

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**EVALUACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA  
SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO  
VOLUMEN DE TRANSITO PUCALLPA 2021**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:**

**MUNIVE SALVATIERRA, YHOSEL DAVID**

**ASESORES:**

**Asesor Metodológico: Phd. Tito Mallma Capcha**

**Asesor Temático: Mg. Ing. Javier Reynoso Oscanoa**

**Línea de Investigación Institucional:**

**NUEVAS TECNOLOGIAS Y PROCESOS**

**Fecha de inicio y culminación: Octubre 2021 – Enero 2022**

**Huancayo – Perú Enero – 2022**



**Asesor metodológico:**  
**Phd. Tito Mallma Capcha**

**Asesor temático:**  
**Mg. Ing. Javier Reynoso Oscanoa**

### **Dedicatoria**

A mis hijos, Adriano, Vania, Jazmín y a mi querida esposa Marleni por el apoyo incondicional que me brindan día con día.

Bach. Munive Salvatierra Yhosel David

### **Agradecimiento**

Agradezco de manera especial a mis asesores Dr. Tito Mallma Capcha y al Mg. Javier Reynoso Oscanoa, por el apoyo y la orientación en la realización de mi tesis.

De igual manera mi profundo agradecimiento a la Universidad Peruana Los Andes y a los docentes que fueron parte de mi formación profesional.

Bach. Munive Salvatierra Yhosel David

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADOS

---

Dr. RUBEN TAPIA SILGUERA  
PRESIDENTE

---

JURADO

---

JURADO

---

JURADO

---

ING. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA  
SECRETARIO DOCENTE

## ÍNDICE

RESUMEN.....	13
ABSTRACT .....	14
INTRODUCCION .....	15
CAPITULO I: .....	17
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
<b>1.1 Planteamiento del problema</b> .....	17
<b>1.2 Formulación y sistematización del problema</b> .....	21
<b>1.2.1 Problema General</b> .....	21
<b>1.2.2 Problema(s) Específico(s)</b> .....	21
<b>1.3 Justificación</b> .....	22
<b>1.3.1 Practica o Social</b> .....	22
<b>1.3.2 Científica o teórica</b> .....	22
<b>1.3.3 Metodológica</b> .....	22
<b>1.4 Delimitaciones</b> .....	23
<b>1.4.1 Espacial</b> .....	23
<b>1.4.2 Temporal</b> .....	24
<b>1.4.3 Económica</b> .....	24
<b>1.5 Limitaciones</b> .....	24
<b>1.6 Objetivos</b> .....	24
<b>1.6.1 Objetivo General</b> .....	24
<b>1.6.2 Objetivo(s) Específico(s)</b> .....	24
CAPITULO II: .....	25
MARCO TEORICO.....	25
<b>2.1 Antecedentes (nacionales e internacionales)</b> .....	25
<b>2.2. Marco conceptual</b> .....	33
<b>2.3. Definición de términos</b> .....	81
<b>2.4. Hipótesis</b> .....	83
<b>2.4.1. Hipótesis General</b> .....	83
<b>2.4.2. Hipótesis Específica(s)</b> .....	83
<b>2.5. Variables</b> .....	84
<b>2.5.1. Definición conceptual de la variable</b> .....	84
<b>2.5.2. Definición operacional de la variable</b> .....	84
<b>2.5.3. Operacionalización de la variable</b> .....	85

CAPITULO III:.....	86
METODOLOGIA .....	86
<b>3.1. Método de investigación</b> .....	86
<b>3.2. Tipo de investigación</b> .....	86
<b>3.3. Nivel de investigación</b> .....	87
<b>3.4. Diseño de investigación</b> .....	87
<b>3.5. Población y muestra</b> .....	88
<b>3.5.1 Población</b> .....	88
<b>3.5.2 Muestra</b> .....	88
<b>3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</b> .....	89
<b>3.7. Procesamiento de la información</b> .....	89
<b>3.8. Técnicas y análisis de datos</b> .....	96
CAPITULO IV:.....	97
RESULTADOS.....	97
<b>4.1 Generalidades</b> .....	97
<b>4.1.1 Ubicación cantera Zanja Seca</b> .....	97
<b>4.1.2 Material De Cantera Zanja Seca</b> .....	100
<b>4.2 Propiedades Físicas</b> .....	101
<b>4.3 Propiedades mecánicas</b> .....	109
<b>4.4 Aporte de la investigación</b> .....	110
<b>4.4.1 Generalidades de la cantera Curamba</b> .....	111
<b>4.4.2 Propiedades físicas de la combinación de materiales</b> <b>(85%Hormigón + 15%Finos)</b> .....	114
<b>4.4.3 Propiedades mecánicas de la combinación de materiales</b> <b>(85%Hormigón + 15%Finos)</b> .....	122
CAPITULO V:.....	125
• <b>DISCUSION DE RESULTADOS</b> .....	125
<b>CONCLUSIONES</b> .....	129
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	130
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	131
<b>ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA</b> .....	133
<b>ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN</b> .....	135
<b>ANEXO 03: ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS</b> .....	137



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: .....	35
Gradación del Material de Afirmado según AASHTO.....	35
Tabla N° 02 .....	35
Gradación del Material de Afirmado según FHMA .....	35
Tabla N° 03 .....	43
Tamices de malla cuadrada .....	43
Tabla N° 04 .....	44
Tamices de malla cuadrada .....	44
Tabla N° 05 .....	45
Peso y tamaño máximo de agregados .....	45
Tabla N° 06 .....	59
Cantidad de muestra y aforo .....	59
Tabla N° 07 .....	68
Carga de esferas de acero .....	68
Tabla N° 08 .....	69
Gradación de las muestras de ensayo.....	69
Tabla N° 09 .....	102
Análisis Granulométrico por Tamizado material de cantera.....	102
Tabla N° 10 .....	104
Contenido de Humedad Muestra Integral Hormigón.....	104
Tabla N° 11 .....	105
Limite liquido – Índice de plasticidad.....	105
Tabla N° 12 .....	106
Análisis fisicoquímico.....	106

Tabla N° 13 .....	106
Clasificación de suelos según SUCS .....	106
Tabla N° 14 .....	107
Clasificación de suelos según AASHTO .....	107
Tabla N° 15 .....	108
% de Desgaste por Abrasión .....	108
Tabla N° 16 .....	110
CBR al 100% de la MDS .....	110
Tabla N° 17 .....	115
Análisis Granulométrico por Tamizado Hormigón 85% + 15% Finos Tierra Roja .	115
Tabla N° 18 .....	117
Contenido de Humedad Muestra Grava 3/4" .....	117
Tabla N° 19 .....	118
Limite liquido – Índice de plasticidad de la combinación de materiales de las canteras Zanja Seca y Curamba .....	118
Tabla N° 20 .....	119
Análisis fisicoquímico.....	119
Tabla N° 21 .....	119
Clasificación de suelos según SUCS .....	119
Tabla N° 22 .....	121
Clasificación de suelos según AASHTO .....	121
Tabla N° 23 .....	122
% de Desgaste por Abrasión .....	122
Tabla N° 24 .....	124
Limite liquido – Índice de plasticidad.....	124

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Conformación de carpeta de afirmado con material cantera Zanja Seca sin aporte de finos .....	19
Figura N° 02: Conformado y compactado de carpeta de afirmado.....	20
Figura N° 03: Carpeta de afirmado en malas condiciones de transitabilidad .....	21
Figura N° 04: Ubicación de la cantera Zanja Seca .....	23
Figura N° 05: Gráfico de plasticidad .....	55
Figura N° 06: Gráfico de plasticidad .....	62
Figura N° 07: Análisis granulométrico por tamizado en laboratorio .....	90
Figura N° 08: Contenido de humedad en laboratorio .....	90
Figura N° 09: Límites de consistencia .....	91
Figura N° 10: Abrasión Los Ángeles en laboratorio.....	93
Figura N° 11: Proctor modificado en laboratorio .....	94
Figura N° 12: CBR en laboratorio .....	95
Figura N° 13: Ubicación de la cantera Zanja Seca .....	97
Figura N° 14: Cantera Zanja Seca (Hormigón de río) .....	98
Figura N° 15: Levantamiento topográfico Cantera Zanja Seca .....	99
Figura N° 16: Levantamiento topográfico Cantera Zanja Seca .....	99
Figura N° 17: Curva Granulométrica.....	103
Figura N° 18: Curva Proctor Modificado .....	109
Figura N° 19 Ubicación cantera Curamba .....	112
Figura N° 20: Cantera Curamba (material fino o arcilla) .....	113
Figura N° 21: Plano topográfico Cantera Curamba .....	113
Figura N° 22: Levantamiento topográfico Cantera Curamba .....	114
figura N° 23: Curva granulométrica.....	116

Figura N° 24: Curva Proctor, Optimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad

Seca ..... 123

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como problema general “¿Cuál es el resultado de la evaluación del material de la cantera de Zanja Seca como afirmado para carreteras de bajo volumen de tránsito en la ciudad de Pucallpa?”, para el cual el objetivo general fue “Evaluar el material de la cantera Zanja Seca como afirmado para carreteras de bajo volumen de tránsito”, y la hipótesis general fue “El material de la cantera Zanja Seca cumple con la normativa vigentes del MTC, para el diseño de afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito”.

El método de investigación fue científico, con el tipo de investigación aplicada, con un nivel de investigación descriptivo, con un diseño de investigación cuasi experimental, la población fue censal por ser simultáneamente universo, población y muestra, de allí que la población y muestra estuvo conformada por la cantera Zanja Seca.

La conclusión principal es que “la muestra de material extraído de la cantera Zanja Seca no cumple con los requisitos que exige la normativa vigente del MTC”. Por tal motivo se vio la necesidad de “realizar un diseño de afirmado haciendo una mezcla de dos canteras. La cual tiene la siguiente proporción: 85% Hormigon (Cantera Zanja Seca) + 15% tierra roja – Finos o arcilla (Cantera Curamba), y que cumple con los requisitos que exige la normativa vigente del MTC para carreteras de bajo volumen de tránsito”.

Palabras claves: **Material de cantera, afirmado, carreteras de bajo volumen de transito**

## ABSTRACT

The present investigation had as a general problem: “What is the result of the evaluation of the material from the Zanja Seca quarry as affirmed for roads with low volume of traffic in the city of Pucallpa?”, for which the general objective was: “Evaluate the material of the Zanja Seca quarry as paved for roads with low volume of traffic”, and the general hypothesis was: “The material from the Zanja Seca quarry complies with the current regulations and manuals of the MTC, for the design of paved roads with low volume of traffic. Transit”.

The research method was scientific, with the type of applied research, with a descriptive research level, with a quasi-experimental research design, the population was made up of the quarries used on low traffic volume roads, the sample being the Zanja Seca quarry and the Curamba quarry.

The main conclusion is that "the sample of material extracted from the Zanja Seca quarry does not meet the requirements of the current MTC regulations." For this reason, the need was seen to “carry out an affirmation design by mixing two quarries. Which has the following proportion: 85% Concrete (Dry Zanja Quarry) + 15% red earth – Fine or clay (Curamba Quarry), and that meets the requirements of the current MTC regulations for low-volume traffic roads”.

**Keywords: quarry material, affirmed, low volume highways.**

## INTRODUCCION

La presente tesis titulada “Evaluación Del Material De La Cantera Zanja Seca Como Afirmado Para Carreteras De Bajo Volumen De Transito Pucallpa 2021” tiene como finalidad evaluar el material de la cantera Zanja Seca como afirmado para carreteras de bajo volumen de transito debido a la falta de conocimiento sobre la utilización de material de cantera para afirmados en la ciudad de Pucallpa, las carreteras en esta parte del país muchas veces son afirmadas con material de cantera que no cumplen los parámetros que exige la normativa vigente, se coloca capas de afirmado con hormigón de rio los cuales carecen de finos tal como se muestra en la figura N° 01, estas carreteras presentan deterioro muy rápidamente debido a que no existe material fino o arcilla que ayude a cohesionar los materiales del afirmado.

Con respecto a la cantera Zanja Seca se pretende evaluar sus propiedades físicas y mecánicas y compararlas con los parámetros que exige la normativa vigente del MTC, para su uso en afirmados de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Para un mejor entendimiento del presente estudio la tesis se encuentra dividido en 5 capítulos, siendo estos:

Capítulo I, se presenta el planteamiento del problema, la formulación y sistematización del problema, la justificación, la delimitación del problema, así como las limitaciones del problema y los objetivos de investigación.

Capitulo II, se presenta el marco teórico en el cual se considera antecedentes, marco conceptual, definición de términos, en la hipótesis se tuvo el material de la cantera Zanja Seca cumple con la normativa y los manuales vigentes del MTC, para el diseño de afirmado en carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Capitulo III, se presenta la metodología, en cual se presenta el método de investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos, procesamiento de la información, técnicas y análisis de datos.

Capitulo IV. Se presenta los resultados de la investigación en el cual se menciona la extracción de muestra de cantera zanja seca, ensayos de laboratorio de mecánica de suelos cantera zanja seca, Comparación de resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos de la cantera Zanja Seca (Hormigón) con la normativa MTC, Extracción de muestras de cantera Curamba, Diseño de Afirmado, Ensayos de laboratorio de mecánica de suelo del diseño de afirmado (mezcla de materiales de cantera 85%Hormigon+15%Finos).

Capitulo V. se presenta la discusión de los resultados obtenidos sobre la evaluación del material de la cantera Zanja Seca como afirmado para carreteras no pavimentadas de bajo volumen de transito Pucallpa,

se presenta las conclusiones y recomendaciones de la investigación desarrollada y finalmente se presentan las referencias bibliográficas que fueron utilizadas en la presente investigación.

Se anexa, la documentación que sustenta la presente investigación.



## **CAPITULO I:**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

Actualmente el país presenta caminos vecinales de bajo volumen de tránsito en malas condiciones de transitabilidad, el cual a su vez no permite el desarrollo y la integración de los pueblos debido a los alto costos de transporte que tiene que pagar los pobladores de las zonas más pobres del país. Sin embargo, este no es un problema que aqueja solamente a nuestro país sino a muchos países de la región, por lo que la ingeniería civil está en constante búsqueda de dar solución a esta problemática.

En el ámbito internacional, en Colombia “el estado actual de las vías es deficiente, ya que, por diferentes aspectos se ha ido deteriorando y perdiendo sus propiedades físico-mecánicas”. “Algunas de las variables que inciden en la deficiencia de la vía son la calidad de los elementos involucrados: la falta de mantenimiento sumado a factores ambientales que en conjunto generan un deterioro prematuro, disminuyendo la estabilidad y resistencia del suelo,

dando como resultado daños graves a la estructura de la vía”. “Generando congestiónamiento y falta de flujo en el tránsito.

En el ámbito nacional las carreteras de bajo volumen de tránsito también presentan deterioro y se encuentran intransitables debido al desconocimiento del uso de material de cantera para afirmados, en el centro poblado Hualango perteneciente a la provincia de Utcubamba no existen explotaciones de canteras a gran escala, es por ello que no se registran antecedentes de E.M.S. de canteras existentes; por lo que no se realizan obras viales continuamente, pero si se hacen mantenimientos de las mismas a nivel de subrasante; ya que éstas se deterioran más en época de invierno (marzo a junio) y generan dificultades en la transitabilidad vehicular. “Cada vez que se realizan éstas actividades, al momento de elegir el material de la cantera se tiene la incertidumbre sobre sus características físicas y mecánicas del tipo de material a usar para el mantenimiento de la carretera.

A nivel local en la selva del oriente del país principalmente la ciudad de Pucallpa, no cuenta con canteras de cerro para la extracción de material para afirmado de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. Por lo que las carreteras de bajo volumen de tránsito a nivel de afirmado se ejecutan con material de cantera de río (hormigón zarandeado), el cual se mezcla directo en obra escarificando la subrasante para de allí obtener el material fino que se necesita para cohesionar la capa de afirmado sin tener en consideración las proporciones que indica la normativa vigente del MTC para la conformación de afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Estas vías a su vez presentan deterioro muy rápidamente en la superficie de rodadura como ahuellamientos, bacheos, pérdida de finos; también presentan polvo con el tránsito vehicular tal como se muestran en la figura N° 03, Las canteras no cumplen con las especificaciones vigentes del MTC. Las carreteras afirmadas con este material se deterioran muy rápidamente debido al desprendimiento de las piedras (canto rodado) ya que no tienen material fino para cohesionar la carpeta de afirmado.

En la siguiente figura podemos apreciar una obra que se ejecuta con material de la cantera Zanja Seca la cual se está conformando directamente sobre la vía, sin tener el aporte de finos que se necesita para lograr un afirmado adecuado.

Figura N° 01: Conformación de carpeta de afirmado con material cantera Zanja Seca sin aporte de finos



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura podemos apreciar la compactación de la carpeta de afirmado con material de la cantera Zanja Seca sin aporte de finos y sin tener en cuenta los parámetros de la normativa vigente como contenido de humedad, granulometría, índices de plasticidad entre otros, se puede apreciar que a los costados de la vía se acumula grava superior a 2 pulgadas las cuales tendrán un desprendimiento muy rápido y por ende un deterioro acelerado de la vía debido a que no están cohesionados por material fino.

Figura N° 02: Conformado y compactado de carpeta de afirmado



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura podemos ver el rápido deterioro que presentan este tipo de carreteras que son debido al desconocimiento del adecuado uso de material de cantera. Véase el hundimiento de las gravas en la subrasante y la pérdida de los limos a razón de las lluvias, se generan ahuellamientos, baches debido al mal uso del material de cantera, generando gastos y perjuicios al estado por obras mal ejecutadas a falta de conocimiento del uso de las canteras.

Figura N° 03: Carpeta de afirmado en malas condiciones de transitabilidad



Fuente: Elaboración propia

## 1.2 Formulación y sistematización del problema

### 1.2.1 Problema General

¿Cuál es el resultado de analizar el material de la cantera de Zanja Seca como afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito en la ciudad de Pucallpa?

### 1.2.2 Problema(s) Específico(s)

1. ¿Cuáles son los resultados al analizar las propiedades físicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado de carretera de bajo volumen de tránsito?
2. ¿Qué resultados se obtiene al determinar las propiedades mecánicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito?

## **1.3 Justificación**

### **1.3.1 Practica o Social**

Según Gallardo (2017), se tiene que; “La justificación práctica es cuando su desarrollo ayuda a resolver un problema concreto y que afecta directa e indirectamente a una realidad social o, por lo menos, propone estrategias que al aplicarse contribuirían a resolverlo”.

En tal sentido la presente investigación tiene una justificación práctica, debido a que aporta información la cual ayudara a mejorar la transitabilidad de las carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito que se encuentran en malas condiciones de servicio.

### **1.3.2 Científica o teórica**

Según Gallardo (2017), se tiene que; “La justificación teórica está dirigido a resaltar los supuestos que pretende profundizar el investigador, sea para generar la reflexión y el debate académico sobre el conocimiento existente, confrontar una teoría, constatar resultados o encontrar nuevas explicaciones del conocimiento existente”.

En tal sentido el presente estudio presenta una justificación teórica porque aporta conocimientos sobre las propiedades físicas y mecánicas de los materiales extraídos de la cantera Zanja Seca y se confrontó con los parámetros que exige la normativa vigente del manual de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

### **1.3.3 Metodológica**

Según Gallardo (2017), se tiene que; “La justificación metodológica está referido al uso o propuesta de métodos, estrategias y

técnicas específicas que pueden generar conocimiento válido y confiable; y/o servir de aporte y/o aplicación para otros investigadores que aborden problemas similares.

En tal sentido la presente investigación tiene justificación metodológica porque propone una metodología para obtener el adecuado uso de los materiales de cantera para su uso en afirmados de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, el cual ayudara a futuros proyectos en el diseño de material granular como base para afirmado.

## **1.4 Delimitaciones**

### **1.4.1 Espacial**

La delimitación espacial para el presente estudio fue la cantera para material de afirmado del caserío Zanja Seca del Distrito de Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo - Ucayali.

Figura N° 04: Ubicación de la cantera Zanja Seca



Fuente: Elaboración propia

#### **1.4.2 Temporal**

La delimitación temporal para el presente estudio comprendió el periodo de octubre del 2021 hasta enero del 2022.

#### **1.4.3 Económica**

Los costos del presente estudio fueron cubiertos al 100% por el tesista.

### **1.5 Limitaciones**

Las limitaciones que se tuvo durante el desarrollo de la tesis fue que la cantera de rio se encontraba inundada, producto de las lluvias y de la temporada de invierno en la selva peruana, por lo que se tuvo que esperar a que las aguas del rio Aguaytia mermen y así poder extraer el material para los ensayos correspondientes.

### **1.6 Objetivos**

#### **1.6.1 Objetivo General**

Evaluar la cantera Zanja Seca como material para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.

#### **1.6.2 Objetivo(s) Específico(s)**

1. Determinar las propiedades físicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.
2. Analizar las propiedades mecánicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.



## **CAPITULO II:**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes (nacionales e internacionales)**

##### **2.1.1 Antecedentes nacionales**

**Lozada (2018)** En su tesis titulada: “**Estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – provincia de Utcubamba**”, desarrollada en la Universidad Señor de Sipan. En el cual plantea como problema general: “¿Cuáles son las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba?” la hipótesis general fue “El estudio de mecánica de suelos determinará las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba.”, el objetivo general fue “Realizar un estudio de las características físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba.”, así mismo en cuanto a la metodología fue tipo de investigación exploratoria

descriptiva, el diseño de investigación fue cuasi experimental, su población fue las canteras de dentro de la jurisdicción del centro poblado de Hualango y la muestra fue los agregados de la cantera, las conclusiones fueron: “La cantera La Loma es de naturaleza grava arcillosa con arena (GC) según el método SUCS, identificado según el método AASHTO es un tipo de suelo A-2-4, con partículas de varios tamaños y mucha presencia de finos con  $IP=8.27\%$  y está dentro de los parámetros que estipula el manual de carreteras del MTC,  $IP$  (4% a 9%), el % por desgaste a la abrasión es 68.6%, Así mismo presenta bajo contenido de sales igual a 0.10%, además el C.B.R. al 100% para 0.1” = 46.0 %. Entonces el material que lo compone a la cantera no presenta características de un material adecuado para ser utilizado en carreteras”, así mismo “La cantera Las Paguillas es de naturaleza grava arcillosa con arena (GC), con ausencia de partículas intermedias y mucha presencia de finos según el método SUCS, identificado según el método AASHTO es un tipo de suelo A-2-4,  $IP=7.82\%$  y está dentro de los parámetros que estipula el manual de carreteras del MTC,  $IP$  (4% a 9%). El % por desgaste a la abrasión es 54.3%, Así mismo presenta bajo contenido de sales igual a 0.20%. Además un C.B.R. al 100% para 0.1” = 47.4%. Entonces el material que lo compone a la cantera no presenta características de un material adecuado para ser utilizado en carreteras”, así mismo “La cantera Limones (cantera de río), que según el análisis granulométrico tiene mayor presencia de agregado grueso, no presenta  $IP= N.P$ , según la clasificación SUCS es un tipo de suelo GW (grava

bien graduada) y según la clasificación AASHTO presenta un tipo de suelo A-1-a y el % por desgaste a la abrasión es 17.20%” así mismo “Se combinó la cantera La Loma (45%) con la cantera Limones (55%), y se obtuvo según la clasificación SUCS, es un suelo de Grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC), y según la clasificación AASHTO es un suelo de buena graduación (A-1-a), con un  $IP=6.11\%$ , según el ensayo Próctor una  $M.D.S=2.237 \text{ g/cm}^3$ , con óptimo contenido de humedad  $=5.91\%$  y una mejor resistencia con un C.B.R al 100% para 0.1”= 78.7%. Lo cual indica que está dentro de los parámetros de resistencia del suelo para material de afirmado en carreteras, entonces si es recomendable para ser utilizado como material de afirmado en carreteras” así también “De igual manera se combinó la cantera Las Paguillas (55%) con la cantera Limones (45%), y se obtuvo según la clasificación SUCS, es un suelo de Grava bien graduada con arcilla y arena (GW-GC), y según la clasificación AASHTO es un suelo de buena graduación (A-2-4), con un  $IP=6.93\%$ , según el ensayo Próctor una  $M.D.S=2.210 \text{ g/cm}^3$ , con óptimo contenido de humedad  $=7.91\%$  y una mejor resistencia con un C.B.R al 100% para 0.1”= 73.5%, entonces si es recomendable para ser utilizado como material de afirmado en carreteras”

**Balboa (2019)** En su tesis titulada “Estudio del material afirmado para el terraplén de carreteras Chasquitambo”, desarrollada en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. En la cual plantea como problema general: “¿En qué medida el uso de

material afirmado favorece al mejoramiento del terraplén de las carreteras Cerro Blanco- Chasquitambo?”, como objetivo general “Evaluar el empleo del material afirmado para el mejoramiento del terraplén de la carretera Cerro Blanco – Chasquitambo”, como hipótesis general tiene “El material afirmado de las canteras adyacentes se relaciona directamente en el mejoramiento del terraplén de la carretera Cerro Blanco- Chasquitambo” en el cual utilizo un tipo de investigación fundamental o pura, el nivel de investigación fue explicativo descriptivo, el método de investigación que utilizo fue científico, el diseño de investigación fue experimental. como conclusiones tiene “Las canteras Huaricanga y Chiquiahuanca, pueden ser utilizados como material de afirmado”, así mismo “Los valores de las propiedades físico mecánicas de las canteras obtenidos en el laboratorio, se encuentran dentro de los parámetros especificados para un material de afirmado, con respecto a las Especificaciones Técnicas Generales de construcción de carreteras EG – 2013, Ministerio de Transportes”.

**Ticlla (2021) En su tesis titulada: “Evaluación de las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmado de carreteras del Distrito de Chota”;** desarrollada en la Universidad Nacional Autónoma de Chota. En la cual plantea como problema general: “¿Las principales canteras del distrito de Chota cumplen con las características geotécnicas requeridas?”, el objetivo general fue: ““Evaluar las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmado de carreteras del distrito de Chota,

con la finalidad de verificar si el material de estos bancos, cumple con las especificaciones técnicas”, la hipótesis general fue: “Las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmado del Distrito de Chota, son significativamente similares a los estándares técnicos requeridos por el MTC (2014), para obras de construcción, rehabilitación y mejoramiento de la superficie de rodadura afirmada en carreteras”, en cuanto a la metodología utilizo un método de investigación científico, el tipo de investigación fue cuantitativo, el diseño de investigación fue correlacional, así mismo a las conclusiones que llego fue “Las canteras La Torre, La Chuica, Rejopampa Alto 1 y Rejopampa Alto 2, según AASHTO se clasifican en el grupo A-2, cumplen con la gradación tipo A-1 y sus límites líquidos e índices de plasticidad están fuera del rango normativo (LL=35% e IP= 9%), pero pueden ser mejorados a partir de la incorporación de aditivos químicos. En cambio, la cantera Pingobamba Bajo según AASHTO se clasifica en el grupo A- 1 y su límite líquido (22.12%) e índice de plasticidad (4.05%) cumplen con los estándares del MTC (2014). El CBR al 100% para las canteras La Torre (42.80%), La Chuica (42.33%), Pingobamba Bajo (53.50%), Rejopampa Alto 1 (44.80%) y Rejopampa Alto 2 (45.00%) son superiores al mínimo especificado (40%), así mismo la abrasión del material es menor al 50% tal como específica la normatividad”. así mismo “Las principales canteras del distrito de Chota cumplen con los estándares presentados en el Manual de suelos geología, geotecnia y pavimentos del MTC, para

su uso en el afirmado de carreteras, pero la cantera Pingobamba Bajo es la que presenta el material óptimo para afirmado, no solo cumple con los estándares de calidad de un afirmado sino también de una subbase, con un CBR al 100% que equivale a 53.50%.”

### **2.1.2 Antecedentes internacionales**

**Carbajal, Zarate y Rincón (2018)** En su tesis titulada **“Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la esmeralda mediante la inclusión de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros”**, desarrollada en la Universidad Cooperativa de Colombia. En el cual plantea como problema central “Mal estado de las vías de tercer orden”, objetivo general fue “Mejorar el material de afirmado de la cantera la Esmeralda ubicada en el kilómetro 7 vía el Totumo en el municipio de Ibagué departamento del Tolima, mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros.”, en cuanto a la metodología fue experimental, las conclusiones fueron: “Después de Caracterizar la muestra, se determinó que la muestra patrón dispuesta para afirmado no cumple con los requisitos mínimos para utilizarla sobre la subrasante determinada, aunque cumple con la dureza, gradación y limpieza, su resistencia es muy baja.”, así también “La mejor resistencia del material se obtiene con un porcentaje del 5% de ceniza de cascarilla de arroz, este no es inversamente proporcional; Puesto que no incrementa su mejoría si se le aplica un mayor porcentaje de CCA”.

**Toapanta (2017) En su tesis titulada: “Diseño de explotación de la cantera “La Yunguilla”, ubicada en la parroquia Urbina, Cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua”,** desarrollada en la Universidad Central del Ecuador. En el plantea como problema central “¿Cómo alcanzar la extracción de los materiales de construcción existentes en la Cantera “La Yunguilla”, cumpliendo con los parámetros técnico, socio - económicos y ambientales?” so objetivo central “Realizar el diseño de explotación de la Cantera “La Yunguilla” ubicada en la Parroquia Urbina, cantón Santiago de Píllaro, Provincia de Tungurahua”, la metodología que utilizo fue tipo de estudio descriptivo, el cual llego a las siguientes conclusiones: “Realizados los ensayos de laboratorio en el Departamento de Ensayo de Materiales y Modelos para caracterizar el material existente en la cantera, se determina que existe material pétreo de alta calidad que puede ser empleado en la industria de la construcción, para la fabricación de morteros y hormigones de alta resistencia; y material pétreo de menor calidad puede ser utilizado como material para el lastrado de vías de las zonas cercanas al proyecto”, asi mismo se tiene “Mediante el método de análisis minero geométrico se determinó los volúmenes de material pétreo, sobrecarga a extraerse y la masa rocosa total que es de 475 834 m<sup>3</sup> y se realizó una comparación con el volumen calculado en el software minero RecMin 475 816.3 m<sup>3</sup> y se evidencia que no hay mucha variación en los cálculos, corroborando los mismos”

**Tibasosa (2019) En su tesis titulada: “Análisis de la utilización de las lateritas como materiales en estructuras de pavimento para su aprovechamiento en Colombia”**, desarrollada en la Universidad de Santo Tomas. En el cual tiene como objetivo general: “Realizar un estado del arte que permita establecer la viabilidad de la utilización de suelos lateríticos como materiales en estructuras de pavimento en Colombia”, en la cual las conclusiones fueron: “Se ha realizado una investigación extensa del estado del arte sobre el uso de suelos lateríticos en varios países tropicales, de la cual se pudo evidenciar que el estudio de su uso está bastante avanzado, principalmente en los métodos de caracterización y en los diferentes métodos de estabilización planteados en algunas regiones. No obstante, es necesario evaluar los límites de prueba y las especificaciones que se aplican actualmente a nivel internacional y lograr perfeccionarlos para su uso en Colombia. Sobre la base de la revisión bibliográfica de una serie de especificaciones internacionales y regionales para el uso de lateritas en pavimentos, es claro que las especificaciones brasileñas permiten disminuciones considerables de los parámetros mecánicos en comparación con los rangos mínimos de los parámetros de las normas colombianas establecidas por el INVIAS, como es el caso del CBR, incluso para tráfico relativamente pesado, todo ello con el fin de poder utilizar estos materiales; por lo tanto, en vista del uso exitoso de la laterita en la construcción de carreteras de alto y bajo volumen en Brasil, es posible recomendar las especificaciones brasileñas como medida



provisional de caracterización de suelos lateríticos para su uso como material en estructuras de pavimento hasta que se desarrollen las especificaciones locales relacionadas con el desempeño”.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1 Afirmado**

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, indica que el Afirmado “Es la capa de material granular seleccionada como superficie de rodadura de una carretera, la cual es obtenida de forma natural o procesados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, los cuales son colocados sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras. el cual incluye suministro, transporte colocación y compactación del material, en conformidad con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicadas en los planos del proyecto”.

### **2.2.2 Materiales de afirmado**

Según el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos, dice que Los materiales de afirmado “varían según la región y las fuentes locales de agregados que pueden ser cantera de río o de cerro, también se diferencian si su uso se da como una capa superficial o una capa inferior, ya que depende de ello el tamaño máximo de los agregados, así como el porcentaje de material fino o acilla. Debido a que los porcentajes de estos son una característica en las carreteras de afirmado”, así mismo “El afirmado

viene a ser una mezcla de tres tamaños o mezcla de material, los cuales son: piedra, arena y finos o arcilla. Al no existir una buena combinación de estos tres tamaños el afirmado será pobre. Por lo mismo el afirmado requiere un porcentaje de piedra el cual ayuda a soportar las cargas, así también necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaño para llenar los vacíos entre las piedras y darle estabilidad a la capa de afirmado y necesariamente necesita un porcentaje de finos plásticos para cohesionar los materiales de la capa de afirmado” así también indica que “Existen muy pocas canteras de material para afirmado que tienen una gradación ideal, por lo que generalmente se tendrá que zarandear el material para obtener la granulometría requerida. Por lo general los materiales son agregados naturales los cuales provienen de excedentes de excavaciones o de canteras o también provienen de la trituración de rocas y gravas o podrán estar conformados por una mezcla de materiales de ambas procedencias”

“Las características que deberá cumplir el material de afirmado será la que se describe en el manual de carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección: Suelos y Pavimentos. Así mismo cabe indicar que es importante que todos los materiales para afirmados no son los mismos, y es por eso que la calidad del material para afirmado deberá determinarse mediante ensayos de laboratorio de mecánica de suelos”.

“Para el diseño o la dosificación y mezcla del material para afirmado, se tendrá como referencia las gradaciones que se recomiendan en la siguiente tabla referidas a AASHTO M 147”.

Tabla N° 01:  
Gradación del Material de Afirmado según AASHTO

% QUE PASA DEL TAMIZ	Gradación C	Gradación D	Gradación E	Gradación F
50 mm (2")				
37.5 mm (1 1/2")				
25 mm (1")	100	100	100	100
19 mm (3/4")				
12.5 mm (1/2")				
9.5 mm (3/8")	50 - 85	60 - 100		
4.75 mm (N° 4)	35 - 65	50 - 85	55 - 100	70 - 100
2.36 mm (N° 8)				
2.0 mm (N° 10)	25 - 50	40 - 70	40 - 100	55 - 100
4.25 um (N  40)	15 - 30	25 - 45	20 - 50	30 - 70
75 um (N° 200)	5 - 15	5 - 20	6 - 20	8 - 25
Índice de Plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9	4 - 9
Limite Liquido	Max. 35%	Max. 35%	Max. 35%	Max. 35%
Desgaste Los Angeles	Max. 50%	Max. 50%	Max. 50%	Max. 50%
CBR 100% MDS	Min. 40%	Min. 40%	Min. 40%	Min. 40%

Fuente: AASHTO M 147

“En la siguiente tabla se muestra el diseño o la dosificación y mezcla del material para afirmado, referidas a FHMA”.

Tabla N° 02  
Gradación del Material de Afirmado según FHMA

% QUE PASA DEL TAMIZ	FHWA-FP 03	FHWA-SD LTAP
50 mm (2")		
37.5 mm (1 1/2")		
25 mm (1")	100(1)	
19 mm (3/4")	97 - 100(1)	100

12.5 mm (1/2")		
9.5 mm (3/8")		
4.75 mm (N° 4)	14 71 (7)	50 – 78
2.36 mm (N° 8)		37 - 67
2.0 mm (N° 10)		
4.25 um (N  40)	12 – 28 (5)	13 - 35
75 um (N° 200)	9 – 16 (4)	4 – 15
Indice de Plasticidad	8 (4)	4 - 12
Limite Liquido	Max. 35%	Max. 35%
Desgaste Los Angeles	Max. 50%	Max. 50%
CBR 100% MDS	Min. 40%	Min. 40%

(\*) Si el CBR del material es menor al mínimo recomendado se efectuara un estudio específico para mejorar las propiedades del material

---

Fuente: Federal Highway Administration - FHWA

“Para el caso del porcentaje que pasa el tamiz 75 um (N° 200), se tendrá en cuenta las condiciones ambientales locales (temperatura y lluvia), especialmente para prevenir el daño por la acción de las heladas. En este caso será necesario tener porcentajes más bajos a lo especificado que pasa el tamiz 75 um (N° 200), por lo que, en caso o lo determine el proyecto, el supervisor deberá fijar y aprobar los porcentajes apropiados”.

“Muy importante es el índice de plasticidad que podrá llegar hasta un máximo de 12 y no debe ser menor de 4. La razón es que la capa de rodadura en su superficie necesita un mayor porcentaje de material plástico y las arcillas naturales le darán la cohesión necesaria y por lo tanto una superficie cómoda para la conducción vehicular. Esto puede ser crítico durante el periodo seco, pues necesitara riego de agua. En el caso de que se tuvieran materiales con índice de plasticidad fuera del rango 4-12%, se estudiara el empleo de un estabilizador de suelos

con un producto asfáltico, con cal, cemento, cloruros de sodio (sal), calcio o magnesio u otros estabilizadores químicos de suelos con la finalidad de mantener y/o prolongar la vida útil de la carretera”.

“Es a partir de lo antes señalado que se efectúan los ensayos y dosificaciones hasta conseguir un material de afirmado de buena calidad, con gradación y plasticidad adecuadas que le de cohesión. De ser el caso, se establecerán las diferencias que sustenten una especificación especial, como variante de lo indicado en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos o lo estipulado en la sección 301 del Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales vigente”.

“Un aspecto que debe tenerse en cuenta en los caminos afirmados, es el control de polvo, debido a que todos estos caminos emiten polvo por el tráfico circulante, la cantidad de polvo que se produce en un camino afirmado es muy variable, depende de la zona del país (lluvioso o árido), del tráfico que soporta y la calidad del afirmado. Es necesario que el ingeniero proyectista, analice y sustente la necesidad de aplicación de paliativos de control de polvo, especialmente en cruces urbanos, zonas agrícolas o restos históricos, donde el polvo generado por el tráfico resulta perjudicial a la salud, a la producción agrícola y al deterioro progresivo del patrimonio cultural; el análisis debe incluir el periodo de servicio, debido a que prácticamente la aplicación de todos los métodos de control de polvo es anual. Los tipos de control de polvo pueden ser riegos con agua natural, riegos incluyendo cloruros o

aditivos, aplicación de productos asfálticos (imprimación reforzada, diferentes tipos de sellos asfálticos), utilización de cal, cemento u otros estabilizadores químicos”.

### **2.2.3 Cantera**

Lozada (2018), No dice que “La explotación de canteras de áridos se trata de una actividad necesaria para el progreso económico, industrial y social, con futuro y que debe compatibilizarse con el desarrollo sostenible. Si el sector de los áridos es capaz de integrarse en unidades de mayor tamaño será posible abastecer la demanda con menor número de explotaciones, mejor gestionadas, con mayor vida operativa, mayor rentabilidad y una disminución del impacto que este tipo de actividad causa sobre el medio ambiente y el territorio”.

“Los materiales para afirmado en carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito deberán cumplir algunas condiciones físicas como: tamaño máximo de agregado, resistencia del desgaste, límite líquido máximo de 35%, índice de plasticidad de 4-9%, un CBR mínimo 40%”.

Según el manual de carreteras vigente del MTC, “El interés del estudio de las fuentes de materiales de donde se extraerán agregados para afirmado es determinar si son o no aptos, es por eso que se requiere determinar sus características mediante los ensayos correspondientes de mecánica de suelos”.

#### **2.2.3.1 Ubicación de cantera**

Según el manual de carreteras vigente del MTC, “Las canteras serán ubicadas en función a su distancia de la obra a realizar, considerando que cumplan con la calidad y cantidad (potencia) requeridas por la obra. Para el efecto se realizará un levantamiento topográfico desde el inicio de la cantera a la obra precisando el kilometraje, longitud y tipo de acceso, así mismo se delimitará topográficamente los linderos de las canteras”.

#### **2.2.3.2 Descripción de la cantera**

Según el manual de carreteras vigente del MTC, “Las canteras serán evaluadas y seleccionadas por su calidad y cantidad (potencia), así como por su menor distancia a la obra. Las prospecciones que se realizaran en las canteras se efectuaran en base a calicatas, sondeos y/o trincheras de las que se obtendrán las muestras necesarias para los análisis y ensayos de laboratorio”.

“El estudio de canteras incluye a accesibilidad a los bancos de materiales descripción de los agregados, usos, tratamientos, tipo, periodo de explotación, propiedad, permisos de uso y otras informaciones”.

#### **2.2.4 Muestreo.**

“Según el manual de carreteras del MTC, para muestreo de los estratos Se deberá seguir el manual de ensayo de materiales del MTC vigente, norma MTC E 101. En lo no especificado en el manual de ensayo de materiales, se procederá de acuerdo a lo siguiente: se realizará

mínimo 05 exploraciones, por cada área menor o igual a una hectárea, la ubicación de los puntos de prospección será a distancias aproximadamente iguales, para luego densificar la exploración si se estima pertinente. Las exploraciones consistirán en calicatas, sondeos y/o trincheras, a profundidades no menores de la profundidad máxima de explotación, a fin de garantizar la real potencia de los bancos de materiales”.

“La cantidad de muestras extraídas de canteras deberá ser tal que permita efectuar los ensayos exigidos, así como también ensayos de verificación para rectificar y/o ratificar resultados poco frecuentes”.

“Las muestras representativas de los materiales de cada cantera serán sometidas a los ensayos estándar, a fin de determinar sus características y aptitudes para los diversos usos que sean necesarios (rellenos, afirmado, subbase, base, tratamientos superficiales, carpetas asfálticas, obras de concreto hidráulico, etc.)”.

“Se presentarán registros de exploraciones para cada una de las prospecciones, en donde se detallarán las ubicaciones de las prospecciones con coordenadas UTM-WGS84, las características de los estratos encontrados tales como: tamaño, forma, color, espesor de cada estrato, profundidad de la prospección, así como material fotográfico de las calicatas; de tal manera que en los registros se precisen las características de los estratos encontrados”.

“Estas muestras se clasifican según Hvorslev (1949), en muestras representativas y no representativas” las cuales son:



“Muestras representativas, son las que contienen todos los materiales constituyentes del estado, del cual fueron tomadas, no han tenido ningún cambio químico. Sin embargo, su condición física o estructural, si se ha alterado, además de su contenido de humedad, estas muestras se usan para llevar a cabo una clasificación general, gracias a sus propiedades índice, y a la identificación de cada material”.

“Muestras no representativas, se les conoce así, a las muestras, que no representan algún estrato en especial, sino que sus partículas se han mezclado con los de otros estratos o materiales, por lo cual resultan inadecuados para un examen de laboratorio, sin embargo son útiles para establecer una clasificación preliminar, y una determinación de las profundidades a las cuales ocurren cambios mayores en los estratos, y de donde o a partir de cuándo, podemos obtener muestras representativas o no alteradas”.

#### **2.2.5 Ensayos de laboratorio**

“Según el manual de carreteras vigente del MTC, no dice que los ensayos de laboratorio para determinar las características físicas, químicas y mecánicas de los materiales de las canteras se efectuarán de acuerdo al Manual de Material para Carreteras del MTC (vigente) y serán las que señalen en el Manual de carreteras: Especificaciones Técnicas Generales vigente”.

Los ensayos de los materiales deberán ser de dos tipos:

- Estrato por estrato
- Del conjunto de los materiales

Los ensayos deben ser ejecutados en laboratorios competentes que cuenten con:

- Personal calificado
- Instalaciones que faciliten la correcta ejecución de los ensayos
- Métodos y procedimientos apropiados para la realización de los ensayos, siguiendo las Normas de Ensayos del MTC o normas internacionales como ASTM o AASHTO, incluyendo técnicas estadísticas para el análisis de los datos de ensayo.
- Equipos debidamente calibrados, que garanticen la exactitud o validez de los resultados de los ensayos. Antes del inicio de los ensayos o de la puesta en servicio el proveedor debe presentar los respectivos certificados de calibración de sus equipos, emitidos por laboratorios de calibración acreditados.
- Aseguramiento de calidad de los resultados de los ensayos.
- Informe de resultados de cada ensayo, presentado en forma de informe de ensayo o certificado de ensayo, que exprese el resultado de manera exacta, clara, sin ambigüedades y objetivamente, de acuerdo con las instrucciones específicas de los métodos de ensayo.

#### **2.2.6 Ensayos Estándar para afirmado**

- **Análisis Granulométrico de suelo por Tamizado ASTM D-422, MTC E 107.**

“El cual tiene como objetivo determinar la distribución de tamaños de las partículas del suelo, este método describe el método para

determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada, hasta el de 74 mm (N° 200)”.

Equipos:

“Dos balanzas, una con sensibilidad de 0.01g para pesar material que pasa por el tamiz N° 4.760mm (N° 4). Otra con sensibilidad de 0.1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4.760 mm (N° 4)”.

“Estufa. Capaza de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $100 \pm 5$  °C”-

Materiales.

Tamices de malla cuadrada. Incluyen los siguientes.

Tabla N° 03

Tamices de malla cuadrada

tamices	Abertura mm
3”	75.000
2”	50.800
1 ½”	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	0.260
N° 140	0.106
N° 200	0.075

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales 2016

“Se puede usar, como alternativa, una serie de tamices que, al dibujar la gradación de una separación uniforme entre los puntos del grafico

esta serie estará integrada por los siguientes tamices de malla cuadra”.

Tabla N° 04

Tamices de malla cuadrada

tamices	Abertura mm
3”	75.000
1 ½”	38.100
¾”	19.000
3/8”	9.500
N° 4	4.760
N° 8	2.360
N° 16	1.100
N° 30	0.590
N° 50	0.297
N° 100	0.149
N° 200	0.075

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales 2016

“Envases adecuados para el manejo y secado de las muestras, cepillo y brocha para limpiar las mallas de los tamices”

#### Muestras

“Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado”.

“Prepárese una muestra, la cual está constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4.760 mm (N° 4) y otra que pasa por dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayan por separado”.

“El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico como sigue”:

“Para la porción de la muestra retenida en el tamiz de 4.760 mm (N° 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo con la siguiente tabla”.

Tabla N° 05

Peso y tamaño máximo de agregados

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
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

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales 2016

“Para el tamaño de la porción que pasa el tamiz 4.76 mm (N° 4) será aproximadamente de 115g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos”.

“En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4.760 mm (N° 4) por medio

del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz”.

“Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de la muestra que pasa el tamiz de 4.760 mm (N° 4) y agregándole este valor al peso de la porción”.

- **Limite Liquido Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E 110.**

“Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo. Se considera que la resistencia al corte no drenada del suelo en el límite líquido es de 2 kPa (0,28 psi)”.

“Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad,

permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte”.

“Los límites líquido y plástico de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que  $2\mu\text{m}$  para determinar su número de actividad”

“Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización”.

“El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo”

#### Equipos

- Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm ( $4\frac{1}{2}$ ”) de diámetro aproximadamente.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande)
- Acanalador

- Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d" mostrada en la Figura 1, y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de  $10,00 \pm 0,2$  mm ( $0,394 \pm 0,008$ " ) de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente
- Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final
- Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g
- Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  para secar la muestra.

#### Materiales

“Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3” – 4”) de longitud y 20 mm (3/4”) de ancho aproximadamente”.

#### Insumos

“Pureza del agua: Cuando este método de ensayo sea referida agua destilada, puede emplearse agua destilada o agua desmineralizada”.

#### Muestra

“Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz 425



$\mu\text{m}$  (N° 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara”.

- **Limite Plástico Malla N° 40 ASTM D-4318, MTC E 111.**

“El objetivo de este ensayo es determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo”.

“Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen”

“Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte”

“Los plásticos de un suelo pueden utilizarse con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que  $2\mu\text{m}$  para determinar su número de actividad”

#### Equipos

- Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho
- Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro
- Balanza, con aproximación a 0,01 g
- Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tamiz, de  $426 \mu\text{m}$  (N° 40)
- Agua destilada
- Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades
- Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado

#### Muestra

“Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de  $426 \mu\text{m}$  (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se

toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo”

“El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante”

“Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua”.

- **Clasificación SUCS ASTM D-2487.**

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande

“Si el suelo tiene entre un 5-12% de finos, pasantes del tamiz #200 se considera que ambas distribuciones de granos tienen un efecto significativo para las propiedades ingenieriles del material. Estaríamos hablando por ejemplo de gravas bien graduadas pero con limos. En esos casos se debe usar doble simbología, por ejemplo: GW-GM correspondiente” a "grava bien graduada" y "grava con limo o grava limosa"

“Si el suelo tiene más del 15% del peso retenido por el tamiz #4 ( $R_{\#4} > 15\%$ ), hay una cantidad significativa de grava, y al sufijo "con grava" se le puede añadir el nombre del grupo, pero el símbolo del grupo no cambia”. Por ejemplo, SP-SM con grava se refiere a "Arena pobremente graduada con limo y grava"

- **Clasificación de Suelos AASHTO M-145, ASTM D-3282.**

“La American Association of State Highway Officials adoptó este sistema de clasificación de suelos (AASHTO M 145), tras varias revisiones del sistema adoptado por el Bureau of Public Roads de Estados Unidos, en el que los suelos se agrupan en función de su comportamiento como capa de soporte o asiento del firme. Es el sistema más utilizado en la clasificación de suelos en carreteras”.

“En esta clasificación los suelos se clasifican en siete grupos (A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7), según su granulometría y plasticidad. Más concretamente, en función del porcentaje que pasa por los tamices nº 200, 40 y 10, y de los Límites de Atterberg de la fracción

que pasa por el tamiz n° 40. Estos siete grupos se corresponden a dos grandes categorías de suelos, suelos granulares (con no más del 35% que pasa por el tamiz n° 200) y suelos limo-arcillosos (más del 35% que pasa por el tamiz n° 200)”.

“La categoría de los suelos granulares; gravas, arenas y zahorras; está compuesta por los grupos A-1, A-2 y A-3, y su comportamiento en explanadas es, en general, de bueno a excelente, salvo los subgrupos A-2-6 y A-2-7, que se comportan como los suelos arcillosos debido a la alta plasticidad de los finos que contiene, siempre que el porcentaje de estos supere el 15%. Los grupos incluidos por los suelos granulares son los siguientes”

- A-1: Corresponde a una mezcla bien graduada de gravas, arenas (gruesa y fina) y finos no plásticos o muy plásticos. También se incluyen en este grupo las mezclas bien graduadas de gravas y arenas sin finos

A-1-a: Incluye los suelos con predominio de gravas, con o sin material fino bien graduado.

A-1-b: Incluye suelos constituidos principalmente por arenas gruesas, con o sin material fino bien graduado.

- A-3: Corresponde, típicamente, a suelos constituidos por arena fina de playa o de duna, de origen eólico, sin finos limosos o arcillosos o con una pequeña cantidad de limo no

plástico. También incluyen este grupo, los depósitos fluviales de arena fina mal graduada con pequeñas cantidades de arena gruesa o grava

- A-2: Este grupo comprende a todos los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz n° 200 y que no pueden ser clasificados en los grupos A-1 y A-3, debido a que el porcentaje de finos o la plasticidad de estos (o ambas cosas) están por encima de los límites fijados para dichos grupos. Por todo esto, este grupo contiene una gran variedad de suelos granulares que estarán entre los correspondientes a los grupos A-1 y A-3 y a los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7.

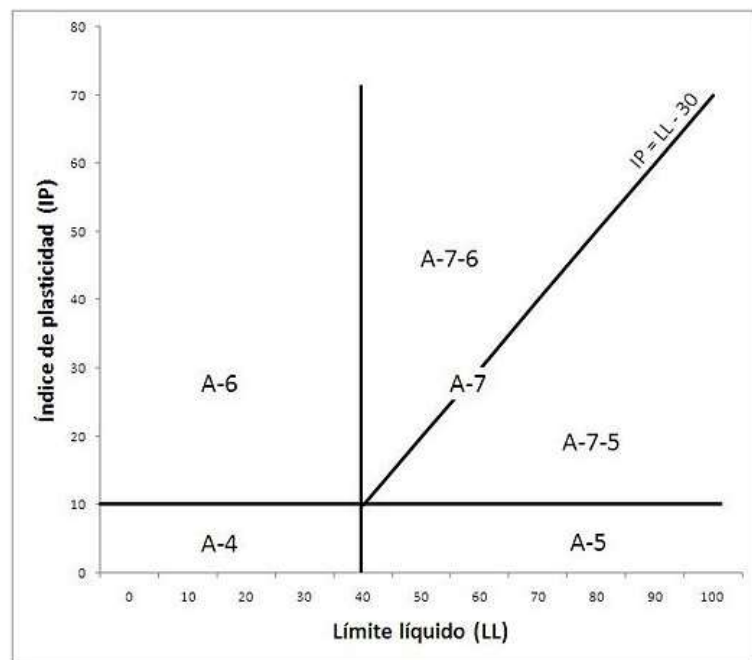
“A-2-4 y A-2-5: En estos subgrupos se incluyen los suelos que contienen un 35% o menos de material que pasa por el tamiz n° 200 y cuya fracción que pasa por el tamiz n° 40 tiene las características de los grupos A-4 y A-5, de suelos limosos. En estos subgrupos están incluidos los suelos compuestos por grava y arena gruesa con contenidos de limo o índices de plasticidad por encima de las limitaciones del grupo A-1, y los suelos compuestos por arena fina con una proporción de limo no plástico que excede la limitación del grupo A-3”

“A-2-6 y A-2-7: En estos subgrupos se incluyen suelos como los descritos para en los subgrupos A-2-4 y A-2-5, excepto

que los finos contienen arcilla plástica con tienen las características de los grupos A-6 y A-7”

“La categoría de los suelos limo-arcillosos está compuesta por los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, cuyo comportamiento en explanadas va de regular a malo. En esta categoría los suelos se clasifican en los distintos grupos atendiendo únicamente a su límite líquido y a su índice de plasticidad, según las zonas del siguiente gráfico de plasticidad. De esta forma se clasifican también los suelos del grupo A-2 en los distintos subgrupos”.

Figura N° 05: Gráfico de plasticidad



Fuente: internet

Los grupos incluidos en los suelos granulares son los siguientes:

- A-4: El suelo típico de este grupo es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico, que normalmente tiene

un 75% o más de material que pasa por el tamiz nº 200.

También se incluyen en este grupo los suelos constituidos por mezclas de suelo fino limosos y hasta un 64% de gravas y arenas.

- A-5: El suelo típico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-4, salvo que suele tener carácter diatomáceo o micáceo, y pueden ser muy compresibles, como indica su elevado límite líquido.
- A-6: El suelo típico de este grupo es un suelo arcilloso plástico, que normalmente tiene un 75% o más de material que pasa por el tamiz nº 200. También se incluyen en este grupo las mezclas de suelo fino arcilloso y hasta un 64% de gravas y arenas. Estos suelos, experimentan generalmente grandes cambios de volumen entre los estados seco y húmedo
- A-7: El suelo típico de este grupo es similar al descrito en el grupo A-6, salvo que que tiene las características de elevado límite líquido del grupo A-5, y puede ser elástico y estar sujeto a grandes cambios de volumen

A-7-5: Se incluyen en este subgrupo los suelos con un índice de plasticidad moderado en relación con el límite líquido y que pueden ser altamente compresibles, además de estar sujetos a importantes cambios de volumen.



A-7-6: Se incluyen en este subgrupo los suelos con un índice de plasticidad elevado en relación con el límite líquido y que están sujetos a cambios de volumen muy importantes.

La clasificación realizada de esta manera se complementa con el índice de grupo, que permita caracterizar mejor cada suelo dentro de los grupos, ya que estos admiten suelos con porcentajes de finos y plasticidad muy diferentes. El índice de grupo se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$IG = (F - 35) [0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15) (IP - 10)$$

Siendo:

F: Porcentaje en peso que pasa por el tamiz n° 200 del material inferior a 75 mm, expresado en número entero.

LL: Límite líquido

IP: Índice de plasticidad.

El índice de grupo se expresa en números enteros positivos (un número negativo se expresará como  $IG = 0$ ) y se escribe entre paréntesis a continuación de los símbolos de grupo o subgrupo correspondientes, por ejemplo, A-2-4 (0). Generalmente cuanto menor es el IG de un suelo, mejores son las cualidades del suelo como explanada o capa de asiento del firme. Los suelos de los grupos A-1, A-3, A-2-4 y A-2-5, que pueden calificarse de buenos a excelentes, tienen un  $IG = 0$ . Un  $IG = 20$  o mayor corresponde a un suelo de muy

mala calidad, en condiciones medias de drenaje y compactación. El valor crítico de finos es  $F = 35$  con independencia de la plasticidad, y si el índice de plasticidad es superior a 10 este valor será  $F = 15$ . Los valores críticos del límite líquido y del índice de plasticidad serán, respectivamente, 40 y 10. Por último, hay que señalar que para calcular el IG de los subgrupos A-2-6 y A-2-7 sólo se considera el segundo sumando de la expresión.

La clasificación ASTM establece el límite del 50% de material que pasa por el tamiz nº 200 para separar los suelos granulares de los suelos de grano fino, el 35% establecido por la clasificación AASHTO es más realista. Al basarse ambos sistemas en los ensayos, resulta interesante utilizarlos de forma simultánea para tener así una clasificación más completa del suelo.

- **Contenido Sales Solubles Totales, MTC E 219.**

“El objetivo del presente estudio es establecer el procedimiento analítico de cristalización para determinar el contenido de cloruros y sulfatos, solubles en agua, de los agregados pétreos empleados en bases estabilizadas y mezclas asfálticas”

“Una muestra de agregado pétreo se somete a continuos lavados con agua destilada a la temperatura de ebullición, hasta la extracción total de las sales. La presencia de éstas se detecta mediante reactivos químicos que, al menor indicio de sales, forman precipitados fácilmente visibles. Del agua total de lavado se toma una alícuota y

se procede a cristalizar para determinar la cantidad de sales presentes”

“El método es aplicable en controles de obra, debido a la rapidez de visualización y cuantificación del contenido de sales”.

#### Equipos

- Balanza analítica, con sensibilidad de 0,01 g
- Estufa, capaz de mantener temperaturas de  $105 \pm 5$  °C
- Plancha de calentamiento

#### Materiales

- Mecheros
- Matraces aforados
- Vasos de precipitado
- Pipetas
- Tubos de ensayo
- Insumos
- Agua destilada
- Solución de Nitrato de Plata
- Solución de Cloruro de Bario

#### Muestra

La cantidad de muestra y aforo debe ajustarse a lo que se indica en la tabla adjunta.

Tabla N° 06

Cantidad de muestra y aforo

Agregado pétreo	Cantidad mínima (g)	Aforo mínimo (ml)
-----------------	---------------------	-------------------

Grava 50 -20 mm	1000	500
Grava 20 – 5 mm	500	500
Arena 20 mm	100	500

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales 2016

### 2.2.7 Ensayos Especiales para Afirmado

#### - California Bearing Ratio (CBR) ASTM D-1883, MTC E 132.

“Este ensayo describe el procedimiento de ensayo para la determinación de un índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, que es muy conocido, como CBR (California Bearing Ratio). El ensayo se realiza normalmente sobre suelo preparado en el laboratorio en condiciones determinadas de humedad y densidad; pero también puede operarse en forma análoga sobre muestras inalteradas tomadas del terreno”.

“Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible”.

“Para aplicaciones donde el efecto del agua de compactación sobre el CBR es mínimo, tales como materiales no-cohesivos de granos gruesos, o cuando sea permisible para el efecto de diferenciar los contenidos de agua de compactación en el procedimiento de diseño, el CBR puede determinarse al óptimo contenido de agua de un esfuerzo de compactación especificado. El peso unitario seco especificado es normalmente el mínimo porcentaje de compactación

permitido por la especificación de compactación de campo de la entidad usuaria”

“Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria”.

“Los criterios para la preparación del espécimen de prueba con respecto a materiales cementados (y otros) los cuales recuperan resistencia con el tiempo, deben basarse en una evaluación geotécnica de ingeniería. Según sea dirigido por un ingeniero, los mismos materiales cementados deberán ser curados adecuadamente hasta que puedan medirse las relaciones de soporte que representen las condiciones de servicio a largo plazo”

“Este índice se utiliza para evaluar la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y de las capas de base, subbase y de afirmado”

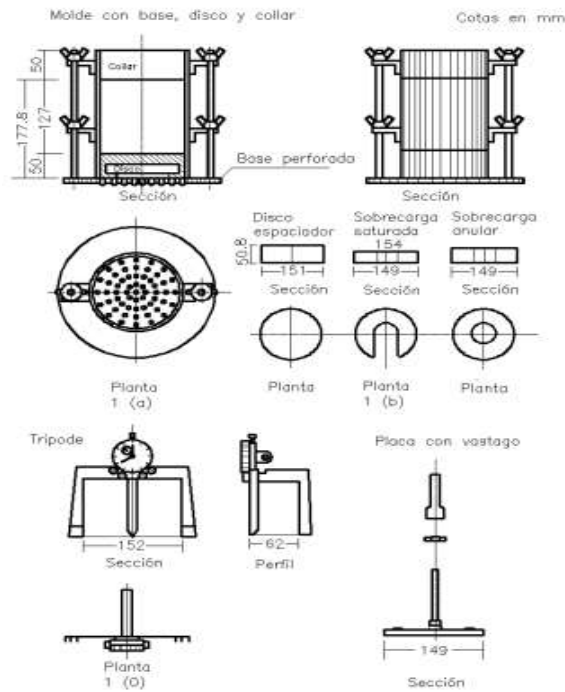
“Este modo operativo hace referencia a los ensayos para determinación de las relaciones de Peso Unitario - Humedad, usando un equipo modificado”

#### Equipos

- Prensa similar a las usadas en ensayos de compresión, utilizada para forzar la penetración de un pistón en el espécimen

- El desplazamiento entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto. La capacidad de la prensa y su sistema para la medida de carga debe ser de 44,5 kN (10000 lbf) o más y la precisión mínima en la medida debe ser de 44 N (10 lbf) o menos
- Molde, de metal, cilíndrico, de  $152,4\text{mm} \pm 0,66\text{ mm}$  ( $6 \pm 0,026$ ") de diámetro interior y de  $177,8 \pm 0,46\text{ mm}$  ( $7 \pm 0,018$ ") de altura, provisto de un collar de metal suplementario de 50,8 mm (2,0") de altura y una placa de base perforada de 9,53 mm (3/8") de espesor. Las perforaciones de la base no excederán de 1,6 mm ( $28\ 1/16$ ") las mismas que deberán estar uniformemente espaciadas en la circunferencia interior del molde de diámetro (Figura 1a). La base se deberá poder ajustar a cualquier extremo del molde
- Disco espaciador, de metal, de forma circular, de 150,8 mm ( $5\ 15/16$ ") de diámetro exterior y de  $61,37 \pm 0,127\text{ mm}$  ( $2,416 \pm 0,005$ ") de espesor (Figura 1b), para insertarlo como falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación
- Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado)

Figura N° 06: Gráfico de plasticidad



Fuente: internet

- Aparato medidor de expansión compuesto por

“Una placa de metal perforada, por cada molde, de 149,2 mm (5 7/8") de diámetro, cuyas perforaciones no excedan de 1,6 mm (1/16") de diámetro. Estará provista de un vástago en el centro con un sistema de tornillo que permita regular su altura”

“Un trípode cuyas patas puedan apoyarse en el borde del molde, que lleve montado y bien sujeto en el centro un dial (deformímetro), cuyo vástago coincida con el de la placa, de forma que permita controlar la posición de éste y medir la expansión, con aproximación de 0,025 mm (0,001")”

- Pesas. Uno o dos pesas anulares de metal que tengan una masa total de  $4,54 \pm 0,02\text{kg}$  y pesas ranuradas de metal cada una con masas de  $2,27 \pm 0,02 \text{ kg}$ . Las pesas anular y ranurada deberán tener  $5 \frac{7}{8}$ " a  $5 \frac{15}{16}$ " (149,23 mm a 150,81 mm) en diámetro; además de tener la pesa, anular un agujero central de  $2 \frac{1}{8}$ " aproximado (53,98 mm) de diámetro
- Pistón de penetración, metálico de sección transversal circular, de  $49,63 \pm 0,13 \text{ mm}$  ( $1,954 \pm 0,005$ ") de diámetro, área de  $19,35 \text{ cm}^2$  (3 pulg<sup>2</sup>) y con longitud necesaria para realizar el ensayo de penetración con las sobrecargas precisas de acuerdo con el numeral 6,4, pero nunca menor de 101,6 mm (4")
- Dos diales con recorrido mínimo de 25 mm (1") y divisiones lecturas en 0,025 mm (0,001"), uno de ellos provisto de una pieza que permita su acoplamiento en la prensa para medir la penetración del pistón en la muestra
- Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente
- Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm ( $\frac{3}{4}$ ") y 50,80 mm (2")



- Misceláneos, de uso general como cuarteador, mezclador, cápsulas, probetas, espátulas, discos de papel de filtro del diámetro del molde, etc

#### Muestra

La muestra deberá ser preparada y los especímenes para la compactación deberán prepararse de acuerdo con los procedimientos dados en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6”) excepto por lo siguiente Si todo el material pasa el tamiz de 19mm (3/4”), toda la graduación deberá usarse para preparar las muestras a compactar sin modificación. Si existe material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4”), este material deberá ser removido y reemplazado por una cantidad igual de material que pase el tamiz de ¾ de pulgada (19 mm) y sea retenido en el tamiz N° 4 obtenido por separación de porciones de la muestra no de otra forma usada para ensayos.

- **Ensayo de Abrasión Los Ángeles ASTM C-131, MTC E 207.**

“El objetivo del ensayo es establecer el procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños menores que 37,5 mm (1 ½”) para determinar la resistencia a la degradación utilizando la Máquina de Los Ángeles. Nota 1. En el Anexo se presenta un procedimiento para ensayar agregados gruesos de tamaños mayores que 19,0 mm (3/4 pulg).”

“Este Modo Operativo es una medida de la degradación de agregados minerales de gradaciones normalizadas resultantes de una

combinación de acciones, las cuales incluyen abrasión o desgaste, impacto y trituración, en un tambor de acero en rotación que contiene un número especificado de esferas de acero, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto. Este ciclo es repetido mientras el tambor gira con su contenido. Luego de un número de revoluciones establecido, el agregado es retirado del tambor y tamizado para medir su degradación como porcentaje de pérdida”

“Los valores están establecidos en unidades del Sistema Internacional y serán considerados como estándar”

#### Equipos

- Máquina de Los Ángeles consiste en un cilindro hueco de acero, cerrado en ambos extremos, de dimensiones, con un diámetro interior de  $711 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  ( $28 \text{ pulg} \pm 0,2 \text{ pulg}$ ) y una longitud interior de  $508 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$  ( $20 \text{ pulg} \pm 0,2 \text{ pulg}$ ). El cilindro será montado sobre ejes salientes de sus costados, no pasantes, de tal manera que pueda rotar con el eje en posición horizontal, con una tolerancia en la inclinación de 1 en 100. El cilindro debe tener una abertura para la introducción de la muestra de ensayo. Tiene una cubierta hermética al polvo y provista de medios para atornillarla en su lugar. El cobertor también será diseñado para mantener el

contorno cilíndrico de la superficie interior. Una pestaña removible de acero, que abarque toda la longitud del cilindro y se proyecte radialmente hacia adentro  $89 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  ( $3,5 \text{ pulg} \pm 0,1 \text{ pulg}$ ), será montada en el interior de la superficie cilíndrica del cilindro, de tal manera que un plano centrado en la cara mayor coincida con un plano axial. La pestaña deberá ser de  $25,4 \text{ mm}$  de espesor y montada por tornillos u otros medios de tal modo que quede firme y rígida. La localización de la pestaña se hará de tal manera que la muestra y las esferas de acero no impacten en las cercanías de la abertura y su cubierta; y, la distancia desde la pestaña hasta la abertura, medida a lo largo de la circunferencia del exterior del cilindro en la dirección de rotación, no será menor de  $1\ 270 \text{ mm}$  ( $50 \text{ pulg}$ ). Inspeccionar periódicamente la pestaña para determinar que no está inclinada a lo largo o desde su posición normal radial con respecto al cilindro. Si se encuentra una de estas condiciones, repare o reemplace la pestaña antes de realizar futuros ensayos.

Nota. Es preferible el uso de una pestaña de acero resistente al desgaste de sección rectangular y montada independientemente de la cubierta. No obstante se puede utilizar una pestaña que consiste en una sección de perfil angular laminado, apropiadamente montada en el interior del

plato cobertor, provisto que la dirección de rotación es tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo

- “La máquina deberá ser impulsada y equilibrada como para mantener una velocidad periférica uniforme (Nota 3). Si se utiliza un ángulo como pestaña, la dirección de rotación deberá ser tal que la carga sea recogida sobre la cara exterior del ángulo”.

Nota . Una pérdida de carrera en el mecanismo de impulsión puede arrojar resultados que no sean reproducidos por otra Máquina de Los Ángeles con velocidad periférica constante.

- “Tamices: Conforme con la NTP 350.001”.
- “Balanza: Una balanza o báscula con exactitud al 0,1 % de la carga de ensayo sobre el rango requerido para este ensayo”.
- “Carga: La carga consistirá en esferas de acero de aproximadamente 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro y cada una tendrá una masa entre 390 g y 445 g”.
- “La carga, dependiendo de la gradación de la muestra de ensayo como se describe en el Item 5, será como sigue”:

Tabla N° 07  
Carga de esferas de acero

Gradación	Numero de esferas	Masa de la carga (g)
A	12	5000 ± 25
B	11	4584 ± 25
C	8	3330 ± 25
D	6	2500 ± 25

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales 2016

“Nota. Podrá utilizarse cojinetes de bola de 46,00 mm (1 13/16 pulg) y 47,6 mm (1 7/8 pulg) de diámetro, cada una con una masa de aproximadamente de 400 g y 440 g, respectivamente. Podrán utilizarse también esferas de acero de 46,8 mm (1 27/32 pulg) de diámetro con una masa de aproximadamente 420 g. La carga podrá consistir en una mezcla de estas medidas conforme a las tolerancias de masa indicadas en los apartados”

### Muestra

Lavar y secar al horno la muestra reducida a peso constante, a  $110 \pm 5$  °C, separar cada fracción individual y recombinar a la gradación de la Tabla 1, lo más cercano correspondiendo al rango de medidas en el agregado como conforme para el trabajo. Registrar la masa de la muestra previamente al ensayo con aproximación a 1 g.

Tabla N° 08

Gradación de las muestras de ensayo

Medida del tamiz (Abertura cuadrada)		Masa de tamaño indicado, g.			
Que pasa	Retenido sobre	Gradación			
		A	B	C	D
37.5 mm (1 1/2")	25.0 mm (1")	1250 ± 25			
25.0 mm (1")	19.0 mm (3/4")	1250 ± 25			
19.0 mm (3/4")	12.5 mm (1/2")	1250 ± 10	2500 ± 10		
12.5 mm (1/2")	9.5 mm (3/8")	1250 ± 10	2500 ± 10		
9.5 mm (3/8")	6.3 mm (1/4")			2500 ± 10	
6.3 mm (1/4")	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

Fuente: Manual de Ensayos de Materiales 2016

Se obtendrá una muestra de campo de acuerdo con MTC E 201 y se reducirá a un tamaño adecuado de acuerdo con la ASTM C 702

- **Equivalente de Arena ASTM D-2419, MTC E 114.**

“Este método de ensayo se propone servir como una prueba de correlación rápida de campo. El propósito de este método es indicar, bajo condiciones estándar, las proporciones relativas de suelos arcillosos o finos plásticos y polvo en suelos granulares y agregados finos que pasan el tamiz N°4 (4,75mm). El término “equivalente de arena”, expresa el concepto de que la mayor parte de los suelos granulares y agregados finos son mezclas de partículas gruesas deseables, arena y generalmente arcillas o finos plásticos y polvo, indeseables”.

“Nota. Algunos realizan la prueba sobre material con un tamaño máximo más pequeño que el tamiz N°4 (4,75mm). Esto se hace para evitar que se atrapen los finos arcillosos o plásticos y el polvo en las partículas comprendidas entre los tamices N°4 a 8 (4,75mm a 2,36 mm). El ensayo de materiales con tamaño máximo más pequeño, puede disminuir los resultados numéricos de la prueba”.

“Este método de ensayo asigna un valor empírico a la cantidad relativa, fineza, y carácter del material arcilloso presente en el espécimen de ensayo”

Equipos

- Un cilindro graduado, transparente de plástico acrílico, tapón de jebe, tubo irrigador, dispositivo de pesado de pie y

ensamblaje del sifón, confortantes de las especificaciones respectivas y las dimensiones mostradas en la Fig. 1. Véase Anexo A.1 para aparatos alternativos

- Horno, de suficiente tamaño, y capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
- Agitador mecánico para equivalente de arena, diseñado para sostener el cilindro plástico graduado requerido, en una posición horizontal mientras está siendo sujeto a un movimiento reciprocante paralelo a su longitud y teniendo una trayectoria de  $203,2 \pm 1,0$  mm ( $8 \pm 0,04$  pulg) y operando a  $175 \pm 2$  rpm. En la Fig. 2 se muestra un aparato típico El agitador deberá ser asegurado a una montura firme y nivelada. El movimiento de las partes del agitador mecánico deberá estar provisto con una reja de seguridad para la protección del operador
- Agitador de operación manual para equivalente de arena, (Opcional), como se muestra en la Fig. 3, capaz de producir un movimiento oscilante, a una tasa de 100 ciclos completos en  $45 \pm 5$  s, con una longitud de trayectoria asistida manualmente, de  $127 \pm 5$  mm ( $5 \pm 0,2$  pulg). El dispositivo deberá estar diseñado para sostener el cilindro graduado requerido en una posición horizontal mientras está siendo sujeta a un movimiento reciprocante paralelo a su longitud. El agitador deberá ser asegurado a una montura nivelada y firme.

Si sólo se van a correr unos pocos ensayos, el agitador puede ser sostenido a mano o sobre una montura firme a nivel.

#### Materiales

- Lata de medición: Una lata cilíndrica de aproximadamente 57mm (2¼ pulg) de diámetro, con una capacidad de 85 ± 5mL.
- Tamiz N°4 (4,75mm) conforme con los requerimientos de la Especificación ASTM E 11
- Embudo, de boca ancha, para transferir los especímenes de ensayo dentro del cilindro graduado.
- Botellas, dos de 3,8 L (1,0 gal) para almacenar el stock de la solución y la solución de trabajo
- Platillo plano, para mezclar
- Reloj, con lecturas en minutos y segundos
- Papel filtro, Watman N°2V o equivalente

#### Insumos

- “Stock de Solución: Se van a requerir los siguientes materiales”:
  - “Cloruro cálcico Anhidro, 454g (1,00 lb) de grado técnico”
  - “Glicerina USP, 2050g (1 640 mL)”.
  - “Formaldehído, (40 volumen % solución) 47g (45 mL)”.
  - “Disolver los 454 g (1,00 lb) de cloruro en 1,9 L (0,5 gal) de agua destilada. Enfriar a la temperatura ambiente y filtra a través de un papel filtro. Añadir 2050 g de glicerina y 47 g de



formaldehído a la solución filtrada, mezclar bien, y diluir a 3,8 L (1,0 gal)”.

- “Solución de trabajo de cloruro cálcico: Preparar la solución de trabajo de cloruro cálcico diluyendo en agua una medida ( $85 \pm 5$  mL) total del stock de la solución de cloruro cálcico para 3,8 L (1,0 gal). Usar agua destilada o desmineralizada para la preparación normal de la solución de trabajo. Sin embargo, si se determina que el agua local es de tal pureza que no afecta a los resultados de los ensayos, es permitido usarla en lugar del agua destilada o desmineralizada, excepto caso de disputa. Nota. El efecto del agua local en los resultados de la prueba de equivalente de arena se puede determinar comparando los resultados de tres pruebas de equivalente de arena, usando agua destilada, con los resultados de tres pruebas de equivalente de arena usando agua local. Los seis especímenes de ensayo requeridos para esta comparación serán preparados a partir de la muestra de material y secados al horno como se prescribe en este método de ensayo”.

#### Muestra

- “Muestrear el material a ser ensayado en concordancia con ASTM D 75”

- “Mezclar completamente la muestra y reducirla si es necesario, usando los procedimientos aplicables en NTP 339.089”

- “Obtener como mínimo 1500 g de material pasante el tamiz N°4 (4,75mm) de la siguiente manera”:

“Separar la muestra en el tamiz N°4(4,75mm) por medio de un movimiento lateral y vertical del tamiz, acompañado por una acción chocante, de tal manera que se mantenga a la muestra moviéndose continuamente sobre la superficie del tamiz. Continuar el tamizado hasta que no más del 1% en peso del residuo pase el tamiz durante 1 min. La operación de tamizado puede ser realizada a mano o mediante un aparato mecánico. Cuando se está determinado, todo el tamizado mecánico, usar el método manual descrito más arriba, usando una capa simple de material sobre el tamiz.”

“Desmenuzar cualquier grumo de material en la fracción gruesa que pase el tamiz N°4 (4,75mm). Se puede usar un mortero y un pisón cubierto de jebe o cualquier otro medio que no cause apreciable degradación del agregado”.

“Remover cualquier capa de finos adheridos a los agregados gruesos. Esos finos se pueden remover secando superficialmente el agregado grueso y refregando luego con las manos sobre un recipiente plano”.

“Añadir el material pasante del tamiz obtenido en 5.3.b y 5.3.c de este ensayo para separar la porción fina de la muestra”.

- “Preparar especímenes de ensayo del material pasante la porción del tamiz N°4 (4,75mm) de la muestra por cualquiera de los procedimientos descritos en 6.1.1 o 6.1.2 de este ensayo. Nota 5. Los experimentos muestran que cuando la cantidad de material que siendo reducido por cuarteo decrece, también decrece la seguridad de obtener muestras representativas. Por esta razón, es imperativo que se ejerza extremo cuidado cuando se preparan los especímenes de ensayo”.

- **Proctor Modificado ASTM D-1557, MTC E 115.**

“El objetivo del presente ensayo es establecer el método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía modificada (2 700 kN-m/m<sup>3</sup> (56 000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))”.

“Este ensayo abarca los procedimientos de compactación usados en Laboratorio, para determinar la relación entre el Contenido de Agua y Peso Unitario Seco de los suelos (curva de compactación) compactados en un molde de 101,6 ó 152,4 mm (4 ó 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<sup>3</sup> (56000 pie-lbf/pie<sup>3</sup>))”.

“Se proporciona 3 métodos alternativos. El método usado debe ser indicado en las especificaciones del material a ser ensayado. Si el método no está especificado, la elección se basará en la gradación del material”.

- Método A
- Molde: 101,6 mm de diámetro (4 pulg)
- Material: Se emplea el que pasa por el tamiz 4,75 mm (N° 4).
- Número de capas: 5
- Golpes por capa: 25
- Uso: Cuando el 20 % ó menos del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (N° 4).
- Otros Usos: Si el método no es especificado; los materiales que cumplen éstos requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando Método B ó C.

#### Método B

- Molde: 101,6 mm (4 pulg) de diámetro.
- Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz de 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg).
- Número de Capas: 5
- Golpes por capa: 25
- Usos: Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz 4,75 mm (N°4) y 20% ó menos de peso del material es retenido en el tamiz 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg).

- Otros Usos: Si el método no es especificado, y los materiales entran en los requerimientos de gradación pueden ser ensayados usando

#### Método C.

- Molde: 152,4 mm (6 pulg) de diámetro
- Materiales: Se emplea el que pasa por el tamiz 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg).
- Número de Capas: 5
- Golpes por Capa: 56
- Uso: Cuando más del 20% en peso del material se retiene en el tamiz 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) y menos de 30% en peso es retenido en el tamiz 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg).
- El molde de 152,4 mm (6 pulg) de diámetro no será usado con los métodos A ó B.

#### Equipos

- “Molde de 4 pulgadas que tenga en promedio  $101,6 \pm 0,4$  mm ( $4,000 \pm 0,016$  pulg) de diámetro interior, una altura de  $116,4 \pm 0,5$  mm ( $4,584 \pm 0,018$  pulg) y un volumen de  $944 \pm 14$  cm<sup>3</sup> ( $0,0333 \pm 0,0005$  pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas”
- “Molde de 6 pulgadas que tenga en promedio  $152,4 \pm 0,7$  mm ( $6,000 \pm 0,026$  pulg) de diámetro interior, una altura de:  $116,4 \pm 0,5$ mm ( $4,584 \pm 0,018$  pulg) y un volumen de  $2\ 124 \pm 25$

cm<sup>3</sup> ( $0,075 \pm 0,0009$  pie<sup>3</sup>). Un molde con las características mínimas requeridas”

- “Pisón ó martillo operado manualmente como el descrito en 4.1.2.1 de este ensayo ó mecánicamente como el descrito en 4.1.2.2 de este ensayo. El pisón debe caer libremente a una distancia de  $457,2 \pm 1,6$  mm ( $18 \pm 0,05$  pulg) de la superficie de espécimen. La masa del pisón será  $4,54 \pm 0,01$  kg ( $10 \pm 0,02$  lb-m), salvo que la masa pisón mecánico se ajuste al descrito en el Método de Ensayo ASTM D 2168 (ver Nota 5). La cara del pisón que golpea deberá ser plana y circular, excepto el nombrado en 4.1.2.3 de este ensayo con un diámetro de  $50,80 \pm 0,13$  mm ( $2,000 \pm 0,005$  pulg), (Figuras 1 y 2). El pisón deberá ser reemplazado si la cara que golpea se desgasta ó se deforma al punto que el diámetro sobrepase los  $50,800 \pm 0,25$  mm ( $2,000 \pm 0,01$  pulg)”
- “Pisón manual, deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de  $19,0 \pm 1,6$  mm Manual de Ensayo de Materiales Página 108 ( $\frac{3}{4} \pm \frac{1}{16}$  pulg) y espaciados a 90°. Los diámetros mínimos de cada orificio de ventilación deben ser 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg). Orificios adicionales ó ranuras pueden ser incorporados en el tubo guía”

- “Pisón mecánico circular, puede ser operado mecánicamente de tal manera que proporcione una cobertura completa y uniforme de la superficie del espécimen. Debe haber  $2,5 \pm 0,8$  mm ( $0,10 \pm 0,03$  pulg) de espacio libre entre el pisón y la superficie interna del molde en su diámetro más pequeño. El pisón mecánico debe cumplir los requisitos de calibración requeridos por el Método de Ensayo ASTM D 2168. El pisón mecánico debe estar equipado con medios mecánicos capaz de soportar el pisón cuando no está en operación”.
- “Pisón mecánico, cuando es usado un molde de 152,4mm (6,0 pulg), un sector de la cara del pisón se debe utilizar en lugar del pisón de cara circular. La cara que contacta el espécimen tendrá la forma de un sector circular de radio igual a  $73,7 \pm 0,5$ mm ( $2,90 \pm 0,02$  pulg). El pisón se operará de tal manera que los orificios del sector se ubiquen en el centro del espécimen”
- “Extractor de muestras (opcional) puede ser una gata, estructura u otro mecanismo adaptado con el propósito de extraer los especímenes compactados del molde”.
- “Balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo”
- Horno de Secado con control termostático preferiblemente del tipo de ventilación forzada, capaz de mantener una

temperatura uniforme de  $110 \pm 5$  °C a través de la cámara de secado.

#### Materiales

- “Regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas). La longitud total de la regla recta debe ajustarse directamente a una tolerancia de  $\pm 0,1$  mm ( $\pm 0,005$  pulg). El borde de arrastre debe ser biselado si es más grueso que 3 mm (1/8 pulg)”.
- “Tamices ó Mallas.- De 19,0 mm ( $\frac{3}{4}$  pulg), 9,5 mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) y 4,75mm (Nº 4), conforme a los requisitos de la especificaciones ASTM E11”.
- “Herramientas de Mezcla tales como cucharas, morteros, mezclador, paleta, espátula, botella de spray, etc. ó un aparato mecánico apropiado para la mezcla completo de muestra de suelo con incrementos de agua”.

#### Muestra

- “La masa de la muestra requerida para el Método A y B es aproximadamente 16 kg (35 lbm) y para el Método C es aproximadamente 29 kg (65 lbm) de suelo seco. Debido a esto, la muestra de campo debe tener un peso húmedo de al menos 23 kg (50 lbm) y 45 kg (100 lbm) respectivamente”.
- “Determinar el porcentaje de material retenido en la malla 4,75mm (Nº 4), 9,5mm ( $\frac{3}{8}$  pulg) ó 19.0mm ( $\frac{3}{4}$ pulg) para escoger el Método A, B ó C. Realizar esta determinación



separando una porción representativa de la muestra total y establecer los porcentajes que pasan las mallas de interés mediante el Método de Análisis por tamizado de Agregado Grueso y Fino (NTP 339.128 ó ASTM C 136). Sólo es necesario para calcular los porcentajes para un tamiz ó tamices de las cuales la información que se desea”.

### **2.2.8 Rendimiento y Cubicación**

“Según el manual de carreteras vigente del MTC, “se calculará el rendimiento y potencia de los materiales utilizados para cada uso”, así mismo el uso, periodo y equipo de explotación. Los límites de las canteras o fuentes de materiales deben cubrir un área que asegure un volumen de material útil explotable de orden de 1.5 veces las necesidades del proyecto, considerando los factores volumétricos y una reserva en caso en obra se requiera un mayor volumen al previsto”.

### **2.3. Definición de términos**

**Afirmado.** “Consiste en una capa de material granular natural procesada debidamente compactada, con una gradación específica la cual soporta directamente esfuerzos y cargas del tránsito. Debe tener la cantidad adecuada de material fino cohesivo que permita mantener juntas las partículas. Funciona como una superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas y en caminos”. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Agregado.** “Material granular de composición mineralógica como la grava, arena, escoria, roca triturada que es usada para mezclar en distintos tamaños”.

(MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, 2008)

**Geotecnia.** “La geotecnia se refiere a la aplicación de principios geológicos y de ingeniería en el comportamiento de suelos, además del estudio de las propiedades físicas, mecánicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la tierra”. (Saavedra, 2016, p. 11).

**Cantera.** “Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras”. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Granulometría.** “Representación de la distribución de los tamaños que posee el agregado grueso mediante el proceso de tamizado según especificaciones técnicas.” (MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, 2008)

**Abrasión:** “Desgaste mecánico de agregados y rocas producto de la fricción y/o impacto”. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Absorción:** “Fluido que es retenido en cualquier material después de un cierto tiempo de exposición (suelo, maderas, rocas, etc.)” (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Agregado fino:** “Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas. Generalmente es el material que pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos”. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Agregado grueso:** “Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas

correspondientes. Generalmente es el material retenido en la malla N°4 (4,75 mm)”. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Arcillas:** “Partículas finas con tamaños de grano menor a (0,002 mm) provenientes de la alteración física y química de las rocas y minerales”. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

**Arena:** “Partículas de roca que pasan la malla N° 4 (4,75 mm.) y son retenidas por la malla N° 200”. (MTC, Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial, 2008)

**CBR (California Bearing Ratio):** “Valor relativo de soporte del suelo del material, el cual se mide por la penetración de una fuerza dentro de una masa del suelo”. (MTC, Manual de carreteras - sección suelos y pavimentos, 2014)

## **2.4. Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La cantera Zanja Seca cumple con la normativa vigente del MTC, como material para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.

### **2.4.2. Hipótesis Específica(s)**

1. El material de la cantera Zanja Seca cumple con las propiedades físicas que exige la normativa vigente del MTC, para carreteras de bajo volumen de tránsito.
2. Las propiedades mecánicas del material de la cantera Zanja Seca cumplen lo exigido por la normativa vigente del MTC, para carreteras de bajo volumen de tránsito.

## **2.5. Variables**

### **2.5.1. Definición conceptual de la variable**

#### **Variable independiente X = MATERIAL DE CANTERA**

los materiales de canteras, como los agregados y los pétreos son de los más utilizados en todo tipo de obras civiles, incluso son útiles en la parte de ornamento y decorativa. (Construval ingeniería 2020)

#### **Variable dependiente Y = AFIRMADO**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera, que pueden ser obtenidos en forma natural o procesados, debidamente aprobados, con o sin adición de estabilizadores de suelos, que se colocan sobre una superficie preparada. Los materiales aprobados son provenientes de canteras u otras fuentes. (EG 2013)

### **2.5.2. Definición operacional de la variable**

#### **Variable independiente X = MATERIAL DE CANTERA**

Se realizó el análisis del material de la cantera Zanja Seca como material para afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito y se comparó con los parámetros de la normativa vigente del MTC.

#### **Variable dependiente Y = AFIRMADO**

Se realizó en diseño de afirmado de material de base granular para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito el cual cumple con los parámetros de la normativa vigente del MTC.

### 2.5.3. Operacionalización de la variable

OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES				
VARIABLES	DEFINICION	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>  <b>MATERIAL DE CANTERA</b>	los materiales de canteras, como los agregados y los pétreos son de los más utilizados en todo tipo de obras civiles, incluso son útiles en la parte de ornamento y decorativa.	Se realizó el análisis del material de la cantera Zanja Seca como material para afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito y se comparó con los parámetros de la normativa vigente del MTC.	Calidad de cantera  Potencia de cantera	Ensayos de mecánica de suelos según MTC  Volumen de material según levantamiento topográfico
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>  <b>AFIRMADO</b>	Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera,	Se realizó en diseño de afirmado de material de base granular para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito el cual cumple con los parámetros de la normativa vigente del MTC.	Propiedades físicas  Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granulometría</li> <li>• Límites de consistencia</li> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Abrasión Los Ángeles</li> <li>• CBR</li> <li>• Proctor modificado</li> </ul>

## **CAPITULO III:**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Método de investigación**

El método de investigación fue científico, ya que según Cortes e Iglesias (2004, p. 8) “La Investigación Científica surge de la necesidad del hombre de dar solución a los problemas más acuciantes de la vida cotidiana”, de conocer la naturaleza que lo rodea y transformarla en función de satisfacer sus intereses y necesidades. “El carácter de la investigación científica es creativo e innovador aplicando lo último del conocimiento científico”.

En tal sentido la presente investigación considero el método científico debido a que se utilizó para hacer un adecuado de uso del material de la cantera y mejorar la transitabilidad de las carreteras de bajo volumen de tránsito.

#### **3.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación fue aplicada, porque según Tamayo (2006, p. 43) “La investigación Aplicada; se le denomina también activa o dinámica, se encuentra íntimamente ligada a la anterior, ya que depende de sus descubrimientos y aportes teóricos. Busca confrontar la teoría con la realidad”.

“Es el estudio y aplicación de la investigación a problemas concretos, en circunstancias y características concretas. Esta forma de investigación se dirige a su aplicación inmediata y no al desarrollo de teorías”.

En tal sentido el tipo de investigación que se utilizó fue aplicada debido a que utilizó los conocimientos y las normativas vigentes para comprobar la hipótesis, el cual nos ayuda a resolver los problemas concretos de la población de Pucallpa los cuales son mejorar las condiciones de transitabilidad de las carreteras afirmadas de bajo volumen de tránsito.

### **3.3. Nivel de investigación**

Según Tamayo (2006) Investigación descriptiva; es la que “Comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, grupo o cosas, se conduce o funciona en presente.”

En tal sentido el nivel de estudio que se aplicó fue de nivel descriptivo, porque se realizó la descripción, registro y análisis del material de cantera para su uso como afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.

### **3.4. Diseño de investigación**

El diseño de la investigación fue cuasi experimental, ya que según Amau (1995) “Diseño cuasi experimental; es un plan de trabajo con el que se pretende estudiar el impacto de los tratamientos y/o los procesos de cambio en situaciones donde los sujetos o unidades de observación no han sido asignados de acuerdo con un criterio aleatorio”

En tal sentido el diseño de investigación que se empleo fue cuasi experimental debido a que se aplican a casos reales como la construcción de carreteras de bajo volumen de tránsito y las unidades de observación no pueden ser asignadas con criterio aleatorio.

### **3.5. Población y muestra**

La población y muestra para el presente estudio fue censal por ser simultáneamente universo población y muestra.

#### **3.5.1 Población**

Según Hernández (2012) población, "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones. Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación".

En tal sentido la presente investigación considero como población a la cantera Zanja Seca del distrito de Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali.

#### **3.5.2 Muestra**

Según Ramírez (1997) establece que "la muestra censal, es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra. De allí, que la población a estudiar se precise como censal por ser simultáneamente universo, población y muestra".

En tal sentido en este caso la población vendría a ser la muestra por lo tanto la muestra fue la cantera de Zanja Seca del distrito de Nueva Requena,



provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, a la cual se le evaluó como material para afirmado en carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas para la recolección de datos fueron mediante calicatas y/o excavaciones a cielo abierto, con la ayuda de barrenos manuales y palas. Así mismo con un GPS se tomó las coordenadas UTM de la ubicación de las calicatas.

### **3.7. Procesamiento de la información**

El procesamiento de la información se realizó en el laboratorio de mecánica de suelos en base a los parámetros de la normativa vigente del MTC para carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito tal como se describen a continuación, haciendo uso de hojas de cálculo en excel.

#### **- Ensayo Análisis Granulométrico por Tamizado MTC E 107**

El cual tiene por finalidad determinar los porcentajes de suelos que pasa por los distintos tamices. El análisis por tamizado se realiza con una muestra seca, la cual pasa por una serie de tamices de 3 pulgadas hasta la malla más fina que es de 0.0074mm, para lo cual se debe usar los tamices ensamblados entre si donde la muestra se echa por el tamiz más grueso el cual va en la parte superior, luego se ejercen movimientos vibratorios y de rotación a la columna de tamices, quedando el material retenido en cada uno de ellos, se retiraron los tamices y se procedió a tomar el peso del material por separado. Con la cual se procedió a elaborar la curva granulométrica.

En la siguiente figura véase el tamizado del material de cantera en el laboratorio.

Figura N° 07: Análisis granulométrico por tamizado en laboratorio



Fuente: Elaboración propia

#### - **Ensayo Contenido de Humedad MTC E 108**

Para el ensayo de contenido de humedad se seleccionó un recipiente con masa conocida, luego de haber seleccionado la muestra a ensayar, se colocó la masa dentro del recipiente y se determinó la masa del recipiente más la muestra. Posteriormente se dejó la muestra dentro del horno a  $110 \pm 5^\circ \text{C}$ . luego que se secó el material y fue retirado del horno dejándolo secar a temperatura constante y finalmente se determinó su peso seco.

En la siguiente figura véase las taras más las muestras dentro del horno.

Figura N° 08: Contenido de humedad en laboratorio



Fuente: Elaboración propia

- **Limite plástico MTC E 110, Limite liquido MTC E 111, Índice de plasticidad MTC E 111**

Para determinar el limite plástico se tuvo que moldear la mitad de la muestra en forma de elipsoide, rodándolo con los dedos de las manos sobre una superficie lisa, formando pequeños cilindros de 3.2 mm, mientras que para determinar el limite liquido se colocó la muestra de suelos preparada en la copa del dispositivo de la limite líquido. Donde se presionó y se esparció en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10mm, luego se dividió la muestra haciendo una ranura cortando el suelo con el acanalador, se registró el número de golpes y se procedió a determinar el porcentaje de humedad. Y finalmente se procedió a calcular el índice de plasticidad que viene a ser la diferencia del límite liquido menos el limite plástico.

En la siguiente figura véase la colocación de material en la copa para determinar los límites de consistencia.

Figura N° 09: Limites de consistencia



Fuente: Elaboración propia

- **Análisis fisicoquímico**

Este ensayo tiene finalidad de determinar el contenido de cloruros, sulfatos, solubles en agua de la muestra de cantera. Mediante lavados constantes con agua destilada a punto de ebullición hasta lograr extraer el total de las sales, mediante reactivos químicos. Del agua de lavado se toma una alícuota y se cristaliza para determinar la cantidad de sales

- **Clasificación SUCS**

Es un sistema de clasificación el cual escribe la textura y el tamaño de las partículas de un suelo, el cual se representa mediante un símbolo con dos letras. Para la clasificación es necesario realizar previamente el análisis granulométrico.

- **Clasificación AASHTO**

Es la clasificación de suelos con la finalidad de obtener un índice de grupo, en el cual los clasifica de acuerdo a su granulometría, límite líquido, índice de plasticidad en siete grupos A-1 a A-7, las partículas que pasan por el tamiz N° 200 (0.075mm) menores al 35% corresponden al grupo A-1, A-2, A-3. Y

el material fino que pasa más del 35% por el tamiz N° 200 corresponden a los grupos A-4, A-5, A-6, A-7 y sus subgrupos.

- **Ensayo de abrasión los Ángeles MTC E 207**

Se realizó el tamizado con las mallas, luego se pesó las muestras retenidas en las mallas las cuales tienen que tener un peso de  $1250 \pm 25g$ , posteriormente se juntó el material de todas las taras en un recipiente común, el cual tenía un peso de  $5000 \pm 10g$ , posteriormente se colocó la muestra del ensayo en la máquina de Los Ángeles juntamente con las esferas de acero, la cual, roto a una velocidad de 30 rpm por 500 revoluciones, se separó el material de las esferas de acero y se tamizó en la malla N° 12, el material retenido por la malla se acumuló en una tara que fue pesada previamente, el cual fue llevado a la balanza, luego se procedió a elaborar los cálculos mediante la diferencia de la masa inicial y la masa final como porcentaje de la masa inicial.

En la siguiente figura véase la colocación de material y las esferas de acero en la máquina de Abrasión Los Ángeles.

Figura N° 10: Abrasión Los Ángeles en laboratorio



Fuente: Elaboración propia

- **Ensayo de Proctor Modificado**

Es la relación entre la densidad seca y el óptimo contenido de humedad. En el ensayo de proctor modificado que se realizó para el presente estudio se usó el método A debido a que menos del 20% del peso del material fue retenido en el tamiz N° 4.75mm (N° 4), en el cual se empleó el molde 101.6 mm de diámetro (4 pulg.), se utilizó el material que pasa por el tamiz N° 4.75mm (N° 4) con el cual se preparó cuatro muestras con un contenido de agua que fue variando alrededor de 2%, el número de capas que se utilizó fueron de 5 capas con 25 golpes por cada capa, se quitó el anillo de compactación y se enraza el molde, luego se pesó del material compactado más el molde y plato base. Luego se removi6 el material del molde para determinar el contenido de agua.

En la siguiente figura véase el ensayo de proctor modificado

Figura N° 11: Proctor modificado en laboratorio



Fuente: Elaboración propia

- **Ensayo de CBR MTC E 132**

Nos determina el índice de resistencia o valor de relación de soporte. Para esto se tomó aproximadamente 5 kg para cada molde, debido a que se

hicieron tres muestras se utilizó unos 15 kg de material. Se procedió a la elaboración de los especímenes en el cual se pesó el molde y su base y se colocó el collar y el disco espaciador con el papel filtro. Se realizó la compactación donde se colocó la muestra y se compacto cada molde con diferentes energías de compactación con 12, 25 y 56 golpes respectivamente, seguido se quitó el collar y se enrazaron los moldes, luego de esto se desmonto el molde y se volvió a montar invertido, ya sin el disco espaciador en el cual se colocó un papel filtro y se pesó. Luego se realizó la inmersión en el cual se colocó sobre la muestra invertida la placa perforada con el vástago y los anillos, se colocó el trípode con el dial de deformaciones y se ajustó al vástago de la placa perforada, se registró la lectura antes de sumergirlo en una poza con agua y se quitó el trípode. Luego de esto se procedió con la expansión en el cual se sumergió los moldes en una poza con agua por un periodo de cuatro días para su saturación, luego de la inmersión se volvió a leer el deformimetro el cual nos indicó el hinchamiento. Luego de eso se procedió al cálculo de la expansión el cual se expresa como un porcentaje de altura siendo este la diferencia entre la lectura de antes y después de sumergir las muestras. Luego de esto se procedió a pesar el molde más el suelo y se realizó el ensayo de penetración aplicando una carga de 44N a una velocidad uniforme de 0.05 pulgadas por minuto anotando las lecturas de presión. Por último, se desmonto el molde y se tomó de la parte superior una muestra para determinar su contenido de humedad.

En la siguiente imagen véase el ensayo de CBR

Figura N° 12: CBR en laboratorio



Fuente: Elaboración propia

### **3.8. Técnicas y análisis de datos**

Las técnicas y análisis de datos que se usaron en la presente investigación tuvieron un enfoque cuantitativo, en el cual se usó un análisis estadístico descriptivo en la cual se establece relación entre las variables de acuerdo a los indicadores.



## **CAPITULO IV:**

### **RESULTADOS**

#### **4.1 Generalidades**

El presente estudio tiene como área de intervención la cantera Zanja Seca ubicada en el caserío Zanja Seca, en el distrito de Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, a 2.5 horas de la ciudad de Pucallpa en camioneta.

##### **4.1.1 Ubicación cantera Zanja Seca**

Lugar : Caserío Zanja Seca

Distrito : Nueva Requena

Provincia : Coronel Portillo

Región : Ucayali

En la siguiente imagen se puede apreciar la ubicación de la cantera Zanja Seca la cual se encuentra a las orillas del Rio Aguaytia, en el distrito de Nueva Requena.

Figura N° 13: Ubicación de la cantera Zanja Seca



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura véase el material que se extrae de la cantera Zanja Seca para las distintas obras que se vienen ejecutando en la ciudad de Pucallpa.

Figura N° 14: Cantera Zanja Seca (Hormigón de río)



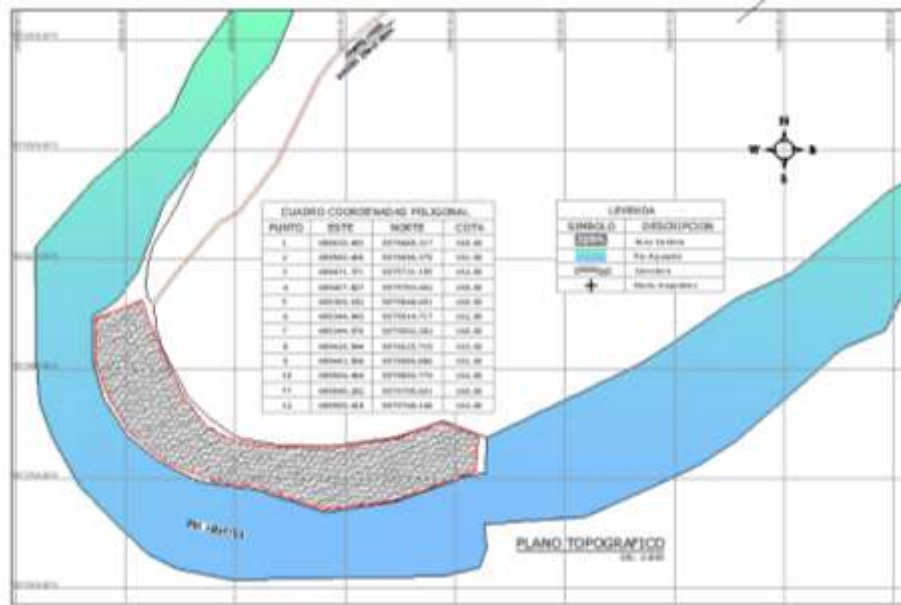
Fuente: Elaboración propia

### **Levantamiento topográfico cantera Zanja Seca**

Se realizó el levantamiento topográfico de la cantera Zanja Seca con un GPS y una libreta de campo tomado como puntos de referencia el acceso a la cantera la delimitación del área de cantera y la ubicación de las calicatas, así

como la georreferenciación del río Aguaytia tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura N° 15: Levantamiento topográfico Cantera Zanja Seca



Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se puede apreciar el levantamiento topográfico con un GPS con el cual se tomó las coordenadas del área de intervención.

Figura N° 16: Levantamiento topográfico Cantera Zanja Seca



Fuente: Elaboración propia

#### **4.1.2 Material De Cantera Zanja Seca**

La cantera Zanja Seca, ha sido analizada por su calidad y cantidad, así como su menor distancia a la ciudad de Pucallpa, las prospecciones que se realizaron en las canteras se efectuaron en base a calicatas, las cuales fueron llevadas al laboratorio GEOSERV – GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L. para los análisis y ensayos correspondientes.

Para la extracción de la muestra de la cantera se tuvo en consideración la normativa vigente del MTC E 101, con la finalidad de determinar si el material es apto o no para el uso de afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito. analizando sus propiedades físicas y mecánicas mediante la realización de los siguientes ensayos de laboratorio.

- Análisis granulométrico por tamizado
- Contenido de humedad MTC E 108
- Limite plástico MTC E 110
- Limite liquido MTC E 111
- Índice de plasticidad MTC E 111
- Análisis físico químico
- Clasificación SUCS
- Clasificación AASHTO
- Ensayo de Abrasión Los Ángeles MTC E 207
- Proctor modificado
- CBR

## 4.2 Propiedades Físicas

Luego de analizar las propiedades físicas del material de la cantera Zanja Seca, se obtuvo los siguientes resultados: que el material está conformada por grava pobremente gradada GP según su clasificación SUCS, y de acuerdo a su clasificación AASHTO presenta un tipo de suelo tipo A-1 (0), que es un material excelente a bueno, con un contenido de humedad de 3.5%, el agregado grueso presenta una buena resistencia a la abrasión con un porcentaje de desgaste de 27.96% el cual está muy por debajo del 50% que es el máximo permitido por la normativa vigente del MTC, no presenta límite plástico ni tampoco índice de plasticidad debido a que el material de la cantera Zanja Seca no tiene presencia de finos o arcilla, por lo que no cumple para material de afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito. Ya que, para lograr un buen material para afirmado, este tiene que tener una mezcla de tres tamaños o tipos de material los cuales son: piedra, arena y finos o arcilla; en el cual el porcentaje de piedras soporta las cargas, el porcentaje de arena clasificada sirve para llenar los vacíos entre las piedras y dar la estabilidad a la carpeta de afirmado, y el porcentaje de fino o arcilla ayuda a cohesionar los materiales de la capa de afirmado. Ya que al no existir una buena combinación de estos tres tamaños el afirmado será pobre

A continuación, se detallan los ensayos realizados en el laboratorio de mecánica de suelos de acuerdo a los indicadores de la operacionalización de las variables.

## Análisis Granulométrico Por Tamizado

Se refiere a la distribución granulométrica mediante un método mecánico de diferentes partículas de una muestra de arena o grava, con la finalidad de clasificarlos según tamaño calculando los porcentajes parciales que pasan por los distintos tamices que se emplean en este ensayo.

A continuación, se muestra la siguiente tabla donde podemos apreciar el análisis granulométrico por tamizado del material de cantera de acuerdo a los parámetros establecidos por el MTC.

Tabla N° 09

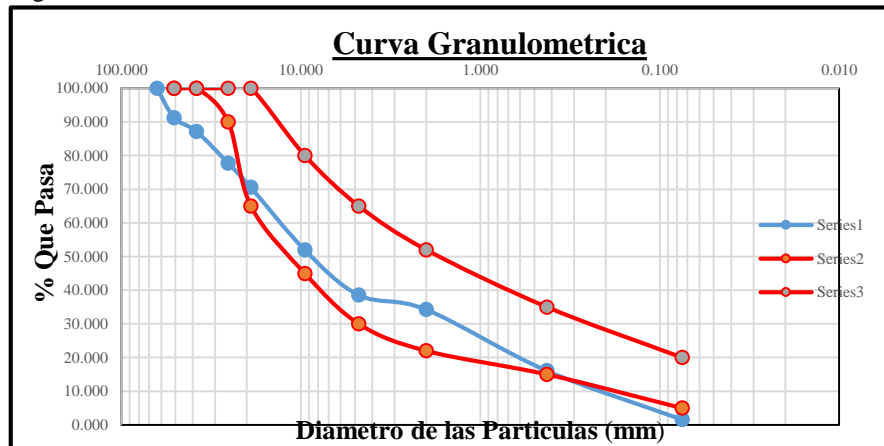
Análisis Granulométrico por Tamizado material de cantera

TAMIZ		Hormigón	Tierra Roja	Mezcla	% QUE PASA	PARAMETROS SEGÚN MTC
PULG	(mm)	85.0%	15.0%	100.0%		
2"	50,800	8,0	0,0	8,0	91,3	100 - 100
1 1/2"	38,100	3,5	0,0	3,5	87,2	100 - 100
1"	25,400	8,0	0,0	3,5	77,8	90 - 100
3/4"	19,000	6,1	0,0	6,1	70,6	65 - 100
1/2"	12,500	0,0	0,0	0,0	70,6	
3/8"	9,500	15,8	0,0	15,8	52,0	45 - 80
N° 4	4,750	11,4	0,0	11,4	38,6	30 - 65
N° 10	2,000	3,7	0,0	3,7	34,3	22 - 52
N° 40	0,425	15,5	1,9	17,4	16,1	15 - 35
N° 200	0,175	12,3	7,6	19,9	1,6	5 - 20
< N° 200	FONDO	1,4	5,5	6,8		

Fuente. Elaboración propia

A continuación, se muestra en la siguiente figura la curva granulométrica del material de la cantera Zanja Seca.

Figura N° 17: Curva Granulométrica



Fuente. Elaboración propia

Análisis, de la curva granulométrica podemos observar que las mallas 1", 1 1/2", 2" tienen material retenido en mayor porcentaje del permitido por la normativa vigente, así mismo en la malla N° 200 el material que pasa es de 1.6%, cuando debería ser entre 5 -20% según los parámetros del MTC. Por lo que se recomienda zarandear el hormigón por zaranda o mallas de 2" para optimizar el uso del agregado.

### Contenido de Humedad MTC E 108

Este ensayo nos ayuda a determinar el contenido de humedad de la muestra, la cual se expresa en porcentaje de peso de agua de una masa de suelo. Se realizó el ensayo MTC E 108 (determinación del contenido de humedad de un suelo) con los siguientes datos la 156.3gr y 158.9gr fue el peso de la tara + muestra húmeda de los especímenes 1 y 2 respectivamente, las cuales se llevaron al horno y fueron pesadas teniendo un peso de 151.2g y 153.2g de peso de tara + muestra seca, siendo el peso de agua contenida de 5.1g y 5.7 respectivamente. Finalmente se calculó el porcentaje de contenido de humedad de los especímenes 1 y 2 siendo de 3.4% y 3.7% respectivamente. Por lo que el

contenido de humedad promedio es de 3.5%, tal como se muestra en la tabla N° 04 la cual se detalla a continuación.

Tabla N° 10

Contenido de Humedad Muestra Integral Hormigón

Descripción	%
1	3.4
2	3.7
Contenido Humedad Promedio (%)	3.5

Fuente: Elaboración propia

Análisis, el porcentaje de contenido de humedad de la tabla presenta un contenido de humedad de 3.5%.

### **Limite plástico MTC E 110, Limite liquido MTC E 111, Índice de plasticidad MTC E 111**

El limite liquido viene a ser el contenido de humedad expresado en porcentaje en el cual el suelo se debe encontrar entre su estado líquido y plástico.

El limite plástico viene a ser la humedad más baja con la que se pueden formar barritas de 3.2mm de suelo con la palma de la mano y una superficie lisa cuidando que las barritas no se desmoronen.

Índice de plasticidad viene a ser el valor absoluto de un intervalo de humedad donde el suelo se comporta como material plástico, también se define como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico, para el presente estudio no se pudo realizar el cálculo del índice de plasticidad debido que no presenta índice plástico.

A continuación, se muestra la tabla N° 05 el cual nos indica los límites de consistencia y el índice de plasticidad.



Tabla N° 11  
 Limite liquido – Índice de plasticidad

Descripción	Según laboratorio	Parámetros MTC	Observación
Limite liquido	20.8	35% max.	Cumple
Limite plástico	NP		No cumple
Índice de plasticidad	NP	4 - 9 %	No cumple

Fuente: Elaboración propia

Análisis, el limite líquido que presenta es de 20.8%, el cual se encuentra por debajo del 35% máximo que es el que exige los parámetros del MTC, sin embargo, no presenta limite plástico debido a que el material no posee material fino ni arcillas, por lo mismo no presenta índice de plasticidad. Debido a esto no cumple con los parámetros para su uso como afirmado en carreteras de bajo volumen de transito según la normativa vigente del MTC.

### **Análisis fisicoquímico**

Este ensayo tiene finalidad de determinar el contenido de cloruros, sulfatos, solubles en agua de la muestra de cantera. para lo cual se hizo constantes lavados con agua destilada a punto de ebullición hasta lograr extraer el total de las sales, mediante reactivos químicos. Del agua de lavado se tomó una alícuota la cual cristalizó, y permitió determinar la cantidad de sales.

A continuación, se presenta la tabla N° 06 la cual muestra los resultados del análisis físico químico realizado en el laboratorio de mecánica de suelos.

Tabla N° 12  
Análisis fisicoquímico

Parámetro	Resultado (ppm)	Resultado (%)	Tolerancia (ppm)	Tolerancia (%)
Sulfato	7.18	0.00	600max.	0.06
Cloruros	30	0.00003	1000max.	0.10
Sales solubles	0.106	0.000000106	5000max.	0.50
pH	7.10	-----	5.5 - 8.0	-----

Fuente: Elaboración propia

Análisis, los resultados obtenidos en el laboratorio de mecánica de suelos de sulfatos, cloruros, sales solubles y PH se encuentran dentro de los parámetros y/o tolerancias que exige la normativa vigente del MTC para carreteras afirmadas de bajo volumen de tránsito.

### Clasificación SUCS

Es un sistema de clasificación el cual escribe la textura y el tamaño de las partículas de un suelo, el cual se representa mediante un símbolo con dos letras. Para la clasificación es necesario realizar previamente el análisis granulométrico.

En la siguiente tabla que se muestra a continuación se aprecia la clasificación SUCS del material de cantera.

Tabla N° 13  
Clasificación de suelos según SUCS

Parámetros usados	
% Que Pasa la Malla N° 200	1.6
% Que Pasa la Malla N° 4	38.6
Limite Liquido LL=	20.0%
Limite Plástico LP=	NP
Índice de Plasticidad IP=	NP
Clasificación SUCS	GP

Fuente: Elaboración propia

Análisis; debido a que más del 50% es retenido en el tamiz N° 200 es un SUELO GRUESO, y también debido a que el porcentaje que pasa por la malla N° 4 es menor al 50% pertenece al grupo de las GRAVAS, y de acuerdo al coeficiente de uniformidad y al coeficiente de curvatura pertenece a GRAVA POBREMENTE GRADADA GP.

### **Clasificación AASHTO**

Es la clasificación de suelos el cual tiene como finalidad obtener un índice de grupo, en el cual los clasifica de acuerdo a su granulometría, límite líquido, índice de plasticidad en siete grupos A-1 a A-7, las partículas que pasan por el tamiz N° 200 (0.075mm) menores al 35% corresponden al grupo A-1, A-2, A-3. Y el material fino que pasa más del 35% por el tamiz N° 200 corresponden a los grupos A-4, A-5, A-6, A-7 y sus subgrupos.

En la siguiente tabla, se muestra a continuación la clasificación AASHTO del material de cantera.

Tabla N° 14  
Clasificación de suelos según AASHTO

Parámetros usados	
% Que Pasa la Malla N° 200	1.6
% Que Pasa la Malla N° 40	16.10
% Que Pasa la Malla N° 10	34.30
Límite Líquido LL=	20.0%
Límite Plástico LP=	NP
Índice de Plasticidad IP=	NP
Tipo de suelo	Material Granular
Clasificación de Suelos	A-1
Suelo	A – 1 ( 0 )
Tipo de Material	Fragmento de Piedra Grava y arena
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno

---

Fuente: Elaboración propia

Análisis; el Hormigón en su clasificación AASHTO, presenta un suelo tipo A-1 (0), es un material excelente a bueno. Sin embargo, no presenta material fino o arcillas por lo que no es un material apto para afirmados de carreteras de bajo volumen de tránsito.

### **Ensayo de abrasión los Ángeles MTC E 207**

Este ensayo nos permite medir el desgaste del agregado grueso menor a 1 1/2", el cual es una combinación de acciones como abrasión, impacto y trituración en un tambor de acero que contiene un número especificado de esferas de acero el cual depende de la granulometría de la muestra. Al momento que empieza a rotar el tambor de acero, la muestra y las esferas de acero pasan por una pestaña la cual las arroja al lado opuesto del tambor con la finalidad de que la muestra sea triturada por impacto. Se retira el agregado del tambor para ser tamizado y medir su degradación como porcentaje de pérdida.

A continuación, se muestra la siguiente tabla donde se aprecia el porcentaje de desgaste por Abrasión del material de cantera.

Tabla N° 15

% de Desgaste por Abrasión

Descripción	Resultado	Normativa MTC
% de Desgaste Abrasión	27.96%	50% max.

Fuente: Elaboración propia

Análisis, el resultado que arroja el ensayo de Abrasión Los Ángeles nos muestra un material con un porcentaje de desgaste de 27.96% el cual se encuentra muy por debajo del 50% que exige la normativa vigente-

### 4.3 Propiedades mecánicas

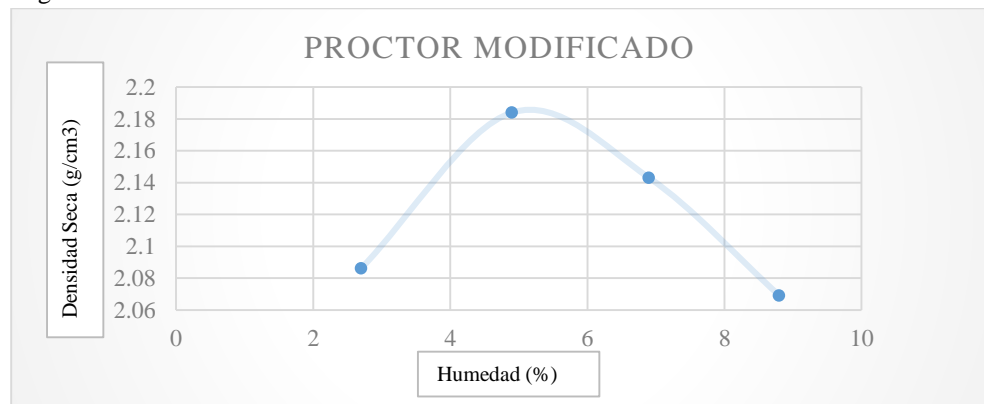
#### Ensayo de Proctor Modificado

Se realizó el ensayo de Proctor Modificado a la muestra extraída de la cantera Zanja Seca, en el laboratorio utilizando energía modificada, el cual nos ayuda a determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación).

a continuación

En la siguiente figura, la cual se muestra a continuación, se aprecia la curva del proctor modificado en la cual se ve la relación de la densidad seca y el contenido de humedad.

Figura N° 18: Curva Proctor Modificado



Fuente. Elaboración propia

Análisis, del ensayo proctor modificado que se realizó se observó que la máxima densidad seca de nuestro material ensayado es 2.184 g/cm<sup>3</sup> y el óptimo contenido de humedad para nuestro material es de 4.9%.

#### Ensayo de CBR MTC E 132

Se realizó el ensayo de CBR a la muestra de la cantera Zanja Seca, en el laboratorio de mecánica de suelos, el cual nos ayudará a determinar el índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, además

con este ensayo se evalúa la resistencia potencial de la subrasante, subbase y base. En la presente investigación determina el índice de resistencia o la capacidad de soporte para el afirmado.

En la siguiente tabla se muestra el CBR del material de cantera al 100% de la MDS.

Tabla N° 16  
CBR al 100% de la MDS

Descripción	Según laboratorio	Parámetros MTC	Observaciones
CBR al 100% de la MDS	70.1%	40% min.	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Análisis, el material de cantera extraído de la cantera Zanja Seca, presenta un CBR al 100% de la MDS de 70.1%, el cual es superior al 40% que exige la normativa vigente por lo que cumple con los parámetros del MTC, en material para afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito. Sin embargo, el material no presenta porcentaje de finos o arcilla, por lo que no es apto para material como afirmado.

#### 4.4 Aporte de la investigación

Luego de comprobar que los resultados obtenidos de la muestra de la cantera Zanja Seca, no cumple con los requisitos como material de afirmado para carreteras de bajo volumen de tránsito, pese a que cumplen algunos parámetros que exige la normativa como Abrasión, CBR, limite liquido; esto debido a que no poseen material fino o arcilla el cual ayuda a cohesionar los materiales de afirmado, ya que para obtener un buen material de afirmado este debe contener una mezcla de piedra, arena y finos o arcilla; ya que la piedra

ayuda a soportar las cargas, el cual también necesita un porcentaje de arena clasificada según tamaños para llenar los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa de afirmado,

Por lo que, la presente investigación tiene como aporte diseñar un material de base granular para afirmado, añadiendo material de otra cantera con el propósito de lograr que el material de la cantera Zanja Seca cumpla con los requisitos que exige la normativa vigente para afirmado de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. En ese sentido se hizo la extracción de material de la cantera Curamba ubicada en el distrito de Nueva Requena, provincia de Coronel Portillo, región Ucayali, la cual aportara el porcentaje de finos o arcilla que se necesita para el material de base granular para afirmado.

Se realizó el diseño de material de base granular para afirmado en la siguiente proporción: 85% Hormigón (cantera Zanja Seca) + 15% Finos o arcilla (cantera Curamba).

#### **4.4.1 Generalidades de la cantera Curamba**

La cantera Curamba ha sido evaluada por su calidad y cantidad (potencia), así como su menor distancia a la cantera Zanja Seca. El propósito de evaluar el material de la cantera Curamba fue dar el aporte de finos o arcilla que necesita el material de la cantera Zanja Seca, para poder combinarlas mediante un diseño de material para base granular de afirmado en el cual contemple una mezcla de piedra que ayude a soportar las cargas, así como un porcentaje de arena el cual se encarga de llenar los vacíos y que otorgue estabilidad a la capa de afirmado, y un porcentaje de finos o arcilla para

cohesionar los materiales de la capa de afirmado, la cual cumpla con los parámetros que exige la normativa vigente del MTC.

La cantera que se utilizó para el presente estudio se encuentra ubicada en el Caserío Zanja Seca, del distrito de Nueva Requena, la cual está ubicada a 2 horas de la ciudad de Pucallpa en camioneta.

#### Ubicación de la Cantera Curamba

Lugar : Curamba  
Distrito : Nueva Requena  
Provincia : Coronel Portillo  
Región : Ucayali

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la cantera Curamba la cual se encuentra a 27 km de la cantera Zanja Seca.

Figura N° 19 Ubicación cantera Curamba

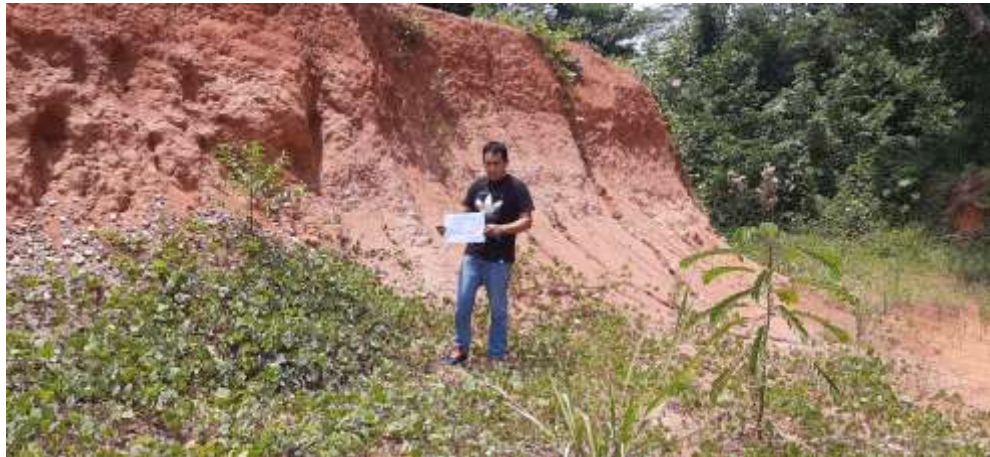


Fuente. Elaboración propia

En la siguiente figura véase la pantalla de cantera con material arcilloso, la cual aporta finos para el diseño de afirmado.



Figura N° 20: Cantera Curamba (material fino o arcilla)

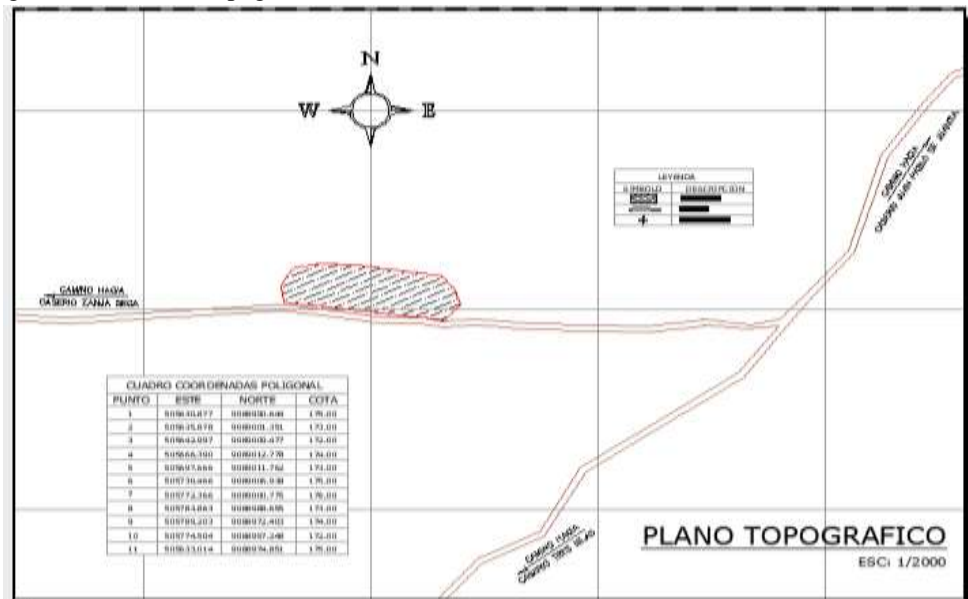


Fuente. Elaboración propia

### Levantamiento Topográfico

El levantamiento topográfico de la cantera Curamba (material Finos o arcilla) se hizo con un GPS y una libreta de campo tomando como puntos de referencia el acceso a la cantera área de la cantera ubicación de la calicata en coordenadas UTM, tal como se muestra en la siguiente figura.

Figura N° 21: Plano topográfico Cantera Curamba



Fuente. Elaboración propia

En la siguiente figura véase los trabajos de levantamiento topográfico con GPS.

Figura N° 22: Levantamiento topográfico Cantera Curamba



Fuente. Elaboración propia

#### **4.4.2 Propiedades físicas de la combinación de materiales (85% Hormigón + 15% Finos)**

Se hizo el diseño de material de base granular para afirmado de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito en el siguiente porcentaje 85% Hormigón-Cantera Zanja Seca + 15% Finos-Cantera Curamba; al cual se le realizaron los ensayos de mecánica de suelos correspondientes para carreteras de bajo volumen de tránsito, la cual nos muestra un material GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO GP-GM según su clasificación SUCS y suelo A - 1 - a (0), con un material excelente a bueno de acuerdo a su clasificación AASHTO, con un contenido de humedad de 6.1%, así mismo tiene una resistencia a la abrasión de 28.68% el cual está por debajo del 50% máximo que exige la normativa vigente del MTC, el material base granular para afirmado presenta un Límite líquido de 28.03%, Límite plástico de 21.28% y un Índice de plasticidad de 6.75% el cual está dentro de los parámetros del MTC, por lo que la combinación de material cumple con las propiedades físicas

que exige la normativa vigente para su uso como afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.

A continuación, se detallan los ensayos realizados la combinación de los materiales de las canteras de Zanja Seca y Curamba.

### **Análisis Granulométrico Por Tamizado 85% Hormigón + 15% Finos**

Se refiere a la distribución granulométrica del material para afirmado con 85% Hormigón + 15% Finos, con la finalidad de clasificarlos según tamaño calculando los porcentajes parciales que pasa por los distintos tamices que se emplean para este ensayo.

En la siguiente tabla se muestra los resultados del análisis granulométrico por tamizado de la combinación de material de la cantera Zanja Seca y la cantera Curamba con porcentajes de 85% y 15% respectivamente.

Tabla N° 17

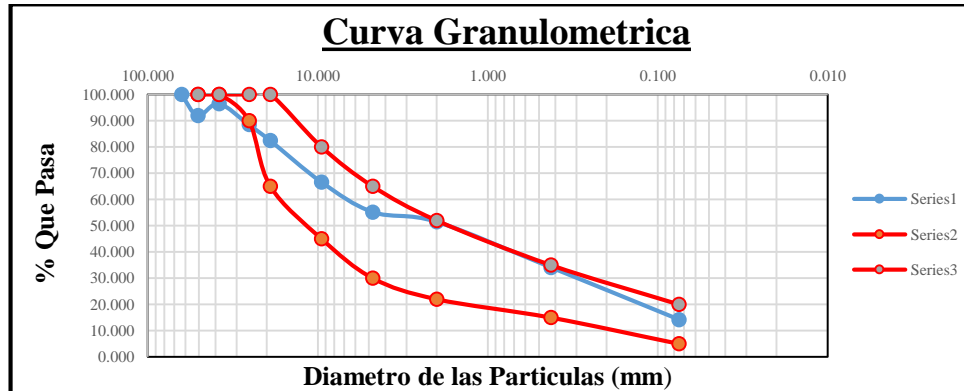
Análisis Granulométrico por Tamizado Hormigón 85% + 15% Finos Tierra Roja

TAMIZ		Hormigón	Tierra Roja	Mezcla	% QUE PASA	PARAMETROS SEGÚN MTC
PULG	(mm)	85.0%	15.0%	100.0%		
2"	50,800	8,0	0,0	8,0	92,0	100 - 100
1 1/2"	38,100	3,5	0,0	3,5	96,5	100 - 100
1"	25,400	8,0	0,0	3,5	88,5	90 - 100
3/4"	19,000	6,1	0,0	6,1	82,4	65 - 100
1/2"	12,500	0,0	0,0	0,0	82,4	
3/8"	9,500	15,8	0,0	15,8	66,0	45 - 80
N° 4	4,750	11,4	0,0	11,4	55,2	30 - 65
N° 10	2,000	3,7	0,0	3,7	51,5	22 - 52
N° 40	0,425	15,5	1,9	17,4	34,1	15 - 35
N° 200	0,175	12,3	7,6	19,9	14,2	5 - 20
< N° 200	FONDO	1,4	5,5	6,8		

Fuente. Elaboración propia

En la siguiente figura, véase la curva granulométrica de la combinación de material de cantera.

figura N° 23: Curva granulométrica



Fuente: Elaboración propia

Análisis, se observa que las mallas de 1", 1 1/2", 2", retienen mayor porcentaje de material del que permite la normativa vigente. Por lo que se recomienda zarandear el material por zaranda o mallas de 2" para optimizar el uso del agregado.

### Contenido de Humedad MTC E 108

Este ensayo nos ayuda a determinar el contenido de humedad de la combinación de material, la cual se expresa en porcentaje de peso de agua de una masa de suelo. Se realizó el ensayo MTC E 108 (determinación del contenido de humedad de un suelo) con los siguientes datos la 898.9gr y 889.2gr fue el peso de la tara + muestra húmeda de los especímenes 1 y 2 respectivamente, las cuales se llevaron al horno y fueron pesadas teniendo un peso de 878.0g y 867.8g de peso de tara + muestra seca, siendo el peso de agua contenida de 20.9g y 21.4 respectivamente. Finalmente se calculó el porcentaje de contenido de humedad de los especímenes 1 y 2 siendo de 6.4% y 5.8%

respectivamente. Por lo que el contenido de humedad promedio es de 6.1%, tal como se muestra en la siguiente tabla, la cual se detalla a continuación.

Tabla N° 18  
Contenido de Humedad Muestra Grava 3/4"

Descripción	1	2
Peso de tara (g)	552.0	498.0
Peso de tara + muestra húmeda (g)	898.9	889.2
Peso de tara + muestra seca (g)	878.0	867.8
Peso del agua contenida (g)	20.9	21.4
Peso de la muestra seca (g)	326.0	369.8
Contenido de humedad (%)	6.4	5.8
Contenido Humedad Promedio (%)	6.1	

Fuente: Elaboración propia

Análisis, el porcentaje de contenido de humedad de la tabla presenta un contenido de humedad de 6.1%.

### **Limite plástico MTC E 110, Limite liquido MTC E 111, Índice de plasticidad MTC E 111**

El limite liquido viene a ser el contenido de humedad expresado en porcentaje en el cual el suelo se debe encontrar entre su estado líquido y plástico.

El limite plástico viene a ser la humedad más baja con la que se pueden formar barritas de 3.2mm de suelo con la palma de la mano y una superficie lisa cuidando que las barritas no se desmoronen.

Índice de plasticidad viene a ser el valor absoluto de un intervalo de humedad donde el suelo se comporta como material plástico, también se define como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

Índice de plasticidad viene a ser el valor absoluto de un intervalo de humedad donde el suelo se comporta como material plástico, también se define como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico, para el presente estudio se realizó el cálculo del índice de plasticidad calculando la diferencia del límite líquido y límite plástico.

A continuación, se muestra la siguiente tabla en la cual nos indica los límites de consistencia y el índice de plasticidad de la combinación de los materiales de la cantera Zanja Seca y Curamba.

Tabla N° 19

Límite líquido – Índice de plasticidad de la combinación de materiales de las canteras Zanja Seca y Curamba

Descripción	Según laboratorio	Parámetros MTC	Observación
Límite líquido	28.03	35% max.	Cumple
Límite plástico	21.28		
Índice de plasticidad	6.75	4 - 9 %	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Análisis, el límite líquido que presenta es de 28.03 el cual está por debajo del 35% máximo, así mismo el límite plástico presenta un 21.28%, y el índice de plasticidad presenta 6.75% el cual está dentro de 4-9%, por lo que la muestra cumple con los parámetros que exige la normativa vigente para los límites de consistencia.

### **Análisis fisicoquímico**

Este ensayo tiene finalidad de determinar el contenido de cloruros, sulfatos, solubles en agua de la muestra de cantera. Mediante lavados constantes con agua destilada a punto de ebullición hasta lograr extraer el total de las sales,

mediante reactivos químicos. Del agua de lavado se toma una alícuota y se cristaliza para determinar la cantidad de sales.

A continuación, se muestra la siguiente tabla con los resultados del análisis físico químico de la combinación de materiales de las canteras Zanja Seca y Curamba

Tabla N° 20  
Análisis fisicoquímico

Parámetro	Resultado (ppm)	Resultado (%)	Tolerancia (ppm)	Tolerancia (%)
Sulfato	7.14	0.00000714	600max.	0.06
Cloruros	30	0.0003	1000max.	0.10
Sales solubles	0.105	0.000000105	5000max.	0.50
pH	7.10	-----	5.5 - 8.0	-----

Fuente: Elaboración propia

Análisis, los resultados de sulfatos, cloruros, sales solubles y pH se encuentran dentro de los parámetros que exige la normativa vigente del MTC para carreteras afirmadas de bajo volumen de tránsito.

### **Clasificación SUCS de la combinación de materiales de las canteras Zanja Seca y Curamba**

“Es un sistema de clasificación el cual escribe la textura y el tamaño de las partículas de un suelo, el cual se representa mediante un símbolo con dos letras. Para la clasificación es necesario realizar previamente el análisis granulométrico”.

En la siguiente tabla véase los resultados de la clasificación SUCS de la combinación de materiales de las canteras Zanja Seca y Curamba.

Tabla N° 21  
Clasificación de suelos según SUCS

Parámetros usados	
% Que Pasa la Malla N° 200	14.20
% Que Pasa la Malla N° 4	55.20
Limite Liquido LL=	28.03%
Limite Plástico LP=	21.28%
Índice de Plasticidad IP=	6.75%
Clasificación SUCS	GP-GM

Fuente: Elaboración propia

Análisis; debido a que más del 50% es retenido en el tamiz N° 200 es un SUELO GRUESO, y también debido a que el porcentaje que pasa por la malla N° 4 es menor al 50% pertenece al grupo de las GRAVAS, y de acuerdo al coeficiente de uniformidad y al coeficiente de curvatura pertenece a GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO GP-GM.

### **Clasificación AASHTO de la combinación de materiales de las canteras Zanja Seca y Curamba**

“Es la clasificación de suelos con la finalidad de obtener un índice de grupo, en el cual los clasifica de acuerdo a su granulometría, limite líquido, índice de plasticidad en siete grupos A-1 a A-7, las partículas que pasan por el tamiz N° 200 (0.075mm) menores al 35% corresponden al grupo A-1, A-2, A-3. Y el material fino que pasa más del 35% por el tamiz N° 200 corresponden a los grupos A-4, A-5, A-6, A-7 y sus subgrupos”.

En la siguiente tabla véase, los resultados de la clasificación de suelos según AASHTO de la combinación de materiales de las canteras Zanja Seca y Curamba.



Tabla N° 22

Clasificación de suelos según AASHTO

Parámetros usados	
% Que Pasa la Malla N° 200	14.20
% Que Pasa la Malla N° 40	34.10
% Que Pasa la Malla N° 10	51.50
Limite Líquido LL=	28.03%
Limite Plástico LP=	21.28%
Índice de Plasticidad IP=	6.75%
Tipo de suelo	Material Granular
Clasificación de Suelos	A-1
Suelo	A - 1 - a ( 0 )
Terreno de Fundación	Excelente a Bueno

Fuente: Elaboración propia

Análisis; la mezcla de 85% Hormigón + 15% Tierra Roja en su clasificación AASHTO, presenta un suelo tipo A - 1 - a (0), el mismo que es un material excelente a bueno.

**Ensayo de abrasión los Ángeles MTC E 207**

Este ensayo nos permite medir el desgaste del agregado grueso menor a 1 1/2", el cual es una combinación de acciones como abrasión, impacto y trituración en un tambor de acero que contiene un número especificado de esferas de acero el cual depende de la granulometría de la muestra. Al momento que empieza a rotar el tambor de acero, la muestra y las esferas de acero pasan por una pestaña la cual las arroja al lado opuesto del tambor con la finalidad de que la muestra sea triturada por impacto. Se retira el agregado del tambor para ser tamizado y medir su degradación como porcentaje de pérdida.

En la siguiente tabla se muestra el porcentaje de desgaste obtenido en el laboratorio con el ensayo de Abrasión Los Ángeles de la combinación de materiales de las canteras de Zanja Seca y Curamba.

Tabla N° 23

% de Desgaste por Abrasión

Descripción	Resultado	Normativa MTC
% de Desgaste Abrasión	28.68%	50% max.

Fuente: Elaboración propia

Análisis, el resultado que arroja el ensayo de Abrasión Los Ángeles nos muestra un material con un porcentaje de desgaste de 28.68% el cual se encuentra muy por debajo del 50% que exige la normativa vigente, por lo que es un excelente material para afirmado, sin embargo al no presentar material fino o arcilla no es apto para afirmado de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito; por lo que se recomienda agregar material fino o arcilla proveniente de otra cantera para aportar los finos que se necesita para cohesionar los materiales de la carpeta de afirmado.

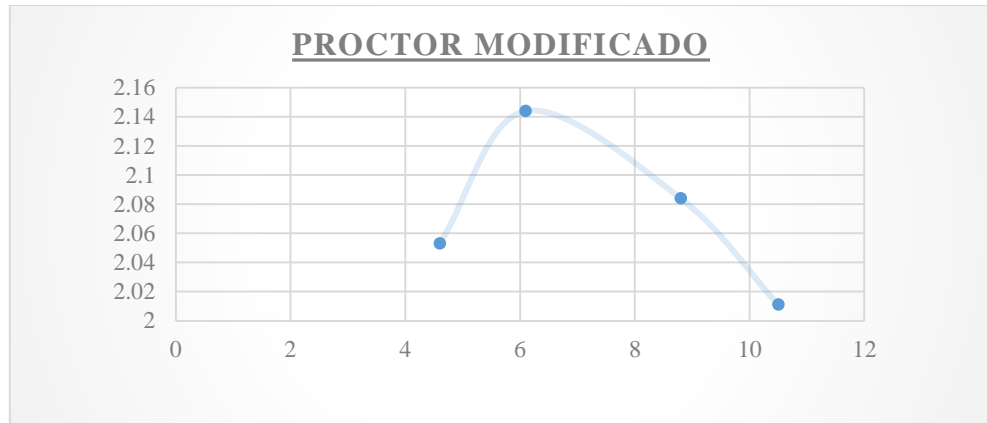
#### **4.4.3 Propiedades mecánicas de la combinación de materiales (85% Hormigón + 15% Finos)**

##### **Ensayo de Proctor Modificado**

Se realizó el ensayo de Proctor Modificado a la mezcla de afirmado 85% Hormigón + 15% Tierra Roja, en el laboratorio utilizando energía modificada, el cual nos ayuda a determinar la relación entre el contenido de agua y peso unitario seco de los suelos (curva de compactación).

En la siguiente tabla podemos apreciar los resultados del contenido de humedad de la combinación de materiales de la cantera Zanja Seca y la cantera Curamba.

Figura N° 24: Curva Proctor, Optimo Contenido de Humedad vs Máxima Densidad Seca



Fuente. Elaboración propia

Análisis, con la curva del Proctor Modificado podemos determinar la máxima densidad seca y optimo contenido de humedad los cuales son 2.148 g/cm<sup>3</sup> y 6.6% respectivamente.

### **Ensayo de CBR MTC E 132**

Se realizó el ensayo de CBR a la mezcla de afirmado con 85% Hormigon + 15% Tierra Roja en el laboratorio el cual nos ayudará a determinar el índice de resistencia de los suelos denominado valor de la relación de soporte, además con este ensayo se evalúa la resistencia potencial de la subrasante, subbase y base. En la presente investigación determina el índice de resistencia o la capacidad de soporte para el afirmado.

Tabla N° 24

Limite liquido – Índice de plasticidad

Descripción	Según laboratorio	Parámetros MTC	Observación
CBR al 100% de la MDS	60.3%	40% min.	Cumple

Fuente: Elaboración propia

Análisis, la combinación de materiales de las canteras de Zanja Seca y Curamba, presenta un CBR al 100% de la MDS de 60.3%, el cual es superior al 40% que exige la normativa vigente por lo que cumple con los parámetros del MTC

## **CAPITULO V:**

### **DISCUSION DE RESULTADOS**

**HIPÓTESIS GENERAL: La cantera Zanja Seca cumple con la normativa vigente del MTC, como material para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.**

De acuerdo a los resultados obtenidos en el desarrollo de la presente tesis, se pudo determinar que el material de la cantera Zanja Seca no cumple con los parámetros de la normativa vigente del MTC, como material para afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito, esto debido a que carece de material fino. Ya que, para lograr un buen material para afirmado, este tiene que tener una mezcla de tres tamaños o tipos de material los cuales son: piedra, arena y finos o arcilla, al no existir una buena combinación de estos tres tamaños el afirmado será pobre. Por lo que se optó por combinar con material de otra cantera realizando el diseño de material de base granular para afirmado con material de las canteras Zanja Seca y Curamba con 85% y 15% de material respectivamente al cual se le realizaron los ensayos de mecánica de suelos correspondientes y fueron comparados de acuerdo a la normativa del MTC, en el cual los resultados obtenidos fueron que la combinación de los materiales de las

canteras de Zanja Seca y Curamba cumplen con los parámetros que exige la normativa vigente del MTC para material de afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.

En tal sentido se coincide con lo que indica Lozada (2018), en cuanto a que el material de cantera no cumple con las especificaciones del MTC, sin embargo, se mejora las propiedades físicas y mecánicas del material de cantera con la combinación de los materiales de cantera.

**HIPÓTESIS ESPECIFICA 01: El material de la cantera Zanja Seca cumple con las propiedades físicas que exige la normativa vigente del MTC, para carreteras de bajo volumen de tránsito.**

Tal como se pudo apreciar en el desarrollo del presente estudio los ensayos de mecánica de suelos que se realizaron a la muestra de la cantera Zanja Seca, se concluye que está conformada por grava pobremente gradada GP según su clasificación SUCS, y de acuerdo a su clasificación AASHTO presenta un tipo de suelo tipo A – 1 (0), que es un material excelente a bueno, con un contenido de humedad de 3.5%, el agregado grueso presenta una buena resistencia a la abrasión con un porcentaje de desgaste de 27.96%, el cual se encuentra muy por debajo del 50% que es el máximo permitido por la normativa vigente del MTC, sin embargo debido a que el material de la cantera Zanja Seca no presenta material fino o arcillas no cumple para material de afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito. por lo que se optó por combinar con material de otra cantera para darle el aporte de finos.

En ese sentido se coincide con Lozada (2018), en lo que se refiere a que las canteras no cumplen con la normativa del MTC, pero pueden mejorar sus propiedades físicas con la combinación de materiales de distintas canteras.

Así mismo se realizaron los ensayos de mecánica de suelos correspondientes para carreteras de bajo volumen de tránsito a la combinación de los materiales de las canteras de Zanja Seca y Curamba. la cual nos muestra un material GRAVA POBREMENTE GRADAD CON LIMO GP-GM según su clasificación SUCS y suelo A – 1 – a (0), con un material excelente a bueno con un contenido de humedad de 6.1%, así mismo tiene una resistencia a la abrasión de 28.68% el cual está por debajo del 50% máximo que exige la normativa vigente del MTC, el material base granular para afirmado presenta un Limite liquido de 28.03%, Limite plástico de 21.28% y un Índice de plasticidad de 6.75% el cual está dentro de los parámetros del MTC, por lo que la combinación de material cumple con las propiedades físicas que exige la normativa vigente para su uso como afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.

**HIPÓTESIS ESPECIFICA 02: Las propiedades mecánicas del material de la cantera Zanja Seca cumplen lo exigido por la normativa vigente del MTC, para carreteras de bajo volumen de tránsito.**

Así mismo tal como se pudo apreciar anteriormente los ensayos que se realizaron a la cantera Zanja Seca se concluye que las características mecánicas son buenas debido a que el CBR es de 70.1%, el cual es aceptable ya que el mínimo según los parámetros del MTC es de 40%. pero no cumple con los parámetros para material de afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito debido a que carecen de material fino.

En ese sentido se coincide con Lozada (2018), en lo que se refiere a que las canteras no cumplen con la normativa del MTC, pero pueden mejorar sus propiedades mecánicas con la combinación de materiales de distintas canteras.

Así mismo se realizó los ensayos correspondientes a la combinación de materiales de la cantera Zanja Seca y Curamba del cual se obtuvo que las propiedades mecánicas son buenas ya que presenta un CBR al 100% de la MDS de 60.3% el cual cumple con la normativa vigente del MTC.



## CONCLUSIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos al analizar el material de la cantera Zanja Seca como afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito se determina que no cumple con la normativa vigente y los parámetros del MTC, como material para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito, por lo que se requiere la combinación de materiales con la cantera Curamba, a fin de cumplir con la normativa vigente del MTC.
2. En base a los resultados obtenidos de analizar las propiedades físicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito se determinó que el material cumple con la granulometría, resistencia al desgaste por Abrasión, sin embargo, al carecer de finos no cumple con los parámetros para afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito, por lo que con la combinación de materiales de las canteras de Zanja Seca y Curamba si cumplen con las propiedades físicas que exige la normativa vigente del MTC.
3. De acuerdo a los resultados obtenidos al analizar las propiedades mecánicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito se determinó que el material cumple con las propiedades mecánicas, sin embargo, es necesario la adición de material fino para que cumpla con los parámetros de la normativa del MTC para su uso como material para afirmado.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a los profesionales de ingeniería civil a diseñar los proyectos de afirmado de vías con el adecuado uso de las canteras teniendo en cuenta las normativas vigentes del MTC.
2. Se recomienda a los profesionales de ingeniería civil realizar el correcto proceso constructivo de afirmado de vías teniendo en consideración las propiedades físicas y mecánicas del material cantera para afirmado.
3. Se recomienda a los estudiantes de ingeniería civil hacer investigaciones relacionadas al uso de las canteras en proyectos viales para lograr obras de mejor calidad.
4. Se recomienda a la Universidad Peruana Los Andes remitir el presente estudio al colegio de ingenieros para tomar en cuenta los resultados obtenidos y así lograr obras de mejor calidad en la zona selva del país.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Bibliográficas

CARVAJAL, N., ZARATE, J. Y RINCÓN, D. Mejoramiento del material de afirmado de la cantera la esmeralda mediante la adición de ceniza de cascarilla de arroz y material reciclado de escombros. Tesis (Pregrado). Ibagué: Universidad Cooperativa de Colombia, 2019, 57 pp. [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2021]. Disponible en [Http://Hdl.Handle.Net/20.500.12494/13832](http://hdl.handle.net/20.500.12494/13832).

LOZADA, E. Estudio De Las Características Físicas y mecánicas de las canteras Hualango como material de afirmado en carreteras – Provincia de Utcubamba. Tesis (Pregrado). Pimentel: Universidad Señor de Sipan, 2018, 173 pp. [Fecha de consulta: 20 de noviembre del 2021]. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12802/53017>.

GALLARDO, E. Justificación práctica. Manual autoformativo interactivo Metodología de la investigación 2017, 98 pp. [Fecha de consulta: 23 de noviembre del 2021]. Disponible en <http://repositorio.continental.edu.pe/>

BALBOA, M. Estudio del material afirmado para el terraplén de carreteras Chasquitambo. Tesis (pregrado). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. 2019, 91 pp. [Fecha de consulta 18 de 28 de noviembre del 2021]. Disponible en <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3462>.

TICLLA, T. Evaluación de las características geotécnicas del suelo de las principales canteras para afirmado de carreteras del Distrito de Chota. Tesis (Pregrado). Chota: Universidad Nacional Autónoma de Chota. 2021, 396 pp. [Fecha de

consulta 25 de noviembre del 2021]. Disponible en <http://repositorio.unach.edu.pe/handle/UNACH/162>.

TIBASOSA, A. Análisis de la utilización de las lateritas como materiales en estructuras de pavimento para su aprovechamiento en Colombia. Tesis (pregrado). Bogotá: Universidad Santo Tomas 2018, 157 pp. [Fecha de consulta 26 de noviembre del 2021]. Disponible en <http://hdl.handle.net/11634/15426>.

TOAPANTA, D. Diseño de explotación de la cantera “La Yunguilla”, ubicada en la parroquia Urbina, Cantón Santiago de Pillaro, provincia de Tungurahua. Tesis (pregrado). Quito: Universidad Central del Ecuador 2017, 396 pp. [Fecha de consulta 30 de noviembre del 2021]. disponible en <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/11059>.

MANUAL DE CARRETERA EG 2013. Especificaciones Técnicas Generales Para Construcción. Revisado y corregido junio 2013. 1282 pp.

R.D. N° 10-2014-MTC/14 MANUAL DE CARRETERAS Suelos Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección Suelos y Pavimentos. Lima 09 de abril del 2014.

## **ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA**

**nombre del proyecto: EVALUACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA  
CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO PUCALLPA 2021**

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>			
<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>HIPOTESIS GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>
¿Cuál es el resultado de analizar el material de la cantera de Zanja Seca como afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito en la ciudad de Pucallpa?	Evaluar la cantera Zanja Seca como material para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.	La cantera Zanja Seca cumple con la normativa vigente del MTC, como material para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.	<b>V. INDEPENDIENTE</b> <b>X = MATERIAL DE CANTERA</b>
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	<b>HIPOTESIS ESPECIFICAS</b>	
¿Cuáles son los resultados al analizar las propiedades físicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado de carretera de bajo volumen de tránsito?	Determinar las propiedades físicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.	El material de la cantera Zanja Seca cumple con las propiedades físicas que exige la normativa vigente del MTC, para carreteras de bajo volumen de tránsito.	<b>V. DEPENDIENTE</b> <b>Y = AFIRMADO</b>
¿Qué resultados se obtiene al determinar las propiedades mecánicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito?	Analizar las propiedades mecánicas del material de la cantera Zanja Seca para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito.	Las propiedades mecánicas del material de la cantera Zanja Seca cumplen lo exigido por la normativa vigente del MTC, para carreteras de bajo volumen de tránsito.	

## **ANEXO 02: MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN**

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b> <b>MATERIAL DE CANTERA</b>	los materiales de canteras, como los agregados y los pétreos son de los más utilizados en todo tipo de obras civiles, incluso son útiles en la parte de ornamento y decorativa.	Se realizó el análisis del material de la cantera Zanja Seca como material para afirmado de carreteras de bajo volumen de tránsito y se comparó con los parámetros de la normativa vigente del MTC.	Calidad de cantera  Potencia de cantera	Ensayos de mecánica de suelos según MTC  Volumen de material según levantamiento topográfico
<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b> <b>AFIRMADO</b>	Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de afirmado (material granular seleccionado) como superficie de rodadura de una carretera,	Se realizó en diseño de afirmado de material de base granular para afirmado en carreteras de bajo volumen de tránsito el cual cumple con los parámetros de la normativa vigente del MTC.	Propiedades físicas  Propiedades mecánicas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Granulometría</li> <li>• Límites de consistencia</li> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Abrasión Los Ángelus</li> <li>• CBR</li> <li>• Proctor modificado</li> </ul>



## **ANEXO 03: ENSAYOS DE MECÁNICA DE SUELOS**



## **GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L**

Instituto del Aguillo N° 724 - Pucallpa  
Tel: 51-088 - Cel. 994932481 - 981703732 - RUC N° 20191730608  
Correo Electrónico: [geoserv@geoserv.com](mailto:geoserv@geoserv.com) - [geoservpu@geoserv.com](mailto:geoservpu@geoserv.com)

Pucallpa, 12 de diciembre del 2021

**CARTA N°313 - 2021 LAB GEOSERV E.I.R.L**

**Atención: Sr. Yhosel David Munive Salvatierra**

**Asunto: Entrega de ensayos de laboratorio**

**Referencia: "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"**

Mediante la presente me dirijo a Ud. Para saludarle muy cordialmente y al mismo tiempo hacer de su conocimiento que estamos remitiendo los certificados de los ensayos de laboratorio, de la obra en referencia para los fines que Uds. Crean conveniente.

Sin otro en particular, quedo de Ud.

Atte.

Yhosel David Munive Salvatierra  
ENCARGADO DEL LABORATORIO





# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 725 - Pucallpa  
Tel: 59-2880 - Cel: 954953681 - 961705732 - RPM 4964953681 - RUC N° 20390270608  
Correo Electrónico: hampalot2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### CONTENIDO DE HUMEDAD

(BTC E-96 / ASTM D-2216)

**Objeto:** "EVALUACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMIADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRAFICO PUCALLPA 2021"

**Solicitante:** YHOSEL DAVID MURVE SALVATIERRA

**Fecha:** Jorge Adarcón Vasquez

**Ubicación:** CANTERA ZANJA SECA - HERMIGON DE RIO

**P. de Muestra:**

**En campo:**

**Ing. Responsable:** Boris M. Silva Ipanaque

**Muestra:** (Hormigón)

**Tec. de Laboratorio:** Boris M. Silva Ipanaque

#### 1. Contenido de Humedad Muestra Integral (Hormigón):

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	184,3	158,9
Peso de la tara + muestra seca (gr)	131,2	131,2
Peso del agua contenida (gr)	5,1	5,7
Peso de la muestra seca (gr)	101,2	103,2
Contenido de Humedad (%)	3,4	3,7
Contenido de Humedad Promedio (%)	3,5	

#### 2. Contenido de Humedad Muestra (Grava Mayor a 24"):

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

Boris M. Silva Ipanaque  
TEC. LABORATORISTA

Jorge Adarcón Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47327  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 726 - Pucallpa  
Telf. 59-2680 - Cel. 954953681 - 961705732 - RPM 9654953681 - RUC N° 20293270608  
Correo Electrónico hsmjalat2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

## LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-119,111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-99, T-99)

Obra : "EVALUACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO PUCALLPA 2021"

Solicitante : YHOSSEL DAVID ARNIVE GALVAHERA

Fecha : Jorge Marrón Vásquez

Ubicación : CANTERA ZANJA SECA - HORMIGON DE RIO

P. de Muestra

Ci. muestra

Ing. Responsable : Boris M. Silva Ipanique

Muestra : (Hormigon)

Tec. de Laboratorio : Boris M. Silva Ipanique

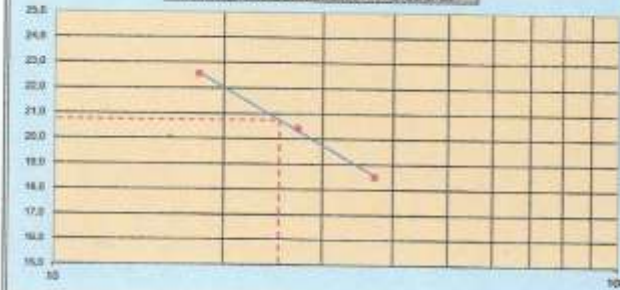
## DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tarro		147	37	23	
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.	82,41	80,89	83,29	
Peso de Tarro + Suelo Seco	gr.	79,09	78,40	77,29	
Peso de Tarro	gr.	47,59	49,95	50,17	
Peso de Agua	gr.	5,41	5,28	5,00	
Peso de Suelo Seco	gr.	28,41	28,87	27,09	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	22,56	20,41	18,50	20,8
Número de Golpes		18	37	37	

## DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tarro					
Peso de Tarro + Suelo Humedo	gr.				
Peso de Tarro + Suelo seco	gr.				
Peso de Tarro	gr.				
Peso de Agua	gr.				
Peso de Suelo seco	gr.				Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	NP	NP		NP

## CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



## Constantes Fijas de la Muestra

Limite Liquido	20,8
Limite Plastico	NP
Indice de Plasticidad	NP

## Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

GEOSERV E.I.R.L.

Boris M. Silva Ipanique  
TEC. LABORATORISTA

Jorge Marrón Vásquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47627

GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Águila # 726 - Pucallpa  
Tel: 05-2880 - Cel: 954950881 - 981705732 - RPA: 4954953661- RUC: N° 20390270608  
Correo Electrónico: tamposan12@hotmail.com - gkoservgeo@hotmail.com

## LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO Y PAVIMENTOS

**ENSAYO DESGASTE DE LOS ANGELES NORMA ASTM C-131**

PROYECTO: "EVALUACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO PUCALLPA 2021"

SOLICITANTE: YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA

UBICACION: CANTERA ZANJA SECA - TIPO DE GRADACION: A FECHA DEL ENSAYO: 07 de Diciembre del 2021  
HORMIGÓN DE RIO

PASA	RETENIDO	TIPO DE GRADACION (gr.)						
		A	B	C	D	E	F	G
3"	2 1/2"					2.500		
2 1/2"	2"					2.500		
2"	1 1/2"					5.000	5.000	
1 1/2"	1"	1.250					5.000	5.000
1"	3/4"	1.250						5.000
3/4"	1/2"	1.250	2.500					
1/2"	3/8"	1.250	2.500					
3/8"	1/4"			2.500				
1/4"	N° 4			2.500				
N° 4	N° 8				5.000			
ESFERAS		12	11	8	8	12	12	12
ROTACIONES		500	500	500	500	1000	1000	1000

PESO TOTAL DE LA MUESTRA (gr.): (W1) 5000,00

PESO RETENIDO EN EL TAMIZ N° 12 (gr.): (W2) 3602,00

PESO QUE PASA EL TAMIZ N° 12 (gr.): (W3) 1398,00

PORCENTAJE (%) DE DESGASTE: 27,96%

OBSERVACIONES: Cantera Zanja Seca - Nueva Respuesta

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

$$\% \text{ DE DESGASTE } (\%) = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 = \frac{W3}{W1} \times 100$$

**GEOSERV E.I.R.L.**  
Boris M. Silva Ibañaque  
TEC. LABORATORISTA

**Jorge Alarcón Vasquez**  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

N. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa  
Tel. 09-2880 - Cel. 954953681 - 961705732 - BFM a 954953681 - RUC N° 20393270068  
Correo Electrónico: hampaltd@netmail.com - geoserv@netmail.com

UCAYALI

## EQUIVALENTE DE ARENA

(MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T 170)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

**Solicitante:** YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA **Hecho por:** Boris M Silva I

**Ubicación:** CANTERA ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RIO, CASERIO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR PUENTE CURAMBA LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAYALI) **Ing. Responsable:** Jorge Alarcón V

**Muestra:** hormigon 100% **Fecha:** 07/12/2021

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
1	Tamaño Maximo (mm)	4,76	4,76	4,76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	15:40	15:42	15:44
4	Hora de Salida	15:50	15:52	15:54
5	Hora de Entrada	15:52	15:54	15:56
6	Hora de Salida	16:12	16:14	16:16
7	Altura Maxima de Material Fino	27,50	27,00	28,00
8	Altura Maxima de la Arena	23,50	23,00	24,00
9	Equivalente de Arena (%)	85,5	85,2	85,7
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	<b>85,5</b>		
11	ESPECIFICACION:	MINIMA:	35,0%	OK

#### OBSERVACIONES :

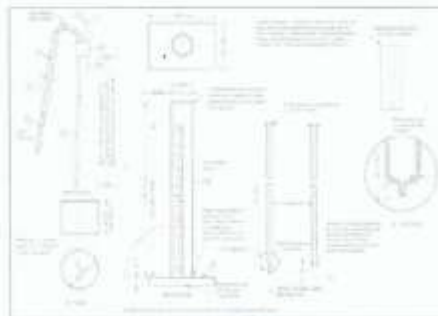


Figura 1 - Aparato de tamizado de arena

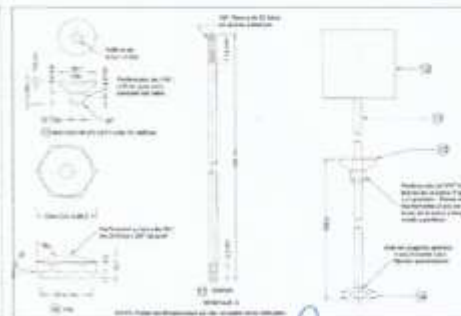


Figura 2 - Dispositivo de pesaje de muestra de ensayo ASTM D 2419-04

**GEOSERV E.I.R.L.**  
Boris M. Silva Ipanaque  
TEC. LABORATORISTA

**Jorge Alarcón Vasquez**  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GFI-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

In. Eduardo del Aguila 07 128 - Pucallpa  
Tel: 075 2207 020 - 044 9998982 - 94520232 - 9452023201 - FAX: 075 220701040  
Correo: geoserv@geoserv.com - geoserv@geoserv.com

UCAYALI

## PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T 198)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

**Solicitante:** YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA **Hecho por:** Boris M. Silva Ipana

**Ubicación:** CANTERA ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RIO, CASERÍO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR PUENTE CURAMBA LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAVALI) **Ing. Responsable:** Jorge Alarcon Vasquez

**Muestra:** HORMIGON 100% **Fecha:** 06/12/2021

Punto de muestreo: Cariera  
Profundidad: 0.00 - 1.50 m

<b>METODO</b>	A
---------------	---

<b>Volumen Molde</b>	2160	cm <sup>3</sup>
<b>Peso Molde</b>	3240	g

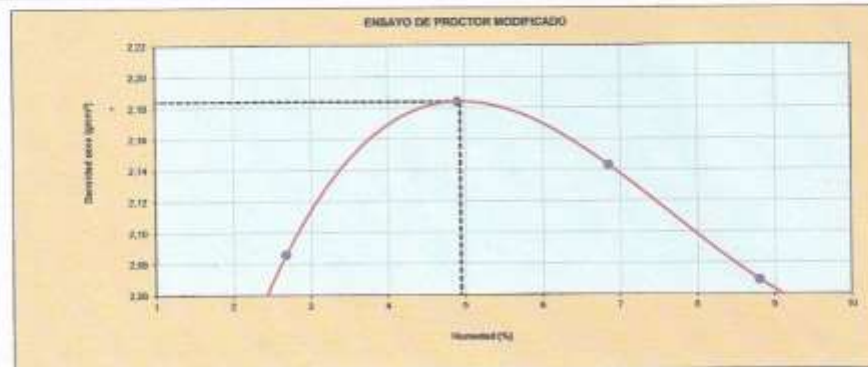
NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	7.866	8.189	8.186	8.102
Peso Suelo Humedo Compactado	g	4.626	4.949	4.946	4.862
Peso Volumetrico Humedo	g	2.142	2.291	2.290	2.251
Recipiente Numero	N°	17	23	24	7
Peso Suelo Humedo + Tara	g	139.8	107.0	120.0	134.8
Peso Suelo Seco + Tara	g	136.8	102.7	113.3	125.3
Peso de la Tara	g	24.6	15.0	15.5	19.6
Peso del Agua	g	3.0	4.3	6.7	9.3
Peso del Suelo Seco	g	112.2	87.7	97.8	105.7
Contenido de Agua	%	2.7	4.9	6.9	8.8
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	2.086	2.184	2.143	2.069

**Densidad Máxima Seca**

2.184 g/cm<sup>3</sup>

**Optima Contenido de Humedad** 4.9 %

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GEOSERV E.I.R.L.

Boris M. Silva Ipanaque  
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcon Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.





# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

J. Eduardo del Aguila N° 728 - Pucallpa  
Tel. 51-2885 - Cel. 954933641 - 961230731 - 954933641 - FAX N° 2039121068  
Correo Electronico: [boris@geoserv.com](mailto:boris@geoserv.com) - [geoserv@geoserv.com](mailto:geoserv@geoserv.com)

UCAYALI

## CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)

### LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

Solicitante: YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA Hecho por: Boris M. Silva (panaque)

Ubicación: TIERRA ROJA UBICADA A 8KM DEL SECTOR PUENTE CURAMBA LADO (IZQUIERDO) - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAYALI) Ing. Responsable: Jorge Alarcón Vasquez

Muestra: HORMIGÓN 100%

Fecha: 06/12/2021

DESCRIPCION	UND	DATOS DE ENSAYO		
Molde	Nº	3	4	5
Capas	Nº	5	5	5
Golpes por capa	Nº	12	25	56
Condición de la muestra		NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo	g	9315	9463	9818
Peso de molde	g	4875	4815	4890
Peso del suelo húmedo	g	4440	4648	4928
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2151	2132	2151
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	2,064	2,180	2,291
Tara	Nº	7	8	8
Peso suelo húmedo + tara	g	550,6	543,6	537,6
Peso suelo seco + tara	g	526,3	519,3	513,6
Peso de tara	g	37,1	36,2	19,7
Peso de agua	g	24,3	24,3	24,0
Peso de suelo seco	g	489,2	483,1	493,9
Contenido de humedad	%	5,0	5,0	4,9
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	1,968	2,076	2,185

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION		EXPANSION	
				mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
06/12/2021	16:00:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
07/12/2021	16:00:00	24	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
08/12/2021	16:00:00	48	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
09/12/2021	16:00:00	72	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
10/12/2021	16:00:00	96	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0

NO EXPANSIVO

### PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA Kg	e	a	%	CARGA Kg	e	a	%	CARGA Kg	e	a	%
0,000	0		0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0,0		
0,635	0,250		11,6	62,4		23,1	196,0			34,2	156,9			
1,270	0,500		50,5	231,5		72,9	333,9			66,2	303,3			
1,905	0,750		70,8	324,3		100,9	461,6			123,3	563,6			
2,540	1,000	70,455	126,3	577,2	577,2	40,1	180,5	823,2	823,2	57,2	221,9	1010,4	1010,4	70,2
3,180	1,250		162,3	741,6			222,5	1013,1			302,6	1373,5		
3,810	1,500		230,8	1050,5			295,6	1347,0			387,4	1752,5		
5,080	2,000	105,682	285,6	1297,2	1297,2	60,1	394,5	1784,1	1784,1	82,6	452,1	2039,9	2039,9	94,5
7,620	3,000		435,6	1966,7			568,7	2554,1			671,2	3002,2		
10,160	4,000		606,3	2718,9			790,5	3129,6			821,3	3651,5		
12,700	5,000		670,8	2999,6			801,3	3565,4			906,4	4016,0		

OBSERVACIONES:

GEOSERV E.I.R.L.

Boris M. Silva Ipánaque  
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

J. Eduardo del Aguila N° 718 - Pucallpa  
Telf: 99 2880 - Cel: 954952082 - 961705732 - 9964 # 954953481 - RUC N° 20953270688  
Correo: Eledorica.franco@geoserv.com - geoserv@geoserv.com

UCAYALI

## CBR DE LOS SUELOS (MTC E-132)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

**Solicitante:** YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA  
CANTERA ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RIO, CASERÍO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR FUENTE CURAMBA LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAYALI)

**Ubicación:** LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAYALI)

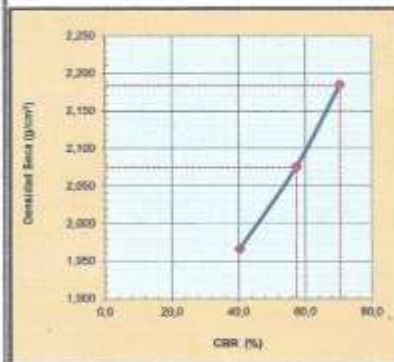
**Muestra:** HORMIGÓN 100%

**Progresiva:**

**Hecho por:** Boris M. Silva Ipanaque

**Ing. Responsable:** Jorge Alarcón Vasquez

**Fecha:** 06/12/2021



**METODO DE COMPACTACION** : MTC E-132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2.184  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)** : 4.9  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³)** : 2.075

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	70.1	0.2"	84.4	
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	766	0.1"	57.1	0.2"	82.5

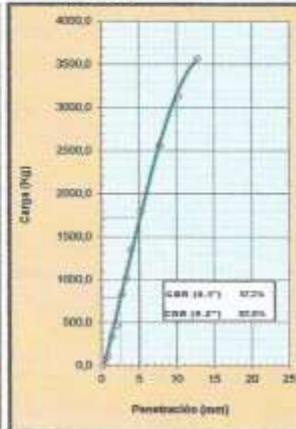
**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 57,1 %  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 70,1 %

**OBSERVACIONES:**  
 De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Min. 40 %  
 Por lo tanto el CBR : Cumple con el Requerimiento.

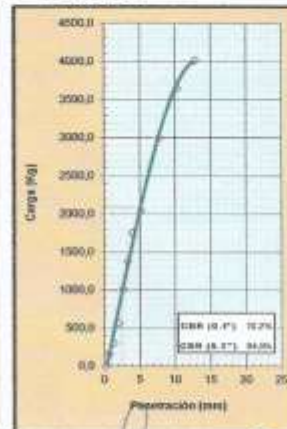
EC = 12 GOLPES



EC = 25 GOLPES



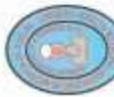
EC = 56 GOLPES



OBSERVACIONES:

**GEOSERV E.I.R.L.**  
 Boris M. Silva Ipanaque  
 TEC. LABORATORISTA

**Jorge Alarcón Vasquez**  
 INGENIERO CIVIL  
 C.O.P. 47827  
 GEOSERV GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 178 - Pucallpa  
 Telf: 54-3280 - Col. 594920061 - 201 525 022 - R.M. 405450301 - RUC N° 20392770004  
 Correo Electrónico: [informa@geoserv.com](mailto:informa@geoserv.com) - [geoserv@geoserv.com](mailto:geoserv@geoserv.com)

UCAVALI

## CERTIFICADO DE ANALISIS N° 01

SOLICITANTE	YHOSEL DAVID MUMIBE SALVATIERRA
OBRA	EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRITERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021*
ING. JEFE DE LABORATORIO	Jorge Alarcón Vásquez
UBICACIÓN	ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RIO, CABERIO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR PUENTE CURANSA LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORDONEL PORTILLO - UCAVALI)
MATERIAL	Hormigón 100%
FORMA Y PRESENTACIÓN	Bolsa hermética con cierre
CANTIDAD RECIBIDA	1000 gr. Aprox.
CODIGO DE MUESTRA	2021_12_08
BASE TECNICA	NTP 339.054
TECNICO RESPONSABLE	Tec. Boris González Silva Ipanaque
FECHA DE INGRESO	08/12/2021
COLECTOR	EL SOLICITANTE
ANALISIS SOLICITADO	FISICOQUIMICO PARA CONSTRUCCION
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	08/12/2021
FECHA TERMINO DE ENSAYO	10/12/2021
FECHA EMISION DE RESULTADOS	10/12/2021

### RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	RESULTADO (ppm)	RESULTADO (%)	TOLERANCIA (ppm)	TOLERANCIA (%)	MITC	NOMINAS	NTP
SULFATO	ppm SO <sub>4</sub> ²	Turbidimétrico	7,18	0,00	500mls.	0,08	MITC E 716	MITC	NTP 339.074
CLORURO	ppm Cl	Titrímtrico	30	0,00003	1000 mlés	0,10	MITC E 716	MITC	NTP 339.076
SALES SOLUBLES	ppm	Gravimétrico	0,108	0,000000108	5000 mlés	0,5	MITC E 519	MITC	NTP 339.177
PARAMETRO	UNIDADES	METODO	RESULTADO	RESULTADO (%)	TOLERANCIA	TOLERANCIA (%)	MITC	NOMINAS	NTP
pH	—	Fotométrico	7,1	—	5,5 - 8,0	—	MITC E 716	MITC	NTP 339.073

GEOSERV E.I.R.L.  
 Boris M. Silva Ipanaque  
 TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vásquez  
 Ingeniero Civil  
 CIP 47527  
 GERENTE TECNICA Y SERVICIOS E.I.P.



# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Av. Eduardo del Aguayo N° 133 - Pucallpa  
 Telf. 09 0980 - Cel. 954939521 - 953701710 - 954939521 - RUC N° 2020270088  
 Calle Comercio 1400000@gmail.com - geoserv@netnet.com

UCAYALI

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO

(MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

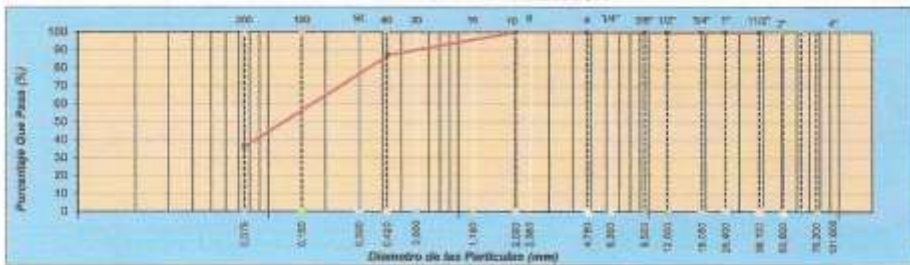
**Obra:** EVALUACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO APIMAZO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO PUCALLPA 2021  
**Tramo:**  
**Cantera:** TIERRA ROJA UBICADA A 5 KM DEL SECTOR FUENTE CURAMBA LADO IZQUIERDO DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAYALI  
**Material:** Tierra Roja  
**Hecho por:** Boris M. Silva (panaque)  
**Ing. Responsable:** Jorge Alarcón Vasquez  
**Fecha:** 11/12/2021

**Tamaño Máximo :** N° 8  
**Peso Inicial Seco :** 500,0 g  
**Fracción :** 500,0 g

TAMIZ	PESO	%	% RETENIDO	%		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
PULGADAS	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	QUE PASA	
4"	101,600					<b>Límite Líquido (LL) :</b> 32,40 <b>Límite Plástico (LP) :</b> 23,00 <b>Índice Plástico (IP) :</b> 9,42 <b>Clasificación (SUCS) :</b> SC <b>Clasificación (AASHTO) :</b> A-1 (0) <b>Contenido Humedad (%) :</b> 7,7
3"	76,200					
2 1/2"	63,500					
2"	50,800					
1 1/2"	38,100				100,0	
1"	25,400	0	0,0	0,0	100,0	
3/4"	19,000	0	0,0	0,0	100,0	
1/2"	12,500	0,0	0,0	0,0	100,0	
3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	100,0	
1/4"	6,300					
N° 4	4,750	0,0	0,0	0,0	100,0	
N° 8	2,360					
N° 10	2,000	0,3	0,1	0,1	99,9	
N° 16	1,190					
N° 20	0,840					
N° 30	0,600					
N° 40	0,425	63,8	12,8	12,8	87,2	
N° 50	0,300					
N° 60	0,250					
N° 100	0,150					
N° 200	0,075	253,4	90,7	83,5	36,5	
< N° 200	FONDO	182,6	36,5	100,0		

OBSERVACIONES :

### CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES :

GEOSERV E.I.R.L.  
 Boris M. Silva (panaque)  
 TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez  
 Ingeniero Civil  
 CIP 47627  
 GEOSERV E.I.R.L.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 728 - Pucallpa  
Telf. 50-2880 - Cel. 954953681 - 991705732 - RPM 4954953681 - RUC N° 20393270668  
Correo Electrónico hsmojaloff2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### CONTENIDO DE HUMEDAD

(MTC E-108 / ASTM D-2216)

Obra : "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

Solicitante : YHOSEL DAVID MURVE SALVATIERRA Fecha : 11/12/2021

Ubicación : CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR PUEBLO CURAMBA LADO IZQUIERDO DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAYALI P. de Muestras Acopio Ing. Responsable : Jorge Alarcón V.

Muestra : Tierra Roja Tec. de Laboratorio : Boris Silva Ipanaque

#### 1. Contenido de Humedad Muestra Tierra roja :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	24,8	
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	132,8	
Peso de la tara + muestra seca (gr)	124,8	
Peso del agua contenida (gr)	7,7	
Peso de la muestra seca (gr)	100,2	
Contenido de Humedad (%)	7,7	
Contenido de Humedad Promedio (%)	7,67	

#### 2. Contenido de Humedad Muestra (Grava 1/2") :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

GEOSERV E.I.R.L.  
Boris M. Silva Ipanaque  
T.C. LABORATORISTA

Jorge Alarcón V.  
Ingeniero CIVIL  
CIP 47527  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 725 - Pucallpa  
 Telf. 59-2880 - Cel. 984803681 - 981705732 - RPM 498-4853661 - RUC N° 2039270668  
 Correo Electrónico: henoajkd2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

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

## LIMITES DE CONSISTENCIA

(MTC E-116.111 / ASTM D-4318 / AASHTO T-90, T-99)

Objeto: "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

Solicitante: YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA

Fecha: 11/12/2021

Ubicación: CANTERA TIERRA ROJA UMCADA A 5KM DEL SECTOR PUENTE CURAMBA LAZO IZQUIERDO DISTRITO NUEVA ROSQUENA, CORONEL PORTELLA - UCAYALI

P. de Muestreo: Acopio

Ing. Responsable: Jorge Alarcón V.

Muestra: Tierra Roja

Tec. de Laboratorio: Boris Siva Ipanaque

## DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tamo		1	2	3	
Peso de Tamo + Suelo Húmedo	gr.	51,37	54,01	52,01	
Peso de Tamo + Suelo Seco	gr.	45,53	44,01	44,47	
Peso de Tamo	gr.	19,72	19,20	19,72	
Peso de Agua	gr.	6,97	8,00	7,54	
Peso del Suelo Seco	gr.	25,28	26,62	24,75	Límite Líquido
Contenido de Humedad	%	35,48	32,31	30,66	32,41
Número de Golpes		15	25	35	

## DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tamo		4	3	
Peso de Tamo + Suelo Húmedo	gr.	29,84	30,56	
Peso de Tamo + Suelo seco	gr.	27,86	28,00	
Peso de Tamo	gr.	19,57	19,45	
Peso de Agua	gr.	1,08	1,06	
Peso de Suelo seco	gr.	5,58	6,63	Límite Plástico
Contenido de Humedad	%	23,05	22,94	23,00



Constantes Físicas de la Muestra	
Límite Líquido	32,41
Límite Plástico	23,00
Índice de Plasticidad	9,41
Observaciones	
Pasante Tamiz N° 40	

GEOSERV E.I.R.L.  
 Boris Siva Ipanaque  
 TECN. LABORATORIO

Jorge Alarcón Vásquez  
 Ingeniero Civil  
 CIP 47827  
 GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

31. Eduardo de Aguirre N° 138 - Pucallpa  
 Tel. 84 2882 - Cel. 944524821 - 981 935742 - SPA 4 0430368 - BUC N° 2299235448  
 Correo: info@geoserv.com.pe - geoserv@geoserv.com.pe

UCAYALI

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (MTC E - 107 - ASTM C 136 - AASHTO T 88)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Obra: "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFINADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

Tramo: Hecho por: Boris M. Silva (panaque)

Cantera: ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RIO, CASERÍO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR PUENTE CURAMBA LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORDONEL PORTILLO - UCAYALI) Ing. Responsable: Jorge Alarcón Vasquez

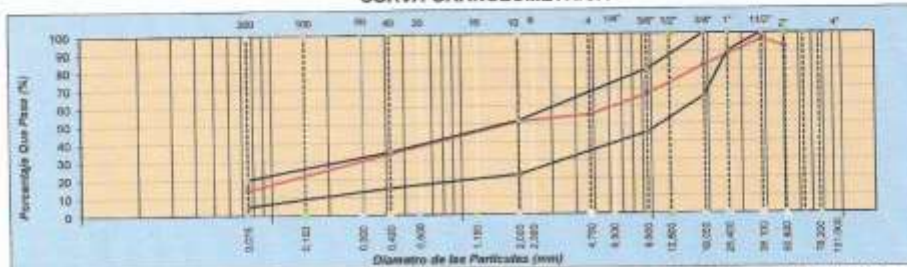
Materia: Hormigón 85% + Tierra Roja 15% Fecha: 11/12/2021

Tamaño Máximo : PULGADAS  
 Peso Inicial Seco : 10000.0 g  
 Fracción : 4295.0 g

TAMIZ PULGADAS	(mm)	Hormigón	Tierra Roja	Suma	ESPECIFICACION		DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
					% QUE PASA	72- Tipo 2	
4"	101.600	85.0%	15.0%	100.0%			Límite Líquido (LL) : 26.03 Límite Plástico (LP) : 21.25 Índice Plástico (IP) : 6.75 Clasificación (SUCS) : GP-GW Clasificación (AASHTO) : A-1-a (0) Contenido Humedad (%): 6.10
3"	76.200						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	8.0	0.0	8.0	92.0	100	100
1 1/2"	38.100	3.5	0.0	3.5	96.5	100	100
1"	25.400	8.0	0.0	8.0	88.5	90	100
3/4"	19.000	6.1	0.0	6.1	82.4	65	100
1/2"	12.500	0.0	0.0	0.0	82.4		
3/8"	9.500	15.8	0.0	15.8	66.6	45	80
1/4"	6.300						
Nº 4	4.750	11.4	0.0	11.4	55.2	30	65
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	3.7	0.0	3.7	51.5	22	52
Nº 16	1.180						
Nº 20	0.840						
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	15.5	1.9	17.4	34.1	15	35
Nº 50	0.300						
Nº 80	0.177						
Nº 100	0.150						
Nº 200	0.075	12.3	7.6	19.9	14.2	5	20
< Nº 200	FONDO	1.4	5.5	6.8			

OBSERVACIONES:

### CURVA GRANULOMETRICA



OBSERVACIONES: SE RECOMIENDA ZARANDEAR EL HORMIGÓN POR ZARANDA O MALLAS DE 2" PARA OPTIMIZAR EL USO DEL AGREGADO

GEOSERV E.I.R.L.  
 Boris M. Silva Panaque  
 TÉCNICO LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez  
 Ingeniero Civil  
 CIP 47827  
 GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 726 - Pucallpa  
Telf: 59-2860 - Cel. 954953681 - 951705732 - RPM 9554953681 - RUC N° 20993270668  
Correo Electrónico: hemojalot2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

## CONTENIDO DE HUMEDAD

(BTC E-109 / ASTM D-2216)

Obras : "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO APRIMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

Solicitante : YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA

Fecha : 11/12/2021

Ubicación : HORMIGÓN DE RIO, CASERIO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR PUENTE CUMASIBA LADO OQUENDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTELLO - UCA YALI)

Ing. Responsable : Jorge Alancon Vasquez

Muestra : Hormigon 85% + Tierra roja 15%

Tec. de Laboratorio : Boris M. Silva Gananon

### 1. Contenido de Humedad Muestra (Circos 34") :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)	552,0	468,0
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)	838,0	680,0
Peso de la tara + muestra seca (gr)	478,0	667,0
Peso del agua contenida (gr)	20,0	21,4
Peso de la muestra seca (gr)	326,0	399,0
Contenido de Humedad (%)	6,4	5,8
Contenido de Humedad Promedio (%)	6,1	

### 2. Contenido de Humedad Muestra (Circos 12") :

Descripción	1	2
Peso de tara (gr)		
Peso de la tara + muestra húmeda (gr)		
Peso de la tara + muestra seca (gr)		
Peso del agua contenida (gr)		
Peso de la muestra seca (gr)		
Contenido de Humedad (%)		
Contenido de Humedad Promedio (%)		

GEOSERV E.I.R.L

Boris M. Silva Gananon  
Ingeniero Civil

Jorge Alancon Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47027  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L





# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Jr. Eduardo del Aguila # 726 - Pucallpa  
Telf: 09-2880 - Cel: 954953681 - 961705732 - RPM: 4954953681 - RUC N° 2039270968  
Correo Electrónico: hsmrojalos2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com

UCAYALI

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

### LIMITES DE CONSISTENCIA

(NITC E-110.111 / ASTM D-4318 / AADRTIO T-80, T-80)

Obras: "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLÚMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

Solicitante: YHOSEL DAVID MUNIVE SALVAYORWA

Fecha: 15/12/2021

Ubicación: HORRIGÓN DE RIO CASERIO ZANJA SECA / CARRETERA TIGRETA MOLLA UBICADA A 8KM DEL PORTILLO - UCAYALI

Ing. Responsable: Jorge Alarcón Vasquez

Muestra: Arcilla 88% + Tierra roja 12%

Tec. de Laboratorio: Rolfo M. Silva (pasapuz)

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de Tazo		4	15	9	
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gf.	21,70	20,84	24,40	
Peso de Tazo + Suelo Seco	gf.	21,18	21,28	20,85	
Peso de Tazo	gf.	9,28	10,47	14,50	
Peso de Agua	gf.	3,57	4,40	4,75	
Peso del Suelo Seco	gf.	15,32	15,91	15,00	Limite Liquido
Contenido de Humedad	%	25,05	28,03	31,54	26,03
Numero de Golpes		20	25	15	

### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

N° de Tazo					
Peso de Tazo + Suelo Humedo	gf.	22,74	24,22		
Peso de Tazo + Suelo seco	gf.	20,24	22,11		
Peso de Tazo	gf.	9,43	11,50		
Peso de Agua	gf.	2,36	2,21		
Peso de Suelo seco	gf.	10,95	10,52		Limite Plastico
Contenido de Humedad	%	21,55	21,01		21,28

### CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



### Constantes Fisicas de la Muestra

Limite Liquido	26,03
Limite Plastico	21,28
Indice de Plasticidad	4,75

### Observaciones

Pasante Tamiz N° 40

GEOSERV E.I.R.L.

Rolfo M. Silva (pasapuz)  
TEC. LABORATORIA

Jorge Alarcón Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47327  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.





# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila N° 726 - Pucallpa  
Telf: 54-2880 - Cel: 954953681 - 951725752 - RPM: 9 954952681 - RUC N° 20293270668  
Correo Electronico: hencajalot@rednet.com - geoservpod@hotmail.com

UCAYALI

## EQUIVALENTE DE ARENA

(MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T 176)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

**Solicitante:** YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA **Hecho por:** Boris M Silva I

**Ubicación:** CANTERA ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RIO, CASERIO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 6KM DEL SECTOR PUENTE CURAMBA LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAYALI) **Ing. Responsable:** Jorge Alarcón V

**Muestra:** hormigon 85% + Tierra roja 15% **Fecha:** 11/12/2021

ITEM	DESCRIPCION	ENSAYOS		
		1	2	3
1	Tamaño Maximo (mm)	4,76	4,76	4,76
2	Muestra N°	1	2	3
3	Hora de Entrada	16:40	16:42	16:44
4	Hora de Salida	16:50	16:52	16:54
5	Hora de Entrada	16:52	16:54	16:56
6	Hora de Salida	17:12	17:14	17:16
7	Altura Maxima de Material Fino	30,00	29,50	29,00
8	Altura Maxima de la Arena	7,20	7,50	7,50
9	Equivalente de Arena (%)	24,0	25,4	25,9
10	Equivalente de Arena Promedio (%)	<b>25,1</b>		
11	ESPECIFICACION:	MINIMA:	35,0%	OK

#### OBSERVACIONES :

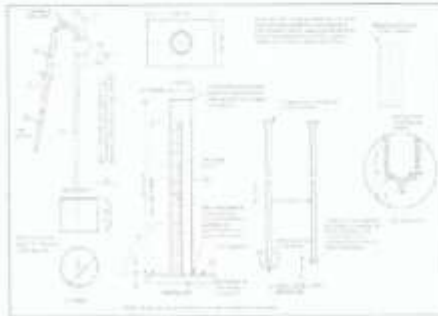


Figura 1: Aparato de Ensayo de equivalente de arena

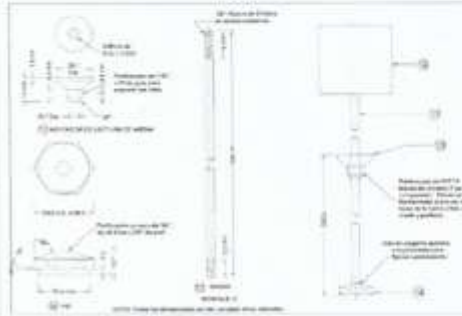


Figura 2: Dispositivo de prueba de peso del método de ensayo ASTM D 2419-08

**GEOSERV E.I.R.L.**  
Boris M. Silva Ispañaque  
TEC. LABORATORISTA

**Jorge Alarcón Vasquez**  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Av. Avenida del Agua N° 705 - Pucallpa  
Tel: 84 2080 - Ext. 25493362 - 36170222 - 844 6455921 - 844 7 209571988  
Correo: [geoserv@geoserv.com](mailto:geoserv@geoserv.com) - [geoserv@geoserv.com](mailto:geoserv@geoserv.com)

UCAYALI

## PROCTOR MODIFICADO

(MTC E - 115 - ASTM D 1557 - AASHTO T 180)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

Proyecto: EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021\*

Solicitante: YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA Hecho por: Boris M. Silva Ipana

Ubicación: CANTERA ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RIO, CASERIO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR PUENTE CURAMBA LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO - UCAYALI) Ing. Responsable: Jorge Alarcon Vasquez

Muestra: hormigon 85% + Tierra roja 15% Fecha: 09/12/2021

Punto de muestreo: Cantiva  
Profundidad: 0.00 - 1.50 m

METODO	A
--------	---

Volumen Molde	2160	cm <sup>3</sup>
Peso Molde	3240	g

NUMERO DE ENSAYOS	UNIDAD	1	2	3	4
Peso Suelo + Molde	g	7,878	8,155	8,135	8,040
Peso Suelo Humedo Compactado	g	4,638	4,915	4,895	4,800
Peso Volumetrico Humedo	g	2,147	2,275	2,266	2,222
Recipiente Numero	N°	17	33	34	7
Peso Suelo Humedo + Tara	g	142,9	97,4	103,8	138,2
Peso Suelo Seco + Tara	g	137,7	92,6	96,7	126,9
Peso de la Tara	g	24,8	15,0	15,5	19,8
Peso del Agua	g	5,2	4,5	7,1	11,3
Peso del Suelo Seco	g	113,1	77,6	81,2	107,3
Contenido de Agua	%	4,6	5,1	8,8	10,5
Densidad Seca	cm <sup>3</sup>	2,053	2,144	2,084	2,011

Densidad Máxima Seca	2,148 g/cm <sup>3</sup>	Óptimo Contenido de Humedad	6,6 %
----------------------	-------------------------	-----------------------------	-------

### RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GEOSERV E.I.R.L.  
Boris M. Silva Ipana  
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcon Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

J. Elvardo del Agua N° 728 - Pucallpa  
Tel: 05 2080 - Cel: 954903440 - 951725732 - 8760 4 954903440 - RUC N° 2008017948  
Correo: elvardo@geoserv.com - geoserv@geoserv.com

UCAVALI

## CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** "EVALUACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

**Solicitante:** YHOSRI, DAVID MURIBE SALVA TIERRA  
**Hecho por:** Boris M. Silva Ipanaque

**Ubicación:** TIERRA ROJA UBICADA A 5KM DEL SECTOR FUENTE CURAMBALADO (IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CAYONEL PORTILLO - UCAVALI)  
**Ing. Responsable:** Jorge Alarcón Vasquez

**Muestra:** Homogénea 85% + Tierra roja 15%  
**Fecha:** 09/12/2021

**Progresiva:**

DESCRIPCIÓN	UNID	DATOS DE ENSAYO		
Molde	Nº	3	4	5
Capas	Nº	5	5	5
Gravas por capa	Nº	12	25	55
Condición de la muestra				
		NO SATURADO	NO SATURADO	NO SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo	g	9282	9431	9791
Peso de molde	g	4875	4815	4890
Peso del suelo húmedo	g	4407	4616	4901
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	2151	2132	2151
Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,049</b>	<b>2,165</b>	<b>2,278</b>
Tara	Nº	7	8	8
Peso suelo húmedo + tara	g	553,6	563,3	550,3
Peso suelo seco + tara	g	534,0	533,1	520,1
Peso de tara	g	37,1	36,2	19,7
Peso de agua	g	29,8	30,2	30,2
Peso de suelo seco	g	496,9	496,9	500,4
Contenido de humedad	%	6,0	6,1	6,0
Densidad seca	g/cm <sup>3</sup>	<b>1,934</b>	<b>2,041</b>	<b>2,149</b>

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEM PO	LECT. DIAL 1	EXPANSION		LECT. DIAL 2	EXPANSION		LECT. DIAL 3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
09/12/2021	16:00:00	0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
10/12/2021	16:00:00	24	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
11/12/2021	16:00:00	48	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
12/12/2021	16:00:00	72	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0
13/12/2021	16:00:00	96	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,0

### NO EXPANSIVO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

### PENETRACION

PENETRACION		CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
mm	Pulgadas		CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION			CARGA	CORRECCION		
			Kg	σ	σ	%	Kg	σ	σ	%	Kg	σ	σ	%
0,500	0		5,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0,0		
0,635	0,250		11,6	53,3			20,3	93,2			29,3	134,4		
1,270	0,500		30,3	139,0			52,6	241,1			45,0	206,3		
1,905	0,750		50,6	231,9			80,6	369,0			100,3	458,0		
2,540	1,000	70,455	95,8	438,4	438,4	30,5	140,8	643,1	643,1	44,7	190,5	868,5	868,5	60,3
3,180	1,252		141,8	647,7			192,2	876,2			279,7	1270,7		
3,810	1,500		210,6	959,3			274,7	1248,2			360,6	1613,0		
5,080	2,000	105,682	365,6	1207,3	1207,3	55,0	372,2	1684,7	1684,7	70,0	436,7	1945,0	1945,0	90,1
7,620	3,000		415,6	1877,9			548,2	2464,3			649,6	2908,1		
10,160	4,000		585,2	2630,9			680,2	3041,1			800,0	3559,8		
12,700	5,000		850,4	2911,6			781,3	3479,2			886,9	3932,7		

OBSERVACIONES:

GEOSERV E.I.R.L.  
Boris M. Silva Ipanaque  
TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

J. Echeandía del Aguila N° 725 - Pucallpa  
Telf. 54-2880 - Cel. 954953082 - 961705732 - 9794 # 934851483 - RUC N° 20191527866  
Correo Electrónico: [geoserv@geoserv.com](mailto:geoserv@geoserv.com) - [geoservpuc@geoserv.com](mailto:geoservpuc@geoserv.com)

UCAYALI

## CBR DE LOS SUELOS (MTC E132)

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

**Proyecto:** "EVALUACIÓN DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO PUCALLPA 2021"

**Solicitante:** YHOSEI DAVID MUNIVE SALVATIERRA  
CANTERA ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RÍO, CASERÍO ZANJA SECA /  
CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 8KM DEL SECTOR PUENTE CURAMBA  
LADO IZQUIERDO - (DISTRITO NUEVA REQUENA, CORONEL PORTILLO -  
UCAYALI)

**Ubicación:**

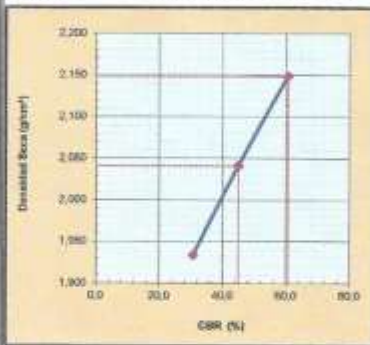
**Muestra:** hormigón 85% + Tierra roja 15%

**Progresiva:** hormigón 85% + Tierra roja 15%

**Hecho por:** Boris M. Silva (paquete)

**Ing. Responsable:** Jorge Alarcón Vasquez

**Fecha:** 09/12/2021

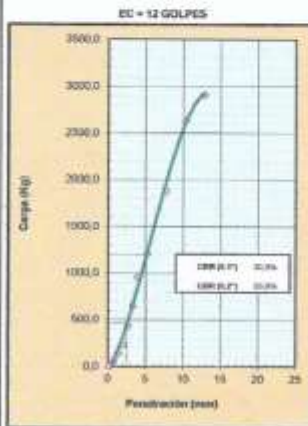


**METODO DE COMPACTACION:** MTC E132  
**MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³):** 2.148  
**OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%):** 6.6  
**95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm³):** 2.041

CBR al 100% de M.D.S. (%)	6.6%	60.3	6.2%	80.1
CBR al 95% de M.D.S. (%)	6.6%	44.7	6.2%	78.0

**RESULTADOS:**  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 44,7 %  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 60,3 %

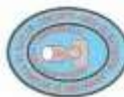
**OBSERVACIONES:**  
 De acuerdo a Especificación Técnica se Considera como Min.: 40 %  
 Por lo tanto el CBR:  Cumple con el Requerimiento.



OBSERVACIONES:

GEOSERV E.I.R.L.  
 Boris M. Silva (paquete)  
 TEC. LABORATORISTA

Jorge Alarcón Vasquez  
 Ingeniero Civil  
 CIP 47827  
 GEOSERV GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 738 - Pucallpa  
Tel: 88-8840 - Cel: 984953881 - 981705735 - B/FM: 9854453881 - RUC N° 20303270648  
Correo Electronico: [hemax@geoserv.com](mailto:hemax@geoserv.com) - [geoserv@geoserv.com](mailto:geoserv@geoserv.com)

UCAYALI

## CERTIFICADO DE ANALISIS N° 02

SOLICITANTE	YHOSEL DAVID MUNIVE SALVATIERRA
OBRA	EVALUACION DEL MATERIAL DE LA CANTERA ZANJA SECA COMO AFIRMADO PARA CARRIETAS DE BAJÓ VOLUMEN DE TRANSITO PUCALLPA 2021*
ING. JEFE DE LABORATORIO	Jorge Alarcon Vasquez
UBICACION	ZANJA SECA - HORMIGÓN DE RIO. CASERIO ZANJA SECA / CANTERA TIERRA ROJA UBICADA A 8KM DEL SECTOR PUENTE CURIAM
MATERIAL	Hormigon 85% + Tierra Roja 15%
FORMA Y PRESENTACION	Botella plastica con tapa de rosca
CANTIDAD RECIBIDA	1500 ml. Agrok
CODIGO DE MUESTRA	2021 12 10
BASE TECNICA	NTP 339.038
TECNICO RESPONSABLE	Tec. Boris Gonzalez Silva Ipanaque
FECHA DE INGRESO	10/12/2021
COLECTOR	EL SOLICITANTE
ANALISIS SOLICITADO	FISICOQUIMICO PARA CONSTRUCCION
FECHA DE INICIO DE ENSAYO	10/13/2021
FECHA TERMINO DE ENSAYO	12/13/2021
FECHA EMISION DE RESULTADOS	12/12/2021

### RESULTADOS ANALISIS FISICOQUIMICO

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	RESULTADO (ppm)	RESULTADO (%)	TOLERANCIA (ppm)	TOLERANCIA (%)	NTC	NTP
SULFATO	ppm SO <sub>4</sub>	Turbidimetrica	7,14	0,00000714	800max	0,08	MTC E 716	NTP 339.074
CLORUROS	ppm Cl	Titrimetrico	30	0,0003	1000 max	0,10	MTC E 716	NTP 339.076
SALES SOLUBLES	ppm	Gravimetrico	0,105	0,00000105	5000 max	0,50	MTC E 215	NTP 339.177

PARAMETRO	UNIDADES	METODO	RESULTADO	RESULTADO (%)	TOLERANCIA	TOLERANCIA (%)	NTC	NTP
pH		Potenciométrico	7,10	---	5,5 - 8,0	---	MTC E 716	NTP 339.073

**GEOSERV E.I.R.L.**  
Boris M. Silva Ipanaque  
TEC. LABORATORISTA

*Jorge Alarcon Vasquez*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 47021  
REGISTRADO EN GEOTECNIA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 721 - Pucallpa  
Telf: 08-2880 - Cel: 954053881 - 951703732 - FIC N° 20303270668  
Correo Electronico: htmqskit2@hotmail.com - geoservpuc@hotmail.com



FOTO Nº 01: SE OBSERVA LA VISTA PANORAMICA DE LA MUESTRA



FOTO Nº 02: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO INICIANDO EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



FOTO Nº 03: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO PENSANDO LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



FOTO Nº 04: SE OBSERVA AL PERSONAL COMPACTANDO LA MUESTRA EN EL MOLDE DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



FOTO Nº 05: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO ENRASANDO LA MUESTRA DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO



FOTO Nº 06: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO PESANDO LA MUESTRA DEL ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

GEOSERV E.I.R.L.  
*[Signature]*  
Derson Silva Ipanaque  
LABORATORISTA

*[Signature]*  
Jorge Alarcón Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47627  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L





# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 725 - Pucallpa  
Telf. 89-2800 - Cel. 954953681 - 951705732 - RUC N° 20303270098  
Correo Electronico: [tramejola2@hotmail.com](mailto:tramejola2@hotmail.com) - [geoservpuc@netmail.com](mailto:geoservpuc@netmail.com)

UCAYALI



FOTO Nº 01: SE OBSERVA VISTA PANORAMICA DE LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE ABRASION LOS ANGELES.



FOTO Nº 02: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO INICIANDO CON EL ENSAYO DE ABRASION LOS ANGELES.



FOTO Nº 03: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO CONTINUANDO CON EL ENSAYO DE ABRASION LOS ANGELES.



FOTO Nº 04: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO TAMIZANDO LA MUESTRA.



FOTO Nº 05: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO LAVANDO LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE ABRASION LOS ANGELES.



FOTO Nº 06: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO PESANDO LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE ABRASION LOS ANGELES.

GEOSERV E.I.R.L.  
*[Signature]*  
Boris M. Silva Ipatague  
TEC. LABORATORISTA

*[Signature]*  
Jorge Alarcón Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Águila # 728 - Puallpa  
Telf. 05-2880 - Cel. 954953651 - 961705732 - RUC: N° 20380370008  
Correo Electrónico: hsmojalof2@hotmail.com - geoservpar@hotmail.com



FOTO Nº 01: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO INICIANDO CON EL ENSAYO DE GRANULOMETRIA



FOTO Nº 02: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO LAVANDO LA MUESTRA



FOTO Nº 03: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO CONTINUANDO CON EL ENSAYO DE GRANULOMETRIA



FOTO Nº 04: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO TAMIZANDO LA MUESTRA



FOTO Nº 05: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO CONTINUANDO CON EL TAMIZADO DE LA MUESTRA



FOTO Nº 06: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO PESANDO LA MUESTRA DEL ENSAYO GRANULOMETRICO

GEOSERV E.I.R.L.  
*[Signature]*  
Rons M. Silva Spañaque  
T.C. ELECTRICISTA

*[Signature]*  
Jorge Alarcón Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47927  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila 9 728 - Pucallpa  
Telf: 05 2080 - Cel: 95493581 - 961703732 - RPN 954952681- RUC N° 20383270000  
Correo: Electronico: hsmojat12@hotmail.com - geoservpuo@hotmail.com



FOTO Nº 01: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO INICIANDO CON EL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA



FOTO Nº 02: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO CONTINUANDO CON EL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA



FOTO Nº 03: SE OBSERVA LA VISTA PANORAMICA DE LAS MUESTRAS PARA EL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA



FOTO Nº 04: SE OBSERVA LA VISTA PANORAMICA DE LAS MUESTRAS PARA EL ENSAYO DE EQUIVALENTE DE ARENA



FOTO Nº 05: SE OBSERVA EL NIVEL DE LA ARENA



FOTO Nº 06: SE OBSERVA LA VISTA PANORAMICA DEL NIVEL DE LA ARENA

GEOSERV E.I.R.L.  
Boris M. Silva Ipanique  
T. TECNICO

Jorge Alarcón Vasquez  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L



# GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

Jr. Eduardo del Aguila # 729 - Pucallpa  
Telf. 09-2080 - Cel. 964953601 - 961705732 - RUC N° 20360270988  
Correo Electronico: harenajko2@hotmail.com - geoservsnc@hotmail.com



FOTO N° 01: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO INICIANDO EL ENSAYO DE CBR.



FOTO N° 02: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO COMPACTANDO LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE CBR.



FOTO N° 03: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO PESANDO EL MOLDE PARA EL ENSAYO DE CBR.



FOTO N° 04: SE OBSERVA AL PERSONAL TECNICO PESANDO LA MUESTRA PARA EL ENSAYO DE C.B.R.



FOTO N° 05: SE OBSERVA LA VISTA PANORAMICA DEL ENSAYO DE CBR.



FOTO N° 06: SE OBSERVA LAS MUESTRAS DESPUES DEL ENSAYO DE CBR.

GEOSERV E.I.R.L.  
Boris M. Silva Ipanaque  
T.C. LABORATORISTA

*Jorge Marcon Vásquez*  
Ingeniero Civil  
CIP 47827  
GEOSERV-GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-1445-2021

Fecha de Emisión: 2021-11-19

Orden de Trabajo: 0521-00

Expediente: 0506

1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Dirección : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Callejía,  
 Coronel Portillo, Ucayali

2. INSTRUMENTO : BALANZA

Clasificación : NO AUTOMÁTICA  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Marca : A&A INSTRUMENTS  
 Modelo : WT6002NE  
 Serie : 111202079  
 Identificación : M1445(\*)  
 Procedencia : NO INDICA  
 Cap. Máx. : 600 g  
 Div. de Escala (d) : 0,01 g  
 Div. de Verif. (e) : 0,01 g  
 Clase de Exactitud : II

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-11-08 ubicado en Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728;  
 Callejía, Coronel Portillo, Ucayali.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-011  
 Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No  
 Automático Clase I y II, cuarta edición 2010.

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los patrones  
 del INACAL-DM:

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Juego de Pesas E2	PE20-C-1542

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
 José Luis Panto Abad  
 Lic. Ciencias Físicas  
 CFP: 0395



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-1445-2021

6. RESULTADOS

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	NO TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	32,8	32,8
Humedad Relativa (%)	41,9	41,9

Medición N°	Carga L1: 300,00 g			Carga L2: 600,00 g		
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)
1	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,008	-0,003
2	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,007	-0,002
3	300,00	0,007	-0,002	600,01	0,005	0,010
4	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,007	-0,002
5	300,00	0,007	-0,002	600,01	0,007	0,008
6	300,00	0,008	-0,003	600,00	0,007	-0,002
7	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,006	0,001
8	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,005	0,000
9	300,00	0,006	-0,001	600,00	0,007	-0,002
10	300,00	0,007	-0,002	600,00	0,006	-0,001

Carga (g)	Diferencia Máxima (g)	± e.m.p. (g)
300,00	0,002	0,03
600,00	0,013	0,03

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	32,8	33,0
Humedad Relativa (%)	41,9	41,9

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero E <sub>0</sub>				Determinación del Error Corregido E <sub>c</sub>				
	Carga en cero	I (g)	ΔI (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga (I)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)
1	0,10 g	0,10	0,007	-0,002	200,00 g	200,00	0,006	-0,001	0,001
2		0,10	0,005	0,000		200,01	0,005	0,010	0,010
3		0,10	0,005	0,000		200,01	0,006	0,009	0,009
4		0,10	0,005	0,000		200,00	0,004	0,001	0,001
5		0,10	0,006	-0,001		200,01	0,007	0,008	0,009
		± e.m.p. (g)				± e.m.p. (g)			0,02



CERTIFICADO DE CALIBRACION N° M-1445-2021

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura (°C)	Inicial	Final
	33,0	33,2
Humedad Relativa (%)	41,9	43,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± e.m.p. (g)
	I (g)	ΔI (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔI (g)	E (g)	Ec (g)	
0,10	0,10	0,005	0,000	0,000					0,01
0,20	0,20	0,007	-0,002	-0,002	0,20	0,007	-0,002	-0,002	0,01
10,00	10,00	0,005	0,000	0,000	10,00	0,006	-0,001	-0,001	0,01
50,00	50,00	0,006	-0,001	-0,001	50,00	0,007	-0,002	-0,002	0,01
120,00	120,00	0,005	0,000	0,000	120,00	0,006	-0,001	-0,001	0,02
150,00	150,00	0,007	-0,002	-0,002	150,00	0,006	-0,001	-0,001	0,02
200,00	200,00	0,007	-0,002	-0,002	200,00	0,007	-0,002	-0,002	0,02
300,00	300,00	0,006	-0,001	-0,001	300,00	0,007	-0,002	-0,002	0,03
400,00	400,01	0,007	0,008	0,008	400,00	0,005	0,000	0,000	0,03
500,00	500,00	0,006	-0,001	-0,001	500,01	0,007	0,008	0,008	0,03
600,00	600,01	0,007	0,008	0,008	600,01	0,007	0,008	0,008	0,03

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = R + 39,60 \times 10^{-9} R$

Incertidumbre de Medición :  $U = 2 \times (4,44 \times 10^{-9} g^2 + 3,96 \times 10^{-8} R^2)^{1/2}$

L : Carga aplicada a la balanza. E : Error encontrado. U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida.  
 I : Indicación de la balanza. E<sub>0</sub> : Error en cero. R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g).  
 ΔI : Carga adicional. E<sub>c</sub> : Error corregido.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k = 2 para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

7. OBSERVACIONES

(\*) Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.  
 Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la balanza.  
 Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para esta balanza es 0,2 g  
 De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C y 35 °C  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 600,20 g para una carga de 600,00 g  
 El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de DSI Perú Automation.  
 Se ha considerado el valor 1,00E-05 C<sup>-1</sup> para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.

Fin del Documento



Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima  
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
 Fecha: Ene/18  
 Versión 03 Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 3 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-1444-2021

Fecha de Emisión: 2021-11-19

Orden de Trabajo: 0521-00  
 Expediente: 0506

1. INFORMACIÓN DEL CUENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.  
 Dirección : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria,  
 Coronel Portillo, Ucayali

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

2. INSTRUMENTO : BALANZA

Clasificación : NO AUTOMÁTICA  
 Tipo : ELECTRÓNICA  
 Marca : OHAUS  
 Modelo : A21 P40 DAR  
 Serie : 8334231220  
 Identificación : M1444(\*)  
 Procedencia : CHINA  
 Cap. Máx. : 40 kg  
 Div. de Escala (d) : 0,005 kg  
 Div. de Verif. (e) : 0,005 kg  
 Clase de Exactitud : III

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

Calibrado el 2021-11-08 ubicado en Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria, Coronel Portillo, Ucayali.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-001 "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y III", Primera edición, Mayo 2019, INACAL-DM.

5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la calibración son trazables a los patrones del INACAL-DM:

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Juego de Pesas clase M2	M-1271-2021
Pesa de Clase M1	M-0771-2020
Pesa de Clase M1	PE21-C-1094
Pesa de Clase M1	PE21-C-1095



Fecha: Ene/18  
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

José Luis Panta Abad  
 Lic. Ciencias Físicas  
 CFP: 0395



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-1444-2021

6. RESULTADOS

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	33,1	33,2
Humedad Relativa (%)	40,8	40,8

Medición N°	Carga L1: 20,000 kg			Carga L2: 40,000 kg		
	I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)	I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)
1	20,000	0,0020	0,0005	40,000	0,0015	0,0010
2	20,000	0,0025	0,0000	40,000	0,0020	0,0005
3	20,000	0,0020	0,0005	40,000	0,0025	0,0000
4	20,000	0,0020	0,0005	40,000	0,0020	0,0005
5	20,000	0,0015	0,0010	40,000	0,0020	0,0005
6	20,000	0,0025	0,0000	40,000	0,0020	0,0005
7	20,000	0,0025	0,0000	40,000	0,0035	-0,0010
8	20,000	0,0020	0,0005	40,000	0,0020	0,0005
9	20,000	0,0025	0,0000	40,000	0,0015	0,0010
10	20,000	0,0020	0,0005	40,000	0,0025	0,0000

Carga (kg)	Diferencia Máxima (kg)	± e.m.p. (kg)
20,000	0,0010	0,015
40,000	0,0020	0,015

Posición de las Cargas

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	33,2	33,2
Humedad Relativa (%)	41,9	41,9

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero $E_0$			Determinación del Error Corregido $E_c$					
	Carga Mínima	I (kg)	ΔI (kg)	E <sub>0</sub> (kg)	Carga (I)	I (kg)	ΔI (kg)	E (kg)	E <sub>c</sub> (kg)
1	0,050 kg	0,050	0,0020	0,0005	12,000 kg	12,000	0,0020	0,0005	0,0000
		0,050	0,0015	0,0010		12,000	0,0025	0,0000	-0,0010
		0,050	0,0020	0,0005		12,000	0,0015	0,0010	0,0005
		0,050	0,0025	0,0000		12,000	0,0020	0,0005	0,0005
		0,050	0,0020	0,0005		12,000	0,0020	0,0005	0,0000
± e.m.p. (kg)			0,005	± e.m.p. (kg)			0,015		



Fecha: Ene/18  
 Versión 03

Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima  
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 2 de 3

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-1444-2021

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura (°C)	Inicial	Final
Humedad Relativa (%)	33,2	33,2
	41,9	41,9

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± e.m.p. (kg)
	I (kg)	AL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	AL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,050	0,050	0,0020	0,0005	0,0000					0,005
0,100	0,100	0,0015	0,0010	0,0005	0,100	0,0020	0,0005	0,0000	0,005
1,000	1,000	0,0020	0,0005	0,0000	1,000	0,0015	0,0010	0,0005	0,005
2,500	2,500	0,0020	0,0005	0,0000	2,500	0,0015	0,0010	0,0005	0,005
8,000	8,000	0,0020	0,0004	-0,0001	8,000	0,0020	0,0004	-0,0001	0,01
9,000	9,000	0,0020	0,0004	-0,0001	9,000	0,0020	0,0004	-0,0001	0,01
10,000	10,000	0,0025	0,0000	-0,0005	10,000	0,0025	0,0000	-0,0005	0,01
15,000	15,000	0,0015	0,0009	0,0004	15,000	0,0020	0,0004	-0,0001	0,015
20,000	20,000	0,0025	-0,0003	-0,0008	20,000	0,0020	0,0002	-0,0003	0,015
30,000	30,000	0,0020	0,0002	-0,0003	30,000	0,0025	-0,0003	-0,0008	0,015
40,001	40,000	0,0020	0,0000	-0,0005	40,000	0,0020	0,0000	-0,0005	0,015

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = R + 14,20 \times 10^{-4} R$

Incertidumbre de Medición :  $U = 2 \times (4,30 \times 10^{-4} \text{kg}^2 + 1,18 \times 10^{-4} R^2)^{0,5}$

Para cargas menores a 40 kg

- L : Carga aplicada a la balanza. E : Error encontrado. U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida.  
 I : Indicación de la balanza. E<sub>z</sub> : Error en cero. R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (kg).  
 AL : Carga adicional. E<sub>c</sub> : Error corregido.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k = 2$  para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

7. OBSERVACIONES

(\*) Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la balanza.

Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para esta balanza es 0,1 kg

De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C y 35 °C

Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 39,925 kg para una carga de 40,000 kg

El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de DSI Perú Automation.

Se ha considerado el valor  $1,00E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.

Fin del Documento



Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Fecha: Ene/18

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Página 3 de 3

Versión 03

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° M-1444-2021

ENSAYO DE PESAJE

Temperatura (°C)  
 Humedad Relativa (%)

Inicial	Final
33,2	33,2
41,9	41,9

Carga L (kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± e.m.p. (kg)
	I (kg)	AL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	I (kg)	AL (kg)	E (kg)	Ec (kg)	
0,050	0,050	0,0020	0,0005	0,0000					0,005
0,100	0,100	0,0015	0,0010	0,0005	0,100	0,0020	0,0005	0,0000	0,005
1,000	1,000	0,0020	0,0005	0,0000	1,000	0,0015	0,0010	0,0005	0,005
2,500	2,500	0,0020	0,0005	0,0000	2,500	0,0015	0,0010	0,0005	0,005
8,000	8,000	0,0020	0,0004	-0,0001	8,000	0,0020	0,0004	-0,0001	0,01
9,000	9,000	0,0020	0,0004	-0,0001	9,000	0,0020	0,0004	-0,0001	0,01
10,000	10,000	0,0025	0,0000	-0,0005	10,000	0,0025	0,0000	-0,0005	0,01
15,000	15,000	0,0015	0,0009	0,0004	15,000	0,0020	0,0004	-0,0001	0,015
20,000	20,000	0,0025	-0,0003	-0,0008	20,000	0,0020	0,0002	-0,0003	0,015
30,000	30,000	0,0020	0,0002	-0,0003	30,000	0,0025	-0,0003	-0,0008	0,015
40,001	40,000	0,0020	0,0000	-0,0005	40,000	0,0020	0,0000	-0,0005	0,015

Lectura Corregida :  $R_{\text{corregida}} = R + 14,20 \times 10^{-4} R$

Incertidumbre de Medición :  $U = 2 \times \{ 4,30 \times 10^{-4} \text{kg}^2 + 1,18 \times 10^{-4} R^2 \}^{0,5}$

Para cargas menores a 40 kg

- L : Carga aplicada a la balanza. E : Error encontrado. U : Incertidumbre expandida de la lectura corregida.  
 I : Indicación de la balanza. E<sub>z</sub> : Error en cero. R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (kg).  
 AL : Carga adicional. E<sub>c</sub> : Error corregido.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k = 2$  para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

7. OBSERVACIONES

- (\*) Identificación asignada por DSI PERU AUTOMATION E.I.R.L.  
 Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en la balanza.  
 Según la NMP 003-2009 la capacidad mínima para esta balanza es 0,1 kg  
 De acuerdo a los registros del cliente, la temperatura del lugar de calibración varía entre 18 °C y 35 °C  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 39,925 kg para una carga de 40,000 kg  
 El cliente realizó el ajuste de la balanza con las pesas de DSI Perú Automation.  
 Se ha considerado el valor  $1,00E-05 \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  para el coeficiente de deriva de la indicación con respecto a la temperatura.

Fin del Documento



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° ML-0466-2021**

**6. RESULTADOS**

Temperatura Ambiental (°C)  
 Humedad relativa (% H.R.)

Inicial	Final
18,7	18,7
32	32

Parámetro	Valor Nominal	Valor Encontrado	Desviación	Incertidumbre Expandida	Tolerancia según Norma ASTM D-2419 (s)
Probeta Graduada Diámetro Interior (mm) (1)	30,0	30,09	0,09	0,003	1
Probeta Altura (mm) (1)	400,0	400,10	0,10	0,01	-
Probeta Graduada Altura (mm) (1)	380,0	380,09	0,09	0,01	-
Probeta Graduada Diámetro Interior (mm) (2)	30,0	30,07	0,07	0,003	1
Probeta Altura (mm) (2)	400,0	400,06	0,06	0,01	-
Probeta Graduada Altura (mm) (2)	380,0	380,10	0,10	0,01	-
Probeta Graduada Diámetro Interior (mm) (3)	30,0	30,06	0,06	0,003	1
Probeta Altura (mm) (3)	400,0	400,09	0,09	0,01	-
Probeta Graduada Altura (mm) (3)	380,0	380,07	0,07	0,01	-
Probeta Graduada Diámetro Interior (mm) (4)	30,0	30,07	0,07	0,003	1
Probeta Altura (mm) (4)	400,0	400,07	0,07	0,01	-
Probeta Graduada Altura (mm) (4)	380,0	380,10	0,10	0,01	-
Varilla de Bronce Diámetro (mm)	6,0	6,05	0,05	0,01	-
Varilla de Bronce Largo (mm)	450,0	450,03	0,03	0,01	-
Pie de Bronce Truncocónico Altura (mm)	20,0	20,03	0,03	0,01	-
Pie de Bronce Truncocónico Diámetro (mm)	25,0	25,03	0,03	0,01	-

**7. OBSERVACIONES**

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k = 2$  para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

Fin del Documento



Fecha: Ene/18  
 Versión 03

Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
 Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 2 de 2



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MFP-0231-2021

Fecha de Emisión: 2021/11/28

Orden de Trabajo: 0521-00

Expediente: 0506

#### 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTÉCNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.

Dirección Fiscal : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleja Coronel Portillo - Ucayali

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

#### 2. INSTRUMENTO : PRENSA CBR

Marca : TAMIEQUIPOS  
Modelo : NO INDICA  
Serie : NO INDICA  
Identificación : MFP0231(\*)  
Procedencia : NO INDICA  
Cap. Máx. : 5000 kgf

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

#### 3. DATOS DEL INDICADOR : PRENSA CBR

Marca : NO INDICA  
Modelo : 315A16B  
Serie : NO INDICA  
Identificación : MFP0231(\*)  
Procedencia : NO INDICA  
Cap. Máx. : 0 kgf a 5000 kgf  
Div. Escala : 1 kgf

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

#### 4. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el día 2021-11-09 en en el área Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728 Pucallpa.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

#### 5. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación directa se utilizó como referencia la Norma ASTM E4 y ME- 023 del CEM para la calibración de maquinas generadoras de fuerza Primera edición.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

#### 6. TRAZABILIDAD

Calibrado por una celda de Carga trazable a patrones Internacionales.

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Celda de Carga	INF-LE 119-19

Adriano Gálvez Villaseca  
Jefe de Laboratorio  
DSI PERU AUTOMATION EIRL



Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima

Fecha: Ene/18

Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Versión 03

Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 1 de 3

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MFP-0231-2021**

**7. RESULTADOS**

Temperatura : Inicial: 32,6 °C Final: 32,6 °C  
 Humedad Relativa : Inicial: 43 %hr Final: 43 %hr

N°	Indicación del Equipo	Indicación del Patrón			Promedio Patrón	Valores curva de ajuste	Error		Incertidumbre Expandida (k=2)
		Serie 1	Serie 2	Serie 3			E(a)	f(b)	
		kgf	kgf	kgf			(%)	(%)	
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,5	0,0	0,0	0,0
1	97,8	97,7	96,7	96,7	97,3	93,8	0,4	0,7	0,5
2	1017,1	1016,2	1007,3	1017,2	1015,6	1021,3	0,4	0,6	0,1
3	1975,6	1986,6	1988,6	1989,6	1992,3	1988,3	0,6	0,2	0,1
4	4948,7	5006,3	4986,4	4986,4	5003,2	4987,9	0,5	0,4	0,0
5	7931,6	7988,2	7998,2	8008,1	8014,5	7997,3	0,7	0,2	0,0
6	9907,1	9992,7	9982,7	10002,7	10013,2	9990,5	0,7	0,2	0,0
7	19804,5	19975,5	19965,5	19955,5	20006,3	19976,0	0,6	0,1	0,0
8	29662,7	29938,3	29938,3	29958,2	30006,2	29922,0	0,7	0,1	0,0
9	39618,8	39911,0	39901,1	39921,0	39992,7	39966,7	0,7	0,0	0,0
10	48880,4	49315,4	49415,1	49305,4	49446,2	49310,8	0,7	0,2	0,0

- Curva de ajuste =  $1,009 \times \text{Indicación del Equipo} + -0,500$   
 E(a) =  $|\text{Indicación del Equipo} - \text{Promedio Patrón}| / \text{Promedio Patrón} \times 100$   
 E(b) =  $|\text{Max. Valor} - \text{Min. Valor}| / \text{Promedio Patrón} \times 100$





FME-001

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MFP-0231-2021

### 8. OBSERVACIONES

Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.

La incertidumbre reportada es la incertidumbre expandida que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k = 2$  para una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95 %.

La ecuación de ajuste (kg):  $y = a x + b$ , donde  $a = 1,009$ ,  $b = -0,500$ ,  $x =$  indicación del equipo;  $y =$  Lectura de referencia (kg).

Fin del Documento



Dirección: Cal. El Engranaje N° 248 Urb. Indus. La Milla, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Fecha: Ene/18

Versión 03

Email: [Info@dsiperuautomation.com](mailto:Info@dsiperuautomation.com) / [www.dsiperuautomation.com](http://www.dsiperuautomation.com)

Página 3 de 3



FME-001

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MTF-0053-2021

Fecha de Emisión: 2021-11-28

Orden de Trabajo : 0521-00  
Expediente: 0506

#### 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.  
Dirección : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Callería, Coronel Portillo, Ucayali

Los resultados son válidos al momento de la verificación, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva verificación, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

#### 2. INSTRUMENTO : MAQUINA DE LOS ANGELES

Tipo : DIGITAL  
Marca : A&A INSTRUMENTS  
Serie : 130711  
Modelo : STMH-3  
Identificación : MTF0053  
Procedencia : NO INDICA

Este certificado sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

#### 3. LUGAR DE Y FECHA DE VERIFICACIÓN

Calibrado el 2021-11-09 en el Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728 Pucallpa.

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

#### 4. MÉTODO DE VERIFICACIÓN

Se verificó tomando como referencia la Norma INV E 218-07, y las especificaciones del fabricante.

Los resultados reportados en el presente certificado de verificación corresponden únicamente al objeto verificado, no pudiéndose extender a otro.

#### 5. TRAZABILIDAD

Los patrones utilizados en la verificación son trazables a los patrones del INACAL-DM

Los resultados reportados en el presente certificado de verificación no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Patrón Utilizado	Certificado de Calibración
Cinta Métrica	I-1222-2019
Tacómetro	LTF-C-100-2017
Balanza	M-0050-2021

Adriano Gálvez Villaseca  
Jefe de Laboratorio  
DSI PERU AUTOMATION EIRL



Fecha: Ene/18  
Versión 04

Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 1 de 2



**CERTIFICADO DE CALIBRACION N° MTF-0053-2021**

	Inicial	Final
Temperatura °C	18,0	18,1
Humedad Relativa %	31,0	31,0

**6. RESULTADOS DE MEDICIÓN**

**6.1 Masa de las esferas individuales**

Masa (g)	Rango de valor nominal (g)	Incertidumbre de Medida (g)
418,8	390 - 455	0,1
417,8	390 - 455	0,1
417,6	390 - 455	0,2
413,8	390 - 455	0,2
416,5	390 - 455	0,1
416,9	390 - 455	0,2
415,5	390 - 455	0,2
417,3	390 - 455	0,2
417,8	390 - 455	0,3
417,6	390 - 455	0,2
417,2	390 - 455	0,2
416,9	390 - 455	0,2
<b>Total</b>	<b>5003,70</b>	<b>5000 ± 25</b>

**6.2 Parámetros del cilindro**

Parámetro	Valor Nominal	Valor encontrado	Incertidumbre de medida
Diámetro de Tambor	711 mm ± 5 mm	712 mm	0,5 mm
Generatriz de Tambor	508 mm ± 5 mm	509 mm	0,5 mm
Revoluciones	30 rpm a 33 rpm	32 rpm	0,05 rpm

**7. OBSERVACIONES**

Se tomó como referencia la Norma I.N.V. E-218-07 del Instituto Nacional de Vías y la norma ASTM C 131-01.  
 Se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO en el instrumento.  
 El cuenta vueltas del equipo se encuentra operativo.

Fin del Documento



Fecha: Ene/18  
 Versión 04

Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
 Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 2 de 2



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MT-542-2021

Fecha de Emisión: 2021-11-28

Orden de trabajo: 0521-00  
Expediente: 0506

#### 1. INFORMACIÓN DEL CLIENTE

Razón Social : GEOSERV - GEOTECNICA Y SERVICIOS E.I.R.L.  
Dirección : Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728; Calleria, Coronel Portillo, Ucayali

Los resultados son válidos al momento de la calibración, al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una nueva calibración, la cual está en función del uso, mantenimiento o reglamentaciones vigentes.

#### 2. EQUIPO : HORNO

Marca : A&A INSTRUMENTS  
Modelo : STDW-3A  
Número de Serie : 190929  
Identificación : MT0542  
Procedencia : NO INDICA  
Ventilación : FORZADA  
Temperatura de Trabajo : 110 °C ± 5 °C  
Instrumento de Medición del Equipo :

Este certificado solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de DSI Perú Automation E.I.R.L.

	Tipo	Alcance	Resolución
Termómetro	DIGITAL	De 0 °C a 300 °C	0,1 °C
Controlador	DIGITAL	De 0 °C a 300 °C	0,1 °C

El presente certificado carece de validez sin las firmas y sellos de DSI Perú Automation E.I.R.L.

#### 3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó el 2021-11-09 en el área Jr. Eduardo del Aguila Nro. 728 Pucallpa.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración corresponden únicamente al objeto calibrado, no pudiéndose extender a otro.

#### 4. MÉTODO DE CALIBRACIÓN

Calibrado por el método de comparación según el PC-018 "Procedimiento para la Calibración o Caracterización de Medios Isoermos con Aire como Medio Termostático" 2da edición, 2009.

Los resultados reportados en el presente certificado de calibración no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

#### 5. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración tienen trazabilidad a los patrones nacionales de INACAL - DM.

Patrones utilizados	Certificado
Termómetro digital con 10 termopares como sensores	TER20-282

#### 6. RESULTADOS

##### Condiciones de Calibración

Posición del Controlador : 110°C  
Posición de la Ventilación : NO APLICA  
Presión de Vacío : NO APLICA  
Carga : MATERIAL DIVERSO, EL CUAL REPRESENTA EL 30 % DEL VOLUMEN EFECTIVO.

Adriano Gálvez Villaseca  
Jefe de Laboratorio  
DSI PERU AUTOMATION



Fecha: Ene/18  
Versión 03

Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: [Info@dsiperuautomation.com](mailto:Info@dsiperuautomation.com) / [www.dsiperuautomation.com](http://www.dsiperuautomation.com)



FME-001

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MT-542-2021**

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Condiciones Ambientales      Temperatura : De 20,2 °C a 20,3 °C  
 Humedad : De 68,2 %hr a 70,3 %hr

Tiempo (hr:min:seg)	t (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax-Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0:00:00	110,1	111,4	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:01:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,7	111,8	113,3	112,5	111,3	112,0	2,6
0:02:00	110,2	111,5	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:03:00	110,1	111,4	112,4	112,4	112,4	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:04:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,3	111,2	111,9	2,7
0:05:00	110,7	111,3	112,3	112,2	112,3	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:06:00	110,2	111,4	112,3	112,3	112,5	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:07:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:08:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:09:00	110,0	111,4	112,4	112,2	112,5	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:10:00	110,2	111,4	112,4	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,5	111,2	112,0	2,7
0:11:00	110,1	111,4	112,3	112,2	112,4	112,5	110,7	111,8	113,4	112,3	111,2	112,0	2,7
0:12:00	110,0	111,3	112,2	112,1	112,3	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:13:00	110,2	111,3	112,3	112,2	112,3	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:14:00	110,1	111,4	112,3	112,3	112,5	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:15:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:16:00	110,2	111,2	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:17:00	110,2	111,2	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:18:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:19:00	110,2	111,4	112,3	112,3	112,4	112,4	110,6	111,8	113,4	112,4	111,3	112,0	2,8
0:20:00	110,2	111,4	112,4	112,2	112,4	112,5	110,7	111,8	113,4	112,4	111,2	112,0	2,7
0:21:00	110,1	111,2	112,2	112,1	112,2	112,4	110,5	111,7	113,3	112,3	111,1	111,9	2,8
0:22:00	110,0	111,3	112,2	112,1	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:23:00	110,1	111,4	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:24:00	110,0	111,2	112,3	112,3	112,4	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,2	112,0	2,7
0:25:00	110,2	111,4	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,4	112,4	111,2	112,0	2,8
0:26:00	110,2	111,1	112,2	112,1	112,3	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,1	111,9	2,7
0:27:00	110,0	111,4	112,4	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,5	111,2	112,0	2,7
0:28:00	110,2	111,4	112,3	112,2	112,5	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:29:00	110,1	111,1	112,3	112,2	112,2	112,4	110,6	111,7	113,3	112,3	111,2	111,9	2,7
0:30:00	110,0	111,1	112,2	112,1	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,2	111,2	111,9	2,7
0:31:00	110,2	111,5	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,7	111,1	112,1	2,7
0:32:00	110,1	111,4	112,4	112,3	112,6	112,6	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:33:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,3	112,6	110,6	111,8	113,4	112,5	111,2	112,0	2,8
0:34:00	110,0	111,3	112,2	112,1	112,2	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,1	111,9	2,7
0:35:00	110,2	111,2	112,3	112,1	112,5	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:36:00	110,1	111,3	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:37:00	110,1	111,4	112,4	112,3	112,5	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
0:38:00	110,0	111,5	112,4	112,3	112,5	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:39:00	110,2	111,4	112,3	112,2	112,4	112,5	110,7	111,8	113,4	112,3	111,2	112,0	2,7
0:40:00	110,1	111,3	112,2	112,1	112,3	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:41:00	110,0	111,3	112,3	112,2	112,3	112,5	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:42:00	110,2	111,4	112,3	112,3	112,5	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:43:00	110,1	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
0:44:00	110,2	111,2	112,3	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
0:45:00	110,2	111,4	112,4	112,2	112,5	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:46:00	110,1	111,4	112,4	112,2	112,4	112,5	110,6	111,8	113,3	112,5	111,2	112,0	2,7
0:47:00	110,0	111,4	112,3	112,2	112,5	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
0:48:00	110,1	111,1	112,3	112,2	112,2	112,4	110,6	111,7	113,3	112,3	111,2	111,9	2,7
0:49:00	110,0	111,1	112,2	112,1	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,2	111,2	111,9	2,7
0:50:00	110,2	111,5	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,7	111,1	112,1	2,7
0:51:00	110,2	111,4	112,4	112,3	112,6	112,6	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7

Continúa en la siguiente página

Fecha: Ene/18  
 Versión 03

Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
 Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
 Email: info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 2 de 6



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MT-542-2021**

Para la Temperatura de Trabajo de 110 °C ± 5 °C

Tiempo (hh:mm:ss)	t (°C)	Temperaturas en las posiciones de medición (°C)										Tprom (°C)	Tmax- Tmin (°C)
		Plano Superior					Plano Inferior						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
052:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,3	112,6	110,6	111,8	113,4	112,5	111,2	112,0	2,8
053:00	110,0	111,2	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,3	112,4	111,1	112,0	2,7
054:00	110,2	111,5	112,4	112,3	112,6	112,5	110,7	111,8	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
055:00	110,1	111,4	112,4	112,4	112,4	112,5	110,7	111,9	113,4	112,5	111,3	112,1	2,7
056:00	110,0	111,7	112,3	112,2	112,2	112,4	110,6	111,7	113,3	112,3	111,2	111,9	2,7
057:00	110,2	111,0	112,2	112,1	112,3	112,4	110,5	111,7	113,2	112,3	111,0	111,9	2,7
058:00	110,1	111,4	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,7	113,3	112,4	111,2	112,0	2,7
059:00	110,1	111,5	112,4	112,3	112,6	112,6	110,7	111,9	113,4	112,5	111,2	112,1	2,7
T.PROM	110,1	111,3	112,3	112,2	112,4	112,4	110,6	111,8	113,4	112,5	111,2	112,0	
T.MAX	110,2	111,5	112,4	112,4	112,6	112,6	110,7	111,9	113,4	112,7	111,3		
T.MIN	110,0	111,0	112,2	112,1	112,2	112,4	110,5	111,7	113,2	112,2	111,0		
DTT	0,2	0,5	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,3		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Temperatura Máxima Medida	113,4	0,66
Temperatura Mínima Medida	110,5	0,85
Desviación de Temperatura en el Tiempo	0,5	0,08
Desviación de Temperatura en el Espacio	2,7	1,1
Estabilidad Medida (s)	0,2	0,04
Uniformidad Medida	2,8	1,1

La incertidumbre del termómetro del equipo es: 0,06 °C

- t : Instante de tiempo en minutos.
- I : Indicación del termómetro del equipo.
- T.MAX : Temperatura máxima.
- T.MIN : Temperatura mínima.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.
- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de caracterización.
- Tprom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.

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

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

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

La estabilidad es considerada igual a la mitad de la máxima DTT.



Fecha: Ene/18  
Versión 03

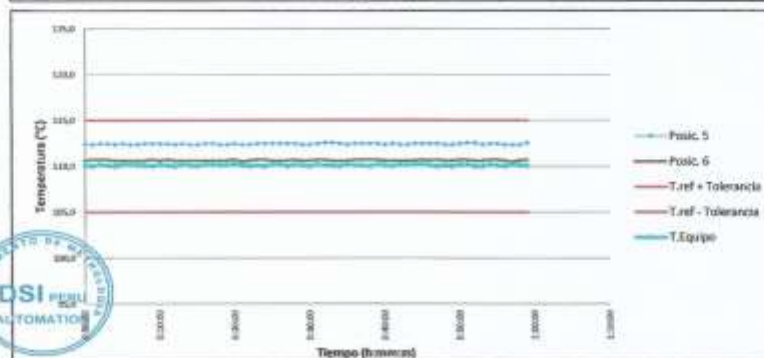
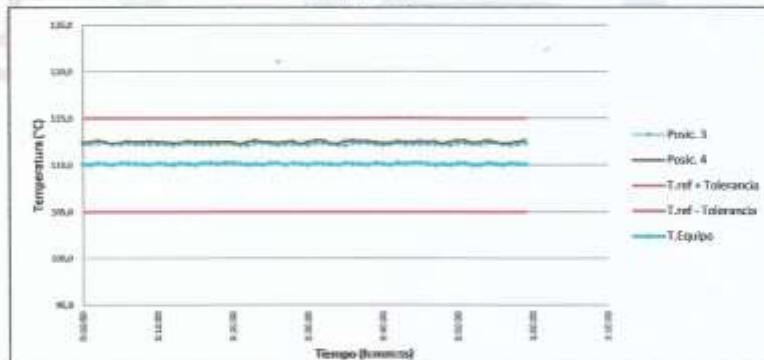
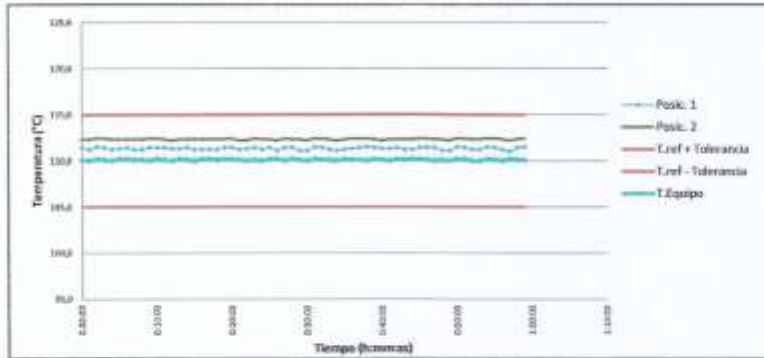
Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: Info@dsiperuautomation.com / www.dsiperuautomation.com

Página 3 de 6

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MT-542-2021**

Gráficas para la temperatura de trabajo 110 °C ± 5 °C



Fecha: Ene/18  
Versión 03

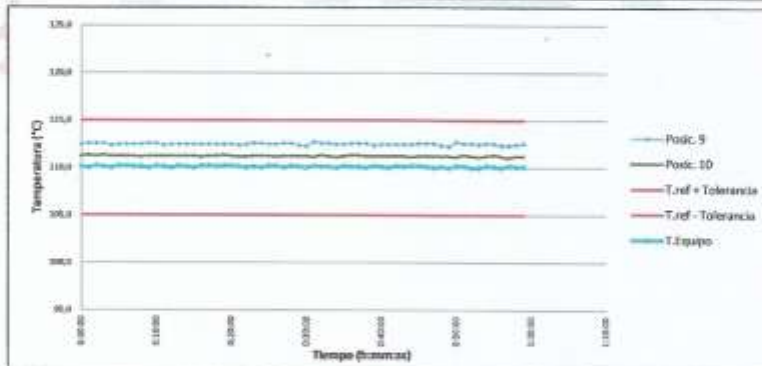
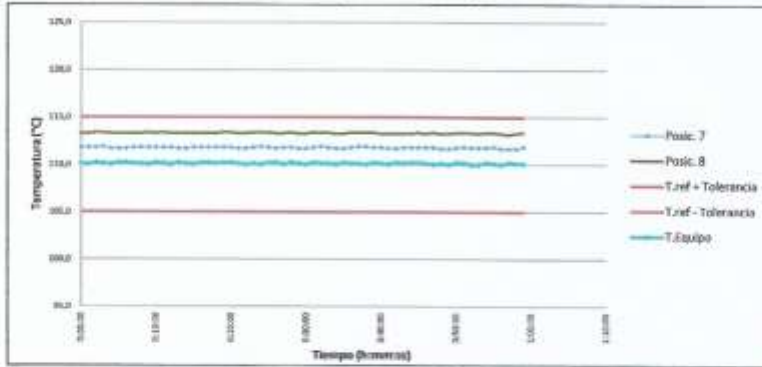
Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097

Email: [Info@dsiperuautomation.com](mailto:Info@dsiperuautomation.com) / [www.dsiperuautomation.com](http://www.dsiperuautomation.com)

Página 4 de 6

**CERTIFICADO DE CALIBRACION Nº MT-542-2021**

Gráficas para la temperatura de trabajo  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$



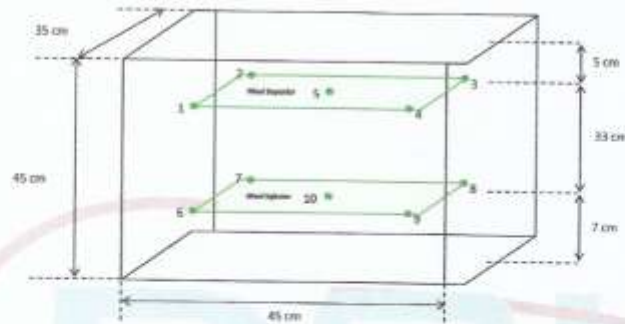
Fecha: Ene/18  
Versión 03

Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
Email: [Info@dsiperuautomation.com](mailto:Info@dsiperuautomation.com) / [www.dsiperuautomation.com](http://www.dsiperuautomation.com)

Página 5 de 6

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº MT-542-2021**

Distribución de los sensores dentro del medio isoterma

**DECLARACIÓN DE LA CONFORMIDAD****Primer punto de calibración:**

El medio isoterma cumple con las desviaciones máximas permitidas de temperatura.

**3. OBSERVACIONES**

Para fines de identificación se colocó una etiqueta con la indicación CALIBRADO.

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

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

Fin del Documento



Fecha: Ene/18  
Versión 03

Dirección: Urb. Coopip Mz. C Lt 20, San Martín de Porres, Lima  
Teléfonos: 01 574-5560 / 01 574-8097  
Email: [Info@dsiperuautomation.com](mailto:Info@dsiperuautomation.com) / [www.dsiperuautomation.com](http://www.dsiperuautomation.com)

Página 6 de 6