partículas redondeadas, superficies alisadas)

Fuente: MTC E 210, 2016.

## RESULTADOS

Partículas con una cara fracturada, las canteras presentaron los siguientes resultados:

Cuadro 9: Resultados agregado grueso de una cara fracturada

<b>CANTERA</b>	<b>% SALES SOLUBLES</b>
Lekersa	72.33
Los Mellizos	78.03
Oasis	75.79

Partículas con dos o más caras fracturadas, las canteras presentaron los siguientes resultados:

Cuadro 10: Resultados de agregado grueso de dos o más caras fracturadas

<b>CANTERA</b>	<b>% SALES SOLUBLES</b>
Lekersa	55.78
Los Mellizos	60.51
Oasis	57.73

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de partículas con una cara fracturada debe ser un mínimo de 80%, la cual según los resultados de las tres canteras no cumplen con el parámetro de calidad.
- La norma técnica nos indica que el porcentaje de partículas con dos o más caras fracturadas debe ser un mínimo de 40%, la cual según los resultados de las tres canteras cumplen con el parámetro de calidad.

### 3.7.1.2. Abrasión Los Ángeles al desgaste (MTC E 207)

## EQUIPOS Y MATERIALES

- Máquina de Los Ángeles, cilindro hueco de acero cerrado en ambos extremos, con un diámetro interior de  $711 \pm 5$  mm y longitud interior de  $508 \pm 5$  mm.  
El cilindro debe ser puesto sobre los ejes salientes de los costados, para que pueda girar de forma horizontal con una máxima inclinación de hasta 1 en 100. Debe poseer una abertura para el ingreso de la muestra. La pestaña removible de acero debe ser inspeccionada frecuentemente para determinar que no se encuentre inclinada con respecto a la posición normal radial del cilindro, debe quedar firme y rígida, de tal forma que las esferas y la muestra no impacten en esa abertura o la cubierta.
- Tamices.
- Balanza, con aproximación a 0.1 g.
- Balanza, con aproximación a 1 g.
- Carga, 11 esferas de acero de aproximadamente 46.8 mm de diámetro y con una masa constante de 390 y 445 g por ser de *Gradación B*.

Gradación	Numero de Esferas	Masa de la Carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 20
D	6	2500 ± 15

Figura 38: Numero de esferas y masa para ensayo

Fuente: MTC E 207, 2016.

### MUESTRA

- Lavar y secar la muestra con masa constante a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, y combinar según la gradación del Cuadro 12.

Medidas de tamiz (abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 ½")	25.0 mm (1")	1250±25	-	-	-
25.0 mm (1")	19.0 mm (¾")	1250±25	-	-	-
19.0 mm (¾")	12.5 mm (½")	1250±25	2500±10	-	-
12.5 mm (½")	9.5 mm (⅜")	1250±25	2500±10	-	-
9.5 mm (⅜")	6.3 mm (¼")	-	-	2500±10	-
6.3 mm (¼")	4.75 mm (N° 4)	-	-	2500±10	-
4.75 mm (N° 4)	2.36 mm (N° 8)	-	-	-	5000
TOTAL		5000±10	5000±10	5000±10	5000±10

Figura 39: Masa de ensayo según su gradación

Fuente: MTC E 207, 2016.

- Se obtiene una muestra según el MTC E 201 y se reducirá de acuerdo al ASTM C 702.

## PROCEDIMIENTO

- Se coloca la muestra de ensayo y la carga según lo especificado anteriormente dentro de la máquina de Los Ángeles y rotarla a una velocidad de 30 rpm a 33 rpm, por 500 revoluciones.
- Luego de la cantidad prescrita de revoluciones, se retira el material de la máquina y se clasifica en dos partes, lo retenido del tamiz N° 12 y lo pasante. Se tamiza el material fino pasante de la malla 1.70 mm según el MTC E 204 y se seca a una masa constante en una estufa de temperatura  $110 \pm 5$  °C. Además, el material grueso retenido se lava y seca hasta masa constante en el horno de  $110 \pm 5$  °C. Las masas se pesan con una aproximación de 1 g.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes porcentajes por pérdida de abrasión en la Máquina de Los Ángeles.

Cuadro 11: Resultados de agregado grueso de ensayo de abrasión

CANTERA	% PERDIDA POR ABRASIÓN
Lekersa	13.68
Los Mellizos	12.97
Oasis	13.42

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de pérdida por abrasión en la Máquina Los Ángeles debe ser de un máximo de 40%, la cual según los resultados de las tres canteras se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

3.7.1.3. Método de ensayo estándar para la determinación de partículas planas, partículas alargadas o partículas planas y alargadas en el agregado grueso (ASTM D 4791)

#### EQUIPOS, MATERIALES Y PROCEDIMIENTOS

- Los equipos, materiales y procedimientos serán los mismos realizados por el ensayo especificado en el punto 3.3.7.

#### MUESTRA

- Mezclar la muestra, reducir a través del cuarteo y obtener una muestra adecuada según el tamaño de las partículas, en este caso por ser agregados de  $\frac{3}{4}$ " se debe tener un peso mínimo de 11 kg.

- La partícula es considerada por sus dimensiones con tres lados: (Figura 19)

- Longitud, máxima dimensión de la partícula.
- Ancho, máxima dimensión en el plano horizontal a la longitud.
- Espesor, máxima dimensión perpendicular a la longitud y ancho.

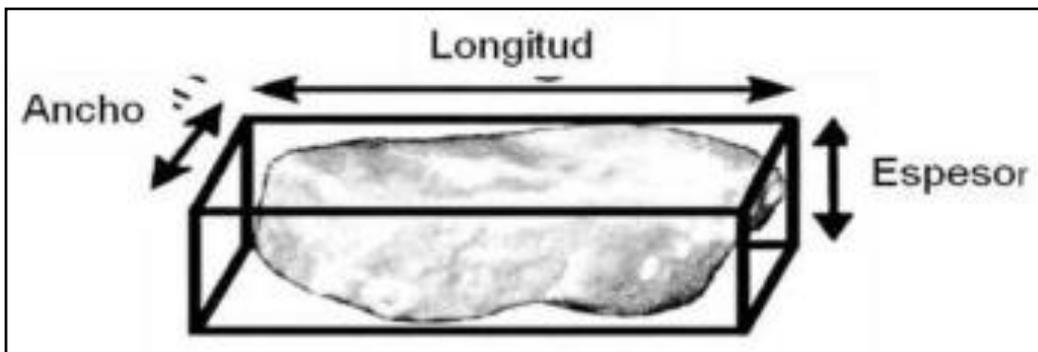


Figura 40: Partes de una partícula

Tamaño máximo nominal malla cuadrada mm – (pulg)	Peso mínimo de la muestra de ensayo $kh$ – (lb)
9.5 – (3/8)	1 – (2)
12.5 – (1/2)	2 – (4)
19.0 – (3/4)	5 – (11)
25.0 – (1)	10 – (22)
37.5 – (1.1/2)	15 – (33)
50 – (2)	20 – (44)
63 – (2.1/2)	35 – (77)
75 – (3)	60 – (130)
90 – (3.1/2)	100 – (220)
100 – (4)	150 – (330)
112 – (4.1/2)	200 – (440)
125 – (5)	300 – (660)
150 – (6)	500 – (1100)

Figura 41: Peso mínimo para ensayo de partículas chatas y alargadas

Fuente: ASTM D 4791, 2010.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes porcentajes de partículas chatas y alargadas:

Cuadro 12: Resultados de agregado grueso de chatas y alargadas

CANTERA	%CHATAS Y ALARGADAS
Lekersa	38
Los Mellizos	26
Oasis	30

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de partículas chatas y alargadas debe ser de un máximo de 15%, la cual según los resultados de las tres canteras no se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

### 3.7.1.4. Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219)

#### EQUIPOS Y MATERIALES

- Balanza, con sensibilidad de 0.01 g.
- Estufa, con temperatura de  $110 \pm 5$  °C.
- Plancha de calentamiento
- Matraces aforados
- Vasos de precipitación
- Pipetas
- Tubos de Ensayo

#### INSUMOS

- Agua destilada.
- Solución de nitrato de plata
- Solución de cloruro de bario

#### MUESTRA

- La cantidad de muestra debe ser dependiendo el tamaño del suelo según lo que indica el Cuadro 17, en este caso la muestra es grava de  $\frac{3}{4}$ ", por lo tanto, se tomó para gravas de dimensiones comprendidas entre 50 – 20 mm una cantidad de 1000 g y un aforo de 500 mL.

#### PROCEDIMIENTO

- Secar la muestra en la estufa a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta peso constante y registrar.
- Ubicar la muestra en un vaso precipitado y llenar con agua destilada hasta cubrir unos 3 cm y hacer hervir.

- Agitar la muestra por 1 minuto hasta completar 4 agitaciones por 10 min.
- Decantar por un periodo de 10 min hasta que el líquido se ponga transparente y transvasar los sobrenadantes a otro vaso. Se determina de presencia de cloruros con unas gotas de nitrato de plata y los sulfatos con unas gotas de cloruro de bario, dando en ambos casos un precipitado blanco.
- Repetir el proceso las veces que sea necesaria hasta que no se detecte la presencia de sales, juntando siempre los líquidos que se transvasaron.
- Enfriar la muestra líquida, luego vaciar a un matraz aforado y llenar con agua destilada hasta enrasar.
- Tomar una alícuota de 50 o 100 mL de volumen del matraz aforado.
- Cristalizar la muestra líquida en la estufa de temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta masa constante.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes resultados:

Cuadro 13: Resultados de agregado grueso de sales solubles

CANTERA	% SALES SOLUBLES
Lekersa	0.20
Los Mellizos	0.21
Oasis	0.20

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de sales solubles debe ser un máximo de 0.5%, la cual según los resultados de las tres canteras cumplen con el parámetro de calidad.

### 3.7.1.5. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (MTC E 209)

- El parámetro de calidad no es necesario para altitudes menores a 3000 msnm; ya que las tres canteras evaluadas están en la provincia de Trujillo no aplica para ser un requisito.

### 3.7.2. Agregado Fino

Es el material granular extraídos de las tres canteras, es este caso arena.

#### 3.7.2.1. Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.) (MTC E 111)

Los equipos, materiales, muestra y procedimientos serán los mismos realizados por el ensayo especificado en el punto 3.3.3 y 3.3.4.

## RESULTADOS

- Las canteras no presentaron limites, por lo que se tomará como NP (No plástico).

Cuadro 14: Resultados de agregado fino de índice de plasticidad

CANTERA	INDICE DE PLASTICIDAD
Lekersa	NP
Los Mellizos	NP
Oasis	NP

## INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de índice de plasticidad debe ser un máximo de 4%, la cual según los resultados de las tres canteras se encuentran dentro de los parámetros de calidad.

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

Los equipos, materiales, muestra y procedimientos serán los mismos realizados por el ensayo especificado en el punto 3.3.5.

**RESULTADOS**

- Las canteras presentaron los siguientes resultados:

Cuadro 15: Resultados de agregado fino de equivalente de arena

<b>CANTERA</b>	<b>% EQUIVALENTE DE ARENA</b>
Lekersa	62
Los Mellizos	28
Oasis	38

**INTERPRETACIÓN:**

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de equivalente de arena debe ser un mínimo de 35%, la cual según los resultados la cantera Lekersa y Oasis se encuentran dentro de los parámetros de calidad, pero Los Mellizos no cumple con este requisito.

### 3.7.2.3. Sales solubles en agregados para pavimentos flexibles (MTC E 219)

#### EQUIPOS, MATERIALES E INSUMOS

- Los equipos, materiales e insumos serán los mismos utilizados en el ensayo del punto 3.3.6.

#### MUESTRA

- La cantidad de muestra debe ser dependiendo el tamaño del suelo según lo que indica el Cuadro 17, en este caso la muestra es arena, por lo que se tomará para dimensiones menores a 5 mm una cantidad de 200 g y un aforo de 500 mL,

#### PROCEDIMIENTO

- Secar la muestra en la estufa a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta peso constante y registrar.
- Ubicar la muestra en un vaso precipitado y llenar con agua destilada hasta cubrir unos 3 cm y hacer hervir.
- Agitar la muestra por 1 minuto hasta completar 4 agitaciones por 10 min.
- Decantar por un periodo de 10 min hasta que el líquido se ponga transparente y transvasar los sobrenadantes a otro vaso. Se determina de presencia de cloruros con unas gotas de nitrato de plata y los sulfatos con unas gotas de cloruro de bario, dando en ambos casos un precipitado blanco.
- Repetir el proceso las veces que sea necesaria hasta que no se detecte la presencia de sales, juntando siempre los líquidos que se transvasaron.
- Enfriar la muestra líquida, luego vaciar a un matraz aforado y llenar con agua destilada hasta enrasar.
- Tomar una alícuota de 50 o 100 mL de volumen del matraz aforado.
- Cristalizar la muestra líquida en la estufa de temperatura de  $110 \pm 5$  °C hasta masa constante.

## RESULTADOS

- Las canteras presentaron los siguientes resultados:

Cuadro 16: Resultados de agregado fino de sales solubles

<b>CANTERA</b>	<b>% SALES SOLUBLES</b>
Lekersa	1.24
Los Mellizos	1.30
Oasis	1.27

### INTERPRETACIÓN:

- La norma técnica nos indica que el porcentaje de sales solubles debe ser un máximo de 0.5%, la cual según los resultados de las tres canteras no cumplen con el parámetro de calidad.

#### 3.7.2.4. Durabilidad al sulfato de sodio y sulfato de magnesio (MTC E 209)

- El parámetro de calidad no es necesario para altitudes menores a 3000 msnm; ya que las tres canteras evaluadas están en la provincia de Trujillo no aplica para ser un requisito.

## CUMPLIMIENTO DE RESULTADOS DE MATERIAL DE SUBBASE

El material de subbase de las tres canteras está dentro de los parámetros de calidad con respecto a las franjas granulométricas de la *Gradación B* especificadas en la norma técnica, menos en la malla N° 200, la norma indica estar entre 5% – 15% y las canteras Lekersa, Los Mellizos y Oasis tienen 1.19%, 1.13% y 1.82% respectivamente.

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación B	Lekersa	Los Mellizos	Oasis
50 mm (2")	100	100	100	100
25 mm (1")	75-95	85.04	76.05	80.50
9.5 mm (3/8")	40-75	46.67	50.37	54.26
4.75 mm (N° 4)	30-60	44.66	48.38	51.04
2.0 mm (N° 10)	20-45	38.10	40.44	43.30
425 $\mu$ m (N° 40)	15-30	21.34	21.73	19.60
75 $\mu$ m (N° 200)	<b>5-15</b>	<b>1.19</b>	<b>1.13</b>	<b>1.82</b>

Figura 42: Resultados de Requerimientos Granulométricos para base Granular

El material de base de las tres canteras no cumple con el parámetro de calidad de CBR, la norma técnica nos indica que el porcentaje debe ser de un máximo del 80% para tráfico de ejes equivalentes ( $<10^6$ ) y 100% para ( $\geq 10^6$ ) la cual según los resultados de las tres canteras no son aptos para ambos casos.

Cumplimiento de Valor Relativo de Soporte, CBR		Lekersa	Los Mellizos	Oasis
Trafico en ejes equivalentes ( $<10^6$ )	<b>Mín. 80%</b>	<b>66.61</b>	<b>66.66</b>	<b>66.56</b>
Trafico en ejes equivalentes ( $\geq 10^6$ )	<b>Mín. 100%</b>			

Figura 43: Cumplimiento de requerimientos de CBR para Base Granular

Los resultados de agregado grueso nos indican que las tres canteras no cumplieron en tres de los parámetros de calidad, siendo estos *Partículas con una cara fracturada*, *Partículas Chatas y Alargadas* y *Sales Solubles*, no cumpliendo en un 40% de la totalidad.

Ensayo	Norma MTC	Norma ASTM	Norma AASHTO	Cumplimiento de Requerimientos			
				< 3000 msnm	Lekersa	Los Mellizos	Oasis
Partículas con una cara fracturada	E 210	D 5821	--	80 % mín.	72.33	78.03	75.79
Partículas con dos caras fracturadas	E 210	D 5821	--	40 % mín.	55.78	60.51	57.73
Abrasión Los Ángeles	E 207	C 131	T 96	40 % máx.	13.68	12.97	13.42
Partículas chatas y alargadas	--	D 4791	--	15 % máx.	38	26	30
Sales Solubles Totales	E 219	D 1888	--	0.5 % máx.	0.20	0.21	0.20
Durabilidad al sulfato de magnesio	E 209	C 88	T 104	--	--	--	--

Figura 44: Resultados de Requerimientos para agregado grueso

Los resultados de agregado fino nos indican que las tres canteras no cumplieron en uno de los parámetros de calidad, siendo esta el de *Sales Solubles*, adicional la cantera Los Mellizos no cumple con el parámetro de *Equivalente de Arena*; dando por resultado que las canteras Lekersa y Oasis no cumplen en un 33% y la cantera Los Mellizos en un 67% de la totalidad.

Ensayo	Norma	Cumplimiento de Requerimientos			
		< 3000 msnm	Lekersa	Los Mellizos	Oasis
Índice plástico	E 111	4 % máx.	NP	NP	NP
Equivalente de arena	E 114	35 % mín.	62	28	38
Sales Solubles	E 219	0.5 % máx.	1.24	1.30	1.27
Durabilidad al sulfato de magnesio	E 209	--	--	--	--

Figura 45: Resultados de Requerimientos para agregado fino

#### IV. DISCUSIÓN

- Las canteras evaluadas (Lekersa, Los Mellizos y Oasis) son canteras que distribuyen material de subbase que no cumple con todos los parámetros de calidad, pero se pueden considerar capaces de resistir los esfuerzos considerados por el Manual de Carretas – EG 2013 por cumplir parámetros relevantes como CBR, Abrasión Los Ángeles y Equivalente de Arena que proporcionan un alto grado de resistencia. Estos resultados son semejantes a los dados por Contreras y Herrera, 2015, quienes evaluaron agregados naturales de canteras de la ciudad de Nuevo Chimbote y presentaron similares resultados en los parámetros mencionados anteriormente.
- Según Miranda, 2014, la importancia del cumplimiento del CBR y Abrasión al desgaste influye significativamente en el comportamiento, al no cumplir con este requisito llegan a ser una de las principales razones por la cual los pavimentos presentan fallas en corto tiempo; es por este motivo que los resultados de las tres canteras indican que no son aptos para material de base, su índice de CBR al 100 % de su MSD no es el adecuado, adicionalmente tampoco satisfacen el requisito del ensayo de Sales Solubles, partículas chatas y alargadas y con una cara fracturada. Siento datos similares a los de Muñoz, 2013 donde sus canteras naturales para material de base no llegan a cumplir con los índices de CBR indicados en la norma actual y tienden a mejorar el material con mezclas de áridos reciclados.
- Según Jara, 2014, la presencia de sales será algo perjudicial en los agregados, ninguna de las canteras cumple con dicho parámetro sea para material de base y subbase, por lo tanto, tienden a sufrir expansión al momento de tener contacto con cemento. Este parámetro nos permite conocer la durabilidad que tendrá la estructura de la carretera ya que podría proporcionar un motivo para el deterioro de la capa de rodadura; los agregados estudiados no cumplen con los valores máximos exigido por el Manual de Carreteras EG - 2013.

## V. CONCLUSIONES

- El material de subbase extraídos de las tres canteras está dentro de las franjas granulométricas de la Gradación C, siendo estas en proporción 1:1 de grava de ½” y arena; y el material de base están dentro de las franjas granulométricas de la Gradación B en proporción 1:1 de grava de ¾” y arena, pero incumpliendo ambas en la malla N° 200.
- Las tres canteras presentaron similares resultados con respecto a los requerimientos de ensayos especiales del material de subbase, cumpliendo solo en un 71%, fallando en los parámetros de Sales Solubles y Partículas chatas y alargadas, pero considerándose aptas para su finalidad de subbase por tener a favor el cumplimiento de importantes parámetros como CBR al 100% de la MDS, Abrasión de Los Ángeles y Equivalente de Arena.
- Las tres canteras no son aptas para utilizar como material de base para vías pavimentadas por presentar un CBR al 100% de la MDS menor al indicado en el Manual de Carreteras EG – 2013 en ambos tráficos.
- Los requerimientos para agregado grueso presentaron fallidos resultados, las tres canteras satisficieron los parámetros de calidad en solo un 30%, siendo estas Partículas con dos Caras Fracturadas y Abrasión de Los Ángeles; así mismo, en los requerimientos de agregado fino, la Cantera Lekersa y Oasis cumplieron en un 67% y la cantera Los Mellizos en un 33%.
- Las canteras Lekersa, Los Mellizos y Oasis presentaron similares resultados, cumpliendo en un 71% de los siete parámetros evaluados en material de subbase, mientras en material de base la cantera Lekersa y Oasis tienden a no satisfacer los requisitos en un 44% de nueve parámetros y la cantera Los Mellizos en un 56%.
- Las tres canteras ofrecen agregados de calidad para material de subbase; no cumplen en distribuir agregados de calidad para material de base, pero en conclusión siendo mejor las canteras Lekersa y Oasis.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio más detallado de la presencia de sales en los agregados de las canteras ubicadas en el litoral costero, así mismo, su influencia cuando entra en contacto no solo con el cemento asfáltico si no con el concreto armado.
- Influir en la auditoría y control de procedimientos de las canteras de Trujillo, ya que existe una gran cantidad de canteras informales que producen y proporcionan agregados sin ninguna dificultad a obras públicas y privadas, siendo un factor importante en el constante deterioro de las pistas y carreteras de la ciudad.
- Los agregados de las canteras son aptos para zonas rurales donde se realizan carretera de tercera clase y no es un requisito tener un alto índice de CBR.

## REFERENCIAS

AGUINAGA, Miguel y NARRO, Marlon. Evaluación de las canteras en la provincia de Trujillo y la proporción de arena fina, para morteros de enlucido, sobre sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, en el año 2017. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada del Norte, Facultad de ingeniería, 2017.

Disponible en <http://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12857>

GUEVARA, Jim y RUIZ, Roberto. Análisis comparativo de áridos del sector el Milagro estabilizados con asfalto de caucho reciclado y asfalto convencional para capas bases. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2016.

Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/3564>

CONTRERAS, Karlita y HERRERA, Victor. Mejoramiento del agregado obtenido de escombros de la construcción para bases y sub-bases de estructura de pavimento en nuevo Chimbote-Santa-Ancash. Tesis (Ingeniero Civil). Nuevo Chimbote: Universidad Nacional de Santa, Facultad de Ingeniería, 2015.

Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/270>

FERNÁNDEZ, Christian y SALAZAR, Wagner. Pavimentos estructurales biotecnológicos de larga vida, empleando el aditivo ecológico PERMAZYME 11X en vías afirmadas y su aplicación en la pista de prueba del instituto de biotecnología molecular y reproductiva animal IBMRA-UPAO. Tesis (Ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería, 2015.

Disponible en <http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/2036>

ORTEGA, Alberto. La calidad de los agregados de tres canteras de la ciudad de Ambato y su influencia en la resistencia del hormigón empleado en la construcción de obras civiles. Tesis (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería, 2013.

Disponible en <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/4335>

BARRA, Marilda y VÁZQUEZ, Enric. Estudio de mezclas de áridos reciclados de hormigón y asfáltico estabilizados con cemento para su aplicación en bases y subbases de carreteras. Tesis de Master (Ingeniero Estructural y de la Construcción). España: Universidad Politécnica de Cataluña, Facultad de Ingeniería, 2013.

Disponible en <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/2708/42970>

ALVARADO, Nelson. Gestión en la producción de agregados para pavimentos, caso Quinua – San Francisco tramo I. Tesis (Ingeniero Civil). Lima: Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, 2013.

Disponible en [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/425/Alvarado\\_nj](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/425/Alvarado_nj)

ARANGURI, Gloria. 2015. La importancia del uso de agregados provenientes de canteras de calidad. *Is Crescendo Ingeniería* [en línea]. Noviembre 2015. [Fecha de consulta: Mayo del 2017].

Disponible en <http://revistas.uladech.edu.pe/index.php/increscendo-ingenieria/article/view/1131/915>

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras – Sección suelos y pavimentos. R.D. N°10-2014-MTC/14. Perú. Abril del 2014.

MIRANDA, Ricardo. Deterioro en pavimentos flexibles y rígidos. Tesis (Ingeniero Constructor). Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de Ingeniería, 2010. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2010/bmfcim672d/doc/bmfcim672d.pdf>

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Carreteras – Especificaciones técnicas generales para construcción. R.D. N°22-2013-MTC/14. Perú. Junio del 2013.

AMERICAN SOCIETY for Testing and Materials, Standard Specification for Materials for Soil-Aggregate Subbase, Base, and Surface Courses – ASTM D-1241. U.S, 2015.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 107 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 202 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 110 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 111 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

AMERICAN SOCIETY for Testing and Materials, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System – SUCS) – ASTM D-2487. U.S, 2017.

AMERICAN SOCIETY for Testing and Materials, Standard Practice for Classification of Soils for Engineering Purposes (American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO) – ASTM D-3282. U.S, 2015.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 219 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 213 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

AMERICAN SOCIETY for Testing and Materials, Standard Test Method for Flat Particles, Elongated Particles, or Flat and Elongated Particles in Coarse Aggregate – ASTM D-4791. U.S, 2010.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 210 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 132 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 207 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

UTEST, equipo para ensayos de materiales. Máquina de Abrasión Los Ángeles UTA-0600 versión 60 Hz, 2018.

Disponible en <http://www.utest.com.tr/es/25827/M-quina-de-Abrasi-n-Los-ngeles>

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 114 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 115 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 209 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

MINISTERIO de Transportes y Comunicaciones. Manual de Ensayo de Materiales – MTC E 214 – 2000. R.D. N°18-2016-MTC/14. Perú. Mayo del 2016.

JARA, Héctor. Manual de procedimientos analíticos para suelos y agregados de construcción. Tesis (Pregrado no publicado). Piura: Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería, 2014.

Disponible en [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2745/ING\\_544.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2745/ING_544.pdf?sequence=1)

ANEXOS

**CANTERA**

**LEKERSA**

MATERIAL DE SUBBASE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D 2216

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. JOSE ALINDOR BOYD LLANOS  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Lokersa  
**MUESTRA:** Material de Subbase

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO No	1	2	3
Peso de la tara	8.41	9.08	8.23
Tara + suelo humedo	94.13	94.28	101.14
Tara + suelo seco	93.11	93.28	100.09
Agua	1.02	1	1.05
Peso del suelo seco	84.7	84.2	91.86
% Humedad	1.204%	1.188%	1.143%
<b>% Humedad promedio</b>	<b>1.18%</b>		

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Seidería  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

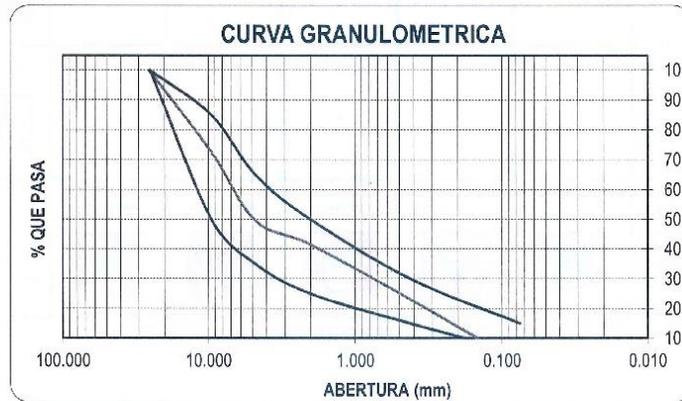
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D 1241**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACION** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Lekersa  
**MUESTRA:** Material de Subbase

Peso Original (gr):		2382.80				<b>Descripcion de la Muestra:</b>
Perd. por lavado (gr):		32.90				
Peso Tamizado (gr):		2349.90				
<b>ABERT. MALLA</b>						<b>Contenido de Humedad (%):</b> 1.18%
<b>Pulg/malla</b>	<b>mm</b>	<b>Peso retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Ret Acumulado</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Limites de Consistencia:</b>
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Liquido: NP
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plastico: NP
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice de Plasticidad: 0.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	34.90	1.46	1.46	98.54	<b>Porcentaje en muestra:</b>
1/2"	12.700	348.50	14.63	16.09	83.91	% Grava (3' a #4) 50.42
3/8"	9.525	267.70	11.23	27.32	72.68	% Arena (#4 a #200) 48.20
1/4"	6.350	432.50	18.15	45.48	54.52	% Finos (Menor a #200) 1.38
No 4	4.750	117.70	4.94	50.42	49.58	100.00
No 8	2.360	146.40	6.14	56.56	43.44	
No 10	2.000	46.70	1.96	58.52	41.48	
No 16	1.191	194.60	8.17	66.69	33.31	<b>Clasificacion:</b>
No 20	0.850	55.30	2.32	69.01	30.99	SUCS: GP
No 30	0.600	100.00	4.20	73.20	26.80	AASHTO: A-1-a (0)
No 40	0.420	88.80	3.73	76.93	23.07	
No 50	0.300	84.30	3.54	80.47	19.53	<b>Descripcion:</b>
No 60	0.250	75.70	3.18	83.65	16.35	SUCS: Grava mal graduada con arena
No 80	0.180	175.90	7.38	91.03	8.97	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No 100	0.150	71.10	2.98	94.02	5.98	
No 200	0.074	109.70	4.60	98.62	1.38	
<b>Plato</b>		32.90	1.38	100.00	0.00	
<b>Sumatoria</b>		2382.80	100.00			



  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

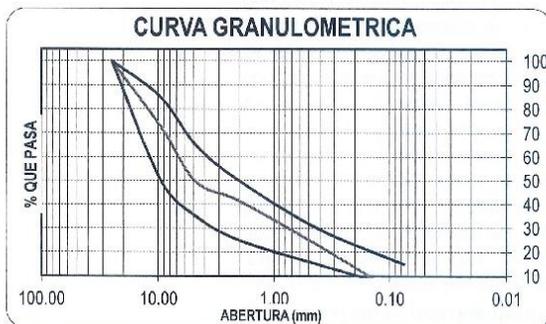
**ABRACION LOS ANGELES AL DESGASTE  
MTC E 207**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Material de Subbase

Peso Original (gr) : 2382.80  
 Perd. por lavado (gr) : 32.90  
 Peso Tamizado (gr) : 2349.90

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	651.10	27.32	27.32	72.68
No 4	4.75	550.20	23.09	50.42	49.58
No 10	2.00	193.10	8.10	58.52	41.48
40	0.42	438.80	18.42	76.93	23.07
200	0.08	516.70	21.68	98.62	1.38
Plato		32.90	1.38	100.00	0.00
Sumatoria		2382.80	100.00		



GRADACION	C
N° DE ESDEMAS	8
MASA DE LA CARGA	3330 ± 20

MASA DE TAMAÑO INDICADO ENTRE	
1 1/2" Y 1"	-
1" Y 3/4"	-
3/4" Y 1/2"	-
1/2" Y 3/8"	-
3/8" - 1/4"	2500 ± 10
1/4" Y N° 4	2500 ± 10
N° 4 Y N° 8	-
<b>TOTAL</b>	<b>5000 ± 10</b>

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
12	0.17	2935.40	87.89	87.89	12.11
Plato		404.60	12.11	100.00	87.89
Sumatoria		3340.00	100.00		

Peso Inicial	3340.00
Peso Final	404.60
<b>% PERDIDA POR ABRACION</b>	<b>12.11%</b>

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: METODO C  
ASTM D-1557**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

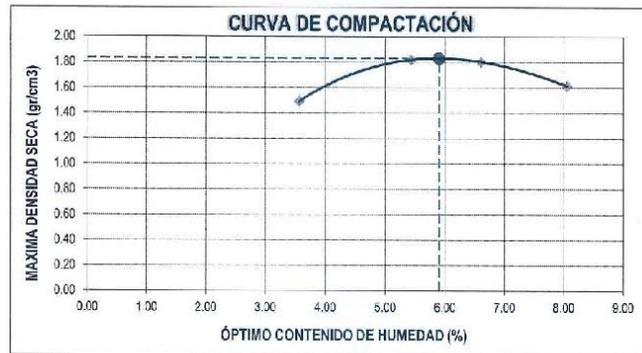
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

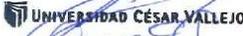
**MUESTRA** : C-X / B-X / LEKERSA - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9040	9825	9835	9465		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3240	4025	4035	3665		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.92	1.92	1.75		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	153.22	175.45	151.31	193.16		
Peso del suelo seco + tara (g)	143.47	167.24	142.96	179.99		
Peso del agua (g)	4.75	8.21	8.35	13.18		
Peso de la tara (g)	15.22	16.40	16.75	16.43		
Peso del suelo seco (g)	133.25	150.83	126.21	163.55		
% de humedad (%)	3.57	5.44	6.61	8.06		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.49	1.82	1.80	1.82		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.830
Óptimo contenido de humedad (%)	5.90

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LEKERGA - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11116		11380		11661	
Peso del molde (g)	7535		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3580		3825		4106	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1065		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.680		1.805		1.938	
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	86.84		98.96		93.20	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	82.54		93.90		86.60	
Peso del agua (g)	4.30		5.06		4.60	
Peso de la cápsula (g)	3.88		10.12		10.55	
Peso del suelo seco (g)	72.66		83.78		76.05	
% de humedad (%)	5.92		6.04		5.90	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.596		1.702		1.830	

**ENSAYO DE EXPANSIÓN**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.563	0.630	0.457	0.838	0.638	0.503	0.718	0.716	0.563
48 hrs	0.632	0.632	0.498	0.880	0.680	0.536	0.757	0.757	0.586
72 hrs	0.657	0.657	0.517	0.888	0.888	0.540	0.763	0.763	0.601
96 hrs	0.657	0.657	0.517	0.888	0.888	0.540	0.763	0.763	0.601

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.026	25	237.38	78.13	44	396.89	132.30	73	640.68	213.53
0.050	43	368.49	129.50	83	724.68	241.56	130	1120.37	373.46
0.075	68	595.55	199.52	119	1019.27	339.76	176	1508.33	502.73
0.100	100	867.72	289.24	161	1381.74	460.58	226	1930.20	643.40
0.125	132	1137.22	379.07	197	1685.67	561.89	276	2384.08	784.69
0.150	185	1415.49	471.83	233	1990.01	663.34	319	2718.75	906.25
0.200	225	1922.34	640.79	283	2498.18	832.73	390	3332.20	1107.40
0.300	311	2650.98	883.82	375	3194.67	1064.88	479	4080.93	1300.31
0.400	351	3075.92	1025.17	425	3620.27	1206.76	533	4542.54	1514.18
0.500	375	3194.57	1064.88	447	3807.83	1269.28	538	4766.56	1585.52

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

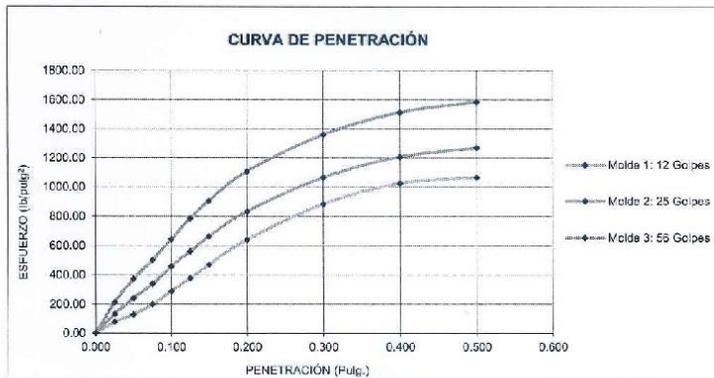
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LEKERRA - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



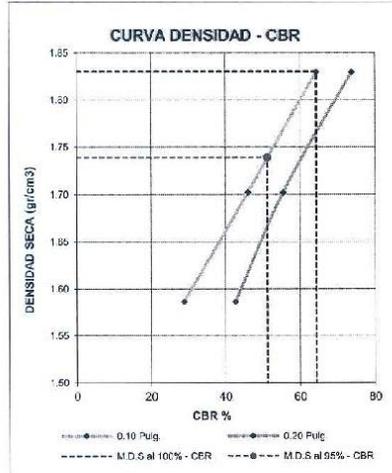
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	289.24	1000	28.92	1.586
2	0.100	460.58	1000	46.06	1.702
3	0.100	643.40	1000	64.34	1.830

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	940.78	1500	42.72	1.586
2	0.200	802.73	1500	55.52	1.702
3	0.200	1107.40	1500	73.83	1.830

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.830
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.739
Óptimo contenido de humedad	(%)	5.90
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	64.34
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	51.28



  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

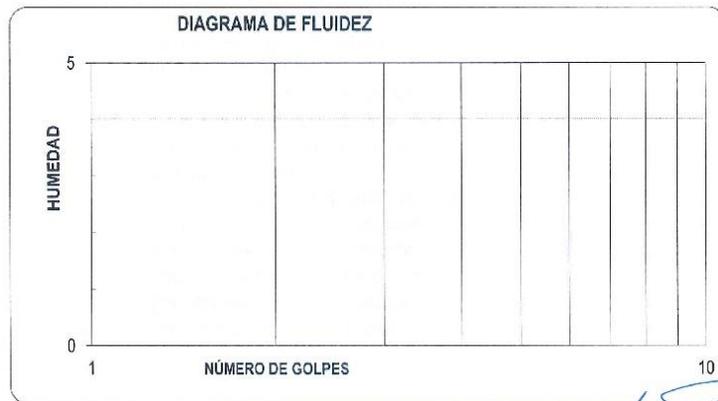
**LIMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E 110, MTC E 111**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Material de Subbase

LIMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO N°					
Tara + suelo humedo					
Tara + suelo seco					
Agua					
Peso de la tara					
Peso del suelo seco					
% Humedad					
No. Golpes					
<b>RESULTADOS (%)</b>	NP			NP	

RESULTADOS	
Limite liquido (%):	NP
Limite plastico (%):	NP
Indice de plasticidad (%):	0.00



  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
MTC E 114

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Material de subbase

PRUEBA N°	1	2	3	PROMEDIO
Lectura de arena (pulg)	3.65	3.55	3.6	3.6
Lectura de arcilla (pulg)	5.5	6	6	5.8
Equivalente de Arena	66	59	60	62

$$EA = \frac{66 + 59 + 60}{3}$$

**EQUIVALENTE DE ARENA = 62**

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

MTC E 219

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Materia de subbase

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			3/4"	No 04	No 04	Plato
Peso de la muestra	A	(gr)	500		200	
Volumen de matraz aforado	B	(ml)	500		500	
Volumen de alicuota en matraz aforado	C	(ml)	100		100	
Peso de residuo de sales	D	(gr)	0.0983		0.4892	
SALES SOLUBLES		(%)	0.10		1.24	

SALES SOLUBLES = 1.34 %

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211874  
 jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO**  
ASTM D 4791

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2018

**CANTERA** : Lokersa  
**MUESTRA** : Material de subbase

PRUEBA N°	1		2		3		PROMEDIO
	33	33%	30	30%	29	29%	
Partículas chatas y alargadas	33	33%	30	30%	29	29%	31
Partículas ni chatas ni alargadas	67	67%	70	70%	71	71%	69
Número de partículas	100	100%	100	100%	100	100%	100

$$EA = \frac{33\% + 30\% + 29\%}{3}$$

**%PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS = 31%**


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**CANTERA**

**LEKERSA**

**MATERIAL DE BASE**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D 2216

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Lekersa  
**MUESTRA:** Material de Base

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO No	1	2	3
Peso de la tara	7.80	12.59	11.51
Tara + suelo humedo	150.60	181.81	200.20
Tara + suelo seco	149.30	180.12	198.36
Água	1.3	1.69	1.84
Peso del suelo seco	141.5	167.53	186.85
% Humedad	0.919%	1.009%	0.985%
<b>% Humedad promedio</b>	<b>0.97%</b>		

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

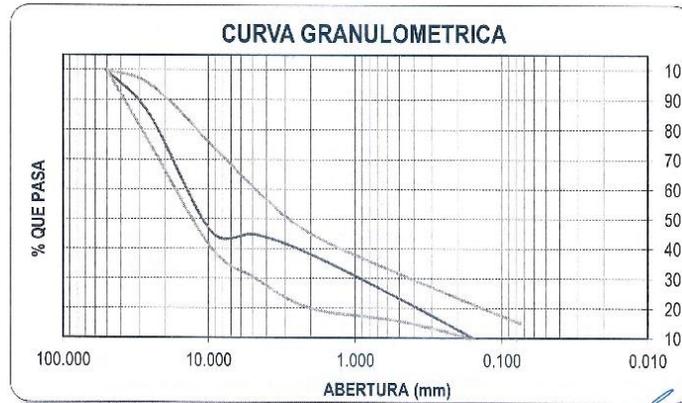
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D 1241**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Lekersa  
**MUESTRA:** Material de Base

ABERT. MALLA						Descripcion de la Muestra:	
Pulg/malla	mm	Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	Contenido de Humedad (%): 0.97%	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Límites de Consistencia:	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Líquido:	NP
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Límite Plástico:	NP
1"	25.400	357.70	14.96	14.96	85.04	Índice de Plasticidad:	0.00
3/4"	19.050	870.20	36.40	51.37	48.63	<b>Porcentaje en muestra:</b>	
1/2"	12.700	71.10	2.97	54.34	45.66	% Grava (3" a #4)	55.34
3/8"	9.525	0.00	0.00	54.34	45.66	% Arena (#4 a #200)	43.47
1/4"	6.350	0.00	0.00	54.34	45.66	% Finos (Menor a #200)	1.19
No 4	4.750	23.80	1.00	55.34	44.66	<b>Clasificación:</b>	
No 8	2.360	116.00	4.85	60.19	39.81	SUCS:	GP
No 10	2.000	40.80	1.71	61.90	38.10	AASHTO: A-1-a (0)	
No 16	1.191	177.40	7.42	69.32	30.68	<b>Descripción:</b>	
No 20	0.850	49.70	2.08	71.40	28.60	Grava mal graduada con arena	
No 30	0.600	90.80	3.80	75.20	24.80	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno	
No 40	0.420	82.70	3.46	78.66	21.34	SUCS:	
No 50	0.300	78.20	3.27	81.93	18.07	Grava mal graduada con arena	
No 60	0.250	67.50	2.82	84.75	15.25	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno	
No 80	0.180	159.70	6.68	91.43	8.57		
No 100	0.150	110.90	4.64	96.07	3.93		
No 200	0.074	65.40	2.74	98.81	1.19		
Plato		28.50	1.19	100.00	0.00		
Sumatoria		2390.40	100.00				



  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

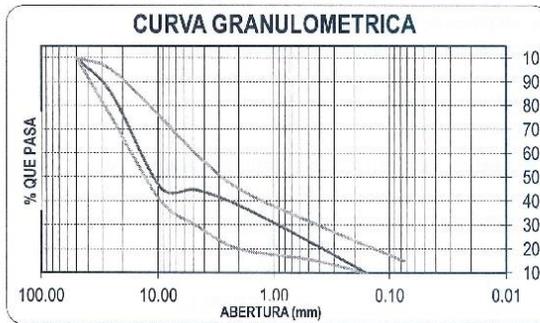
**ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE  
MTC E 207**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Material de Base

Peso Original (gr) : 2045.70  
 Perd. por lavado (gr) : 28.50  
 Peso Tamizado (gr) : 2017.20

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.00	357.70	14.96	14.96	85.04
3/8"	9.50	941.30	39.38	54.34	45.66
No 4	4.75	23.80	1.00	55.34	44.66
No 10	2.00	156.80	6.56	61.90	38.10
40	0.42	400.60	16.76	78.66	21.34
200	0.08	481.70	20.15	98.81	1.19
<b>Plato</b>		28.50	1.19	100.00	0.00
<b>Sumatoria</b>		2390.40	100.00		



GRADACION	B
N° DE ESDEAS	11
MASA DE LA CARGA	4584 ± 25

MASA DE TAMAÑO INDICADO ENTRE	
1 1/2" Y 1"	-
1" Y 3/4"	-
3/4" Y 1/2"	2500 ± 10
1/2" Y 3/8"	2500 ± 10
3/8" - 1/4"	-
1/4" Y N° 4	-
N° 4 Y N° 8	-
<b>TOTAL</b>	<b>5000 ± 10</b>

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
12	0.17	3962.30	86.32	86.32	13.68
<b>Plato</b>		627.70	13.68	100.00	86.32
<b>Sumatoria</b>		4590.00	100.00		

Peso Inicial	4590.00
Peso Final	627.70
<b>% PERDIDA POR ABRASION</b>	<b>13.68%</b>

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: METODO D  
ASTM D-1557**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

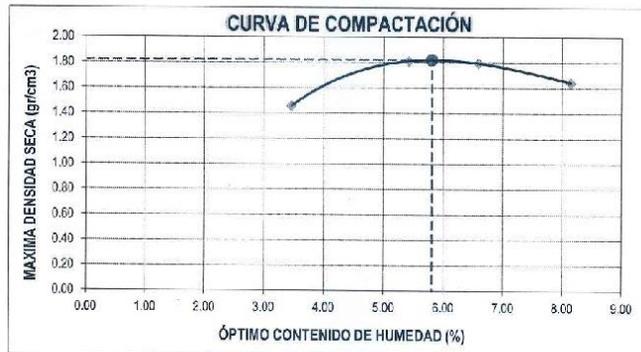
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

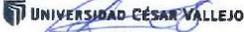
**MUESTRA** : C-X / E-X / LEKERSA - BASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2096
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	8965	9610	9615	9535		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3165	4010	4015	3735		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.91	1.91	1.78		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	151.95	175.18	157.00	164.68		
Peso del suelo seco + tara (g)	147.37	167.00	142.71	181.19		
Peso de agua (g)	4.58	8.18	8.29	13.41		
Peso de la tara (g)	15.06	16.36	16.72	16.65		
Peso de suelo seco (g)	132.27	150.62	125.98	164.63		
% de humedad (%)	3.47	5.43	6.58	8.14		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.81	1.80	1.65		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.821
Óptimo contenido de humedad (%)	5.81

  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VAS PAVMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LEKERSA - BASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR						
ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		55	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10960		11285		11638	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3425		3730		4083	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.616		1.780		1.927	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.76		88.13		92.88	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	81.59		83.07		88.17	
Peso del agua (g)	4.19		5.09		4.61	
Peso de la cápsula (g)	9.76		10.03		10.55	
Peso del suelo seco (g)	71.83		83.04		77.52	
% de humedad (%)	5.82		6.09		5.81	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.527		1.656		1.821	

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
		0 hrs	0.000		0.030	0.000		0.000	0.000
24 hrs	0.561	0.581	0.441	0.630	0.630	0.496	0.713	0.531	
48 hrs	0.644	0.644	0.507	0.685	0.685	0.540	0.754	0.594	
72 hrs	0.692	0.692	0.545	0.692	0.692	0.545	0.781	0.630	
96 hrs	0.692	0.692	0.545	0.692	0.692	0.545	0.781	0.630	

ENSAYO DE CARGA PENETRACION									
PENETRACION Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	27	254.16	84.72	46	413.69	137.90	77	674.22	224.74
0.050	46	405.29	135.10	86	749.92	249.97	136	1162.50	387.60
0.075	71	623.77	207.92	123	1081.39	353.80	193	1567.43	522.43
0.100	104	901.39	300.48	167	1432.37	477.46	234	1998.44	666.15
0.125	136	1170.63	390.31	203	1736.36	578.79	285	2430.36	810.12
0.150	169	1449.25	493.09	240	2049.24	689.08	329	2803.85	934.55
0.200	231	1973.09	657.70	302	2574.51	868.17	402	3424.36	1141.46
0.300	319	2718.75	906.25	385	3288.16	1096.05	493	4200.52	1400.17
0.400	370	3162.05	1050.68	437	3722.56	1240.65	540	4670.93	1556.98
0.500	385	3279.65	1083.22	459	3910.21	1303.40	573	4865.08	1626.36


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211874  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

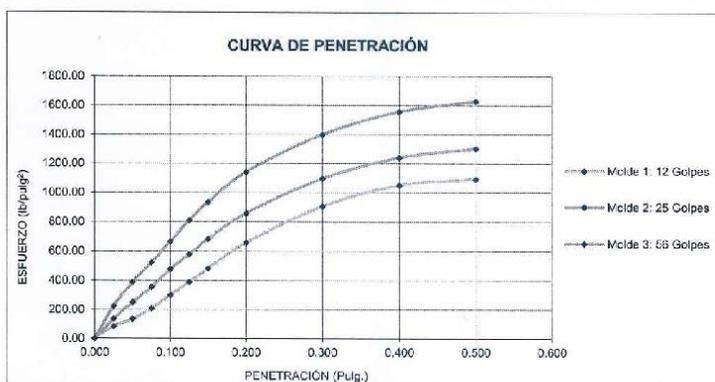
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LEKERSA - BASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



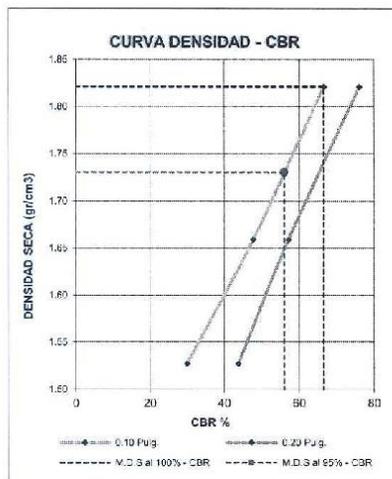
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	300.46	1000	30.05	1.527
2	0.100	477.46	1000	47.75	1.569
3	0.100	686.15	1000	66.61	1.821

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	657.70	1500	43.65	1.527
2	0.200	858.17	1500	57.21	1.569
3	0.200	1141.46	1500	76.10	1.821

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.821
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.730
Óptimo contenido de humedad	(%)	5.81
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	66.61
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	56.04



  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211674  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

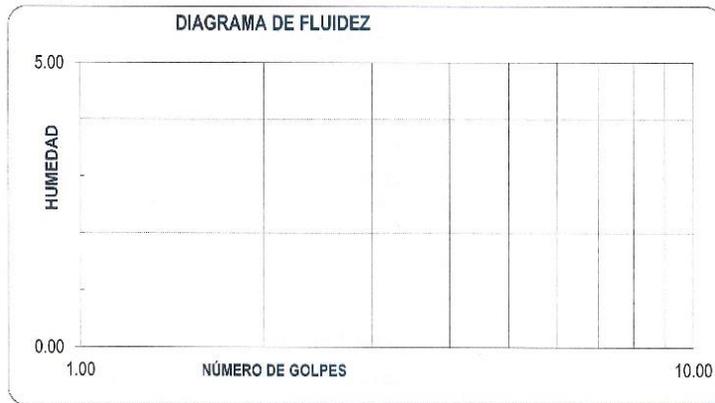
**LIMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E 110, MTC E 111**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Material de Base

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO N°					
Tara + suelo húmedo					
Tara + suelo seco					
Agua					
Peso de la tara					
Peso del suelo seco					
% Humedad					
No. Golpes					
<b>RESULTADOS (%)</b>	NP			NP	

RESULTADOS	
Límite líquido (%):	NP
Límite plástico (%):	NP
Índice de plasticidad (%):	0.00



  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
MTC E 114

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Material de base

PRUEBA N°	1	2	3	PROMEDIO
Lectura de arena (pulg)	3.65	3.55	3.6	3.6
Lectura de arcilla (pulg)	5.5	6	6	5.8
Equivalente de Arena	66	59	60	62

$$EA = \frac{66 + 59 + 60}{3}$$

**EQUIVALENTE DE ARENA = 62**

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

MTC E 219

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Materia de base - Agregado Grueso

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			2"	3/4"
Peso de la muestra	A	(gr)	1000	
Volumen de matraz aforado	B	(ml)	500	
Volumen de alicuota en matraz aforado	C	(ml)	100	
Peso de residuo de sales	D	(gr)	0.3945	
SALES SOLUBLES		(%)	0.20	

p

SALES SOLUBLES = 0.20 %


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES

MTC E 219

PROYECTO : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
 SOLICITANTE : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
 RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : OCTUBRE 2018

CANTERA : Lekersa  
 MUESTRA : Materia de base - Agregado Fino

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			No 04	Plato
Peso de la muestra	A	(gr)	200	
Volumen de matraz aforado	B	(ml)	500	
Volumen de alicuota en matraz aforado	C	(ml)	100	
Peso de residuo de sales	D	(gr)	0.4892	
SALES SOLUBLES			(%)	1.24

P

SALES SOLUBLES = 1.24 %

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUEDO  
MTC E 210**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Lekersa  
**MUESTRA** : Materia de base

**PARTICULAS CON UNA O MAS CARAS FRACTURADAS**

ABERT. MALLA		Peso retenido	Peso caras fracturadas	% de Caras Fracturadas	% Ret Acumulado	% Pasa
PASA	RETENIDO					
3 1/2"	3"	0.00	0.00	0.00	0.00	72.33
3"	2 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	72.33
2 1/2"	2"	0.00	0.00	0.00	0.00	72.33
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	72.33
1 1/2"	1"	3000.00	2448.60	54.41	54.41	17.92
1"	3/4"	1500.00	806.40	17.92	72.33	0.00
3/4"	1/2"	0.00	0.00	0.00	72.33	0.00
1/2"	3/8"	0.00	0.00	0.00	72.33	0.00
<b>Sumatoria</b>		4500.00	3255.00	72.33		72.33

**PARTICULAS CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS**

ABERT. MALLA		Peso retenido	Peso caras fracturadas	% de Caras Fracturadas	% Ret Acumulado	% Pasa
PASA	RETENIDO					
3 1/2"	3"	0.00	0.00	0.00	0.00	72.33
3"	2 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	72.33
2 1/2"	2"	0.00	0.00	0.00	0.00	72.33
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	72.33
1 1/2"	1"	3000.00	1650.40	36.68	36.68	35.66
1"	3/4"	1500.00	859.70	19.10	55.78	16.55
3/4"	1/2"	0.00	0.00	0.00	55.78	16.55
1/2"	3/8"	0.00	0.00	0.00	55.78	16.55
<b>Sumatoria</b>		4500.00	2510.10	55.78		72.33

Porcentaje de partículas con **UNA** o mas caras de fracturadas 72.33

Porcentaje de partículas con **DOS** o mas caras de fracturadas 55.78

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
ASTM D 4791

PROYECTO : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
 SOLICITANTE : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
 RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE 2018

CANTERA : Lekersa  
 MUESTRA : Material de base

PRUEBA N°	1		2		3		PROMEDIO
	Partículas chatas y alargadas	%	Partículas chatas y alargadas	%	Partículas chatas y alargadas	%	
Partículas chatas y alargadas	38	38%	35	35%	40	40%	38
Partículas ni chatas ni alargadas	62	62%	65	65%	60	60%	62
Número de partículas	100	100%	100	100%	100	100%	100

$$EA = \frac{38\% + 35\% + 40\%}{3}$$

$$\%PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS = 38\%$$

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**CANTERA**

**LOS MELLIZOS**

MATERIAL DE SUBBASE

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D 2216**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Los Melizos  
**MUESTRA:** Material de Subbase

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ENSAYO No	1	2	3
Peso de la tara	9.92	10.08	10.82
Tara + suelo humedo	123.23	118.98	124.83
Tara + suelo seco	121.36	117.16	122.90
Agua	1.87	1.82	1.93
Peso del suelo seco	111.44	107.08	112.08
% Humedad	1.678%	1.700%	1.722%
<b>% Humedad promedio</b>	<b>1.70%</b>		

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

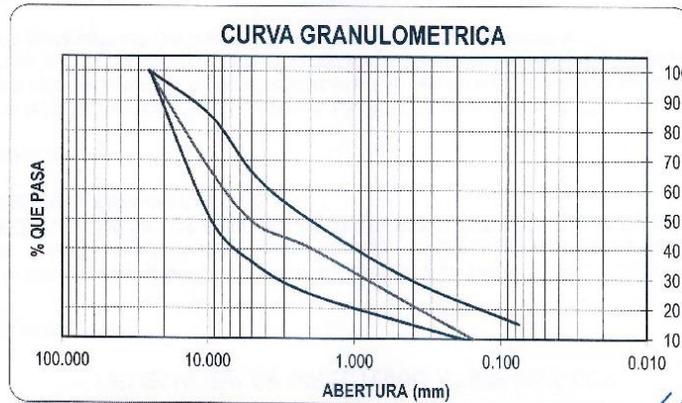
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D 1241**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Los Mellizos  
**MUESTRA:** Material de Subbase

Peso Original (gr) :		2010.50				<b>Descripcion de la Muestra:</b>
Perd. por lavado (gr) :		29.40				
Peso Tamizado (gr) :		1981.10				
<b>ABERT. MALLA</b>		<b>Peso retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Ret Acumulado</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Contenido de Humedad (%):</b> 1.70%
<b>Pulg/malla</b>	<b>mm</b>					<b>Limites de Consistencia:</b>
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Liquido: 0.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plastico: 15.66
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Indice de Plasticidad: -15.66
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	19.050	53.00	2.64	2.64	97.36	<b>Porcentaje en muestra:</b>
1/2"	12.700	421.00	20.94	23.58	76.42	% Grava (3" a #4) 51.30
3/8"	9.525	199.60	9.93	33.50	66.50	% Arena (#4 a #200) 47.24
1/4"	6.350	253.70	12.62	46.12	53.88	% Finos (Menor a #200) 1.46
No 4	4.750	104.00	5.17	51.30	48.70	100.00
No 8	2.360	133.70	6.65	57.95	42.05	
No 10	2.000	30.50	1.52	59.46	40.54	<b>Clasificacion:</b>
No 16	1.191	116.00	5.77	65.23	34.77	SUCS: GP
No 20	0.850	86.00	4.28	69.51	30.49	AASHTO: A-1-a (0)
No 30	0.600	95.80	4.76	74.28	25.72	<b>Descripcion:</b>
No 40	0.420	80.50	4.00	78.28	21.72	SUCS: Grava mal graduada con arena
No 60	0.300	66.90	3.33	81.61	18.39	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No 60	0.250	84.90	3.23	84.83	15.17	
No 80	0.180	135.80	6.75	91.59	8.41	
No 100	0.150	103.10	5.13	96.72	3.28	
No 200	0.074	36.60	1.82	98.54	1.46	
<b>Plato</b>		29.40	1.46	100.00	0.00	
<b>Sumatoria</b>		2010.50	100.00			



  
**Bryan Emanuel Cardenas Saldaña**  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

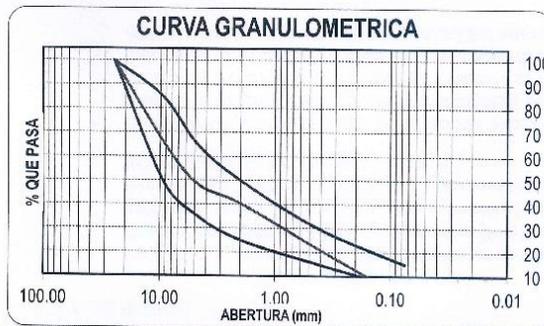
**ABRACION LOS ANGELES AL DESGASTE  
MTC E 207**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Material de Subbase

**Peso Original (gr)** : 2004.20  
**Perd. por lavado (gr)** : 23.10  
**Peso Tamizado (gr)** : 1981.10

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	673.60	33.61	33.61	66.39
No 4	4.75	357.70	17.85	51.46	48.54
No 10	2.00	164.20	8.19	59.65	40.35
40	0.42	378.30	18.88	78.53	21.47
200	0.08	407.30	20.32	98.85	1.15
Plato		23.10	1.15	100.00	0.00
Sumatoria		2004.20	100.00		



GRADACION	C
N° DE ESDERAS	8
MASA DE LA CARGA	3330 ± 20

MASA DE TAMAÑO INDICADO ENTRE	
1 1/2" Y 1"	-
1" Y 3/4"	-
3/4" Y 1/2"	-
1/2" Y 3/8"	-
3/8" - 1/4"	2500 ± 10
1/4" Y N° 4	2500 ± 10
N° 4 Y N° 8	-
<b>TOTAL</b>	<b>5000 ± 10</b>

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
12	0.17	2926.06	87.87	87.87	12.13
Plato		403.94	12.13	100.00	87.87
Sumatoria		3330.00	100.00		

Peso Inicial	3330.00
Peso Final	403.94
<b>% PERDIDA POR ABRACION</b>	<b>12.13%</b>

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. C.I.P. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: METODO C  
ASTM D-1557**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

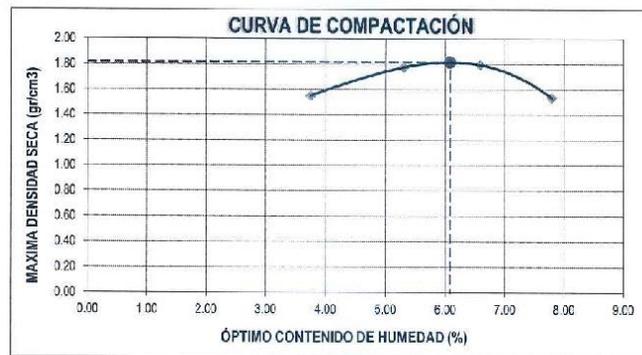
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LOS MELLIZOS - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2038
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9160	9725	9615	9270		
Peso del molde (g)	5600	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3380	3925	4015	3470		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.61	1.87	1.91	1.65		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	155.59	173.86	151.00	189.18		
Peso del suelo seco + tara (g)	160.52	165.72	142.71	176.67		
Peso del agua (g)	5.07	7.94	8.29	12.62		
Peso de la tara (g)	15.45	16.24	16.72	16.09		
Peso del suelo seco (g)	135.07	149.48	125.99	160.57		
% de humedad (%)	3.75	5.31	6.59	7.90		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.55	1.78	1.80	1.53		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.816
Óptimo contenido de humedad (%)	6.08


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE M. LAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LOS MUELLOS - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

ENSAYO DE CBR							
ESTADO		SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE		MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA		12		25		56	
SOBRECARGA	(g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molda	(g)	11065		11340		11637	
Peso del molde	(g)	7555		7555		7555	
Peso de suelo húmedo	(g)	3540		3785		4082	
Volumen del molda	(cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador	(cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda	(g/cm <sup>3</sup> )	1.571		1.785		1.920	
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso del suelo húmedo + cápsula	(g)	86.68		98.61		92.68	
Peso del suelo seco + cápsula	(g)	82.32		93.42		87.97	
Peso del agua	(g)	4.35		5.19		4.71	
Peso de la cápsula	(g)	9.85		10.03		10.56	
Peso del suelo seco	(g)	72.46		83.34		77.42	
% de humedad	(%)	6.01		6.22		6.03	
Densidad de Suelo Seco	(g/cm <sup>3</sup> )	1.576		1.682		1.816	

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN		LECTURA DIAL	EXPANSIÓN	
		mm	%		mm	%		mm	%
		0 hrs	0.030		0.000	0.000		0.030	0.000
24 hrs	0.532	0.532	0.419	0.605	0.605	0.477	0.709	0.709	
48 hrs	0.597	0.567	0.462	0.642	0.642	0.506	0.752	0.752	
72 hrs	0.593	0.593	0.467	0.648	0.648	0.510	0.784	0.802	
96 hrs	0.593	0.593	0.467	0.648	0.648	0.510	0.784	0.802	

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN									
PENETRACIÓN Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	24	228.98	76.33	41	371.70	123.90	68	598.65	199.52
0.050	41	371.70	123.90	78	662.63	227.54	122	1052.97	350.96
0.075	64	584.93	188.31	112	968.74	322.91	168	1423.93	474.64
0.100	95	826.64	275.21	152	1305.83	435.28	213	1817.62	605.87
0.125	125	1078.24	369.41	186	1592.75	530.92	260	2218.64	730.51
0.150	156	1339.57	448.52	220	1880.05	626.69	301	2596.03	866.34
0.200	213	1820.38	608.96	277	2362.55	787.52	369	3143.51	1017.86
0.300	294	2508.56	835.55	366	3024.52	1008.17	483	3859.01	1265.34
0.400	341	2905.58	968.52	402	3424.35	1141.46	504	4294.62	1431.51
0.500	355	3024.52	1008.17	423	3603.23	1201.06	527	4491.20	1497.07

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1683**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

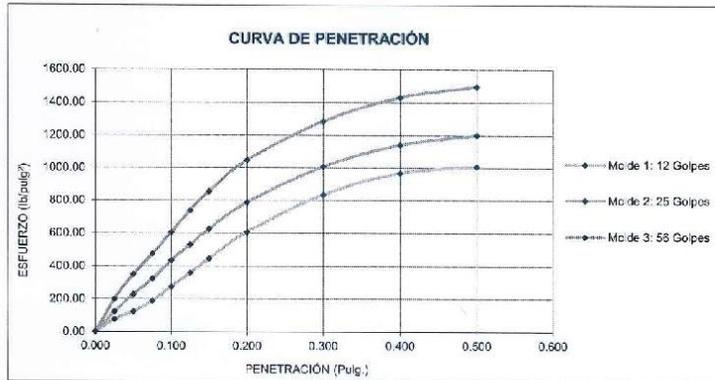
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LOS MELLIZOS - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



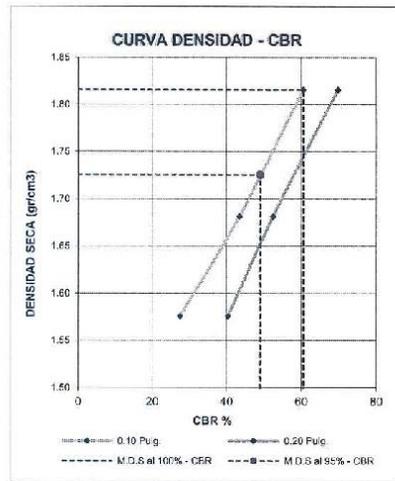
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	275.21	1000	27.52	1.575
2	0.100	436.28	1000	43.53	1.662
3	0.100	605.67	1000	60.59	1.816

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	606.96	1500	40.46	1.575
2	0.200	787.62	1500	52.50	1.662
3	0.200	1047.85	1500	68.86	1.816

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.816
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.725
Óptimo contenido de humedad	(%)	6.08
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	60.59
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	49.06




**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

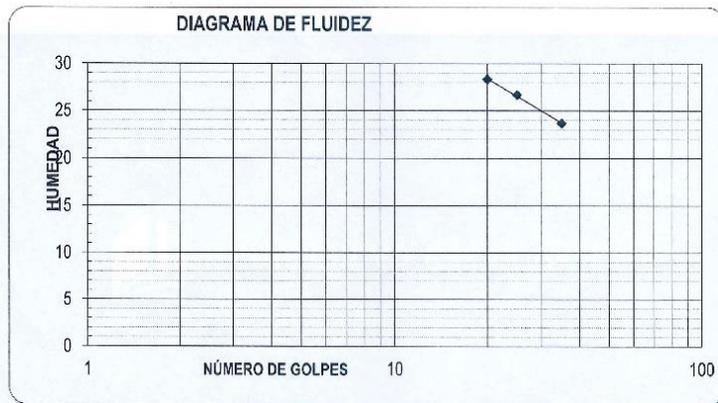
**LIMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E 110, MTC E 111**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Material de Subbase

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO N°					
Tara + suelo húmedo					
Tara + suelo seco					
Agua					
Peso de la tara					
Peso del suelo seco					
% Humedad					
No. Golpes					
<b>RESULTADOS (%)</b>	NP			NP	

RESULTADOS	
Limite liquido (%):	NP
Limite plastico (%):	NP
Indice de plasticidad (%):	0.00



  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

EQUIVALENTE DE ARENA  
MTC E 114

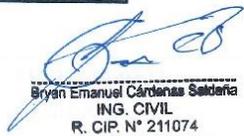
PROYECTO : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
 SOLICITANTE : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
 RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : OCTUBRE 2018

CANTERA : Los Mellizos  
 MUESTRA : Material de subbase

PRUEBA N°	1	2	3	PROMEDIO
Lectura de arena (pulg)	2.9	2.85	2.9	2.9
Lectura de arcilla (pulg)	9.4	11.05	10.5	10.3
Equivalente de Arena	31	26	28	28

$$EA = \frac{31 + 26 + 28}{3}$$

EQUIVALENTE DE ARENA = 28

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**  
MTC E 219

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANtera** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Materia de subbase

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			3/4"	No 04	No 04	Plato
Peso de la muestra	A	(gr)	500			200
Volumen de matraz aforado	B	(ml)	500			500
Volumen de alicuota en matraz aforado	C	(ml)	100			100
Peso de residuo de sales	D	(gr)	0.1366			0.6234
SALES SOLUBLES		(%)	0.14			1.58

P

SALES SOLUBLES = 1.72 %


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
ASTM D 4791

PROYECTO : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
 SOLICITANTE : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
 RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE 2018

CANTERA : Los Mellizos  
 MUESTRA : Material de subbase

PRUEBA N°	1		2		3		PROMEDIO
Partículas chatas y alargadas	29	29%	31	31%	30	30%	30
Partículas ni chatas ni alargadas	71	71%	69	69%	70	70%	70
Número de partículas	100	100%	100	100%	100	100%	100

$$EA = \frac{29\% + 31\% + 30\%}{3}$$

$$\%PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS = 30\%$$

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**CANTERA**

**LOS MELLIZOS**

MATERIAL DE BASE

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D 2216**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Los Mellizos  
**MUESTRA:** Material de Base

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

ENSAYO No	1	2	3
Peso de la tara	9.04	7.89	8.89
Tara + suelo humedo	81.34	78.65	80.67
Tara + suelo seco	80.23	77.64	79.37
Água	1.11	1.01	1.3
Peso del suelo seco	71.19	69.75	70.48
% Humedad	1.559%	1.448%	1.844%
<b>% Humedad promedio</b>	<b>1.62%</b>		

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

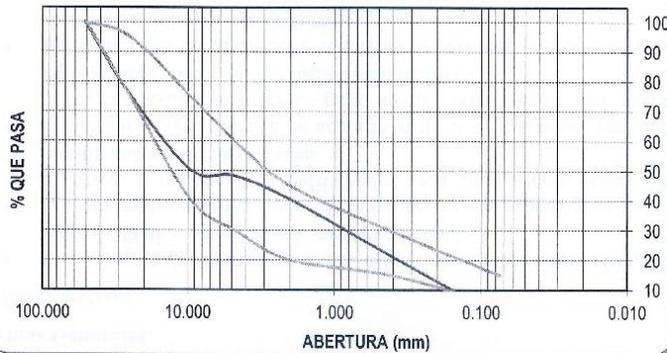
**ANALISIS GRANULOMETRICO MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D 1241**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACION** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Los Mellizos  
**MUESTRA:** Material de Base

Peso Original (gr) :		2045.70				<b>Descripcion de la Muestra:</b>
Perd. por lavado (gr) :		23.10				
Peso Tamizado (gr) :		2022.60				
<b>ABERT. MALLA</b>		<b>Peso retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Ret Acumulado</b>	<b>% Pasa</b>	<b>Contenido de Humedad (%):</b> 1.62%
<b>Pulg/malla</b>	<b>mm</b>					<b>Limites de Consistencia:</b>
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Liquido: NP
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	Limite Plastico: NP
1 1/2"	38.100	92.80	4.54	4.54	95.46	Indice de Plasticidad: 0.00
1"	25.400	397.20	19.42	23.95	76.05	<b>Porcentaje en muestra:</b>
3/4"	19.050	429.60	21.00	44.95	55.05	% Grava (3" a #4) 51.63
1/2"	12.700	93.10	4.55	49.50	50.50	% Arena (#4 a #200) 47.25
3/8"	9.525	2.50	0.13	49.63	50.37	% Finos (Menor a #200) 1.13
1/4"	6.350	9.50	0.47	50.10	49.90	100.00
No 4	4.750	31.20	1.53	51.63	48.37	<b>Clasificacion:</b>
No 8	2.360	128.40	6.28	57.90	42.10	SUCS: GP
No 10	2.000	33.90	1.66	59.56	40.44	AASHTO: A-1-a (0)
No 16	1.191	116.60	5.70	65.26	34.74	<b>Descripcion:</b>
No 20	0.850	86.50	4.23	69.49	30.51	SUCS: Grava mal graduada con arena
No 30	0.600	96.90	4.74	74.22	25.78	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno
No 40	0.420	82.70	4.04	78.27	21.73	
No 50	0.300	69.40	3.38	81.64	18.36	
No 60	0.250	65.40	3.20	84.84	15.16	
No 80	0.180	130.80	6.39	91.24	8.76	
No 100	0.150	129.00	6.31	97.54	2.46	
No 200	0.074	27.20	1.33	98.87	1.13	
Plato		23.10	1.13	100.00	0.00	
Sumatoria		2045.70	100.00			

**CURVA GRANULOMETRICA**



  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

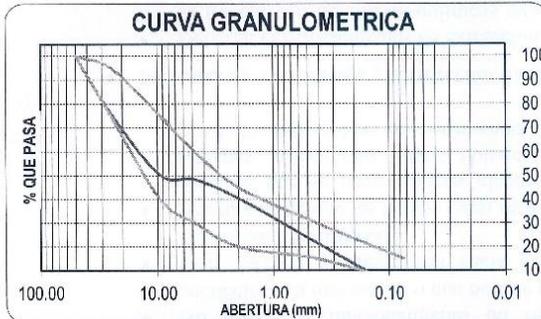
**ABRACION LOS ANGELES AL DESGASTE  
MTC E 207**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Material de Base

**Peso Original (gr)** : 2045.70  
**Perd. por lavado (gr)** : 23.10  
**Peso Tamizado (gr)** : 2022.60

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.00	490.00	23.95	23.95	76.05
3/8"	9.50	525.30	25.68	49.63	50.37
No 4	4.75	40.80	1.99	51.63	48.37
No 10	2.00	162.30	7.93	59.56	40.44
40	0.42	382.70	18.71	78.27	21.73
200	0.08	421.50	20.60	98.87	1.13
Plato		23.10	1.13	100.00	0.00
Sumatoria		2045.70	100.00		



GRADACION	B
N° DE ESDERAS	11
MASA DE LA CARGA	4584 ± 25

MASA DE TAMAÑO INDICADO ENTRE	
1 1/2" Y 1"	-
1" Y 3/4"	-
3/4" Y 1/2"	2500 ± 10
1/2" Y 3/8"	2500 ± 10
3/8" - 1/4"	-
1/4" Y N° 4	-
N° 4 Y N° 8	-
<b>TOTAL</b>	<b>5000 ± 10</b>

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
12	0.17	3994.69	87.03	87.03	12.97
Plato		595.31	12.97	100.00	87.03
Sumatoria		4590.00	100.00		

Peso Inicial	4590.00
Peso Final	595.31
<b>% PERDIDA POR ABRASION</b>	<b>12.97%</b>

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldana  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: METODO D  
ASTM D-1557**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

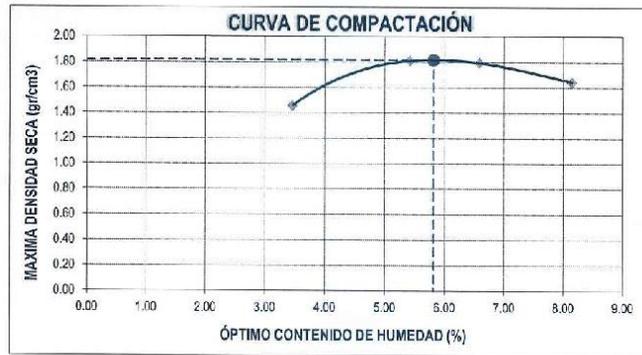
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LOS MELLIZOS - BASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

<b>Molde N°</b>	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	8955	9810	9815	9535		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3155	4010	4015	3735		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.51	1.91	1.91	1.78		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	151.96	175.18	151.00	184.59		
Peso del suelo seco + tara (g)	147.37	167.00	142.71	181.19		
Peso del agua (g)	4.59	8.18	8.29	13.41		
Peso de la tara (g)	15.09	16.33	16.72	16.55		
Peso del suelo seco (g)	132.27	150.62	125.99	164.63		
% de humedad (%)	3.47	5.43	6.58	8.14		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.81	1.80	1.65		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.819
Óptimo contenido de humedad (%)	5.82

  
**Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña**  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2019

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTO AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LOS MELIZOS - BASE / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		55	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10880		11265		11835	
Peso del molde (g)	7555		7555		7555	
Peso del suelo húmedo (g)	3425		3730		4080	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm <sup>3</sup> )	1085		1085		1085	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.816		1.750		1.925	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.78		98.13		92.58	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	81.59		93.07		88.16	
Peso de agua (g)	4.19		5.06		4.52	
Peso de la cápsula (g)	9.75		10.03		10.35	
Peso del suelo seco (g)	71.83		83.04		77.61	
% de humedad (%)	5.83		6.09		5.82	
Densidad de Suelo Seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.527		1.659		1.819	

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.690	0.580	0.441	0.629	0.496	0.712	0.712	0.531	
48 hrs	0.643	0.643	0.506	0.685	0.539	0.764	0.754	0.594	
72 hrs	0.692	0.692	0.545	0.692	0.545	0.761	0.761	0.596	
96 hrs	0.692	0.692	0.545	0.692	0.545	0.761	0.761	0.596	

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION Pulg	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg <sup>2</sup>
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
0.025	27	254.16	84.72	45	413.99	137.90	77	574.22	224.74
0.050	45	405.29	135.10	65	749.92	249.97	135	1152.60	387.90
0.075	71	623.77	207.92	123	1061.39	353.80	163	1567.43	522.48
0.100	104	901.39	300.46	167	1432.37	477.45	234	1999.72	696.57
0.125	135	1170.93	390.31	203	1736.36	578.79	285	2430.35	810.12
0.150	169	1449.25	483.08	240	2049.24	683.05	329	2903.65	934.55
0.200	231	1973.09	657.70	302	2574.51	856.17	402	3424.35	1141.45
0.300	319	2716.75	908.25	386	3289.16	1096.05	493	4200.52	1400.17
0.400	370	3152.05	1050.56	437	3722.56	1240.65	548	4570.93	1556.98
0.500	385	3279.65	1093.22	459	3910.21	1303.40	573	4365.08	1628.36

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS, EN TRES CANTERAS DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO, 2018

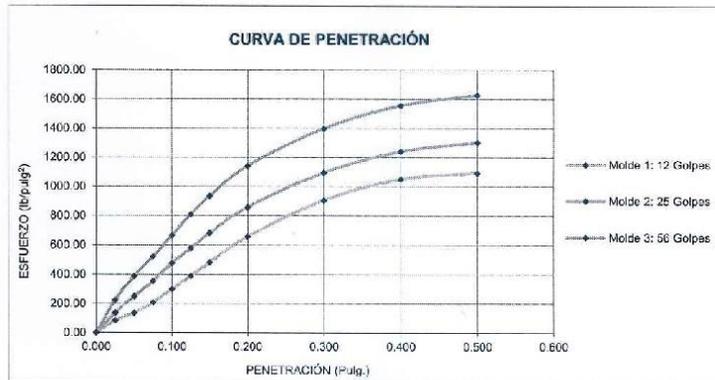
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-X / LOS MELLIZOS - BASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



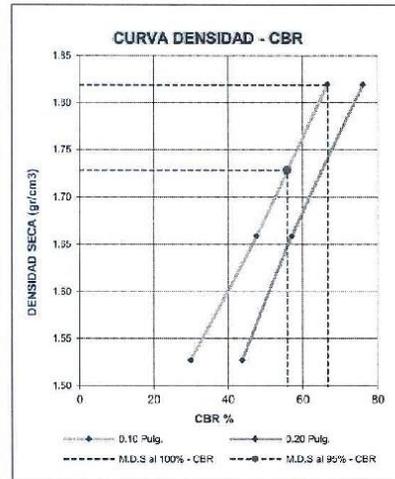
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	300.46	1000	30.06	1.527
2	0.100	477.46	1000	47.75	1.658
3	0.100	868.57	1000	66.66	1.819

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	657.70	1500	43.86	1.527
2	0.200	858.17	1500	57.21	1.658
3	0.200	1141.45	1500	76.10	1.819

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.819
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.728
Óptimo contenido de humedad	(%)	5.82
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	66.66
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	55.87




**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 241074  
 -Is del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

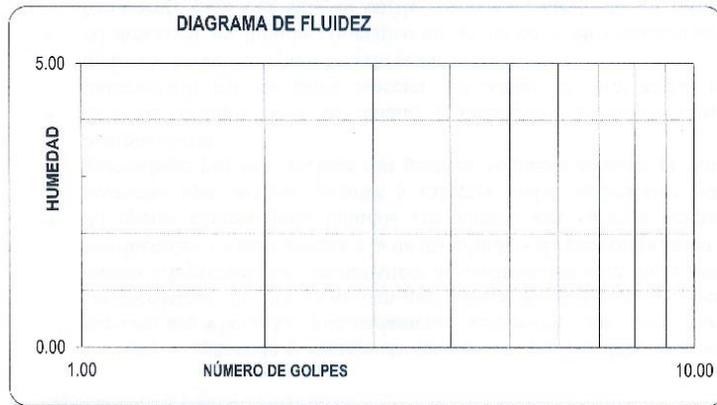
**LIMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E 110, MTC E 111**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Material de Base

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO N°					
Tara + suelo humedo					
Tara + suelo seco					
Agua					
Peso de la tara					
Peso del suelo seco					
% Humedad					
No. Golpes					
<b>RESULTADOS (%)</b>	NP			NP	

RESULTADOS	
Limite liquido (%):	NP
Limite plastico (%):	NP
Indice de plasticidad (%):	0.00



  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

EQUIVALENTE DE ARENA

MTC E 114

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Material de base

PRUEBA N°	1	2	3	PROMEDIO
Lectura de arena (pulg)	2.9	2.85	2.9	2.9
Lectura de arcilla (pulg)	9.4	11.05	10.5	10.3
Equivalente de Arena	31	26	28	28

$$EA = \frac{31 + 26 + 28}{3}$$

**EQUIVALENTE DE ARENA = 28**

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**MTC E 219**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Materia de base - Agregado Grueso

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			2"	3/4"
Peso de la muestra	A	(gr)	1000	
Volumen de matraz aforado	B	(ml)	500	
Volumen de alicuota en matraz aforado	C	(ml)	100	
Peso de residuo de sales	D	(gr)	0.4132	
SALES SOLUBLES		(%)	0.21	

P

**SALES SOLUBLES = 0.21 %**


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**  
MTC E 219

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Materia de base - Agregado Fino

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			No 04	Plato
Peso de la muestra	A	(gr)	200	
Volumen de matraz aforado	B	(ml)		
Volumen de alícuota en matraz aforado	C	(ml)		
Peso de residuo de sales	D	(gr)		
SALES SOLUBLES			(%)	1.30

p

**SALES SOLUBLES = 1.30 %**

  
 Bryan Emanuel Cardenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUEDO  
MTC E 210**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Los Mellizos  
**MUESTRA** : Material de base

**PARTICULAS CON UNA O MAS CARAS FRACTURADAS**

ABERT. MALLA		Peso retenido	Peso caras fracturadas	% de Caras Fracturadas	% Ret Acumulado	% Pasa
PASA	RETENIDO					
3 1/2"	3"	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03
3"	2 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03
2 1/2"	2"	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03
1 1/2"	1"	3000.00	2586.00	57.47	57.47	20.56
1"	3/4"	1500.00	925.40	20.56	78.03	0.00
3/4"	1/2"	0.00	0.00	0.00	78.03	0.00
1/2"	3/8"	0.00	0.00	0.00	78.03	0.00
<b>Sumatoria</b>		4500.00	3511.40	78.03		78.03

**PARTICULAS CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS**

ABERT. MALLA		Peso retenido	Peso caras fracturadas	% de Caras Fracturadas	% Ret Acumulado	% Pasa
PASA	RETENIDO					
3 1/2"	3"	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03
3"	2 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03
2 1/2"	2"	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	78.03
1 1/2"	1"	3000.00	1821.50	40.48	40.48	37.55
1"	3/4"	1500.00	901.30	20.03	60.51	17.52
3/4"	1/2"	0.00	0.00	0.00	60.51	17.52
1/2"	3/8"	0.00	0.00	0.00	60.51	17.52
<b>Sumatoria</b>		4500.00	2722.80	60.51		78.03

Porcentaje de partículas con **UNA** o mas caras de fracturadas 78.03

Porcentaje de partículas con **DOS** o mas caras de fracturadas 60.51

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
ASTM D 4791

PROYECTO : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
 SOLICITANTE : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
 RESPONSABLE : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
 UBICACIÓN : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
 FECHA : NOVIEMBRE 2018

CANTERA : Los Mellizos  
 MUESTRA : Material de base

PRUEBA N°	1		2		3		PROMEDIO
Partículas chatas y alargadas	23	23%	26	26%	28	28%	26
Partículas ni chatas ni alargadas	77	77%	74	74%	72	72%	74
Número de partículas	100	100%	100	100%	100	100%	100

$$EA = \frac{23\% + 26\% + 28\%}{3}$$

%PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS = 26%

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**CANTERA**

**OASIS**

MATERIAL DE SUBBASE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D 2216

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Oasis  
**MUESTRA:** Material de Subbase

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO No	1	2	3
Peso de la tara	8.98	8.82	8.33
Tara + suelo humedo	122.36	118.47	117.74
Tara + suelo seco	120.51	116.82	115.93
Agua	1.85	1.65	1.81
Peso del suelo seco	111.53	108	107.6
% Humedad	1.659%	1.528%	1.68%
<b>% Humedad promedio</b>	<b>1.62%</b>		

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

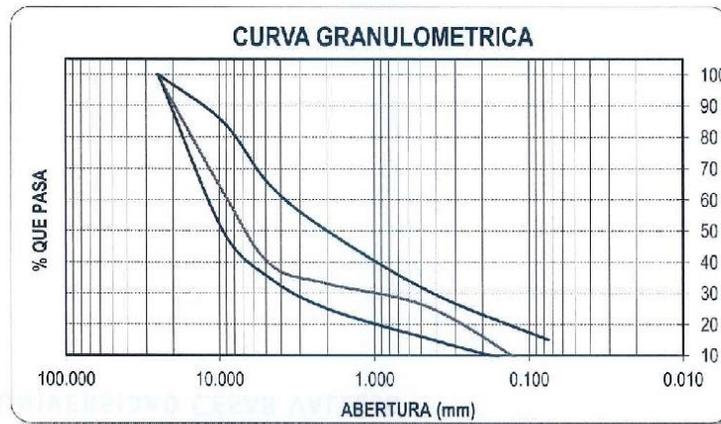
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D 1241**

**PROYECTO :** CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE :** NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE :** ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN :** TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA :** OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Oasis  
**MUESTRA:** Material de Subbase

Peso Original (gr) :		2255.70				<b>Descripcion de la Muestra:</b>	
Perd. por lavado (gr) :		46.10				Contenido de Humedad (%): 1.62%	
Peso Tamizado (gr) :		2209.60				Límites de Consistencia:	
<b>ABERT. MALLA</b>		<b>Peso retenido</b>	<b>% Retenido</b>	<b>% Ret Acumulado</b>	<b>% Pasa</b>	Limite Líquido: NP	
<b>Pulg/malla</b>	<b>mm</b>					Limite Plástico: NP	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de Plasticidad: 0.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Porcentaje en muestra:</b>	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	% Grava (3" a #4) 60.49	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	% Arena (#4 a #200) 37.47	
3/4"	19.050	50.80	2.25	2.25	97.75	% Finos (Menor a #200) 2.04	
1/2"	12.700	494.60	21.93	24.18	75.82	100.00	
3/8"	9.525	295.80	13.11	37.29	62.71	<b>Clasificación:</b>	
1/4"	6.350	352.00	15.60	52.90	47.10	SUCS: GP	
No 4	4.750	171.20	7.59	60.49	39.51	AASHTO: A-1-a (0)	
No 8	2.360	113.70	5.04	65.53	34.47	<b>Descripcion:</b>	
No 10	2.000	32.30	1.43	66.96	33.04	SUCS: Grava mal graduada con arena	
No 16	1.191	68.40	3.03	69.99	30.01	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno	
No 20	0.850	41.70	1.85	71.84	28.16		
No 30	0.600	38.90	1.74	73.48	26.52		
No 40	0.420	34.70	1.54	75.01	24.99		
No 50	0.300	50.20	2.23	77.24	22.76		
No 60	0.250	64.40	2.85	80.09	19.91		
No 80	0.180	209.00	9.27	89.36	10.64		
No 100	0.150	57.70	2.56	91.92	8.08		
No 200	0.074	136.20	6.04	97.96	2.04		
Plato		46.10	2.04	100.00	0.00		
Sumatoria		2255.70	100.00				



  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

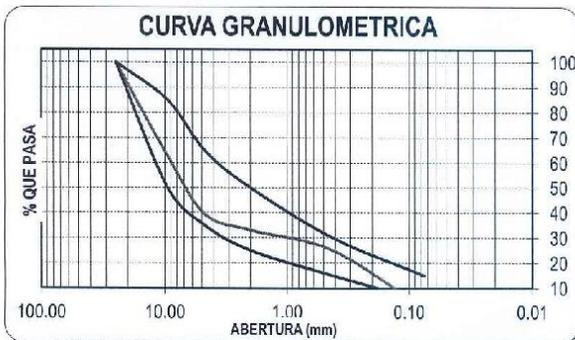
**ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE  
MTC E 207**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de Subbase

Peso Original (gr) : 2255.70  
 Perd. por lavado (gr) : 46.10  
 Peso Tamizado (gr) : 2209.60

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	841.20	37.29	37.29	62.71
No 4	4.75	523.20	23.19	60.49	39.51
No 10	2.00	146.00	6.47	66.96	33.04
40	0.42	181.70	8.06	75.01	24.99
200	0.08	517.50	22.94	97.96	2.04
Plato		46.10	2.04	100.00	0.00
Sumatoria		2255.70	100.00		



GRADACION	C
N° DE ESDEAS	8
MASA DE LA CARGA	3330 ± 20

MASA DE TAMAÑO INDICADO ENTRE	
1 1/2" Y 1"	-
1" Y 3/4"	-
3/4" Y 1/2"	-
1/2" Y 3/8"	-
3/8" - 1/4"	2500 ± 10
1/4" Y N° 4	2500 ± 10
N° 4 Y N° 8	-
<b>TOTAL</b>	<b>5000 ± 10</b>

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
12	0.17	2835.97	87.90	87.90	12.10
Plato		404.03	12.10	100.00	87.90
Sumatoria		3340.00	100.00		

Peso Inicial	3340.00
Peso Final	404.03
<b>% PERDIDA POR ABRASION</b>	<b>12.10%</b>


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 H. de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: METODO C  
ASTM D-1557**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE M LACROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

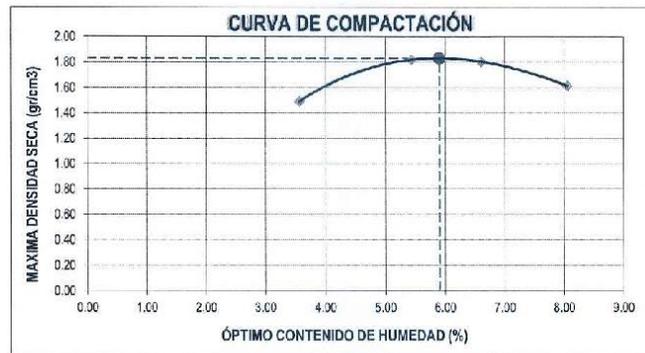
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C.X / E-1 / OASIS - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso del molde (g)	5800
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	55

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	9040	9925	9835	9465		
Peso del molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso del suelo húmedo (g)	3240	4025	4035	3665		
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	1.54	1.92	1.92	1.75		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	153.22	175.45	151.5*	198.18		
Peso del suelo seco + tara (g)	148.47	187.24	142.98	179.99		
Peso del agua (g)	4.75	8.21	8.35	13.78		
Peso de la tara (g)	15.22	16.40	16.75	16.43		
Peso del suelo seco (g)	133.25	180.83	126.21	183.65		
% de humedad	3.57	5.44	6.61	8.06		
Densidad del suelo seco (g/cm <sup>3</sup> )	1.49	1.82	1.80	1.62		



Máxima densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.830
Óptimo contenido de humedad (%)	5.90

**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
CIP: 211074  
-de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN  
ASTM D-1883**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA L BERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-1 / CASIS - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO	SIN SATURAR	SATURADO
MOLDE	MOLDE 01		MOLDE 02		MOLDE 03	
N° DE GOLPES POR CAPA	12		25		56	
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530	
Peso del suelo húmedo + molde (g)	11115		11380		11662	
Peso del molde (g)	7555		7555		7665	
Peso del suelo húmedo (g)	3560		3825		4107	
Volumen del molde (cm³)	2119		2119		2119	
Volumen del disco espaciador (cm³)	1085		1086		1085	
Densidad húmeda (g/cm³)	1.580		1.805		1.938	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	86.84		96.95		93.20	
Peso del suelo seco + cápsula (g)	82.54		93.50		89.60	
Peso del agua (g)	4.30		5.06		4.61	
Peso de la cápsula (g)	9.83		10.12		10.55	
Peso del suelo seco (g)	72.66		83.78		78.05	
% de humedad	5.92		6.04		5.80	
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.586		1.702		1.830	

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.595	0.585	0.481	0.644	0.644	0.507	0.722	0.722	0.559
48 hrs	0.638	0.638	0.503	0.686	0.686	0.540	0.784	0.784	0.602
72 hrs	0.683	0.683	0.522	0.693	0.693	0.545	0.770	0.770	0.607
96 hrs	0.683	0.683	0.522	0.693	0.693	0.545	0.770	0.770	0.607

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN Pulg	LECTURA DIAL	MOLDE 1 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	LECTURA DIAL	MOLDE 2 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²	LECTURA DIAL	MOLDE 3 lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0	0	0.00	0.00
0.025	25	237.38	79.13	43	386.49	129.50	72	632.18	210.73
0.050	43	368.46	125.50	82	716.27	258.76	129	1111.94	370.85
0.075	68	568.56	196.52	117	1010.85	358.96	175	1469.86	499.96
0.100	99	859.30	286.43	160	1373.31	457.77	224	1917.23	639.03
0.125	131	1128.79	376.25	195	1688.77	558.26	273	2528.86	776.22
0.150	163	1398.52	466.21	231	1973.09	667.70	316	2883.29	897.76
0.200	225	1905.43	635.14	291	2491.23	827.06	397	3566.67	1098.89
0.300	306	2826.41	878.14	372	3199.05	1056.35	475	4046.78	1346.83
0.400	357	3041.52	1013.84	421	3696.18	1195.39	528	4489.76	1496.52
0.500	372	3169.06	1056.35	443	3773.72	1267.91	553	4713.74	1571.25

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS

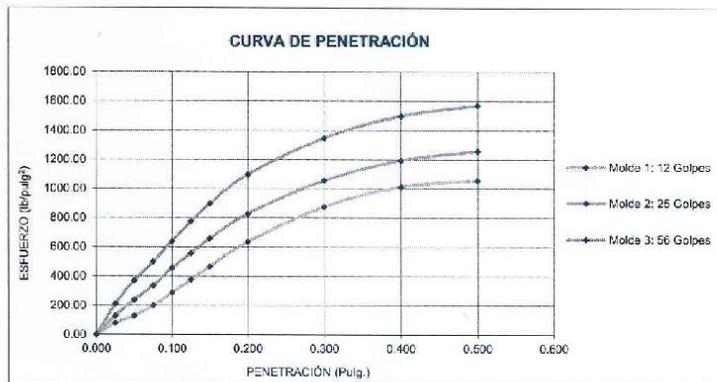
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C.X / E.1 / 04S15 - SUBBASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



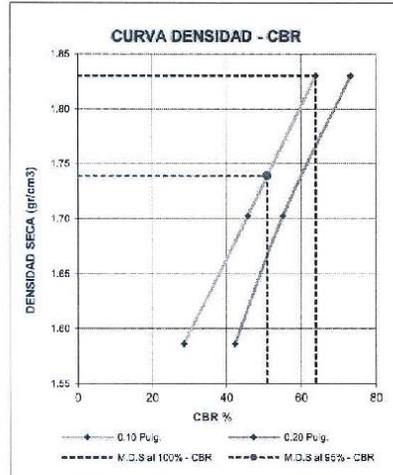
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	286.43	1000	28.84	1.585
2	0.100	457.77	1000	45.78	1.702
3	0.100	638.08	1000	63.91	1.830

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	635.14	1500	42.34	1.566
2	0.200	827.08	1500	55.14	1.702
3	0.200	1088.89	1500	73.25	1.830

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.830
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.739
Óptimo contenido de humedad	(%)	5.90
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	63.91
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	50.94




**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 del Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E 110, MTC E 111**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de Subbase

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO N°					
Tara + suelo humedo					
Tara + suelo seco					
Agua					
Peso de la tara					
Peso del suelo seco					
% Humedad					
No. Golpes					
<b>RESULTADOS (%)</b>	NP			NP	

RESULTADOS	
Limite liquido (%):	NP
Limite plastico (%):	NP
Indice de plasticidad (%):	0.00



  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. C.I.P. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
**MTC E 114**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de subbase

PRUEBA N°	1	2	3	PROMEDIO
Lectura de arena (pulg)	3.4	3.1	3.3	3.3
Lectura de arcilla (pulg)	9.05	8.3	8.5	8.6
Equivalente de Arena	38	37	39	38

$$EA = \frac{38 + 37 + 39}{3}$$

**EQUIVALENTE DE ARENA = 38**

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**MTC E 219**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Materia de subbase

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			3/4"	No 04	No 04	Plato
Peso de la muestra	A	(gr)	500			200
Volumen de matraz aforado	B	(ml)	500			500
Volumen de alicuota en matraz aforado	C	(ml)	100			100
Peso de residuo de sales	D	(gr)	0.1234			0.5017
SALES SOLUBLES		(%)	0.12			1.27

p

**SALES SOLUBLES = 1.39 %**

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
ASTM D 4791**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de subbase

PRUEBA N°	1		2		3		PROMEDIO
	Partículas chatas y alargadas	%	Partículas chatas y alargadas	%	Partículas chatas y alargadas	%	
Partículas chatas y alargadas	28	28%	32	32%	31	31%	30
Partículas ni chatas ni alargadas	72	72%	68	68%	69	69%	70
Número de partículas	100	100%	100	100%	100	100%	100

$$EA = \frac{28\% + 32\% + 31\%}{3}$$

**%PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS = 30%**

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Profesor de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**CANTERA**

**OASIS**

MATERIAL DE BASE

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD  
ASTM D 2216

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Oasis  
**MUESTRA:** Material de Base

CONTENIDO DE HUMEDAD

ENSAYO No	1	2	3
Peso de la tara	8.80	7.12	9.09
Tara + suelo humedo	91.10	99.27	107.30
Tara + suelo seco	90.03	98.05	105.99
Agua	1.07	1.22	1.31
Peso del suelo seco	81.23	90.93	96.9
% Humedad	1.317%	1.342%	1.352%
<b>% Humedad promedio</b>	<b>1.34%</b>		

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

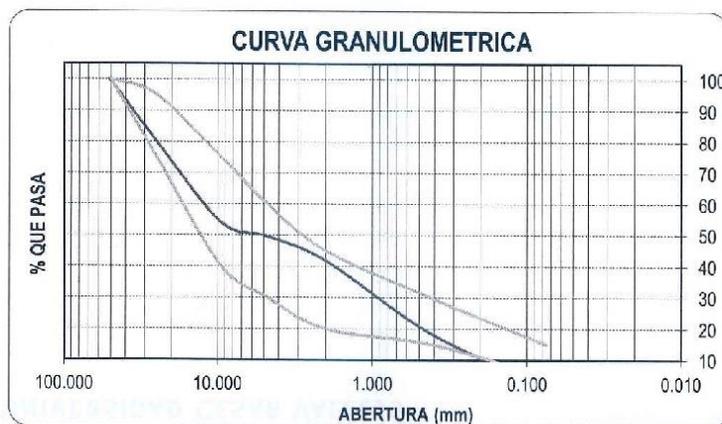
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS**

**ANALISIS GRANULOMETRICO MECANICO POR TAMIZADO  
ASTM D 1241**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA:** Oasis  
**MUESTRA:** Material de Base

Peso Original (gr) :		2159.83				<b>Descripcion de la Muestra:</b>	
Perd. por lavado (gr) :		27.40				Contenido de Humedad (%): 1.34%	
Peso Tamizado (gr) :		2132.43				Límites de Consistencia:	
ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa	Límite Líquido: NP	
Pulg/malla	mm					Límite Plástico: NP	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Índice de Plasticidad: 0.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>Porcentaje en muestra:</b>	
1 1/2"	38.100	80.30	3.72	3.72	96.28	% Grava (3" a #4) 50.45	
1"	25.400	340.60	15.78	19.50	80.50	% Arena (#4 a #200) 48.29	
3/4"	19.050	500.60	23.19	42.68	57.32	% Finos (Menor a #200) 1.27	
1/2"	12.700	39.13	1.81	44.50	55.50	100.00	
3/8"	9.525	28.90	1.34	45.83	54.17	<b>Clasificación:</b>	
1/4"	6.350	36.80	1.70	47.54	52.46	SUCS: GP	
No 4	4.750	62.80	2.91	50.45	49.55	AASHTO: A-1-a (0)	
No 8	2.360	136.40	6.32	56.76	43.24	<b>Descripción:</b>	
No 10	2.000	30.80	1.43	58.19	41.81	SUCS: Grava mal graduada con arena	
No 16	1.191	186.20	8.62	66.81	33.19	AASHTO: Fragmentos de roca, grava y arena / Excelente a bueno	
No 20	0.850	106.50	4.93	71.74	28.26		
No 30	0.600	126.40	5.85	77.59	22.41		
No 40	0.420	82.90	3.84	81.43	18.57		
No 50	0.300	52.40	2.43	83.86	16.14		
No 60	0.250	104.20	4.82	88.68	11.32		
No 80	0.180	92.60	4.30	92.98	7.02		
No 100	0.150	68.20	3.16	96.13	3.87		
No 200	0.074	56.10	2.60	98.73	1.27		
Plato		27.40	1.27	100.00	0.00		
Sumatoria		2159.83	100.00				



  
**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

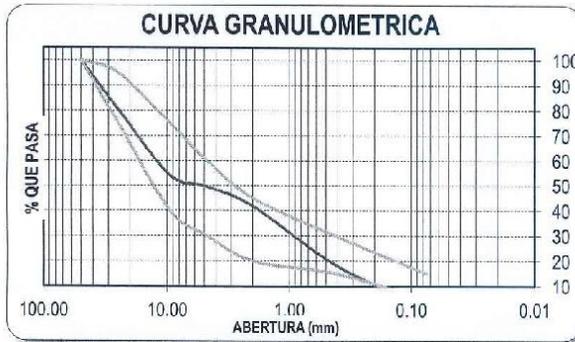
**ABRASION LOS ANGELES AL DESGASTE  
MTC E 207**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de Base

Peso Original (gr) : 2159.83  
 Perd. por lavado (gr) : 27.40  
 Peso Tamizado (gr) : 2132.43

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
2	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1	25.00	421.10	19.50	19.50	80.50
3/8"	9.50	568.83	26.34	45.83	54.17
No 4	4.75	99.60	4.61	50.45	49.55
No 10	2.00	167.20	7.74	58.19	41.81
40	0.42	502.00	23.24	81.43	18.57
200	0.08	373.70	17.30	98.73	1.27
Plato		27.40	1.27	100.00	0.00
Sumatoria		2159.83	100.00		



GRADACION	B
N° DE ESDERAS	11
MASA DE LA CARGA	4584 ± 25

MASA DE TAMAÑO INDICADO ENTRE	
1 1/2" Y 1"	-
1" Y 3/4"	-
3/4" Y 1/2"	2500 ± 10
1/2" Y 3/8"	2500 ± 10
3/8" - 1/4"	-
1/4" Y N° 4	-
N° 4 Y N° 8	-
<b>TOTAL</b>	<b>5000 ± 10</b>

ABERT. MALLA		Peso retenido	% Retenido	% Ret Acumulado	% Pasa
Pulg/malla	mm				
12	0.17	3973.80	86.58	86.58	13.42
Plato		616.20	13.42	100.00	86.58
Sumatoria		4590.00	100.00		

Peso Inicial	4590.00
Peso Final	616.20
<b>% PERDIDA POR ABRASION</b>	<b>13.42%</b>


**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CP: 21074  
 Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**PROCTOR MODIFICADO: METODO D  
ASTM D-1557**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

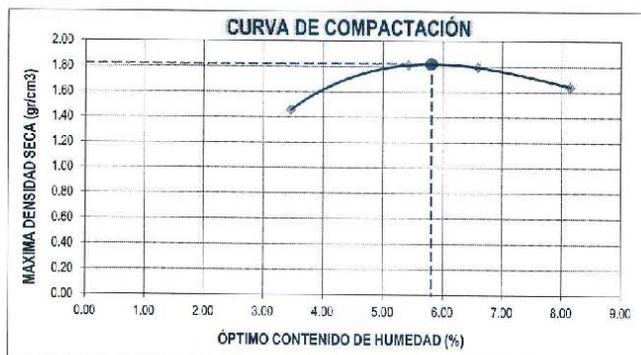
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2015 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-1 / OASIS - BASE / (MUESTRA EXTRAIDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

Molde N°	S-3
Peso de molde (g)	5800
Volumen del molde (cm³)	2098
N° de capas	5
N° de golpes por capa	56

MUESTRA N°	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
Peso del suelo húmedo + molde (g)	8965	9610	9616	9635		
Peso de molde (g)	5800	5800	5800	5800		
Peso de suelo húmedo (g)	3165	4010	4016	3735		
Densidad húmeda (g/cm³)	1.51	1.91	1.91	1.78		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>						
Peso del suelo húmedo + tara (g)	151.95	175.18	161.00	194.59		
Peso del suelo seco + tara (g)	147.37	167.00	142.71	181.18		
Peso del agua (g)	4.58	8.18	8.29	13.41		
Peso de la tara (g)	15.00	16.38	16.72	16.55		
Peso del suelo seco (g)	132.27	150.62	125.99	164.63		
% de humedad (%)	3.47	5.43	6.58	8.14		
Densidad del suelo seco (g/cm³)	1.46	1.81	1.80	1.65		



Máxima densidad seca (g/cm³)	1.821
Óptimo contenido de humedad (%)	5.81


**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSION  
ASTM D-1683**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS

**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2013 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-1 / OASIS - BASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)

**ENSAYO DE CBR**

ESTADO	SIN SATURAR		SATURADO		SIN SATURAR		SATURADO	
	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 01	MOLDE 02	MOLDE 03	MOLDE 03	MOLDE 03	MOLDE 03
Nº DE GOLPES POR CAPA	12		25		55			
SOBRECARGA (g)	4530		4530		4530			
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10680	11285	11638					
Peso del molde (g)	7555	7555	7555					
Peso del suelo húmedo (g)	3425	3730	4083					
Volumen del molde (cm³)	2118	2119	2119					
Volumen del disco espaciador (cm³)	1085	1085	1085					
Densidad húmeda (g/cm³)	1.618	1.760	1.927					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>								
Peso del suelo húmedo + cápsula (g)	85.78	98.13	92.08					
Peso del suelo seco + cápsula (g)	81.59	93.07	88.17					
Peso del agua (g)	4.19	5.06	4.51					
Peso de la cápsula (g)	9.78	10.03	10.55					
Peso del suelo seco (g)	71.83	83.04	77.62					
% de humedad (%)	5.83	6.09	5.81					
Densidad de Suelo Seco (g/cm³)	1.527	1.859	1.821					

**ENSAYO DE EXPANSION**

TIEMPO	LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION		LECTURA DIAL	EXPANSION	
		mm	%		mm	%		mm	%
0 hrs	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
24 hrs	0.561	0.561	0.442	0.531	0.531	0.487	0.714	0.714	0.562
48 hrs	0.644	0.644	0.507	0.598	0.598	0.540	0.755	0.755	0.595
72 hrs	0.693	0.693	0.546	0.593	0.593	0.546	0.762	0.762	0.600
96 hrs	0.693	0.693	0.546	0.593	0.593	0.546	0.762	0.762	0.600

**ENSAYO DE CARGA PENETRACION**

PENETRACION Pulg.	LECTURA DIAL	MOLDE 1		LECTURA DIAL	MOLDE 2		LECTURA DIAL	MOLDE 3	
		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²		lbs	ESFUERZO lbs/pulg²
0.000	0	0.00	0.00	0	0.00	0.0	0	0.00	0.00
0.025	27	254.16	84.72	46	413.69	137.90	77	674.22	224.74
0.050	46	405.29	135.10	86	749.82	249.97	135	1162.50	387.50
0.075	71	623.77	207.52	123	1051.38	353.80	183	1567.43	522.48
0.100	104	901.38	300.45	167	1432.37	477.46	234	1998.90	665.83
0.125	136	1170.93	390.31	203	1736.36	578.79	285	2430.36	810.12
0.150	189	1449.25	483.08	240	2049.24	683.08	329	2803.65	934.55
0.200	231	1873.09	657.70	302	2674.51	958.17	402	3424.35	1141.45
0.300	319	2716.75	906.25	365	3289.16	1096.05	493	4200.52	1400.17
0.400	370	3152.05	1050.66	437	3722.56	1240.85	548	4870.93	1586.98
0.500	385	3279.65	1093.22	459	3910.21	1203.40	573	4886.03	1628.36

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES**

**ENSAYO DE CBR Y EXPANSIÓN**  
ASTM D-1883

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VÍAS PAVIMENTADAS

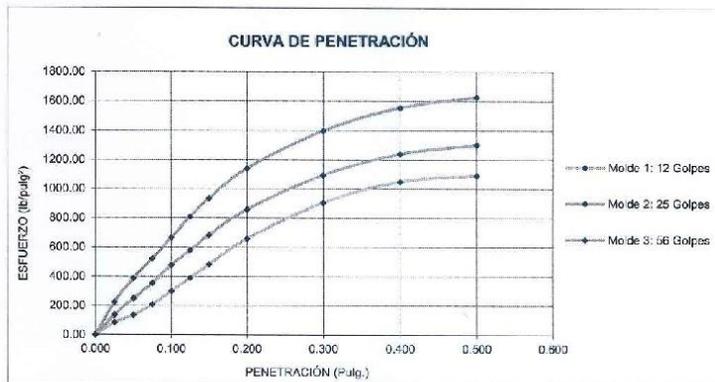
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS, LESLIE MILAGROS

**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CÁRDENAS SALDAÑA

**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD

**FECHA** : NOVIEMBRE DEL 2018 (A LA FECHA NO SE PRESENTÓ AGUA A LA PROFUNDIDAD DE EXCAVACIÓN)

**MUESTRA** : C-X / E-1 / OAS 9 - BASE / (MUESTRA EXTRAÍDA Y TRANSPORTADA POR EL SOLICITANTE)



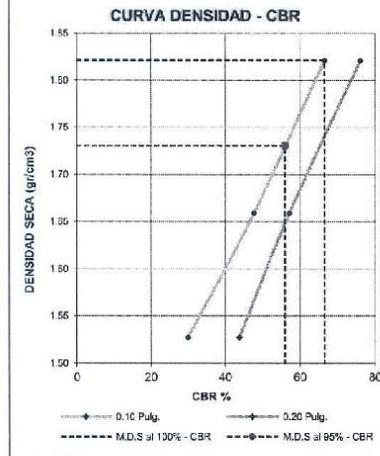
**VALORES CORREGIDOS**

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.100	300.46	1000	33.05	1.527
2	0.100	477.46	1000	47.76	1.658
3	0.100	665.53	1000	65.56	1.821

MOLDE N°	PENETRACIÓN (pulg.)	PRESIÓN APLICADA (lbs/pulg²)	PRESIÓN PATRÓN (lbs/pulg²)	CBR (%)	DENSIDAD SECA (g/cm³)
1	0.200	657.70	1500	43.85	1.527
2	0.200	858.17	1500	57.21	1.658
3	0.200	1141.45	1500	75.10	1.821

**RESULTADOS DEL ENSAYO**

Máxima densidad seca al 100%	(g/cm³)	1.821
Máxima densidad seca al 95%	(g/cm³)	1.730
Óptimo contenido de humedad	(%)	5.81
CBR al 100% de la Máxima densidad seca	(%)	65.56
CBR al 95% de la Máxima densidad seca	(%)	56.01




**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 -E- de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

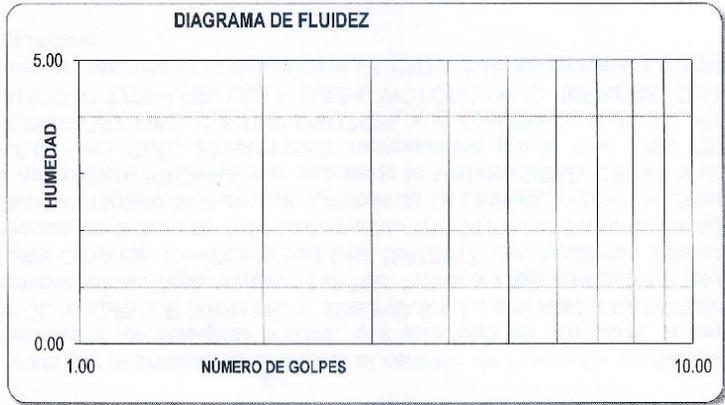
**LIMITES DE CONSISTENCIA  
MTC E 110, MTC E 111**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANtera** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de Base

LÍMITES DE CONSISTENCIA	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
ENSAYO N°					
Tara + suelo húmedo					
Tara + suelo seco					
Agua					
Peso de la tara					
Peso del suelo seco					
% Humedad					
No. Golpes					
<b>RESULTADOS (%)</b>	NP			NP	

RESULTADOS	
Límite líquido (%):	NP
Límite plástico (%):	NP
Índice de plasticidad (%):	0.00



  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. C.I.F. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**EQUIVALENTE DE ARENA**  
MTC E 114

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de base

PRUEBA N°	1	2	3	PROMEDIO
Lectura de arena (pulg)	3.4	3.1	3.3	3.3
Lectura de arcilla (pulg)	9.05	8.3	8.5	8.6
Equivalente de Arena	38	37	39	38

$$EA = \frac{38 + 37 + 39}{3}$$

**EQUIVALENTE DE ARENA = 38**

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. C.I.P. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**  
MTC E 219

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Materia de base - Agregado Grueso

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			2"	3/4"
Peso de la muestra	A	(gr)	1000	
Volumen de matraz aforado	B	(ml)	500	
Volumen de alícuota en matraz aforado	C	(ml)	100	
Peso de residuo de sales	D	(gr)	0.4036	
SALES SOLUBLES		(%)	0.20	

p

**SALES SOLUBLES = 0.20 %**

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**SALES SOLUBLES EN AGREGADOS PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES**

**MTC E 219**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Materia de base - Agregado Fino

AGREGADO PETREO		CANTIDAD MINIMA (gr)	AFORO MINIMO (ml)
2"	3/4"	1000	500
3/4"	No 04	500	500
No 04	Plato	100	500

AGREGADO PETREO			No 04	Plato
Peso de la muestra	A	(gr)	200	
Volumen de matraz aforado	B	(ml)	500	
Volumen de alícuota en matraz aforado	C	(ml)	100	
Peso de residuo de sales	D	(gr)	0.5017	
SALES SOLUBLES			(%)	1.27

p

**SALES SOLUBLES = 1.27 %**

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. C.I.P. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**DETERMINACION DEL PORCENTAJE DE PARTICULAS FRACTURADAS EN EL AGREGADO GRUEDO  
MTC E 210**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : OCTUBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de base

**PARTICULAS CON UNA O MAS CARAS FRACTURADAS**

ABERT. MALLA		Peso retenido	Peso caras fracturadas	% de Caras Fracturadas	% Ret Acumulado	% Pasa
PASA	RETENIDO					
3 1/2"	3"	0.00	0.00	0.00	0.00	75.79
3"	2 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	75.79
2 1/2"	2"	0.00	0.00	0.00	0.00	75.79
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	75.79
1 1/2"	1"	3000.00	2493.60	55.41	55.41	20.38
1"	3/4"	1500.00	917.00	20.38	75.79	0.00
3/4"	1/2"	0.00	0.00	0.00	75.79	0.00
1/2"	3/8"	0.00	0.00	0.00	75.79	0.00
<b>Sumatoria</b>		4500.00	3410.60	75.79		75.79

**PARTICULAS CON DOS O MAS CARAS FRACTURADAS**

ABERT. MALLA		Peso retenido	Peso caras fracturadas	% de Caras Fracturadas	% Ret Acumulado	% Pasa
PASA	RETENIDO					
3 1/2"	3"	0.00	0.00	0.00	0.00	75.79
3"	2 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	75.79
2 1/2"	2"	0.00	0.00	0.00	0.00	75.79
2"	1 1/2"	0.00	0.00	0.00	0.00	75.79
1 1/2"	1"	3000.00	1810.70	40.24	40.24	35.55
1"	3/4"	1500.00	787.20	17.49	57.73	18.06
3/4"	1/2"	0.00	0.00	0.00	57.73	18.06
1/2"	3/8"	0.00	0.00	0.00	57.73	18.06
<b>Sumatoria</b>		4500.00	2597.90	57.73		75.79

Porcentaje de partículas con **UNA** o mas caras de fracturadas 75.79

Porcentaje de partículas con **DOS** o mas caras de fracturadas 57.73

  
 Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 ING. CIVIL  
 R. CIP. N° 211074

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**MÉTODO DE ENSAYO ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE PARTÍCULAS PLANAS, PARTÍCULAS ALARGADAS O PARTÍCULAS PLANAS Y ALARGADAS EN EL AGREGADO GRUESO  
ASTM D 4791**

**PROYECTO** : CALIDAD DEL MATERIAL DE BASE Y SUBBASE PARA VIAS PAVIMENTADAS  
**SOLICITANTE** : NERI VILLASIS LESLIE MILAGROS  
**RESPONSABLE** : ING. BRYAN EMANUEL CARDENAS SALDAÑA  
**UBICACIÓN** : TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD  
**FECHA** : NOVIEMBRE 2018

**CANTERA** : Oasis  
**MUESTRA** : Material de base

PRUEBA N°	1		2		3		PROMEDIO
	EA	%	EA	%	EA	%	
Partículas chatas y alargadas	32	32%	33	33%	33	33%	33
Partículas ni chatas ni alargadas	67	68%	67	68%	67	68%	67
Número de partículas	99	100%	100	101%	100	101%	100

$$EA = \frac{32\% + 33\% + 33\%}{3}$$

**%PARTICULAS CHATAS Y ALARGADAS = 33%**

  
**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**  
 Ing. Bryan Emanuel Cárdenas Saldaña  
 CIP: 211074  
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Materiales



Figura 46: Reactivos para Ensayo de Sales solubles



Figura 47: Presencia de sales solubles en agregados



Figura 48: Máquina de Abrasión de Los Ángeles



Figura 49: Ensayo de CBR, medición de expansión.



Figura 50: Ensayo de Equivalente de Arena



Figura 51: Lectura de Arena de Equivalente de Arena