

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**UPLA**  
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

**TESIS**

**INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA  
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL  
DE LA SUBRASANTE**

**Línea de Investigación institucional:**

Transporte y Urbanismo

**Presentado por:**

**Bach. MORALES HINOSTROZA YAMPOL YUNIOR**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**Huancayo – Perú**

**2021**

**FALSA PORTADA**

**ASESOR**

**ING NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA**

## **DEDICATORIA**

A mi familia en especial a mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles y por la disponibilidad con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, principios, carácter, empeño, perseverancia y coraje para conseguir mis objetivos.

**Bach. Morales Hinostroza, Yampol Yunior**

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi profundo y sincero agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron en la realización del presente trabajo, a los docentes que me inculcaron conocimientos útiles para llevar a cabo esta investigación, a mis hermanos y padres por el apoyo moral y económico que me ofrecieron.

**Bach. Morales Hinostroza, Yampol Yunior**



**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIER**  
**DIRECCIÓN DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN**

---

---

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

EL DIRECTOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD  
DE INGENIERÍA DEJA:  
*CONSTANCIA N° 388*

Que, el (la) bachiller: YAMPOL YUNIOR, MORALES HINOSTROZA, de la Escuela

Profesional de INGENIERÍA CIVIL, Presentó la tesis denominado: “INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE LA SUBRASANTE, la misma que cuenta con 106 Páginas, ha sido ingresada por el SOFTWARE – TURNITIN FEEDBACK STUDIO obteniendo el 25% de similitud.

Se expide la presente constancia para los fines pertinentes.

Huancayo 26 de diciembre del 2022



---

Dr. Santiago Zevallos Salinas

Director de la Unidad de Investigación

## HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

---

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera  
Presidente

---

Mg. Julio Fredy Porras Mayta  
Jurado

---

Dr. Jeannelle Sofia Herrera Montes  
Jurado

---

Mg. Vidal Victor Calsina Colqui  
Jurado

---

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza  
Secretario Docente

## CONTENIDO

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iv</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	<b>v</b>
<b>CONTENIDO</b> .....	<b>viii</b>
<b>CONTENIDO DE TABLAS</b> .....	<b>xi</b>
<b>CONTENIDO DE FIGURAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>CONTENIDO DE FOTOGRAFÍAS</b> .....	<b>xiv</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xvii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xviii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xix</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>21</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>21</b>
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	21
1.2. Formulación del problema .....	23
1.2.1. Problema general .....	23
1.2.2. Problemas específicos .....	23
1.3. Justificación de la investigación .....	23
1.3.1. Justificación práctica .....	24
1.3.2. Justificación científica .....	24
1.3.3. Justificación metodológica.....	24
1.4. Delimitación de la investigación .....	25
1.4.1. Delimitación conceptual.....	25
1.4.2. Delimitación espacial.....	25
1.4.3. Delimitación temporal .....	27
1.5. Limitaciones .....	27
1.6. Objetivos de la investigación .....	27
1.6.1. Objetivo general .....	27
1.6.2. Objetivos específicos .....	27
<b>CAPÍTULO II</b> .....	<b>28</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>28</b>



2.1. Antecedentes de la investigación.....	28
2.1.1. Antecedentes nacionales .....	28
2.1.2. Antecedentes internacionales .....	31
2.2. Marco conceptual.....	34
2.2.1. Base seal.....	34
2.2.2. Estabilización de suelos .....	40
2.2.3. Criterios geotécnicos de la estabilización de suelos .....	41
2.2.4. Método de estabilización de suelos.....	50
2.2.5. Estabilización de suelos cohesivos .....	57
2.2.6. Límites de Atterberg y Proctor.....	60
2.3. Definiciones de términos.....	68
2.4. Hipótesis .....	69
2.4.1. Hipótesis general.....	69
2.4.2. Hipótesis específica.....	69
2.5. Variables.....	69
2.5.1. Definición conceptual de las variables .....	69
2.5.2. Definición operacional de la variable .....	70
2.5.3. Definición Operacional de la Variable .....	71
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>73</b>
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>73</b>
3.1. Método de investigación .....	73
3.2. Tipo de investigación .....	73
3.3. Nivel de la investigación .....	74
3.4. Diseño de la investigación .....	74
3.5. Población y muestra .....	75
3.5.1. Población.....	75
3.5.2. Muestra .....	75
3.5.3. Muestreo .....	75
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	75
3.6.1. Técnicas.....	75
3.6.2. Instrumentos.....	76

a) Validez.....	76
b) Confiabilidad.....	77
3.7. Procesamiento de la información.....	78
3.7.1. Procedimientos de ensayos pertinentes.....	78
3.7.2. Análisis de datos.....	87
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>91</b>
<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS .....</b>	<b>91</b>
4.1. Análisis de resultados del primer objetivo específico.....	91
4.2. Análisis de resultados del segundo objetivo específico.....	93
4.3. Análisis de resultados del tercer objetivo específico.....	95
4.4. Contrastación de hipótesis.....	97
4.5.1. Hipótesis específico 1.....	97
4.5.2. Hipótesis específico 2.....	98
4.5.3. Hipótesis específico 3.....	99
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>101</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>101</b>
5.1. Discusión de resultados con antecedentes.....	101
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>105</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>111</b>
<b>Anexo N°01: Matriz de consistencia.....</b>	<b>112</b>
<b>Anexo N°02: Validación de Instrumentos .....</b>	<b>114</b>
<b>Anexo N°03: Certificado de ensayos .....</b>	<b>118</b>
<b>Anexo N°04: Panel fotográfico .....</b>	<b>145</b>

## CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1: Datos técnicos.....	41
Tabla 2: Rendimiento del Estabilizador Z con Polímeros .....	41
Tabla 3: Método de estabilización recomendado según clase de suelo .....	44
Tabla 4: Propiedad estructural del suelo .....	47
Tabla 5: Características del suelo- Métodos de Ensayo .....	53
Tabla 6: Trabajabilidad -Método de ensayo .....	53
Tabla 7: Clasificación y propiedades de diferentes mezclas de suelo /cemento.....	55
Tabla 8: Rango de cemento requerido en estabilización suelo Cemento .....	56
Tabla 9: Categorías de la sub rasante. ....	59
Tabla 10: Dimensiones de ranuradores. ....	64
Tabla 11: Operacionalización de variables.....	71
Tabla 12. Rangos y Magnitudes de validez.....	77
Tabla 13. Rangos y Magnitudes de Confiabilidad .....	77
Tabla 14: Cantidad Mínima de la muestra de agregado grueso o global. ....	78
Tabla 15: Factor para el límite líquido. ....	83
Tabla 16: Análisis Granulométrico, suelo patrón.....	84
Tabla 17: Plasticidad, suelo patrón .....	85
Tabla 18: Clasificación de suelo, suelo patrón .....	86
Tabla 19: Óptimo contenido de humedad de los suelos.....	91
Tabla 20: Máxima densidad seca de los suelos.....	93
Tabla 21: Valor de CBR de los suelos.....	95

## CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1: Estilización de suelos con BASE – SEAL. ....	23
Figura 2: Departamento de Junín.....	26
Figura 3: Provincia de Huancayo. ....	26
Figura 4: Aplicación base estabilizadora. ....	37
Figura 5: Regado del polímero. ....	38
Figura 6: Compactación con rodillo de neumático. ....	39
Figura 7: Compactación final.....	39
Figura 8: Proceso para identificación del Tipo del Suelo.....	42
Figura 9: Proceso de selección del tipo de Estabilización.....	43
Figura 10: Representación esquemática de la fuerza de contacto entre dos partículas adyacentes de suelo. ....	46
Figura 11: Curva tiempo – asentamiento para un incremento de carga.....	46
Figura 12: Valores de k en cm/seg.....	49
Figura 13: Límites de Atterberg.....	60
Figura 14. Trayectoria de humedad del suelo.....	62
Figura 15: Copa de Casa grande - aparato manual.....	63
Figura 16: Aparatos manuales para el límite líquido.....	64
Figura 17: Muestra de suelo en perfil durante el ensayo de (LL).....	64
Figura 18: Muestra húmeda de suelos.....	65
Figura 19: Tiras en forma cilíndrica de suelo.....	66
Figura 20: Juego de tamices para la obtención de la granulometría.....	78
Figura 21: Muestra de suelo humedecida.....	82
Figura 22: Muestra humedecida en la coma de casa grande y división de la muestra con acanalador.....	82
Figura 23: Curva Granulométrica, suelo patrón.....	85
Figura 24: Carta de plasticidad, suelo patrón.....	86

Figura 25: Prueba de normalidad de datos de contenido de humedad .....	88
Figura 26: Prueba de normalidad de datos de densidad del suelo .....	88
Figura 27: Prueba de normalidad de datos de capacidad de soporte del suelo .....	89
Figura 28: Homogeneidad de varianzas de datos de contenido de humedad.....	89
Figura 29: Homogeneidad de varianzas de datos de densidad del suelo .....	90
Figura 30: Homogeneidad de varianzas de capacidad de soporte del suelo .....	90
Figura 31: Óptimo contenido de humedad de los suelos. ....	92
Figura 32: Variación del óptimo contenido de humedad. ....	92
Figura 33: Máxima densidad seca de los suelos.....	94
Figura 34: Variación de la máxima densidad seca. ....	94
Figura 35: Valor de CBR de los suelos .....	96
Figura 36: Variación del valor de CBR .....	96
Figura 37: Anova de un factor datos de contenido de humedad .....	97
Figura 38: Anova de un factor datos de densidad seca del suelo .....	98
Figura 39: Anova de un factor de capacidad de resistencia del suelo .....	100

## CONTENIDO DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado Según NTP 339.128.....	146
Fotografía N° 2: Ensayo para determinar el contenido humedad del suelo. Según NTP 339.127 .....	146
Fotografía N° 3: Ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado Según NTP 339.128.....	147
Fotografía N° 4: Ensayo para determinar el contenido humedad del suelo. Según NTP 339.127 .....	147
Fotografía N° 5: Ensayo del material más fino que pasa por el tamiz N°200. Según NTP 400.018.....	148
Fotografía N° 6: Ensayo de equivalente de arena o proporción relativa del contenido de polvo fino nocivo. Según NTP 339.146.....	148
Fotografía N° 7: Combinación para los ensayos con adición 3 % base seal.....	149
Fotografía N° 8: Combinación para los ensayos con adición 5 % base seal.....	150
Fotografía N° 9: Combinación para los ensayos con adición 7 % base seal.....	151
Fotografía N° 10: Ensayo de análisis de PH del suelo convencional. Según la NTP 339.176.....	152
Fotografía N° 11: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 3% Base Seal. Según la NTP 339.176.....	152
Fotografía N° 12: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 5% Base Seal. Según la NTP 339.176.....	153
Fotografía N° 13: Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 7% Base Seal. Según la NTP 339.176.....	153
Fotografía N° 14: Ensayo de Limite Líquido convencional. Según la NTP 339.129....	154
Fotografía N° 15: Ensayo de Limite Líquido con adición de 3% Base Seal. Según la NTP 339.129.....	154

Fotografía N° 16: Ensayo de Limite Líquido con adición de 5 % Base Seal. Según la NTP 339.129. ....	155
Fotografía N° 17: Ensayo de Limite Líquido con adición de 7% Base Seal. Según la NTP 339.129. ....	155
Fotografía N° 18: Ensayo de Limites Plástico convencional. Según la NTP 339.129. ....	156
Fotografía N° 19: Ensayo de Limites Plástico con adición de 3% Base Seal. Según la NTP 339.129. ....	156
Fotografía N° 20: Ensayo de Limites Plástico con adición de 5% Base Seal. Según la NTP 339.129. ....	157
Fotografía N° 21: Ensayo de Limites Plástico con adición de 7% Base Seal. Según la NTP 339.129. ....	157
Fotografía N° 22: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes Según la NTP 339.141. ....	158
Fotografía N° 23: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, adición de 3% Base Seal Según la NTP 339.141. ....	158
Fotografía N° 24: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, adición de 5% Base Seal Según la NTP 339.141. ....	159
Fotografía N° 25: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, adición de 7% Base Seal Según la NTP 339.141. ....	159
Fotografía N° 26: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes. Según la NTP 339.175:2002. ....	160
Fotografía N° 27: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 3% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002. ....	160
Fotografía N° 28: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 5% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002. ....	161

Fotografía N° 29: Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 7% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002. ....	161
Fotografía N° 30: sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas. Según la NTP 339.175:2002. ....	162
Fotografía N° 31: sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 3% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002. ....	162
Fotografía N° 32: sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 5% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002. ....	163
Fotografía N° 33: sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 7% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002. ....	163
Fotografía N° 34: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg convencional. Según la norma 339.175:2002. ....	164
Fotografía N° 35: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 3% de Base Seal. Según la norma 339.175:2002. ....	164
Fotografía N° 36: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 5% de Base Seal. Según la norma 339.175:2002. ....	165
Fotografía N° 37: Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 7% de Base Seal. Según la norma 339.175:2002. ....	165



## RESUMEN

En la presente de tesis se ha planteado como problema general: ¿De qué manera influye el aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?, siendo el objetivo general: Evaluar la influencia del aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante. Y como Hipótesis general: El aditivo base seal influye significativamente en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante.

El método de la investigación es científico, de tipo de investigación será aplicado, de nivel explicativo. La población en esta investigación, fue el suelo en estado natural y el suelo con adición de aditivo base seal en Palian, distrito Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín y la muestra será determinada a Las Retamas un área de incidencia de 100 m<sup>2</sup>.

Obteniéndose los resultados que el aditivo base seal influye positivamente en el CBR, puesto que el aditivo en la dosis de 5% en relación al peso total, provoca que el CBR se incrementó en un +127.45% (CBR=11.6%, “subrasante buena”) en comparación al suelo patrón (CBR= 5.1%, “subrasante insuficiente”). Además, provocó un incremento del +0.93% (MDS=1.880 gr/cm<sup>3</sup>) en contraste del suelo patrón (MDS=1.862 gr/cm<sup>3</sup>), finalmente la aplicación del aditivo base seal en suelos cohesivos rige directamente humedad optima de compactación, por lo que se observa que al 5% de base seal la humedad se reduce en un -1.92% (OCH=13.25) en comparación al suelo patrón (OCH=13.51%).

**PALABRAS CLAVES:** Base seal, polvo seco, estabilización, suelos cohesivos

## ABSTRACT

In this thesis, the general problem has been: How does the base seal additive influence the certainty of cohesive soils at the subgrade level? The general objective being: Evaluate the influence of the base seal additive on the soil standard cohesive at the subgrade level. And as a general hypothesis: the base seal additive significantly influences the scope of cohesive soils at the subgrade level.

The research method is scientific, applied research type, explanatory level. The population in this investigation was the soil in its natural state and the soil with the addition of seal base additive in Palian, Huancayo district, Huancayo province, Junín department and the sample will be determined at Las Retamas, an incidence area of 100 m<sup>2</sup>.

Obtaining the results that the seal base additive positively influences the CBR, since the additive in the dose of 5% in relation to the total weight, causes the CBR to increase by +127.45% (CBR=11.6%, "subgrade good ") in comparison to the standard soil (CBR= 5.1%, "insufficient subgrade"). In addition, there was an increase of +0.93% (MDS=1.880 gr/cm<sup>3</sup>) in contrast to the standard soil (MDS=1.862 gr/cm<sup>3</sup>), finally the application of the base seal additive in cohesive soils directly governs optimum compaction moisture, therefore It is observed that at 5% of the base seals the humidity is reduced by -1.92% (OCH=13.25) compared to the standard soil (OCH=13.51%).

**KEY WORDS:** Seal base, dry powder, immediately, cohesive soils

## INTRODUCCIÓN

La presente tesis titulada: “Influencia del aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante”, tiene como objetivo general evaluar la influencia del aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante, para lo cual se determinó que el aditivo base seal influye significativamente en la estabilización de suelos cohesivos.

Nace de la problemática provocada por las deficientes propiedades físicas y mecánicas del suelo natural, por lo que una de las soluciones básicas para mejorar la calidad de vida de las personas generando desarrollo y progreso en la gran mayoría de proyectos viales, es la necesidad de los gobernantes tanto nacional, regional como municipal para dar énfasis en la construcción de vías de acceso.

Existen una gran variedad de métodos para la estabilización de suelos las cuales se rigen al tipo de suelo al que será aplicado y a las condiciones que será sometido, una de estas técnicas es la incorporación de base seal por lo que presenta en los resultados que influye positivamente al CBR, además provocó un incremento en la densificación del suelo cohesivo a nivel de subrasante y finalmente en los suelos cohesivos rige directamente humedad óptima de compactación, puesto que esta propiedad presenta variaciones al aumentar el contenido del aditivo. Por lo que se llega a la conclusión de que todo es con el fin de facilitar el trabajo de construcción y asegurar un mejor resultado.

La investigación para su mayor comprensión consta de cinco capítulos, analizados y distribuidos de la siguiente manera:

### **EL CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se detalla el planteamiento del problema, el problema general, los problemas específicos, el objetivo general, los objetivos específicos de la investigación, la justificación de la investigación y las limitaciones de la investigación.

## **EL CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

Se desarrolla los antecedentes internacionales, nacionales de la investigación, el marco teórico, las bases teóricas, las definiciones conceptuales, formulación de hipótesis general y específica.

## **EL CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Se detalla la metodología empleada de la investigación, las variables independiente y dependiente, el método, el tipo, el diseño de la investigación, la población, la muestra y la operacionalización de variables.

## **EL CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS**

Presenta el desarrollo de los resultados donde se realiza los resultados obtenidos en el laboratorio y su proceso de cálculo para su análisis representativo.

## **EL CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Se presenta la discusión de resultados.

Bach. Morales Hinojosa Yampol Yuniór

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

A nivel internacional los suelos cohesivos llegan a ocasionar problemas muy comunes en edificaciones y diferentes obras civiles. Estos tipos de suelos detallan algunas de las propiedades como: elevado índice de plasticidad, baja capacidad de soporte, y suelos con elevados niveles de permeabilidad, existen una serie de fenómenos de inestabilidad de suelos, muchas de estas obras tienen áreas de fundación de baja capacidad de soporte, el cual necesita ser mejorado o modificado por diferentes materiales. En la actualidad el desconocimiento de las nuevas tecnologías acerca del uso de aditivos que mejoran las propiedades de los suelos ha traído un considerable gasto, ocasionado por el mantenimiento, reparación y rehabilitación de las vías o caminos que se les hace cada periodo, esto debido a la inestabilidad de los suelos de las capas de subrasantes o rodaduras, por lo que es ocasionada por diversos agentes atmosféricos como el agua, el viento, el aire y también del efecto de la abrasión ocasionada por el tráfico, por lo cual se presentan alternativas de solución que es sobre el uso de aditivos estabilizantes y tipos de estabilizantes de suelos que en ocasiones resulta mejorar sus propiedades o que

cumpla con las condiciones necesarias. Finalmente, la intención de la tesis es evaluar la mejora del aditivo BASE SEAL (estabilizador químico concentrado que estabiliza el suelo y recicla el asfalto deteriorado) en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante. (Castillo Briceño, 2018)

En el Perú, hoy en día las edificaciones son aquellos proyectos de máxima realización sobre infraestructura y en la que se atributa de una forma más conveniente para el mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, en el país se presentan los caminos no pavimentados en el 85.6% del total de la red vial, donde las carreteras benefician y presenta mejora en el comercio y la producción agrícola e industrial en todo el mundo. Por ello es de mucha importancia una adecuada construcción de las vías; en el Perú se presentan muchas carreteras sin pavimentar en la mayoría destacan las de tierra y su afirmado, en lo general en mal estado por lo que tenemos como alternativa de solución la influencia generada al incorporar aditivo BASE SEAL, por lo que este aditivo produce geles cohesivos en la masa del suelo, donde une las partículas del suelo aumentando las fuerzas de cohesión y resistencia al esfuerzo cortante por lo que resulta menor el número de grietas en las vías y así mejorando la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante. (Del Castillo Benites, y otros, 2021)

En Huancayo existen estudios de diferentes estabilizantes de los suelos, para la ejecución de los pavimentos y afirmados, el cual es contar con suelos con una inadecuada subrasante, cuyo CBR debe ser menor al 6%, entonces estas subrasantes necesitan ser estabilizados, antes de que se cimiente sobre ellos. Según el terreno y lugar donde se encuentre el estudio del suelo de subrasante se utiliza muchos tipos de materiales para ser mejorados, tal es el caso de aditivos, cemento, enzimas, geosintéticos, polímeros, etc. Los cuales logran mejorar las propiedades físicas y mecánicas de las subrasantes encontradas originalmente. Mencionando estos últimos materiales esta investigación busca un nuevo insumo como el aditivo BASE SEAL que serán utilizados en suelos de subrasantes inadecuadas como una alternativa de solución a estos aspectos técnicos de la ingeniería civil.

**Figura 1:** Estilización de suelos con BASE – SEAL.



Fuente: Propia.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿De qué manera influye el aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿En qué medida altera el aditivo base seal en la humedad óptima en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?
- b) ¿Cómo interviene el aditivo base seal en la densidad de compactación en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?
- c) ¿Cuál es la incidencia del aditivo base seal en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?

## **1.3. Justificación de la investigación**

La justificación de la investigación recae en ver la incidencia que presenta el aditivo base seal en la estabilización de suelos, proporcionando una solución nueva a los problemas de inestabilidad de suelos que afectan a las estructuras que recaen sobre ellas.

### **1.3.1. Justificación práctica**

La justificación práctica nos ayuda en la resolución del problema y nos propone estrategias que contribuyen a su resolución. (Méndez Álvarez, 2020)

La justificación práctica pretende solucionar los problemas que causan los suelos cohesivos, debido a la información que va a dar a conocer la tesis “INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE LA SUBRASANTE”, en la actualidad la construcción de caminos es importante minimizar y compensar al máximo el movimiento de tierras mediante las consideraciones económicas, ambientales y técnicas con el fin de determinar los efectos que tendrían en la sociedad la adición del aditivo base seal en caminos no pavimentados.

### **1.3.2. Justificación científica**

Según (Carrasco Diaz, 2006), no menciona que el resultado de la investigación podrá generalizarse e incorporarse en el conocimiento científico y servirá para la obtención de nuevos conocimientos que llenará vacíos cognitivos existentes.

La presente investigación se sustenta teóricamente y prácticamente por investigaciones anteriormente realizadas, la cual nos permitirá conocer la incidencia que tiene la aplicación del aditivo base seal en la estabilización de suelos mediante los ensayos en laboratorio la cual servirá como referencia para la exposición de los resultados.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

Según (Bernal, y otros, 2010), una investigación se justifica metodológicamente cuando se propone o desarrolla un nuevo método o estrategia que permita obtener conocimiento válido o confiable.

La justificación metodológica se da cuando se realiza una nueva estrategia para la generación de conocimiento válido y confiable, lo que supone la



búsqueda de nuevos métodos los cuales sean confiables para la generación de conocimientos (Méndez Álvarez, 2020).

En la presente investigación se planteó un proceso por el uso del aditivo BASE SEAL en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante, por lo que en tal sentido se tuvo en cuenta la recolección y el proceso de la aplicación del aditivo BASE SEAL como también se planteó los ensayos de laboratorio a realizarse al igual que las muestras convencionales adicionando porcentajes de BASE SEAL con lo cual se llega a mejorar el CBR del suelo a nivel de la subrasante.

#### **1.4. Delimitación de la investigación**

##### **1.4.1. Delimitación conceptual**

El tema de investigación se rigió por las normas y condiciones establecidas en la MTC E 1109 –2004 norma técnica de estabilizadores químicos, para lo cual se realizaron estudios de las propiedades del suelo ante la adición de base seal en diferentes proporciones para poder determinar el grado de correlación sobre las propiedades que mejoran o presentan un cambio en las muestras del suelo, determinando así el comportamiento a largo plazo de los suelos estabilizados expuestos a cargas y cambios climáticos, por lo que el estudio involucró a dos variables, aditivo BASE SEAL y estabilización de suelos cohesivos.

##### **1.4.2. Delimitación espacial**

La presente tesis posee como muestra representativa el suelo extraído del paseo la Retamas en un área de incidencia de 100m<sup>2</sup>, sector Palian, distrito de Huancayo, provincia de Huancayo y departamento de Junín.



### **1.4.3. Delimitación temporal**

El desarrollo de la tesis propuesta se llevó a cabo en el año 2021 con desarrollo en el 2022.

### **1.5. Limitaciones**

Las investigaciones que se van realizando sobre estabilización de suelos nos presenta distintos casos presentados por los distintos resultados debido al tipo del suelo, factores climáticos, condiciones topográficas que presenta el lugar de trabajo estos procedimientos teórico-empíricos de laboratorio, los cuales requieren experiencia en este campo para determinar si el análisis de laboratorio tiene correlación con el desempeño presentado en campo.

### **1.6. Objetivos de la investigación**

#### **1.6.1. Objetivo general**

Evaluar la influencia del aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

#### **1.6.2. Objetivos específicos**

- a) Analizar la alteración del aditivo base seal en la humedad optima en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.
- b) Determinar la intervención del aditivo base seal en la densidad de compactación en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.
- c) Analizar la incidencia del aditivo base seal en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1. Antecedentes nacionales

(Castillo Briceño, 2018), presento la tesis de posgrado **Titulado:** Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, la Libertad, 2018, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, La Libertad, 2018, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado:** que el LL oscila entre 30%-45% y el LP se encuentra entre 5%-20%, con un contenido de humedad entre 4% al 7%.La aplicación del Proctor Modificado con un CBR al 95 %,nos presenta una densidad máxima que oscila entre 1.3 a 1.7 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad optima entre 14 % a 19% , y

finalmente **concluyo:** Mencionando que el aditivo Proes mejora las propiedades mecánicas del suelo con una dosificación de 0.27 L/m<sup>2</sup> del aditivo PROES y 45 Kg/m<sup>3</sup> de cemento Portland. Esto se vio reflejado en los tramos Km<sup>2</sup>+500 que en el CBR de 6.90% aumento a 109.80% y en el Km 5+500 este valor paso de 7.57% a 116.40%. Esta a su vez disminuyes los costos de elaboración de una carretera.

(Martinez Chavez, 2019), presento la tesis de pregrado **Titulado** Estabilización de suelos cohesivos con aditivo órganosilanos a nivel de subrasante, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia del aditivo organosilanos en la estabilización un suelo cohesivo a nivel de subrasante, empleando la **metodología:** En el presente trabajo de investigación es descriptivo y explicativo, obteniendo como **resultado:** La adición del aditivo organosilanos influye en el incremento del % de CBR la cual se comporta directamente proporcional según se incrementa la dosis de aditivo , y finalmente **concluyo:** Mencionando que las siete calicatas llegan a un CBR de 40 % siendo aptos para material de sub base , tres calicatas llegan a tener un CBR de 38.55 %,36,10%,21.70% loa que cumplen con la proposición de >20 % de CBR es una sub rasante muy buena y una sub rasante excelente.

(Ravines Merino, 2010), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Influencia del aditivo sika dust seal como agente estabilizador de suelos en la trocha carrózale tramo la Serma - Tambillo Jaén, Cajamarca, el cual fija como **objetivo general:** Determinar la influencia del uso del aditivo sika dust seal en las propiedades físico – mecánicas del suelo de la capa de rodadura, del tramo en estudio, empleando la **metodología:** El presente proyecto fue realizado desde un enfoque cuantitativo-Experimental a través de estudios de laboratorio, , obteniendo como **resultado:** Las mayores densidades secas son mayores a 2.31 kg/cm<sup>3</sup> por la mayor cantidad de aditivo y de los demás ensayos de 10.62 cm<sup>3</sup> de aditivo por muestra. Además el CBR al 95 % de la máxima densidad seca para 0.1” de penetración más favorable se da cuando se le adiciona 8.49cm<sup>3</sup> de aditivo por ensayo , en la calicata 3 y 4 se le

adiciona 10.62 cm<sup>3</sup> de aditivo aumentando así un aumento favorable de CBR con respecto a los ensayos de CBR patrón , y finalmente **concluyo:** Según el diseño sin aditivo el CBR al 95 % con densidad máxima seca es de 26.60 % para una penetración de 0.1 pulgadas , en el caso más favorable de una muestra con el aditivo el CBR es de 33.60 % al 95 % de la MDS para 0.1 “ de penetración. El CBR para la calicata 1 aumento de 25.80% a 33.00%, calicata 2 de 25.80% a 33.60%, calicata 3 26.60% a 31.80% y la calicata 4 de 24.80% a 31.80 %.

(Ravines Merino, 2010), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Pruebas con un producto enzimático como agente estabilizador de suelos para carreteras, el cual fija como **objetivo general:** Probar la nueva tecnología para la estabilización de suelos utilizando el producto prema-zyme 22x como agente estabilizante, empleando la **metodología:** El presente proyecto fue realizado desde un enfoque cuantitativo-Experimental a través de estudios de laboratorio, , obteniendo como **resultado:** El ph del suelo está dentro del amplio rango establecido en las especificaciones técnicas , el suelo original presenta un ph de 8.64 siendo un suelo alcalino y con el aditivo el ph es de 8.67 ,además las muestras de poseen una gran concentración de sales solubles 1425 lo cual trae una alta conductividad eléctrica , y finalmente **concluyo:** que en el ensayo de CBR los resultados mejoraron en un 200%, los mejores resultados fueron presentados por las muestras con mayor cantidad de aditivo los cuales tuvieron un secado de 72 hrs antes de ser colocados en la poza de curado.

(Riveros Lizana, y otros, 2019), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Análisis comparativo de parámetros geo mecánicos a partir de ensayos DPL y triaxial en suelos cohesivos de la ciudad universitaria de la universidad nacional de Huancavelica, 2018, el cual fija como **objetivo general:** Comparar la variación de los parámetros geo mecánicas entre los ensayos DPL y Triaxial en suelos cohesivos de la ciudad universitaria de la universidad nacional de Huancavelica, 2018, empleando la **metodología:** El presente proyecto fue realizado desde un enfoque aplicativo - Descriptivo a

través de estudios de laboratorio, , obteniendo como **resultado:** al presentar 20 muestras de ensayos presentan una variabilidad en los parámetros geo mecánicos, los coeficientes de variación son distintos dependiendo del parámetro geo mecánico del que se trate, y finalmente **concluyo:** Mencionando que el coeficiente de variación proporciona el Angulo de fricción y la cohesión, en tal caso los suelos cohesivos también determinan el índice de plasticidad y el índice de compresión. Además, se obtuvo un coeficiente de correlación de un 3 y un 10% en la variación respecto al Angulo de fricción y a la cohesión respectivamente.

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

(Miranda Jarrín, y otros, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Estabilización de suelos cohesivos con el uso de cloruro de calcio, el cual fija como **objetivo general:** Estudiar el comportamiento de suelos cohesivos utilizando el cloruro de calcio como agente estabilizante para mejorar las propiedades físico-mecánicas en proyectos viales, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** que las arcillas de alta plasticidad varían su módulo de resiliencia al aumentar el porcentaje de cloruro de calcio en un rango de 110 Mpa- 160 Mpa, entre tanto los limos , arenas y arcillas de baja plasticidad el módulo de resiliencia se ve Afectado por el % de químico respectivo disminuyéndolos de 10 a 30 Mpa., y finalmente **concluyo:** Que la densidad máxima encontrada en los suelos finos (limos y arcillas) varían entre 1.401 g/cm<sup>3</sup> y 1.55 g/cm<sup>3</sup> el CBR 0.1” entre 1.0 y 4.0 y el CBR 0.2”entre 1.0 y 5.0. Para los suelos arenosos se obtuvo valores alrededor de 1.576 g/cm<sup>3</sup> de la densidad seca máxima y valores 15 para CBR 0.1” y 16 para el CBR 0.2”. Los porcentajes utilizados de cloruro de calcio es de 0.5 -2.0 % la absorción del agua en el suelo en el ensayo CBR no se vio afectada con el aumento de Cloruro de Calcio.

(Gavilanes Bayas, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado:** Estabilización y Mejoramiento de subrasante mediante cal y cemento para

una obra vial en el sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur, el cual fija como **objetivo general**: Analizar y evaluar las propiedades físicas y mecánicas de la modificación y estabilización de suelo en el sector de Santos Pamba en el barrio Colinas del Sur empleando adiciones de cal y cemento en diferentes porcentajes para determinar estabilización de plasticidad del material de subrasante en la vía., empleando la **metodología**: Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado**: que el LL aumento al presentar un mayor porcentaje de cemento del 4% con un valor de 30.85%, esto nos ayuda a verificar que el porcentaje de 4% es la mejor para nuestro suelo, y finalmente **concluyo**: Las características en la compactación de suelos naturales y para suelos de estabilización son muy similares , debido a que se presentan un incremento en la densidad seca máxima y una disminución en el contenido óptimo de humedad, el uso de cemento es ventajoso por que al momento de direccionar la estructura de rodadura nos favorece una disminución en los costos de construcción.

(Rauno Lopez, 2018), presento la tesis de pregrado **Titulado**: Estabilización de suelos cohesivos por medio de arenas volcánicas y cal viva, el cual fija como **objetivo general**: Realizar de manera precisa y mecánica el estudio de investigación de estabilización de suelos cohesivos con arenas volcánicas y cal viva, con muestras y ensayos en el laboratorio de suelos y la obtención y comprobación de resultados., empleando la **metodología**: cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado**:, Las mezclas propuestas van del 10 por ciento, 25 por ciento y 50 por ciento de arena sobre el material a estabilizar logrando obtener desde un valor de CBR de 52,6 por ciento a 91,5 por ciento, y finalmente **concluyo**: que la investigación se utilizaron dos tipo de suelos los cuales son del extranjero a las cuales se le aplicaron diversos tipos de estabilizaciones las cuales demuestran que se puede utilizar cenizas volcánicas combinadas con un 10 % para poder establecer varios valores



según las necesidades requeridas tomando como referencia las curvas realizadas con los resultados.

(Altamirano Navarro, y otros, 2019), presento la tesis de posgrado **Titulado:** Estabilización de suelos cohesivos por medio de cal en las vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas, el cual fija como **objetivo general:** Estabilizar los suelos cohesivos de las vías en la comunidad San Isidro del Pegón, municipio de Potosí departamento Rivas, con una mezcla de cal hidratada, empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación aplicada de nivel explicativo con un diseño experimental, obteniendo como **resultado:** La capacidad de soporte no cumplió con el parámetro de expansión propuesto, y finalmente **concluyo:** Mencionando que de 4 puntos específicos se extrajeron muestras de suelos, las cuales se catalogaron según su color y textura, sin embargo luego de secarlos en horno y determinar la humedad, se notó la predominancia de 6 muestras a las que se procedió analizar para determinar sus propiedades.

(Castillo Benites, y otros, 2021)presento la tesis de posgrado **Titulado:** Estabilización de suelos con uso de aditivos químicos del camino vecinal pampas de Cochaya, Olaya – Mache – Otuzco – La Libertad, el cual fija como **objetivo general:** Proponer la estabilización de suelos con uso de aditivos químicos en la estabilización suelos del camino vecinal Pampas de Cochaya - Olaya, Mache - Otuzco - La Libertad., empleando la **metodología:** Cuantitativa con un tipo de investigación Aplicada de nivel Explicativo con un diseño Experimental, obteniendo como **resultado:** que al realizar la evaluación de las características físicas y mecánicas del suelo la M-01 (% de grava: 1.19, % de arena: 47.21, % de finos: 51.60, Indice de plasticidad: 8.16); M-02 (% de grava: 1.05, % de arena: 47.73, % de finos: 51.23, Indice de plasticidad: 9.25); M-03 (% de grava: 0.95, % de arena: 45.95, % de finos: 53.10, Indice de plasticidad: 8.89, y finalmente **concluyo:** que la adición de un 15 % de cal para la estabilización del suelo disminuye el LL y el LP aumenta ligeramente y en consecuencia el IP sufre una disminución, a la vez

en los resultados de CBR del suelo natural sufren un incremento de 78.78 % lo que provoca una reducción del 25 % en relación a la estructura del suelo natural sin adición de cal.

## **2.2. Marco conceptual**

### **2.2.1. Base seal**

Es producto de la mezcla de componentes químicos inorgánicos, la cual es capaz de producir geles cohesivos en la masa del suelo. La mezcla se vuelve progresivamente viscosa y tiende a unirse a las partículas del suelo provocando más fuerza de cohesión y resistencia al esfuerzo cortante reduciendo la inflamación o cambio volumétrico, debido a la mayor resistencia a la separación de partículas por acción del agua.

Además, la durabilidad y la flexibilidad del pavimento se incrementan por lo que hay menos presencia de grietas en la sección de pavimento mediante el sellado con la humedad higroscópica.

Según (Aguilar Castañeda, y otros, 2015), es aquel catalizador polimérico donde algunos de sus componentes actúan por encima de los iones libres de suelo en forma de polímeros. Es empleado en tratamientos mixtos con adición de cemento, cal, acatando del tipo de suelo a estabilizar. Este producto viene trabajando como un estabilizador líquido que ayuda en la compactación de suelos y en el sello de terraplenes. Es capaz de descender la tensión superficial y el coeficiente de permeabilidad aumentando la resistencia del suelo, además no es inflamable ni tóxico.

Para (Sanchez Yara, y otros, 2021), nos define como un estabilizador líquido para el suelo el cual se va endureciendo o sellando los caminos de tierra, terraplenes, vertederos de basura, bases, sub base que es capaz de permitir además la construcción de caminos secundarios o de penetración con una durabilidad mayor a la usual, presentando un 40 % de ahorro en los materiales de acarreo que se presenta en la construcción de vías.

### **a) Usos de la BASE – SEAL**

Este producto es usado como revestimiento impermeable en edificaciones y obras civiles especialmente en obras de tipo hidráulico ya sean de concreto, mortero, albañilería y otros.

Es usado como impermeabilizante superficial en túneles, piscinas y canales

### **b) Función de la BASE – SEAL**

De acuerdo con (Aguilar Castañeda, y otros, 2015):

- Una vez de haber sido distribuido en forma uniforme con una buena compactación, base seal inicia, el, proceso de transformación irreversible de líquido a un sólido.
- El producto ejerce a la acción con el suelo como un agente endurecedor, y este añade y aumenta notablemente la dureza y la resistencia a la humedad del suelo.

### **c) Descripción de la BASE – SEAL**

Este estabilizador con polímeros cumple con la norma MTC 1109-2004 Norma técnica de estabilizadores químicos. Funciona como estabilizador en caminos, suelos permitiendo obtener una superficie más compacta. Este producto se diluye en una proporción 1-4 con agua, manteniendo así en suelos y afirmados las partículas de forma compacta donde las partículas finas se mezclan proporcionadamente con las partículas gruesas.

El efecto de su aplicación varía según el suelo natural o afirmado granulado a la que sea aplicado, al ser aplicado en caminos afirmados tendrán mejor estabilidad del mismo, al mejorar la cohesión, compactación y resistencia de una capa gruesa de material correctamente graduado.

Cuando se aplica directamente al suelo natural, el éxito depende de la clase de suelo obteniendo resultados nulos en los suelos arenosos y pedregosos, por otro lado, buenos resultados en suelos arcillosos en la cual penetra algunos centímetros lo que produce una costra cohesionada por la humedad, la cual es muy similar al resultado de un riego constante de agua.

La aplicación de este método será aplicada en áreas de velocidad reducida como en talleres de reparación, depósitos de almacenaje, estaciones de servicio y playas de estacionamiento. Además, en:

- Caminos de tierra y grava.
- Taludes y pilas de almacenamiento.
- Transporté de material en camiones o carriles.
- Mejoramiento de caminos no pavimentados tanto rurales (suelos) como desérticos (arena).

#### **d) Composición**

Se compone por biopolímeros de origen natural con excelentes propiedades de aglomerantes los cuales son capaces de realizar un control del polvo en caminos no pavimentados y otras áreas con presencia de emisión partículas. Pose además propiedad de estabilizar suelos produciendo una superficie resistente y durable como protección ante la erosión en zonas rurales y desérticas.

#### **e) Estabilización con BASE – SEAL**

Para: (Aguilar Castañeda, y otros, 2015):

- **BASE ESTABILIZADORA:** Base seal como aplicación al suelo escarificado.

Es recomendable la aplicación de este producto en superficies con ligera humedad de 0.5 Litro /m<sup>2</sup> a 1.0 Litro /m<sup>2</sup> de agua, en condiciones normales se obtendrán mejores resultados.

1. Se aplicará el producto antes de la primera nivelación.
2. Con ayuda de una motoniveladora igualaremos todo el material suelto en hileras a ambos lados del camino para evitar desperdicios, aseguraremos la penetración dentro del substrato.
3. Luego aplicaremos el producto mediante pulverización con ayuda de un camión acondicionado para la labor. La dosis que será aplicada se podrá regular proporcional al bombeo y velocidad del camión usando equipos de alineación de gravedad. Además, pueden usarse sistemas de dosificación presurizados, asegurándonos mezclarlo completamente con el suelo, para llegar a estabilizar de los 70-80 mm superiores del camino.

**Figura 4:** Aplicación base estabilizadora.



**Fuente:** Brakel Constrution products.

- **Compactación inicial, se aplica de nuevo base seal.**

**Figura 5:** *Regado del polímero.*



**Fuente:** Brakel Constrution products.

1. Para asegurar el mezclado agregaremos un spray entre las hileras  $1/3$  a  $1/2$ .
2. Luego de dar una nivelación definitiva aplicaremos el producto en el total de la superficie expuesta, se aplicará una dosis limitada en casos de que el suelo este húmedo evitando el exceso de plasticidad en la superficie.
3. En los pasos finales de compactación se obtienen mejores resultados con el uso de rodillo de neumático múltiple, la cual mejora con la compactación inducida por el tráfico, esta, compactación se realizará antes de que el producto seque, es decir cuando el material aun presenta algo de plasticidad.

**Figura 6:** Compactación con rodillo de neumático.



**Fuente:** Brakel Constrution products.

- Finalmente se compacta con vibro compactador.

**Figura 7:** Compactación final.



**Fuente:** Brakel Constrution products.

BMI comercializadoras recomienda utilizar este agente estabilizante para suelos con un 15% o más de finos; los suelos arenosos o granulares son menos apropiados y a menudo requerirán cantidades adicionales para arrojar un resultado óptimo. Las grandes concentraciones de base- seal en el suelo, implican reducciones en la permeabilidad y es un excelente agente contra la humedad; además genera grandes ahorros en costos.

### **2.2.2. Estabilización de suelos**

La estabilización de suelos es aquel método de construcción aplicada para el mejoramiento de las propiedades de los suelos o materiales disponibles de la zona y presenta por objetivo el mejoramiento de las propiedades mecánicas, trabajabilidad, estabilidad de algunos materiales y resistencia al corte de las superficies terrestres que son relacionadas. (Angulo Roldán, 2020)

Además (Parra Gómez, 2018), nos menciona que es la aplicación de una serie de métodos físicos y químicos permite el mejoramiento de una muestra de suelo y así logrando el uso adecuado de este. En el contexto de vías, la estabilización incluye aquellos métodos que permitan mejorar suelos para proporcionar o generar capas que sirvan a una estructura de pavimento, como pueden ser bases, capas de rodadura, sub bases y sub rasantes, llevándolas a condiciones óptimas de humedad y densidad que provean mejores propiedades en cuanto a durabilidad, economía y resistencia.

#### **a) Ventajas de la estabilización de suelos**

Según: (Parra Gómez, 2018)

- Acelera el proceso de construcción
- Mejora significativamente la durabilidad y la resistencia particularmente cuando el suelo en el que se trabaja es pobre.
- Los caminos tratados contribuyen a la solución interna ideal entre una superficie entre la superficie de rodaduras suelta y polvorienta en el pavimento asfáltico



- El estabilizador la pérdida de partículas de polvo por el paso de vehículos la cual puede llegar a ser un aproximado de 20 m3 por Kilómetro en carreteras de 6 m de ancho y por el pase de 100 vehículos diarios, este proceso causa pérdida de material por lo que el aditivo base seal contrarresta este problema.
- Permite una compactación más rápida lo que hace necesaria menos pasadas de rodillo para la obtención de la compactación requerida (mayor densidad, menor polvareda durante la construcción).

**Tabla 1: Datos técnicos**

Aspecto	Líquido
Color	Blanco
Densidad	1.03+- 0.01 Kg/L.
Contenido de sólidos	50-52 %

**Fuente:** Z aditivos (2019). Productos para carreteras-Estabilizador Z con polímeros.

## b) Rendimiento

**Tabla 2: Rendimiento del Estabilizador Z con Polímeros**

<b>En afirmado</b>		
La proporción a trabajar es de 1 gal:4gal	Estabilizador con Polímeros	Agua=> 5 galones de mezcla para 11 m3 de agregado.
La proporción a trabajar es de 1.5 gal :6 gal	Estabilizador con Polímeros	Agua=> 7.5 galones de mezcla para 1 m3 de agregado.
<b>Con sellador</b>		
La proporción a trabajar es de 1 gal:4gal	Estabilizador con Polímeros	Agua=> 5 galones de mezcla para 25 m2.
La proporción a trabajar es de 1.5 gal:5gal	Estabilizador con Polímeros	Agua=> 7.5 galones de mezcla para 25 m2.

**Fuente:** Z aditivos (2019). Productos para carreteras-Estabilizador Z con polímeros.

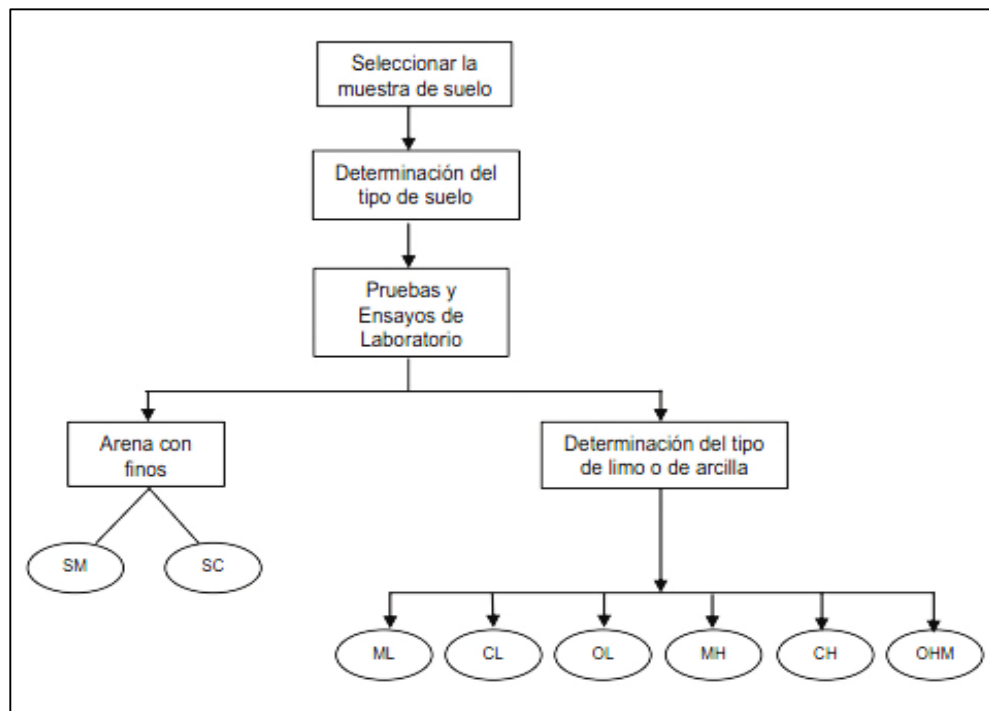
### 2.2.3. Criterios geotécnicos de la estabilización de suelos

Debemos de tomar diversas consideraciones para la realización de estabilización de suelos como la identificación de materiales que estén aptos

para la capa de sub rasante donde el suelo tiene que tener un CBR  $\geq 6\%$ , en el caso que existan zonas de menor valor será imprescindible la realización de una estabilización , además la Sub rasante llegara a ser de 0.60 m cuando se encuentre con una sub rasante extraordinaria , de 0.80 m cuando se trate de una sub rasante muy buena , de 1.00 m cuando se trata de una sub rasante pobre y de 1.20 m de una sub rasante inapropiada. Se debe de indicar un tipo de estabilización de suelos en los últimos casos.

- Cuando la capa de la sub rasante sea arcillosa o limosa y al ser humedecida pueden penetra a la capa de pavimento contaminándola para lo cual se debe se realizar una capa anticontaminante de 10 cm o se usara geo textil.
- Para establecer el tipo de estabilización que usaremos es necesario determinar el tipo de suelo que se presenta los cuales son: limos, arcilla, arenas limosas o arcillosas.

**Figura 8:** Proceso para identificación del Tipo del Suelo



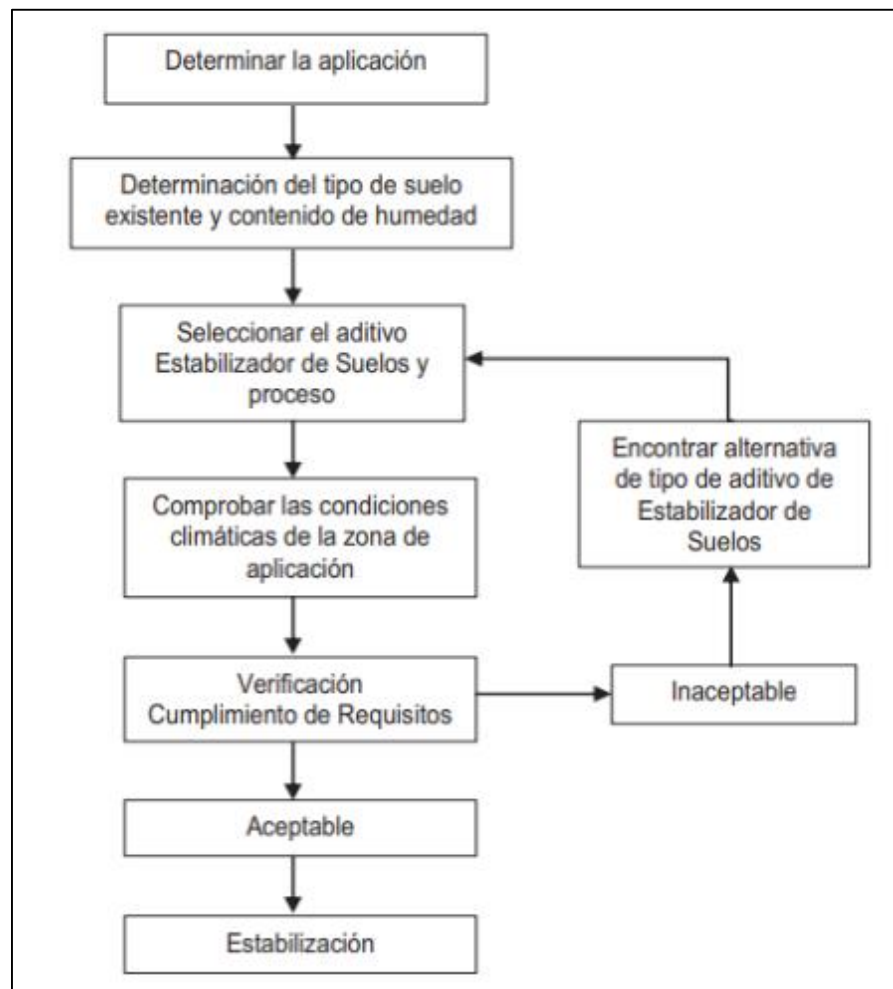
Fuente: (MTC, 2014).

- Los suelos que preponderan en este dando son los que están compuestos en gran medida por limos, arcillas, arenas limosas y arcillosas.

Algunos factores que se consideran para la selección de un método adecuado son:

- El tipo de suelo a estabilizar.
- Uso propuesto del suelo a estabilizar
- Tipo de estabilizador de suelos y su disponibilidad
- Disposición de equipos que ayudaran en el proceso de estabilización
- Costos comparativos

**Figura 9:** Proceso de selección del tipo de Estabilización



Fuente: (MTC, 2014).

**Tabla 3: Método de estabilización recomendado según clase de suelo**

Área	Clase de suelos	Tipo de estabilizador recomendado		Restricción en LL y IP del suelo	Restricción en el porcentaje que pasa la malla 200	Observaciones
1A	SW ó SP	(1)	Asfalto			
		(2)	Cemento Portland			
		(3)	Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excedente de 25		
1B	SW-SM ó SP-SM ó SW-SC ó SP-PC	(1)	Asfalto	IP no excedente de 10		
		(2)	Cemento Portland	IP no excedente de 30		
		(3)	Cal	IP no excedente de 12		
		(4)	Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excedente de 25		
1C	SM ó SC ó SM-SC ó	(1)	Asfalto	IP no excedente de 10	No debe exceder el 30 % en peso	
		(2)	Cemento Portland	(b)		
		(3)	Cal	IP no excedente de 12		
		(4)	Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excedente de 25		
2A	GW ó GP	(1)	Asfalto			Solamente material bien granulado
		(2)	Cemento Portland			El material deberá contener cuanto menos 45 % en peso de material que pasa la malla N°4
		(3)	Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excedente de 25		
2B	SW-SM ó GP-GM ó GW-GC ó	(1)	Asfalto	IP no excedente de 10		Solo material bien granulado
		(2)	Cemento Portland	IP no excedente de 30		El material deberá contener cuanto menos 45 % en peso

	GP- GC					de material que pasa la malla N°4
		(3)	Cal	IP no excedente de 12		
		(4)	Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excedente de 25		
2C	GM ó GC ó GM-GC ó	(1)	Asfalto	IP no excedente de 10	No debe exceder el 30 % en peso	Solo material bien granulado
		(2)	Cemento Portland	(b)		El material deberá contener cuanto menos 45 % en peso de material que pasa la malla N°4
		(3)	Cal	IP no excedente de 12		
		(4)	Cal-cemento-cenizas volantes	IP no excedente de 25		
2C	CH, CL, MH, ML, OH, OL, ML ó CL	(1)	Cemento Portland	LL no menor de 40 IP no excedente de 25		Suelos orgánicos y fuertemente ácidos contenidos en esta área no son susceptibles a la estabilización por métodos ordinarios.
		(2)	Cal	IP no excedente de 25		
IP= Índice Plástico (b) IP 20+( 50- porcentaje que pasa la Malla N° 200) /4				Sin restricción u observación NO es necesario aditivo estabilizador		

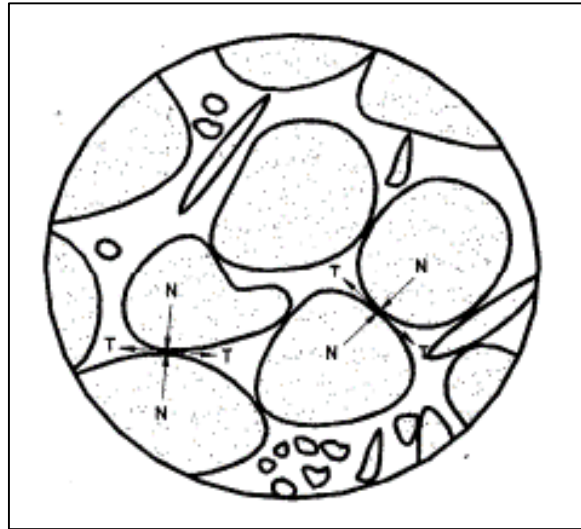
Fuente: (US army corps ofengineers, 2022)

### a) Propiedades en la estabilización de suelos

Los suelos que se logran estabilizar y tener ciertas propiedades físicas previamente indicadas para obtener un buen resultado a la hora de lograr una mejora en sus propiedades, estas son: (Parra Gómez, 2018 pág. 22).

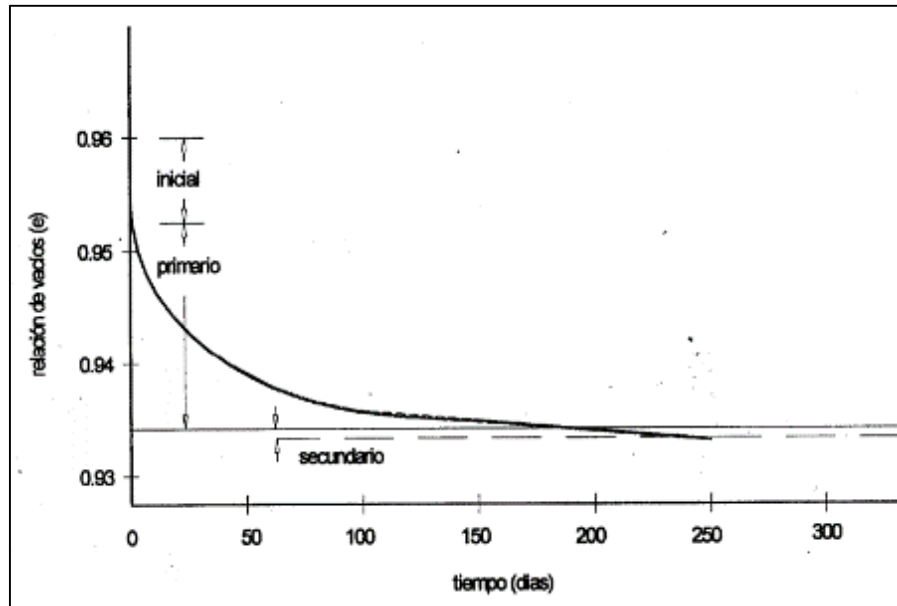
- **Compresibilidad:** Se dice del grado en el que la masa del suelo disminuye su volumen bajo efectos de una carga, si en caso de que un suelo con una masa húmeda, el aire y el agua pueden ser explícitos lo cual trae una reducción de volumen la cual no se recupera luego de ser quitada la carga.

**Figura 10:** Representación esquemática de la fuerza de contacto entre dos partículas adyacentes de suelo.



Fuente: (Parra Gómez, 2018 pág. 22).

**Figura 11:** Curva tiempo – asentamiento para un incremento de carga.



Fuente: (Parra Gómez, 2018 pág. 22).

**Tabla 4:** Propiedad estructural del suelo

CAUSA	FORMA COMO SE PRODUCE	MAGNITUD DEL ASENTAMIENTO	VELOCIDAD DE ASENTAMIENTO	
Carga estructural	Deformación (cambio de la masa de suelo)	Calcular por la teoría elástica	Instantánea	
	Consolidación: Cambio en la relación de vacíos	Inicial	De la curva de compresibilidad	De la curva de tiempo - asentamiento
		Primaria	De la curva de compresibilidad	Calcular por la teoría de Terzaghi
		Secundaria	De la curva de tiempo de asentamiento	Igual a la velocidad de secado (rara vez se puede estimar)
Carga debida al secado	Retracción debida al secado	Estimar de la curva de compresibilidad y límite de pérdida de la humedad por retracción.	Igual a la velocidad de secado (rara vez se puede estimar)	
	Consolidación debida al descenso del nivel freático	Calcular de la curva de compresibilidad	Calcular por la teoría de Terzaghi	

Fuente: (Parra Gómez, 2018 pág. 22).

➤ **Durabilidad**

Es aquella propiedad del suelo en la cual menciona a la resistencia al intemperismo, a la erosión o abrasión del tráfico, el ensayo de humedecimiento y secado presenta una forma cualitativa de evaluar esta propiedad. (Tirano Martinez, y otros, 2016)

➤ **Resistencia**

Propiedad indispensable para lograr una mayor cohesión entre las partículas del suelo con la adición de cementantes o con ayuda de la compactación tipo mecánica, vibratoria, por carga o estabilización química para evitar asentamientos. La resistencia a la tracción de los suelos en sula. En casos especiales los suelos cementados como menciona Pérez, Maiby y otros (2016)

## ➤ **Permeabilidad**

La permeabilidad es la propiedad del suelo de lograr el paso de fluidos a través del mismo, sin alterar sus demás propiedades. Contando con este concepto es bueno que el agua circundante tenga un medio filtrante para evitar problemas de bombeo y en general dañar el comportamiento del suelo. (Angelone, y otros, 2014)

Las rocas y los suelos no son sólidos ideales, sino que forman parte de un sistema con dos o tres fases: partículas sólidas y gas, partículas sólidas con líquido, ó partículas sólidas, gas y agua. El material líquido es agua y el gas es una manifestación de gas de agua. Por lo que se habla de poros y a su vez esta propiedad condiciona la permeabilidad del medio o del material en estudio.

Decimos que un suelo es permeable cuando tiene una cantidad de vacíos continuos, los cuales existen en todos los tipos de suelos, incluyendo las arcillas compactadas. Además, se puede decir que es la capacidad de atravesar los poros, este aspecto tiene un efecto directo sobre el costo y las dificultades que se presentaran en la fase constructiva, como la consolidación de un suelo arcilloso bajo el peso de un terraplén, de ahí la importancia del estudio de suelos.

- **Agujeros y fisuras**

El ciclo de heladas altera el humedecimiento y secado, la presencia de vegetación y organismos pueden cambiar las condiciones del suelo provocando fisuras, discontinuidad agujeros, etc. Que hacen que las características de permeabilidad del suelo sean diferentes.

- **Estructura o estratificación**

El coeficiente de permeabilidad del suelo inalterado varia en comparación de un suelo remoldado, en el remoldado quedan libre las partículas del suelo, que al ser influida por un líquido las



mueve y reacomoda, obstruyendo canales existentes. En particular si un suelo arcilloso es amasado con un contenido de agua constante, el valor K disminuye con respecto al Kr original (coeficiente de permeabilidad remoldado).

Para la mayoría de arcillas orgánicas o algunas margas esta relación puede llegar 30. Debemos tener en cuenta que los coeficientes de permeabilidad horizontal y vertical difieren a causa de la estratificación.

**Figura 12:** Valores de k en cm/seg

	100	10	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>
Drenaje	Bueno						Pobre			Prácticamente impermeable		
Tipo de suelo	Grava limpia	Arenas limpias y mezclas limpias de arena y grava			Arenas muy finas, limos orgánicos e inorgánicos, mezclas de arena, limo y arcilla, morenas glaciares, depósitos de arcilla estratificada					Suelos "impermeables", es decir, arcillas homogéneas situadas por debajo de la zona de descomposición		
							Suelos "impermeables", modificados por la vegetación o la descomposición. <sup>d</sup>					
Determinación directa de k	Ensayo directo del suelo "in situ" por ensayos de bombeo. Se requiere mucha experiencia, pero bien realizados son bastante exactos.											
	Permeámetro de carga hidráulica constante. No se requiere mayor experiencia.											
Determinación indirecta de k			Permeámetro de carga hidráulica decreciente. No se requiere mayor experiencia y se obtienen buenos resultados		Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados dudosos. Se requiere mucha experiencia.			Permeámetro de carga hidráulica decreciente. Resultados de regular a bueno. Se requiere mucha experiencia.				
	Por cálculo, partiendo de la curva granulométrica. Sólo aplicable en el caso de arenas y gravas limpias sin cohesión.								Cálculos basados en los ensayos de consolidación. Resultados buenos. Se necesita mucha experiencia			

Fuente: ( Angelone, y otros, 2006)

➤ **Retracción y expansión**

Estas propiedades se toman en cuenta al ser producidos por el cambio de humedad del suelo, por lo que es importante añadir un mineral

arcilloso que sea capaz de mantener la humedad, así como también cementantes que restrinjan la humedad.

#### **2.2.4. Método de estabilización de suelos**

Un suelo es considerado estable cuando posee una resistencia para evitar sufrir deformaciones ni desgaste por acciones climáticas. Un suelo natural puede tener a veces la granulometría, plasticidad y grado de humedad adecuada que al ser compactada la convierten en apta para su uso estructural. No obstante, si no se logra un adecuado equilibrio entre el rozamiento inter-partículas y la adhesión no se tendrá la estabilidad que se espera.

En general la estabilización de un suelo es un proceso que nos permite mejorar la calidad de un suelo natural con la finalidad de obtener características físicas químicas, químicas y mecánicas estables. Este proceso consiste en la compactación del suelo en forma dinámica y estática con el fin de aumentar la densidad, resistencia mecánica, disminuir la porosidad y la permeabilidad.

Los objetivos ingenieriles de dicho procedimiento son:

- Aumentar la capacidad portante
- Disminuir el asentamiento de las estructuras
- Control de cambios volumétricos no deseables
- Reducir la permeabilidad al agua
- Aumentar la estabilidad del suelo

En general los criterios para la decisión del tipo de estabilización a usar se basan en los límites de Atterberg, el cual nos permite caracterizar el comportamiento de los suelos finos. Tales como límite líquido (LL), Límite Plástico (LP), índice de plasticidad (IP). En la norma nos presenta que el LL no debe de superar el 30-40%, el IP estará entre 10-12% para materiales de base y sub base y para material de sub rasante entre 40-20 %. Otras

características que influyen en el tipo de estabilización es el valor de densidad en estado seco y el valor de CBR las cuales definen la calidad del suelo

La norma ASTM D 4609 nos menciona que “cualquier producto que consiga el incremento de 345 Kpa de resistencia de compresión el suelo y garantice que al sumergir las probetas no pierda su resistencia significativamente se considerara apto para la estabilización.

De acuerdo con (Fiallos Condo, 2016):

➤ **Estabilización mecánica de suelos**

De acuerdo con en la estabilización mecánica de suelos tratará principalmente sobre la estabilización de suelos por mezcla con otros, por lo que se diseñan mezclas de suelos, para lograr con ellas unas adecuadas propiedades deseables, la granulometría suele ser el requisito principal en la fracción gruesa al igual que la plasticidad por lo que naturalmente es fina. (Comeca Chuquipul, y otros, 1981)

➤ **Estabilización por combinación de suelos**

Considera la combinación de materiales del suelo existente con materiales de préstamo.

El suelo existente se caracterizará a una profundidad de 15 cm y sobre ello se colocará el material de préstamo, el material disgregado y los de aporte se humedecerán y airearán alcanzando la humedad apropiada para su compactación, además durante este periodo se deberá eliminar las partículas mayores a 75 mm, para luego proceder al mezclado, compactación cumpliendo con los espesores previstos.

➤ **Estabilización química de suelos – métodos tradicionales:**

Este tipo de estabilización se puede usar en todo tipo de suelos es para el mejoramiento de propiedades geotécnicas con el objetivo de mitigar problemas de inestabilidad volumétrica e incrementar propiedades de resistencia y durabilidad.

Este método consiste en la aplicación de un producto química conocido como estabilizador químico, el cual se logra mesclar con el suelo natural de manera homogénea. El cual tiene como objetivo como estabilizador es cambiar y mejorar las propiedades y condiciones del suelo tanto en la etapa de construcción como servicio.

Los materiales que pueden ser usados aquí son el cemento la cal, cloruro de sodio, cloruro de calcio y cenizas.

Insumos que pueden ser usados:

Estabilizadores químicos como: sales, productor enzimático, polímeros, subproductos del petróleo. Los estabilizadores químicos tienen efectos sobre las propiedades de desempeño del suelo, de acuerdo al tipo específico y condiciones de aplicación del estabilizador así como del tipo del suelo que tratamos.

- Muestra

Toda muestra estabilizada con productos químicos debe de ir acompañado con el manual informativo, hoja de datos de seguridad, información de salud en caso de falta de información en las documentaciones brindada el supervisor tendrá la responsabilidad de exigir certificación del producto para definir las características y condiciones en las que se debe de usar.

- Propiedades de comportamiento considerar

- Trabajabilidad
- Estabilidad bajo agua
- Capacidad de soporte
- Comportamiento ante ciclos de hielo
- Durabilidad de la abrasión
- Control de emisión de polvo

Previo a la evaluación de las propiedades se determinarán las características presentes en la tabla:

**Tabla 5:** Características del suelo- Métodos de Ensayo

Propiedad	Método de Ensayo
Tamaño de partículas	ASTM D 422
Límites de consistencia: Limite liquido Limite plástico Límite de contracción	MTC E 110 MTC E 111 MTC E 112
Clasificación de suelos	ASTM D 2487

Fuente: MTC (2014)

Se medirá también la trabajabilidad evaluada mediante uno o más ensayos

**Tabla 6:** Trabajabilidad -Método de ensayo

Propiedad
Densidad máxima en laboratorio 1) Relación humedad/densidad (ensayo Proctor normal) Relación humedad/densidad (ensayo Proctor modificado) Densidad máxima y mínima suelos no cohesivos
Densidad máxima en terreno 1) Densidad terrena (método cono de arena) Humedad Densidad de métodos nucleares Humedad por métodos nucleares
1) Queda a criterio del proyectista determinar qué valor mínimo de incremento en el nivel de compactación se puede considerar satisfactorio. 2) Para suelos con partículas de tamaño superior a $\frac{3}{4}$ y hasta un 30% de partículas retenidas en el tamiz, se debe realizar una corrección de los pesos unitarios y humedades de acuerdo a ASTM 4718. 3) Si se tienen partículas con tamaño máximo superior a 2", se deben usar aparatos con mayores dimensiones y perforaciones de mayor volumen, tal como se indica en ASTM D 4914. 4) Se deben considerar las cantidades mínimas de muestra, que permitan obtener resultados representativos de acuerdo a lo indicado en ASTM D 2216

Fuente: MTC (2013)

➤ **Estabilización con cal**

Este método es usado para suelos arcillosos que tiene la capacidad de cambiar los suelos inestables originando estabilidad a largo plazo y resistencia de una manera permanente, en especial en una sub rasante, la cal puede estabilizar el suelo fino de tal manera que mejora su comportamiento ante agentes adversos.

El suelo – cal se obtiene al mezclar agua, cemento y cal área la cual tiene la propiedad de endurecer el aire, una vez mezcladas con el agua, por acción del anhídrido carbónico.

Según el MTC (2013) “los productos de la hidratación del cemento pueden ser reproducido combinando dos o más componentes primarios de este producto como: Ca O, Si O<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub> y FC 2 O<sub>3</sub> en las proporciones adecuadas y presencia de agua” (pág. 352).

Al adicionar la cal se produce una reacción de floculación e intercambio iónico con la formación de nuevos productos químicos. El sílice y alúmina de las partículas del suelo se combinan con la cal en presencia de agua para formar silicatos y aluminatos cálcicos insolubles. (MTC, 2014)

➤ **Estabilización con yeso**

La estabilización con yeso existe una disminución en la contracción, así como a lograr una resistencia alta, al realizar la mezcla con el suelo y necesita curado en periodos largos por que endurece rápidamente el agua con el yeso.

➤ **Estabilización con cemento portland**

El cemento portland es un aglutinante que posee la capacidad de estabilizar una gran variedad de suelos trabajando perfectamente en suelos arenosos y arcillosos con un índice de plasticidad media.

Este tipo de estabilización se basa en la hidratación, intercambio catiónico, floculación y aglomeración, carbonatación y reacciones puzolanas. Todo

este proceso basado en la hidratación de del cemento que luego generan compuestos de silicato de calcio hidratado.

El material llamado suelo-cemento se obtiene al mezclar la cantidad suficiente se agua, cemento y agregado seguido por la compactación y un curado adecuado. De esta forma el material suelto se vuelve en material endurecido, las propiedades de suelo- cemento dependen de:

- Tipo y cantidad de suelo, cemento y agua
- Ejecución
- Edad de la mezcla compactada y tipo de curado

**Tabla 7:** Clasificación y propiedades de diferentes mezclas de suelo /cemento.

Clasificación	Materiales	Cantidad de cemento	Propiedades	Usos
Suelo cemento	Suelos finos o suelos granulares y cemento	3-7	>4Mpa Compresión	Subbases
Suelo modificado con cemento	Suelos finos o plásticos con excesiva humedad y cemento	Máximo 2%	Incrementa CBR y disminuye la plasticidad	Subrasante o explanadas
Suelo estabilizado con cemento	Suelo con fracción granular elevada y cemento	Mínimo 2%	Incrementa rigidez y resistencia mecánica	Subrasante o explanadas
Suelo cemento plástico	Suelo, cemento y aditivos	-	3-8.5 Mpa Compresión	Base para pavimentos
Base granular tratada con cemento	Agregados y cemento	3-13 %	3-6 Mpa Compresión 7.000-14.000 Mpa Modulo de elasticidad	Capa base para pavimentos
Pavimento unicapa de alto desempeño	Suelos existentes en la obra y cemento	11-20 %	5-13 Mpa Compresión 10.000-20.000 Mpa Modulo de elasticidad	Capa de base o capa de rodadura de pavimentos

**Fuente:** Rivera, Jonathan; Aguirre-Guerrero, Ana; Mejía de Gutiérrez, Ruby; Orobio, Armando (2020). Estabilización química de suelos - Materiales convencionales y activados alcalinamente (review). Informador Técnico, 84(2), 202-226.

Los suelos tienen una necesidad de estabilizar con cemento son los granulares tipo A-1, A-2, A-3, con finos de plasticidad baja o media ( $LL < 40$ ,  $IP < 18$ ).

La resistencia de esta mezcla aumenta a más adición de cemento y la edad de la mezcla el IP disminuye al momento de añadir cemento al suelo antes de iniciar el fraguado, su LL varía ligeramente, la densidad máxima y la humedad óptima tiende a variar.

**Tabla 8:** Rango de cemento requerido en estabilización suelo Cemento

Clasificación de suelos AASHTO	Rango usual de cemento requerido porcentaje del peso de los suelos
A-1-a	3-5
A-1-b	5-8
A-2	5-9
A-3	7-11
A-4	7-12
A-5	8-13
A-6	9-15
A-7	10-16

Fuente: Federal Highway Administration (FHWA)

➤ **Estabilización con escoria**

Este tipo de estabilización es vasado en el uso de escoria de acerina la cual es empleada en la fabricación del cemento como agregado en fabricación del hormigón para materiales de base y sub base en el pavimento por lo que en caso de que en el suelo en que se vaya trabajar presente una cantidad de finos podremos efectuar la mezcla se escoria, arena fina y cal.

➤ **Estabilización con cloruro de calcio**

La estabilización con cloruro de calcio la afabilidad tanto en la construcción de la sub base, base en autopistas y carreteras la cual es utilizado mayormente en distintos lugares de Estados Unidos, debido a que es económico. Esta metodología origina cambios en el suelo provocando muchas veces que sea impalpable.



## 2.2.5. Estabilización de suelos cohesivos

### a) Propiedades y características físicas de los suelos cohesivos

Las propiedades y características físicas de los suelos cohesivos, son las que determinan aquellos componentes dentro de la estructura de diferente tipo de suelo y los cuales están reflejados en la apariencia de cada uno. (Rauno Lopez, 2018),

#### ➤ Factores que intervienen en el proceso de erosión hídrica en suelos cohesivos

Para (Rauno Lopez, 2018 pág. 4),

- Peso específico.
- Porosidad (volumen de poros por unidad de volumen de suelo).
- Humedad (cantidad de agua contenida en los poros).
- Plasticidad (capacidad de variar la forma sin conformarse fisuras, conservando aquellas luego de quitada la carga y sus límites.
- Cohesión (existencia de fuerzas intermoleculares que interfieren la ruptura del conjunto).
- Ángulo de fricción interna.
- Hinchamiento (capacidad de disminuir la cohesión en el supuesto de saturación del suelo hasta destruir su reestructura).
- Heterogeneidad (existencia de capas intermedias finas de suelo, con otras cualidades, incrustaciones, etc.).
- Magnitud de las velocidades de las corrientes medias o de fondo.
- Nivel de pulsación de la velocidad.
- Profundidad del flujo.

- Contenidos de mezclas en el flujo (sedimentos en suspensión, sustancias químicas, etc.).

## **b) Propiedades de los suelos cohesivos**

(Rauno Lopez, 2018 pág. 5), Menciona:

- **Peso específico (densidad)**

Es aquella que a más denso es un suelo más sólido se presentara, pero a las aves presentan ardillas con hinchamiento en tal forma que en el estado de saturación disminuye y pierde la solidez y la resistencia a la erosión.

El peso específico en los suelos cohesivos se encuentra entre 2.60 y 2.75 gms/cm<sup>3</sup> por lo que no afecta a la erosión.

- **Porosidades y humedad**

Es el estado natural que se mantiene el equilibrio indicado de las fuerzas internas cuando desciende la porosidad, para igual cohesión, tanto mejor resiste el suelo a la erosión, con el aumento de la, saturación un suelo cohesivo puede pasar del estado sólido al fluido. Se diferencia el límite de plasticidad superior cuando al rolar la muestra no se conforma fisura, conservando la arcilla; el límite de plasticidad inferior, cuando disminuyen o descienden bruscamente las fuerzas de cohesión, apareciendo la fluidez.

## **c) Subrasante**

(Alatraste Cruz, 2018), menciona que es la capa del terreno la cual apoya la estructura de pavimento, compactada y preparada la cual se extiende hasta una determinada profundidad la cual soporte la carga de diseño que pertenece al tránsito previsto.

La función de la subrasante es en brindar apoyo razonable y uniforme, esta capa puede estar compuesta según se presente el terreno en secciones de corte o de relleno. Él espesor del pavimento está relacionado a la calidad

que presenta la subrasante, por lo que esta debe cumplir con los requisitos de resistencia y demás parámetros presentados en la norma como: incompresibilidad, inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad. Esta es también una representación de la cimentación del pavimento y cumple una de las funciones principales de soportar las cargas que le transmite el pavimento y que sea absorbido por las terracerías.

**Tabla 9:** Categorías de la sub rasante.

<b>CATEGORIAS DE LA SUBRASANTE</b>	<b>CBR</b>
So: Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S2: Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S3: Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S4: Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S5: Subrasante Excelente	De CBR ≥ 30%

**Fuente:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013.

La sub rasante es aquella superficie terminada a nivel de movimiento de tierras (corte –relleno) sobre la cual es colocada la estructura del pavimento, la sub rasante es el hacinamiento directo de la estructura del pavimento y forma parte de la estructura de la carretera, está conformado por suelos seleccionados por las características aceptables y compactado por capas para la construcción de la estructura de la vía.

Durante la etapa constructiva los último 0.30m de suelo bajo el nivel superior de la sub rasante, deberán ser compactados al 95 %.

Los suelos que estén dentro de los 0.60 m deberán ser suelos adecuados y estables con un CBR >6% en caso de tener un menor valor a este será

considerado como un duelo pobre o inadecuado, por lo que se procederá a su estabilización, donde el ingeniero encargado analizara la naturaleza del suelo y presentara las alternativas de solución. Como la estabilización mecánica basada en el remplazo del suelo cimentación, estabilización química, estabilización con geo sintéticos, elevación de rasante o realizar el cambio de trazo vial con el fin de obtener la solución más conveniente y económica.

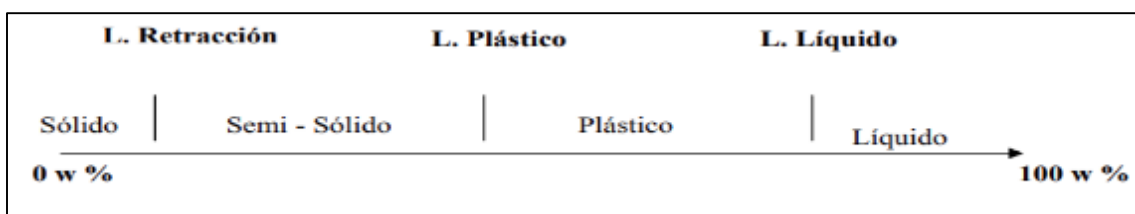
### 2.2.6. Límites de Atterberg y Proctor

Los límites de Atterberg o límites de consistencia están basados en el concepto de suelos finos, los cuales pueden ser encontrados en diferentes estados dependiendo de la propiedad de la naturaleza y la cantidad de agua que contenga, de esta forma se puede encontrar un suelo en estado sólido, semisólido, plástico, líquido o viscoso. La arcilla por ejemplo la arcilla en estado natural puede ser encontrada en estado natural en forma suelta y terrones endurecidos y al momento de añadir agua obtenemos una consistencia fluida.

El contenido de agua con el que producimos un cambio de estados se encuentra entre rangos y con el estudio de mecánicas de suelos nos interesa conocer tal rango de humedad donde el suelo presente un comportamiento plástico (aceptación de deformación sin romperse) una propiedad que los suelos presentan hasta un cierto límite.

El método usado para medir estos límites fue ideado por el científico Albert Atterberg la cual mide valores de humedad de los suelos que se utilizan en la identificación y clasificación de un suelo.

**Figura 13:** Límites de Atterberg



Fuente: Anónima

### **a) Usos de los límites de Atterberg**

Este método es bastante usado en los laboratorios de Mecánica de Suelos la cual nos da valores las cuales nos dan una idea bastante clara del tipo de suelo y las propiedades que presenta, basada en pasos sencillos.

El análisis granulométrico nos da a conocer magnitudes cuantitativas de la fracción fina y los límites de Atterberg nos indican su calidad, completando así el conocimiento del suelo.

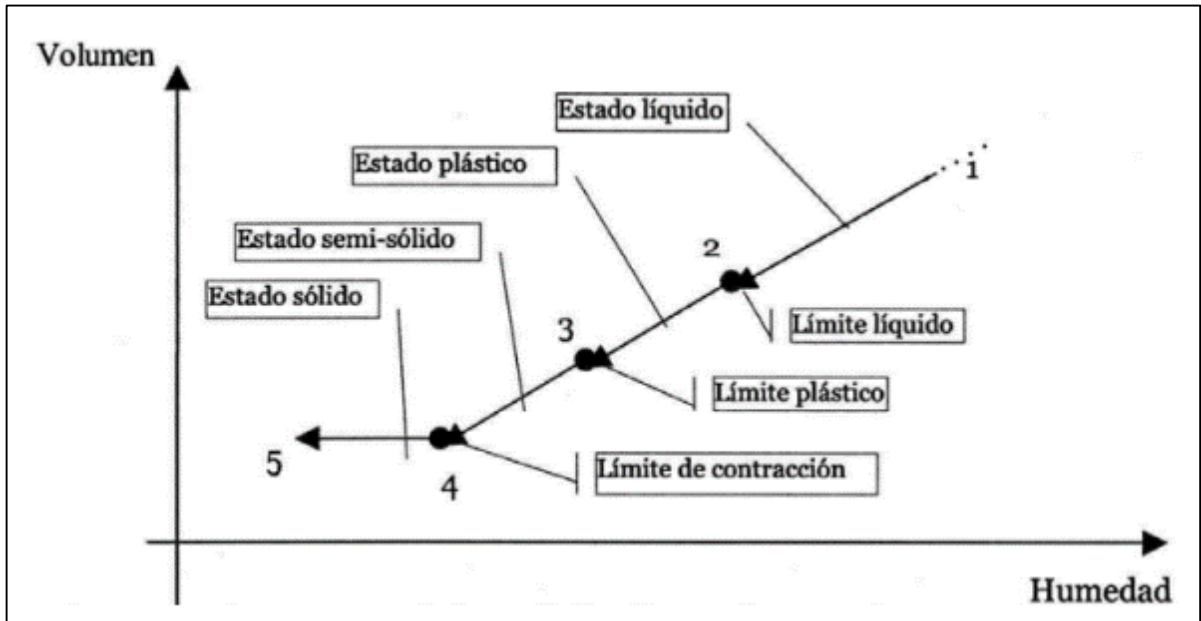
El índice de plasticidad nos indica la magnitud del intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y el índice de liquidez nos indica la proximidad del suelo natural al límite líquido, son características especialmente útiles del suelo.

### **b) Plasticidad y límites de consistencia**

La plasticidad es la capacidad que tiene el suelo de ser deformado sin llegar a agrietarse, ni producir un rebote histórico. A la vez los suelos arcillosos en condiciones humedad son plásticos y se llegan a endurecer en estados secos, los limos no son necesariamente plásticos y las arenas son desmenuzables en estados sueltos y secos.

Los límites establecidos por Atterberg para diferenciar los distintos estados de consistencia se deben obtener a partir de la fracción que pasa por el tamiz N.º 40, descartando la porción retenida.

**Figura 14.** Trayectoria de humedad del suelo



Fuente: Anónimo

Los límites de Atterberg: se determinará el límite líquido, límite plástico de acuerdo con la MTC E-110 con la clasificación apropiada del material.

### 1. Determinación del límite líquido de los suelos (LL)

El límite líquido es el contenido de humedad que viene expresado en porcentaje para lo que el suelo se tiene que encontrar entre el estado líquido y plástico.

Este valor es designado con el contenido de humedad al cual el surco separador de la pasta de suelo en dos mitades se cierra a lo largo del fondo de la masa en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) al ser dejar caer la copa de Casagrande 25 veces a razón de dos caídas por segundo desde una altura de 1cm.

- **Equipos usados en este ensayo**

Se usarán varios equipos calibrados con la finalidad de la obtención de resultados correctos:

- Copa de Casagrande
- Acanalador
- Calibrados
- Recipientes o pesa de filtros
- Balanza
- Estufa

- **Muestra**

La muestra a usar en este ensayo es una porción representativa de 150 g a 200 a de material pasante por el tamiz 425  $\mu\text{m}$  (N° 40). Estas muestras pueden ser reducidas por el método de cuarteo o división de muestras.

Las muestras resultantes cohesivas deben ser mezcladas con ayuda de una espátula para obtener una masa representativa que presenta la mayor parte de características uniformes a la muestra total.

**Figura 15:** *Copa de Casa grande - aparato manual*



**Fuente:** UTEST -Equipó para ensayo de materiales.

**Figura 16:** Aparatos manuales para el límite líquido



**Fuente:** UTEST -Equipó para ensayo de materiales.

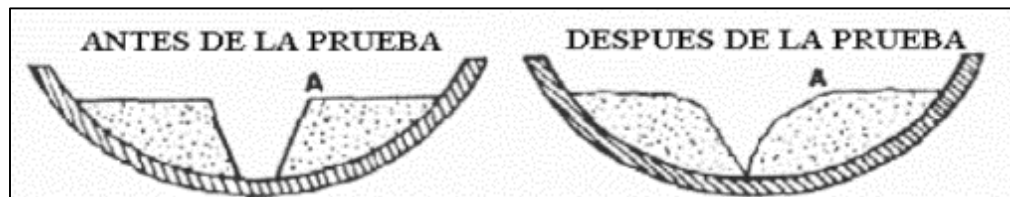
Los modelos UTS – 0202 vienen con ranuradores de plástico tipo ASTM.

**Tabla 10:** Dimensiones de ranuradores.

	Manual	Motorizado
<b>Dimensiones</b>	240x230x150 mm	200x290x170 mm
<b>Peso (aprox.)</b>	2 kg	4.2 kg

**Fuente:** UTEST -Equipó para ensayo de materiales.

**Figura 17:** Muestra de suelo en perfil durante el ensayo de (LL)



**Fuente:** (MTC, 2014)

## 2. Determinación de Limite Plástico (L.P)

El límite plástico es la medida de humedad más baja con la que se pueden formar cilindros alargados de suelo de 3.2 mm (1/8 “) de diámetro, al rodar el suelo con la palma de la mano contra una superficie de vidrio esmeralizado sin que se desmoronen. Este método este vasado en la NTP 339.129.



- Equipos usados

Los equipos usados en este ensayo serán:

- Espátula con una hoja flexible de 75 a 100 mm
- Balanza con aproximación a 0.01 g
- Horno o estufa que llegue a una temperatura de  $110 \pm 5 \text{ }^\circ\text{C}$
- Tamiz de  $426 \mu\text{m}$  (N° 40).
- Agua destilada
- Vidrio esmeralizado

- Muestra

Se tendrá en aproximado de 20 g de la muestra que pasa por el tamiz de  $426 \mu\text{m}$  (N°40), preparado para en ensayo. La cual se amasará con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera, para la cual se tomará una porción de 1.5 a 2.0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo.

**Figura 18:** Muestra húmeda de suelos



**Fuente:** UNI (2014).

**Figura 19:** Tiras en forma cilíndrica de suelo



Fuente: UNI (2014).

### **3. Proctor modificado**

Este método este vasado en la compactación de suelo en laboratorio mediante una energía modificada ( $2700\text{kn}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56\ 000$  pie – lbf /pie<sup>3</sup>)). Se determina la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos mediante la curva de compactación obtenida de los ensayos.

Se usa un molde de 101.6 o 152.4 mm (4 ó 6 plg) de diámetro con un pisón de 44.5 N (10 lbf), la cual cae de una altura de 18 plg produciendo una energía de compactación de ( $2700\text{kn}\cdot\text{m}/\text{m}^3$  ( $56\ 000$  pie – lbf /pie<sup>3</sup>)).

Hay tres métodos los cuales varían según el tipo de características que presenta nuestra muestra:

#### **Método “A”**

Se usará un molde de 101.6 mm de diámetro (4 plg), el material empleado es el pasante por el tamiz 4.75 mm (N°4), se hará en 5 capas cada una con 25 golpes. Este método se usará en caso de

que el 20% o menos del peso del material es retenido por el tamiz 4.75 mm(N°4).

**Método “B”**

Se usará un molde de 101.6 mm de diámetro (4 plg), el material empleado es el pasante por el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg), se hará en 5 capas cada una con 25 golpes. Este método se usará en caso de que más del 20% peso del material es retenido por el tamiz 4.75 mm(N°4) y 20 % o menos del peso es retenido por el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg).

**Método “C”**

Se usará un molde de 152.4 mm de diámetro (6 plg), el material empleado es el pasante por el tamiz 19.00 mm (3/4 pulg), se hará en 5 capas cada una con 25 golpes. Este método se usará en caso de que más del 20% peso del material es retenido el tamiz 9.5 mm (3/8 pulg) y menos del 30 %en peso es retenido en el tamiz 19.00 (3/4 pulg).

### 2.3. Definiciones de términos

- a. Agente estabilizador:** Es aquel producto que se agrega al suelo y a la vez presenta una diferencia, esta tiene el objetivo de mejorar las propiedades de manera física y mecánica. (Miranda Arguello , y otros, 2014 pág. 16)
- b. Durabilidad:** Habilidad para poder resistir la acción del intemperismo, los ataques químicos, abrasión o cualquier otro proceso o condición de servicio de las estructuras, que producen deterioro en el concreto. (Altamirano Navarro, y otros, 2019)
- c. CBR (california Bearing Ratio):** Este valor permite la penetración que dé presenta a 0.1” o 0.2” por una carga unitaria que no es constante, sino que es aplicada solo en el cual se encontraba el suelo durante el apoyo. (Ravines Merino, 2010 pág. 34)
- d. Estabilización:** Proceso físico o químico, el cual mejora la condiciones y propiedades físicas del suelo mediante reduciendo susceptibilidades al agua y a las cargas de tránsito aumentando la resistencia y estabilidad. (Ravines Merino, 2010 pág. 25)
- e. Presión admisible:** Máxima presión que puede transmitir al terreno sin que se provoque asentamientos excesivos (mayores que el admisible). (Altamirano Navarro, y otros, 2019)
- f. Densidad:** La densidad de la mezcla compactada está definida como su peso unitario (el peso de un volumen específico de la mezcla). (Valdivia Sánchez, 2017 pág. 202).
- g. BASE SEAL:** Es un polímero estabilizador de suelos la cual es usada en estabilización de carreteras provocando una base fuerte, flexible y duradera usada en carreteras. (Green High Technology, 2010 pág. 2)
- h. Aditivo:** Los aditivos son componentes de naturaleza orgánica-resina o inorgánica, que al ser incluida tienen como objetivo modificar las propiedades físicas de los materiales conglomerados. (EUCLID GROUP TOXEMENT, 2018 pág. 15).

- i. **Suelos cohesivos:** Son suelos finos arcillosos y limos que tienen la capacidad de tracción intermolecular ocasionando una desproporcionalidad de las partículas. (Riveros Lizana, y otros, 2019 pág. 53)
- j. **Subrasante:** Suelo que cumple la función de fundación para todo el panqueque estructural de un pavimento. (Anonimo, 2011).

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

El aditivo base seal influye significativamente en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante.

### 2.4.2. Hipótesis específica

- a) La incidencia de la aplicación del aditivo base seal tiene relación directa en la humedad óptima de suelos cohesivos a nivel de la subrasante
- b) La dosificación óptima de la aplicación del aditivo base seal en la densidad de compactación de suelos cohesivos a nivel de la subrasante
- c) El aditivo base seal influye positivamente en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante

## 2.5. Variables

### 2.5.1. Definición conceptual de las variables

#### a) Variable independiente (X)

##### **Aditivo BASE SEAL**

Es un estabilizador presentado en estado líquido de suelo que endurece o tiene función de sellador de caminos de tierra, terraplenes, vertederos de basura, bases, sub base y también permite la construcción de caminos secundarios o de penetración de una durabilidad similar a vías con alto tráfico. También no ayuda en un 40 % de ahorro en los costos de materiales y de acarreo que se presenten en la construcción de las vías. (New technology for road construction and maintenance, 2012).

## **b) Variable dependiente (Y)**

### **Estabilización de suelos cohesivos**

La estabilización de suelos cohesivos es un proceso mediante el cual los suelos naturales que presenten una baja capacidad portante o susceptible a cambios volumétricos serán tratados por medios mecánicos o químicos para la mejora de sus propiedades físicas y químicas. Gracias a estos tratamientos estos serán capaces de soportar las adversas condiciones como el clima, resistir efectos de tránsito, controlar la expansión, reducir la plasticidad, incrementar la resistencia, la permeabilidad y la erosión. (Suarez Diaz, 1998)

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

Conjunto de procedimientos que describen las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico de mayor o menor grado.

Trata de señalar claramente cómo se van a manipular o medir las variables.

$$y=F(x)$$

## **a) Variable independiente (X)**

### **Aditivo BASE SEAL**

El aditivo BASE SEAL permitirá a la sub rasante un ligante a través de sus propiedades físico y mecánicas que permitan una mejora en las propiedades de los suelos cohesivos como resistencia y estabilidad.

## **b) Variable Dependiente (Y)**

### **Estabilización de suelos cohesivos**

En la estabilización de suelos cohesivos se medirán las propiedades físicas y mecánicas del suelo a través del incremento en la capacidad de soporte

del suelo y el aumento de la máxima densidad del suelo, sus características físicas y su resistencia a la compresión.

### **2.5.3. Definición Operacional de la Variable**

*Tabla 11: Operacionalización de variables*

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
1: Variable Independiente  Aditivo BASE SEAL	Es un estabilizador líquido de suelo que endurece o sella caminos de tierra, terraplenes, vertederos de basura, bases, sub bases y permite también la construcción de caminos secundarios o de penetración con una durabilidad similar a vías de más alto tráfico. (New technology for road construction and maintenance, 2012).	El aditivo BASE SEAL permitirá a la subrasante un ligante a través de sus propiedades físicas y mecánicas que permitirán una mejora a las propiedades de los suelos cohesivos como resistencia y estabilidad.	Dosificación	Porcentaje de partículas	Ficha técnica	Numérica
			Proporción	Porcentaje de cementante	Ficha técnica	Numérica
			Densidad	Masa entre volumen	Ensayo visual	Adimensional
1: Variable Dependiente  Estabilización de suelos cohesivos	La estabilización de suelos cohesivos es el proceso mediante el cual los suelos naturales de baja capacidad portante o susceptibles a cambios volumétricos son tratados por medios mecánicos o químicos para mejorar sus propiedades físicas o mecánicas. Gracias a estos, podemos obtener un material que sea competente para soportar las condiciones adversas de clima, resistir efectos del tránsito, controlar la expansión, reducir la plasticidad, incrementar la resistencia, disminuir la compresibilidad, la permeabilidad y la erosión. (Suarez Diaz, 1998)	En la estabilización de suelos cohesivos se medirá las propiedades físicas y mecánicas del suelo a través del incremento en la capacidad de soporte del suelo y el aumento de la máxima densidad del suelo, sus características físicas y su resistencia a la compresión.	Contenido de humedad	Ensayo de contenido de humedad	MTC E 108	Numérica
			Densidad de compactación	Proctor modificado	MTC E 115	Numérica
			CBR	Capacidad de soporte	MTC E 132	Numérica



## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Método de investigación**

El método científico es un procedimiento que nos ayuda a descubrir las condiciones en la que se presentan sucesos específicos que se caracteriza principalmente por ser verificable, de razonamiento riguroso y observación empírica. (Tamayo y Tamayo, 2010)

Este tipo de investigación inicia con la observación directa de los hechos, en la investigación describiremos la influencia del aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la sub rasante, verificando finalmente las hipótesis planteadas mediante la experimentación llegando finalmente a las conclusiones.

Según esta consideración en la presente investigación se aplicó el ***método científico***.

#### **3.2. Tipo de investigación**

De acuerdo con (Fernandez Collado, y otros, 2014 pág. 128), la investigación se debe llevar a cabo de manera cuidadosa y organizada, el propósito de esta investigación es la resolución de problemas en el caso de la investigación aplicada.

En la investigación se analizó la influencia del aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de sub rasante.

Conforme a esta teoría, la presente investigación se clasifica de ***tipo aplicada***.

### **3.3. Nivel de la investigación**

Según (Espinoza Montes, 2010), considera que el Nivel de Investigación Explicativo “tiene como propósito buscar las relaciones de causa y efecto entre las variables del objeto de estudio. En este estudio el investigador no manipula las variables. En algunas investigaciones se determinará la correlación de las variables sin encontrar causalidad, aunque desde el punto de vista sistémico, existe relación entre las variables que integran un objeto o sistema” (p.90)

En la investigación se pretendió dar a conocer los efectos de la aplicación del aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

Bajo este análisis la investigación corresponde al ***nivel explicativo***.

### **3.4. Diseño de la investigación**

Según Espinoza Montes (2010), considera que cuando en una investigación se necesita manipular variables, es necesario realizar un diseño experimental. “Los diseños experimentales en una investigación, sirve para organizar la obtención de datos a partir de la reproducción de las propiedades del objeto de investigación en un modelo o en un prototipo” (p. 97).

Para la presente investigación se realizarán pruebas y ensayos de laboratorio para llegar al objetivo principal de investigación. Dichos ensayos se realizarán usando aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante, de los cuales se obtendrán resultados que serán analizados y luego explicados.

Según el análisis realizado, el diseño a aplicar es el ***diseño experimental***.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1. Población**

Según Carrasco Díaz (2006) la población “Es el conjunto de todos los elementos (unidades de análisis) que pertenecen al ámbito espacial donde se desarrolla el trabajo de investigación” (p.15)

En esta investigación se evaluó una población finita, debido a que fue innegable por el investigador. La población de estudio fue la subrasante de la trocha carrozable del paseo Las Retamas del sector de Palian cuyo tramo está comprendido entre la calle Cucarada hasta la Av. San José, distrito Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.

#### **3.5.2. Muestra**

Según Carrasco Díaz (2006), la muestra “es una parte o fragmento representativo de la población, cuyas características esenciales son las de ser objetiva y reflejo fiel de ella, de tal manera que los resultados obtenidos en la muestra puedan generalizarse a todos los elementos que conforman dicha población” (p. 237)

La muestra corresponde al suelo arcilloso natural más 3%, 5% y 7% del aditivo BASE SEAL en el paseo Las Retamas del sector Palian correspondiente al tramo de 170 m del paseo Las Retamas de Palian.

#### **3.5.3. Muestreo**

Hernández Sampieri (2018) menciona que el muestreo no probabilístico radica en la selección de componentes con características relacionadas entre sí para la intención del investigador. Bajo este análisis se realizó un muestreo no probabilístico.

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

#### **3.6.1. Técnicas**

(Vásquez Vélez, 2011) menciona que las técnicas son aquellas que se especifican como un conjunto de: medios, mecanismos, recursos,

procedimientos, formas que se utilizan y sirven para recoger, conservar, organizar toda la investigación y la información que es desarrollada.

El desarrollo de la presente investigación consta de realizar un tramo de prueba con la estabilización de suelos cohesivos con el aditivo base seal, el cual posteriormente se someterá a ensayos en el laboratorio; obteniendo así resultados que se describirán y analizarán mediante la construcción de tablas y gráficos, con el fin de poder representar la influencia del aditivo usado.

#### **a) Observación**

Se define como una de las técnicas más usada para lograr detallar, definir y comparar.

#### **b) Análisis de documentos**

Los documentos que se utilizaron, son aquellos desde un inicio de la investigación para así lograr dar un sustento a la misma, referente al manejo de conceptos que existen, entre ellos se tiene lo siguiente:

- **Revisión de bibliografía**

Fue realizada para lograr profundizar, referente a los conocimientos adquiridos como investigador, temas referentes al problema de investigación y de tal manera lograr obtener el sustento ante dicho tema investigado.

### **3.6.2. Instrumentos**

Según (Investigation methodology, 2018) un instrumento es aquel componente de medición adecuado que se encarga de registrar datos observables que representan verdaderamente los conceptos o las variables que el investigador tiene en mente.

#### **a) Validez**

Según (Villasís Keever, Márquez González, Zurita Cruz, Miranda Novales, & Escamilla Núñez, 2018), es aquella condición que consiste en que las

pruebas se midan lo que se propone medir, las pruebas se deben medir las características específicas de dichas variables para las cuales fueron diseñadas, se refiere a los resultados de la prueba, no se expresan en dichos términos categóricos, sino que dichos resultados se expresan en forma de continuidad o progresión.

**Tabla 12.** Rangos y Magnitudes de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: (Relloso Chacin, 2021)

**b) Confiabilidad**

De acuerdo con (Villasís Keever, Márquez González, Zurita Cruz, Miranda Novales, & Escamilla Núñez, 2018), proviene de la palabra fiable, es aquel proceso en el cual se encarga de establecer cuan fiable, consistente, estable o coherente es el instrumento que se ha realizado, es por ello que cuando el investigador al referirse a una persona dice que está es confiable, en pocas palabras le inspira confianza.

**Tabla 13.** Rangos y Magnitudes de Confiabilidad

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: (Relloso Chacin, 2021)

### 3.7. Procesamiento de la información

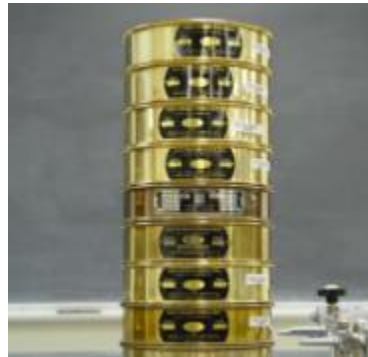
Según (Giraldo Huertas, 2016), manifiesta que: El procesamiento de la información, tiene como fin generar nuevos datos agrupados y ordenados que nos faciliten al investigador el análisis de la, información según los objetivos, hipótesis y preguntas de la investigación construidas para la generación de nuevos conocimientos.

#### 3.7.1. Procedimientos de ensayos pertinentes.

##### a) Análisis granulométrico del agregado fino y grueso (NTP400.012, 2001).

- Se seca la muestra a temperatura constante.
- Se coloca el material en los tamices, en la tabla 3 se muestra la cantidad de muestra según su tamaño máximo nominal del agregado.

**Figura 20:** Juego de tamices para la obtención de la granulometría.



Fuente: (Simeon Cañas, 2007).

**Tabla 14:** Cantidad Mínima de la muestra de agregado grueso o global.

Tamaño máximo nominal aberturas cuadradas mm (pulg)	Cantidad de la muestra de ensayo mínimo kg (lb)
9.5(3/8")	1(2)
12.5(1/2")	2(4)
19.0(3/4")	5(11)
25(1")	10(22)
37.5(1 1/2")	15(33)

Fuente: NTP 400.012, 2001.

- Se agitan los tamices por un periodo suficiente.

- Se determinó la masa de cada incremento de medida sobre una balanza. La masa total de material luego del tamizado deberá ser verificada con la masa de la muestra colocada sobre cada tamiz.

**b) Ensayo de compactación del suelo (Proctor Modificado) MTC E 116**

Este método contiene el procedimiento de compactación en laboratorio la cual tiene el objetivo de buscar la relación entre el contenido de agua y el peso unitario seco de los suelos (curva de compactación).

- Tamizar la muestra por el tamiz N°4, 3/8 plg o 3/4 plg, dependiendo al método a usar (A, B, C).
- Prepara 4 muestras con agua óptimos, el contenido de cada muestra variara en un 2 % de agua los cuales variaran entre estado más seco y húmedo, los incrementos de agua no deben exceder más del 4 %. Algunos suelos que presenten una curva de compactación plana requerirán un un incremento en el contenido de agua para la obtención del Peso Unitario Seco Máximo bien definido.
- Usar un aproximado de 2.3 kg del suelo en cada espécimen a ser compactado cuando se emplee el método A, B, o 5.9 kg cuando se use el método C.
- Determinar y anotar la masa del molde y el plato de base. Luego ensamblar el molde
- Compactar la muestra en cinco capas las cuales tendrán aproximadamente el mismo espesor, colocando el suelo suelto dentro del molde extendiéndolo en capas uniformes, apisonando cada una de ellas con 25 golpes para el molde de 101.6 mm(4plg) ó 56 golpes para el molde de 152.4 mm (6 plg).
- Luego de terminar la compactación de la última capa, remover el collar y plato y enrasar con ayuda de una regla metálica el exceso que hubiera.

- Realizar el pesado correspondiente y molde. Cuando se deja unido el plato base del molde, determinar y anotar la masa del espécimen, molde y plato base.
- Remover el material del molde, obteniendo la muestra para la determinación de agua dejándolo secar.

**Ecuación 1: Peso unitario Seco.**

$$\rho_m = 100x \frac{(M_t - M_{md})}{V}$$

Donde:

$\rho_m$ =Densidad Humeda del espécimen compactado en (M/m<sup>3</sup>)

$M_t$ =Masa de espécimen húmedo y molde (kg)

$M_{md}$ =Masa de molde de compactación (kg)

$V$ = Volumen del molde de compactación (m<sup>3</sup>)

**Ecuación 2: Densidad seca del espécimen compactado.**

$$\rho_d = \frac{P_m}{1 + \frac{W}{100}}$$

Donde:

$\rho_d$ = Densidad seca del espécimen compactado en (M/m<sup>3</sup>)

$W$ =Contenido de agua (%)

**Ecuación 3: Peso unitario seco del espécimen compactado.**

$$\gamma_d = 9.807 P_d \text{ en KN/m}^3$$

Donde:

$\gamma_d$ =Peso unitario seco del espécimen compactado.

**c) Ensayo de determinación del límite plástico (LP) de los suelos ASTM D-4318, AASHTO T-90**



Este ensayo nos ayuda a la determinación en laboratorio de límite Plástico de un suelo. Denominamos (LP) a la humedad más baja con la que pueden formarse baritas de suelo de 3.2 mm (1/8") de diámetro, obtenido a través de rodar una parte de la muestra en la palma de la mano contra vidrio esmerilado sin que las barras se desmoronen.

- Humedecer una porción de la muestra de suelo.
- Moldear la mitad de una muestra en forma de elipsoide, a continuación, se rueda parte de la muestra humedecida sobre el vidrio esmerilado para formar cilindros.
- En caso que la muestra se llega a desmoronar antes de formar un cilindro se tendrá en cuenta que los suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos, mientras que en suelos plásticos los trozos son muy pequeños.
- Se pesará la muestra y se procederá al cálculo del contenido de humedad luego de pesar la muestra en estado seco.

***Ecuación 4: Contenido de humedad***

$$\omega = \frac{W_{\omega}}{W_s} * 100$$

Donde:

$\omega$ =Contenido de humedad

$W_{\omega}$ = Peso del agua

$W_s$ =Peso del suelo secado en el horno

**d) Ensayo de determinación del límite líquido (LL) de los suelos ASTM D-4318, AASHTO T-89**

Este ensayo nos permite identificar el contenido de humedad expresado en porcentaje de la muestra del suelo.

- Colocar la muestra de suelo pasante por el tamiz # 40 en una vasija y mesclar con 15 -20 ml de agua destilada

**Figura 21:** Muestra de suelo humedecida.



**Fuente:** Anónima

- Luego colocarlo en la copa de casa grande y con ayuda del acanalador dividir la muestra se hace una ranura a lo largo de la muestra de 2mm de ancho

**Figura 22:** Muestra humedecida en la copa de casa grande y división de la muestra con acanalador.



**Fuente:** Anónima

- Luego será necesario golpes entre 30-35 golpes seguidos a una velocidad de dos golpes por segundo
- Tomar una muestra de la parte central con ayuda de una espátula y colocarlo en un recipiente.
- Pesar esta muestra húmeda y luego llevarla a la estufa dejándola secar, una vez hecho esto de calcular el peso seco de la muestra.
- Calcular el contenido de humedad.
- Determinar el Limite Liquido (LL) de cada muestra según el número se golpes y el contenido de humedad, usando la siguiente ecuación:

**Ecuación 5. Limite líquido.**

$$LL = W^n * \left(\frac{N}{25}\right)^{0.121} = KW^n$$

Donde:

N = Número de golpes que causan el cierre de la ranura para el contenido de humedad

Wn = Contenido de humedad del suelo, para N golpes.

K = factor dado en la Tabla A 1.

**Tabla 15: Factor para el límite líquido.**

<b>N (número de golpes)</b>	<b>K (Factor para limite liquido)</b>
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**Fuente:** (UNI, 2006).

➤ **Cálculo del índice de plasticidad (I.P)**

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

**Ecuación 6. Índice de plasticidad.**

$$I.P = L.L - L.P$$

Donde:

L.L=Límite líquido

LP=Límite plástico

e) **Caracterización del suelo patrón**

▪ **Análisis granulométrico**

Se realizó el análisis granulométrico por tamizado del suelo natural (patrón), teniendo como referencia la norma NTP 339.128. Obteniéndose los resultados citados en la tabla siguiente, se observa que el suelo presenta partículas con tamaño máximo nominal de 1", además que las gravas representan un 8.33%, las arenas representan un 23.96% y los finos representa un 67.71%.

**Tabla 16: Análisis Granulométrico, suelo patrón**

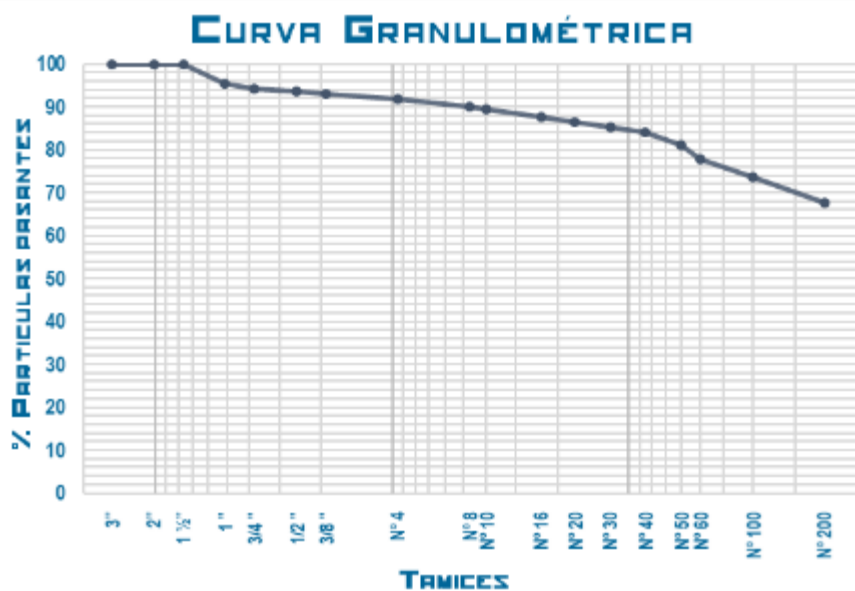
Tamices		Retenido acumulado (%)	Pasante (%)
#	(mm)		
1 1/2"	19.05	0.00	100.00
1"	19.05	4.50	95.50
3/4"	19.05	5.77	94.23
1/2"	12.70	6.45	93.55
3/8"	9.53	6.95	93.05
# 4	4.76	8.33	91.67
# 8	2.36	10.13	89.87
# 10	2.00	10.67	89.33
# 16	1.18	12.39	87.61
# 20	0.85	13.43	86.57
# 30	0.60	14.71	85.29
# 40	0.43	16.01	83.99

# 50	0.30	18.89	81.11
# 60	0.25	22.14	77.86
# 100	0.15	26.54	73.46
# 200	0.08	32.29	67.71
FONDO	-	100.00	0.00

Fuente: Elaboración propia

Consecuentemente, se presenta la siguiente figura que nos muestra la curva granulométrica generada por los datos anteriormente mencionados.

**Figura 23:** Curva Granulométrica, suelo patrón.



Fuente: Elaboración propia

- **Limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad**

De igual manera para determinar el límite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de suelos, se tuvo como referencia la norma NTP 339.129 (2014). Obteniéndose los datos citados en la siguiente tabla.

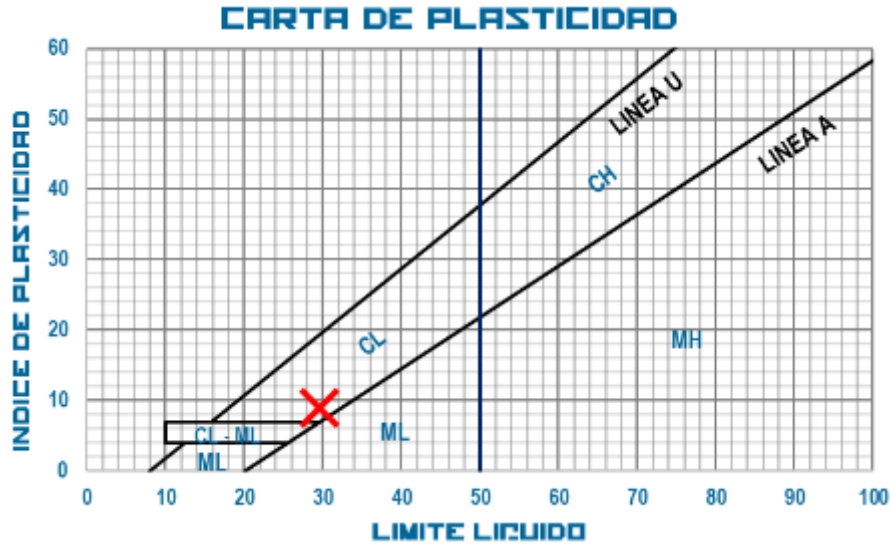
**Tabla 17:** Plasticidad, suelo patrón

Limite liquido	29.52
Limite plástico	20.59
Índice de plasticidad	8.93

Fuente: Elaboración propia

En ese sentido se puede indicar que el suelo presenta plasticidad media, puesto que el valor esta entre el rango de mayor a 7 y menor a 20, característica de los suelos arcillosos. Asimismo, en la siguiente figura se muestra la carta de plasticidad. La cual muestra que el suelo se ubica en un suelo CL (arcilla).

**Figura 24:** Carta de plasticidad, suelo patrón.



Fuente: Elaboración propia

▪ **Clasificación del suelo**

Según los datos recopilados del análisis granulométrico y de la plasticidad de la muestra de suelo, se estableció que el suelo se clasificado como: A-4(0) suelos limosos según AASHTO, y como CL arcilla ligera arenosa según SUCS.

**Tabla 18:** Clasificación de suelo, suelo patrón

Clasificación	Símbolo	Nombre	Índice de grupo
AASHTO	A-4		(0)
SUCS	CL	Arcilla ligera arenosa	

Fuente: Elaboración propia

### 3.7.2. Análisis de datos.

Las técnicas de análisis de datos correspondieron al análisis estadístico inferencial para la determinación de la prueba estadística se plantearon las hipótesis específicas individualmente.

#### **Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:**

Para la contratación de las hipótesis se realizó una comparación de los valores de la muestra convencional y muestra experimental.

**Hipótesis Nula (Ho):**  $\mu_{X1}=\mu_{X2}=\mu_{X3}=\mu_X$  convencional

**Hipótesis Alternativa (Ha):** Existe al menos un  $i/ \mu_{Xi} \neq \mu_X$  convencional

Donde  $\mu_{Cc}$ , es la media de la propiedad analizada

#### **Prueba estadística**

Como la variable respuesta es cuantitativa y hay una variable independiente llamado también factor de tipo categórica ordinal y lo que se quiere probar es si hay mejora de manera significativa de los factores en la variable respuesta, entonces estamos hablando de un diseño factorial de un factor con 2 niveles, sin embargo se realizó una agrupación de los factores llamado diseños, dando como resultado un nuevo factor con 4 grupos o diseños, con 3 datos para cada grupo con diferentes dosificaciones con adición de base seal, por consiguiente si cumple el supuesto de normalidad, para probar las hipótesis se utilizará el análisis de varianza ANOVA de un factor

#### **Requisitos del ANOVA**

Los requisitos del anova consisten en probar los supuestos de normalidad mediante la prueba de Shapiro Wilk y asimismo probar la igualdad de varianzas a través de la prueba de Levene. Los resultados de los supuestos de normalidad y los resultados de las pruebas de hipótesis se realizaron en el programa SPSSv.25.

Si es que no se cumple el supuesto de normalidad, se tendrá que aplicar la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

## Consideraciones de las pruebas

- Las pruebas de Hipótesis se realizarán por cada ensayo
- Para todas las pruebas mencionadas se asumirá un valor de significancia de 0.05 y se aceptara la hipótesis nula si el valor de significancia de la prueba realizada es mayor al valor de significancia asumido.

## Prueba de supuesto normalidad de los datos

Planteamiento de la hipótesis:

*Ho: Los datos provienen de una distribución normal.*

*Ha: Los datos no provienen de una distribución normal.*

**Figura 25:** Prueba de normalidad de datos de contenido de humedad

Pruebas de normalidad							
	% de base seal	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Contenido de humedad	Muestra convencional	,175	3	.	1,000	3	1,000
	3% de base seal	,292	3	.	,923	3	,463
	5% de base seal	,253	3	.	,964	3	,637
	7% de base seal	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, los valores de significancia son mayores al 0.05 para todos los datos, por ende, aceptamos la hipótesis nula y se concluye que todos los datos para cada muestra siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

**Figura 26:** Prueba de normalidad de datos de densidad del suelo

Pruebas de normalidad							
	% de base seal	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Densidad seca del suelo cohesivo	Muestra convencional	,253	3	.	,964	3	,637
	3% de base seal	,292	3	.	,923	3	,463
	5% de base seal	,175	3	.	1,000	3	1,000
	7% de base seal	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia



Según los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, los valores de significancia son mayores al 0.05 para todos los datos, por ende, aceptamos la hipótesis nula y se concluye que todos los datos para cada muestra siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

**Figura 27:** Prueba de normalidad de datos de capacidad de soporte del suelo

Pruebas de normalidad							
	% de base seal	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Capacidad de soporte del suelo	Muestra convencional	,253	3	.	,964	3	,637
	3% de base seal	,292	3	.	,923	3	,463
	5% de base seal	,253	3	.	,964	3	,637
	7% de base seal	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

**Fuente:** Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, los valores de significancia son mayores al 0.05 para todos los datos, por ende, aceptamos la hipótesis nula y se concluye que todos los datos para cada muestra siguen una distribución normal con un nivel de significancia del 5%.

### Prueba del supuesto de Homogeneidad para datos de contenido de humedad:

Planteamiento de la hipótesis:

*Ho: Si existen igualdad de varianzas entre los grupos*

*Ha: No existe igualdad de varianzas entre los grupos*

**Figura 28:** Homogeneidad de varianzas de datos de contenido de humedad

Prueba de homogeneidad de varianzas					
Contenido de humedad		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
		Se basa en la media	1,173	3	8
Se basa en la mediana	,306	3	8	,821	
Se basa en la mediana y con gl ajustado	,306	3	4,800	,821	
Se basa en la media recortada	1,093	3	8	,406	

**Fuente:** Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que el valor de significancia (sig) es mayor a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe igualdad de varianzas entre los diseños, con un nivel de significancia del 5%.

**Figura 29:** Homogeneidad de varianzas de datos de densidad del suelo

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Densidad seca del suelo cohesivo	Se basa en la media	,181	3	8	,906
	Se basa en la mediana	,078	3	8	,970
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,078	3	6,964	,970
	Se basa en la media recortada	,172	3	8	,913

**Fuente:** Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que el valor de significancia (sig) es mayor a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe igualdad de varianzas entre los diseños, con un nivel de significancia del 5%.

**Figura 30:** Homogeneidad de varianzas de capacidad de soporte del suelo

		Prueba de homogeneidad de varianzas			
		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Capacidad de soporte del suelo	Se basa en la media	4,044	3	8	,051
	Se basa en la mediana	1,571	3	8	,271
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	1,571	3	3,114	,355
	Se basa en la media recortada	3,832	3	8	,057

**Fuente:** Elaboración propia

Según los resultados de la prueba de Homogeneidad de varianzas de Levene, que se basa en la media indican que el valor de significancia (sig) es mayor a 0.05, por lo tanto, no rechazamos la hipótesis nula y concluimos que existe igualdad de varianzas éntrelas muestras, con un nivel de significancia del 5%.

## CAPÍTULO IV

### ANÁLISIS DE RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de resultados del primer objetivo específico

Con respecto al primer objetivo planteado: “Analizar la alteración del aditivo base seal en la humedad óptima en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante”, se analizó la variación del contenido de humedad de los suelos, realizándose el ensayo de Proctor modificado (NTP 339.141). De esta forma, la siguiente tabla muestran los valores resultantes. Observándose, que el OCH es 13.51% en el suelo patrón, mientras que al agregar 3% de base seal es 13.44%, al agregar 5% de base seal es 13.25% y al agregar 7% de base seal es 14.97%.

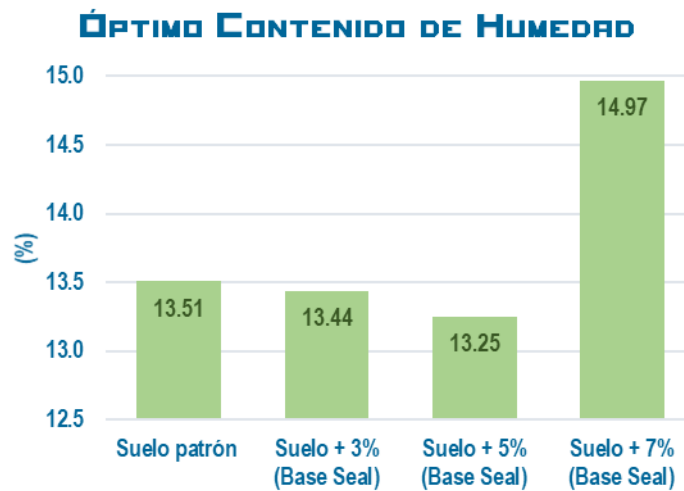
**Tabla 19:** Óptimo contenido de humedad de los suelos

Tipo de suelo	Valor obtenido (%)	Variación
Suelo patrón	13.51	0.00%
Suelo + 3% (Base Seal)	13.44	-0.52%
Suelo + 5% (Base Seal)	13.25	-1.92%
Suelo + 7% (Base Seal)	14.97	+10.81%

**Fuente:** Elaboración propia

Además, se elaboró la siguiente figura para comprender claramente la conducta de esta cualidad, apreciándose como el OCH muestra una tendencia convexa al emplear el aditivo base seal. Lo que significa una mejor adhesión y cohesión del suelo.

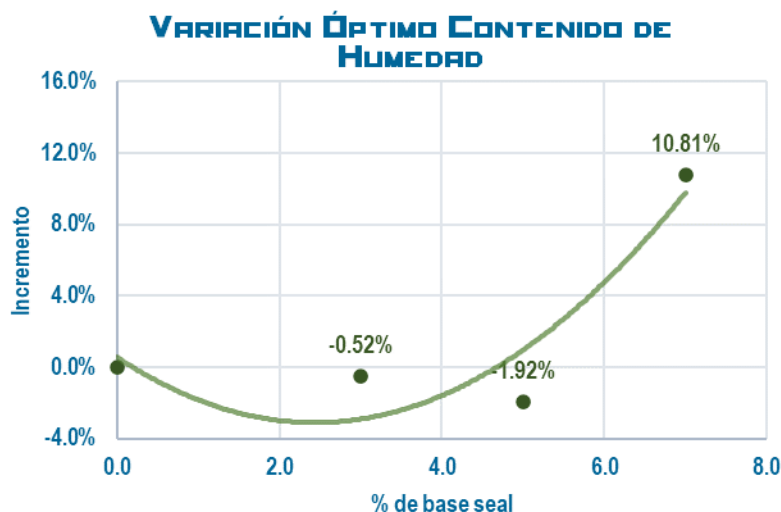
**Figura 31:** Óptimo contenido de humedad de los suelos.



**Fuente:** Elaboración propia

También, se presenta la siguiente figura las variaciones porcentuales (en relación a la muestra convencional) que se presentan en esta característica, al emplearse el aditivo en las dosificaciones indicadas. Siendo los incrementos del 0.91%, 0.97% y del 0.86% al emplear 3%, 5% y 7% de base seal respectivamente.

**Figura 32:** Variación del óptimo contenido de humedad.



Fuente: Elaboración propia

#### 4.2. Análisis de resultados del segundo objetivo específico

En relación al segundo objetivo planteado: “Determinar la intervención del aditivo base seal en la densidad de compactación en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante”, se realizó el análisis de la densidad de los suelos, ejecutándose el ensayo de Proctor modificado, según la NTP 339.141. En ese sentido, el suelo patrón fue afectado al emplear el aditivo base seal en las dosificaciones de 3%, 5% y 7%. Observándose, que el suelo patrón es la muestra el valor más bajo, puesto que la densidad es de 1.862 gr/cm<sup>3</sup>, mientras que al agregar 3% de base seal es de 1.879 gr/cm<sup>3</sup>, al agregar 5% de base seal es de 1.880 gr/cm<sup>3</sup> y al agregar 7% de base seal es de 1.878 gr/cm<sup>3</sup>.

**Tabla 20:** Máxima densidad seca de los suelos

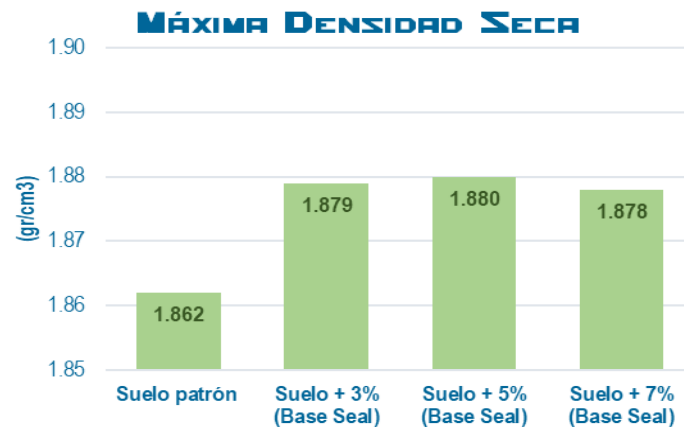
Tipo de suelo	Valor obtenido (gr/cm <sup>3</sup> )	Variación
Suelo patrón	1.862	-
Suelo + 3% (Base Seal)	1.879	+0.91%
Suelo + 5% (Base Seal)	1.880	+0.97%
Suelo + 7% (Base Seal)	1.878	+0.86%

Fuente: Elaboración propia

Para una mejor comprensión del comportamiento de esta característica se elaboró la siguiente figura, donde se aprecia con claridad como la densidad del suelo se

eleva de forma mínima al emplear el aditivo base seal. Lo que significa una mejor adhesión y cohesión del suelo.

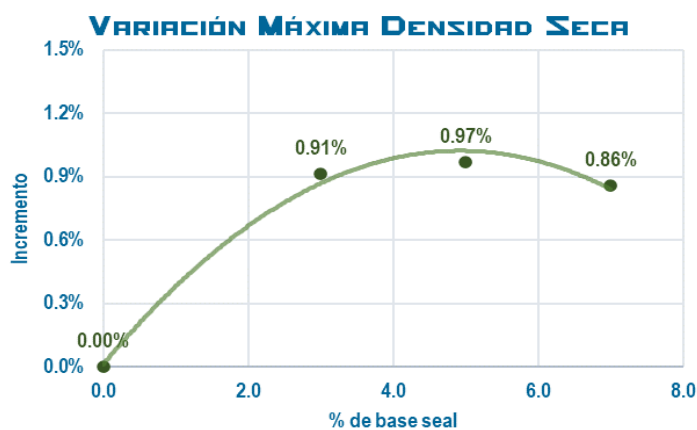
**Figura 33:** *Máxima densidad seca de los suelos.*



**Fuente:** Elaboración propia

Además, la siguiente figura, nos presenta las variaciones porcentuales (en relación a la muestra convencional) que se presentan en esta característica, al emplearse el aditivo en las dosificaciones indicadas. Siendo los incrementos del 0.91%, 0.97% y del 0.86% al emplear 3%, 5% y 7% de base seal respectivamente.

**Figura 34:** *Variación de la máxima densidad seca.*



**Fuente:** Elaboración propia

#### 4.3. Análisis de resultados del tercer objetivo específico.

En cuanto al tercer objetivo planteado: “Analizar la incidencia del aditivo base seal en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante”,

Seguidamente, se realizó el ensayo de CBR, teniendo como referencia la norma NTP 399.145. Este ensayo fue para establecer el valor cuantitativo del CBR, característica la cual es principal para el diagnóstico estructural del suelo.

En ese contexto la tabla siguiente muestra los valores de CBR al 95% y 100% de su máxima densidad seca. Indicándose que al 100% el suelo patrón obtuvo 8.3%, al emplearse 3% de base seal se obtuvo 12.9%, al emplearse 5% de base seal se obtuvo 14.0% y al emplearse 7% de base seal se obtuvo 11.9%. Igualmente, al 95% el suelo patrón obtuvo 5.1%, al emplearse 3% de base seal se obtuvo 8.4%, al emplearse 5% de base seal se obtuvo 11.6% y al emplearse 7% de base seal se obtuvo 9.8%. Ambas tendencias se comportan como una curva cóncava puesto que tienden a incrementarse hasta la última muestra donde los valores se reducen.

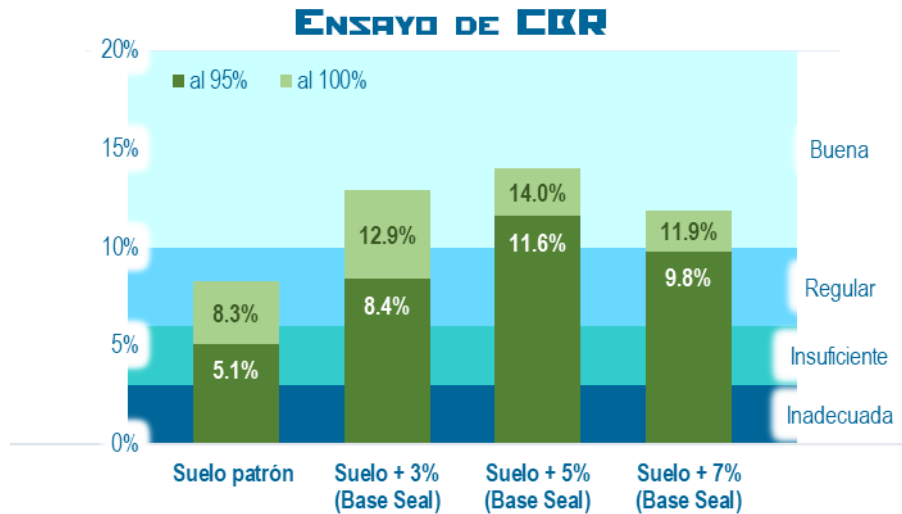
**Tabla 21:** Valor de CBR de los suelos

Muestra	al 95% (%)	al 100% (%)	Variación (CBR al 95%)
Suelo patrón	5.1	8.3	0.00%
Suelo + 3% (Base Seal)	8.4	12.9	64.71%
Suelo + 5% (Base Seal)	11.6	14.0	127.45%
Suelo + 7% (Base Seal)	9.8	11.9	92.16%

**Fuente:** Elaboración propia

Los valores obtenidos al 95% de MDS indican cual sería clasificaría el suelo, esta se representa de forma gráfica en la siguiente figura. El suelo patrón es una subrasante insuficiente, razón por la cual necesita de un proceso de estabilización de suelo (el objeto de la presente investigación), al emplearse el aditivo base seal el suelo es: una subrasante regular en las dosificaciones de 3% y 7%, y el suelo es una subrasante buena en la dosificación de 5%.

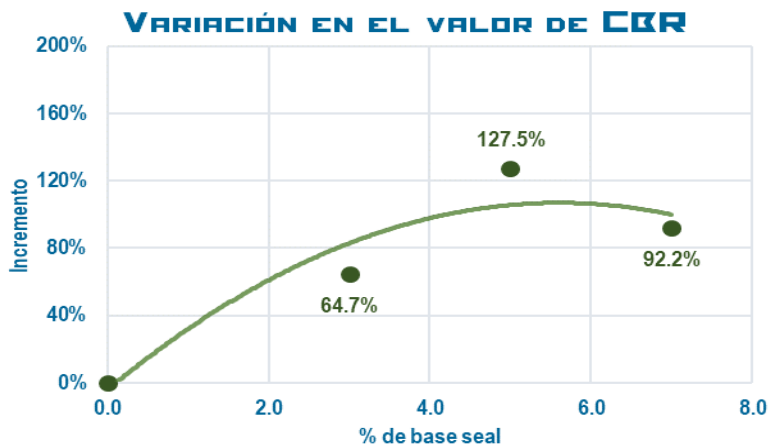
**Figura 35: Valor de CBR de los suelos**



Fuente: Elaboración propia

Por último, en la figura siguiente se representa el comportamiento que presenta el valor de CBR al 95% de MDS al emplearse el aditivo base seal en el suelo patrón. Observándose un incremento del 64.7% al 3% de base seal, un incremento del 127.5% al 5% de base seal y un incremento del 92.2% al 7% de base seal.

**Figura 36: Variación del valor de CBR**



Fuente: Elaboración propia



#### 4.4. Contrastación de hipótesis

##### 4.5.1. Hipótesis específico 1

La incidencia de la aplicación del aditivo base seal tiene relación directa en la humedad optima de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

##### Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis

**Hipótesis Nula (Ho):** La incidencia de la aplicación del aditivo base seal no tiene relación directa en la humedad optima de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

$$\mu_{H1}=\mu_{H2}=\mu_{H3}= \mu_H \text{ convencional}$$

**Hipótesis Alterna (Ha):** La incidencia de la aplicación del aditivo base seal tiene relación directa en la humedad optima de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

Existe al menos un  $i/ \mu_{Hi} \neq \mu_H$  convencional

Donde  $\mu_{Hc}$ , es la media de la humedad del suelo

##### Prueba de hipótesis por estadístico de Kruskal Wallis

Una vez probado los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del ANOVA de un factor.

**Figura 37:** Anova de un factor datos de contenido de humedad

ANOVA					
Contenido de humedad	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5,646	3	1,882	8686,295	,000
Dentro de grupos	,002	8	,000		
Total	5,648	11			

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor

a 0.05, al rechazar la hipótesis nula y al aceptar la hipótesis alterna se concluye que La incidencia de la aplicación del aditivo base seal tiene relación directa en la humedad óptima de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

#### 4.5.2. Hipótesis específico 2

La dosificación es óptima de la aplicación del aditivo base seal en la densidad de compactación de suelos cohesivos a nivel de la subrasante

##### **Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:**

Para la contratación de esta hipótesis se realizó una comparación de los valores de la densidad de compactación de suelos cohesivos obtenido de la muestra convencional y muestra experimental.

**Hipótesis Nula (Ho):** La dosificación no es óptima de la aplicación del aditivo base seal en la densidad de compactación de suelos cohesivos a nivel de la subrasante

$$\mu_{D1}=\mu_{D2}=\mu_{D3}= \mu_D \text{ convencional}$$

**Hipótesis Alterna (Ha):** La dosificación es óptima de la aplicación del aditivo base seal en la densidad de compactación de suelos cohesivos a nivel de la subrasante

Existe al menos un  $i/ \mu_{Di} \neq \mu_D$  convencional

Donde  $\mu_{Dc}$  =, es la media de la densidad del suelo

##### **Prueba de hipótesis por estadístico de Kruskal Wallis**

Una vez probado los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del ANOVA de un factor.

**Figura 38:** Anova de un factor datos de densidad seca del suelo

ANOVA					
Densidad seca del suelo cohesivo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,001	3	,000	70,325	,000
Dentro de grupos	,000	8	,000		
Total	,001	11			

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig. de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, al rechazar la hipótesis nula y al aceptar la hipótesis alterna se concluye que la dosificación es óptima de la aplicación del aditivo base seal en la densidad de compactación de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

#### 4.5.3. Hipótesis específico 3

El aditivo base seal influye positivamente en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante

##### **Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis:**

Para la contratación de esta hipótesis se realizó una comparación de los valores de la capacidad de soporte de suelos cohesivos obtenido de la muestra convencional y muestra experimental.

**Hipótesis Nula (Ho):** El aditivo base seal no influye positivamente en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante

$$\mu_{CBR1} = \mu_{CBR2} = \mu_{CBR3} = \mu_{CBR} \text{ convencional}$$

**Hipótesis Alterna (Ha):** El aditivo base seal influye positivamente en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante

$$\text{Existe al menos un } i / \mu_{CBRi} \neq \mu_{CBR} \text{ convencional}$$

Donde  $\mu_{CBRc}$  =, es la media de la capacidad de soporte del suelo

Una vez probado los supuestos de normalidad y homogeneidad de las varianzas procedemos a probar la hipótesis del investigador a través del ANOVA de un factor.

**Figura 39:** Anova de un factor de capacidad de resistencia del suelo

ANOVA					
Capacidad de soporte del suelo					
	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	59,152	3	19,717	2628,999	,000
Dentro de grupos	,060	8	,008		
Total	59,212	11			

**Fuente:** Elaboración propia

Los resultados de la prueba indican que, con un nivel de significancia del 5%, existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis del investigador, debido a que el valor sig de la prueba entre grupos o diseños es igual a 0.000 y es menor a 0.05, al rechazar la hipótesis nula y al aceptar la hipótesis alterna se concluye que el aditivo base seal influye positivamente en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **5.1. Discusión de resultados con antecedentes**

En relación al primer objetivo específico, Miranda Jarrin & Negrete Olives (2015) en su investigación presentan el análisis del cloruro de calcio, concluyeron que la absorción del agua por el suelo no se ve afectada por el aumento del agente estabilizante. Mientras que los resultados alcanzados en esta investigación indican que los valores de humedad óptima son directamente afectados por el aditivo base seal. Siendo la humedad óptima de la muestra patrón igual a 13.51%, mientras que las muestras estabilizadas presentaron valores que variaron en un -0.52%, en un -1.92% y en un +10.81%. La humedad óptima representa un gasto directo en el proceso de estabilización, ya que representa el volumen de agua necesario, en ese sentido la muestra que supone menos costo, puesto que presento el menor valor es la muestra de suelo con 5% de base seal. Los valores obtenidos varían de forma modesta lo que debe ser a causa de la composición del suelo y el tamaño de sus partículas, no obstante, el uso del aditivo base seal afecta esta cualidad a diferencia de lo indicado por Miranda Jarrin & Negrete Olives (2015). Por otro lado, el autor Gavilanes Bayas (2018), en su investigación indico

que una disminución del contenido óptimo de humedad es ventajosa puesto que esto se traduce en una disminución de los costos de construcción.

Con respecto al segundo objetivo específico, Martínez Chávez (2019) sostiene que el empleo de un agente estabilizante de naturaleza organosilano aumenta la densidad del suelo ligeramente, lo que concuerda con lo obtenido a través del ensayo de Proctor modificado que proporcionó los valores de máxima densidad seca, que en el proceso de estabilización de suelos son importantes puesto que suponen la densidad de compactación y de humedad óptima. La utilización del aditivo base seal en el suelo de estudio provocó que los valores de densidad de compactación aumentan de forma mínima. Puesto que la muestra patrón presentó una densidad de  $1.862 \text{ gr/cm}^3$ , y las muestras estabilizadas presentaron valores mayores en un +0.91%, +0.97% y +0.86%. Siendo la muestra de suelo con 5% de base seal el suelo que alcanzó la mayor densidad en la presente investigación. Además, se puede indicar que las densidades si son coherentes puesto que son valores relativamente altos, ya que existe gran presencia de partículas pequeñas. Esto en comparación a lo encontrado en la investigación de Castillo Briceño (2018), que en sus resultados indicó que los suelos estudiados presentaron una MDS variable entre 1.3 y  $1.7 \text{ gr/cm}^3$ , valores que, en comparación a los obtenidos en la presente investigación, estos son significativamente menores.

Finalmente, en cuanto al tercer objetivo específico, Martínez Chávez (2019), que concluyó que el porcentaje de CBR se comporta de manera directamente proporcional al contenido del agente estabilizante (aditivo), lo que es coherente con esta investigación, puesto que el análisis de los resultados de laboratorio, indican que los valores de CBR de los suelos que emplearon base seal son mayores al CBR del suelo patrón. Mostrándose, la muestra patrón con 5.3%, mientras que las muestras afectadas con el aditivo base seal presentan aumentos del +64.71%, del +127.45% y +92.16%. La muestra de suelo con 5% de base seal presentó el valor más alto de CBR, mejora que supera el 125% en relación a la muestra de suelo convencional, este valor es inferior a lo obtenido en la investigación de Ravines Marino (2010), que en sus resultados estableció que la mejora del CBR equivale a un 200%. Sin embargo, de forma colectiva estos

resultados concuerdan con lo alcanzado en la investigación de Castillo Briceño, (2018) que indica que el proceso de estabilización de suelos con aditivo seal si mejora las propiedades mecánicas del suelo en estudio.

Según los resultados expuesto, y el análisis de las propiedades realizado. Se puede indicar que la dosis de aditivo que genera la mejora de cualidades más optima, practica y beneficiosa es la de 5% de base seal (además que cumple satisfactoriamente los requerimientos técnicos establecidos por el MTC). Puesto que la muestra en estudio mostró la mayor densificación del suelo asimismo que el mayor porcentaje de CBR lo que supondría un mejor desenvolvimiento estructural del suelo como subrasante, además que mostró la menor humedad optima de compactación lo que representaría un menor costo en la aplicación del proceso de estabilización del suelo.

## CONCLUSIONES

- El aditivo base seal es una excelente alternativa como aditivo para la estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante puesto que mejora de forma favorable y relevante las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- La aplicación del aditivo base seal en suelos cohesivos rige directamente humedad optima de compactación, puesto que esta propiedad presenta variaciones al aumentar el contenido del aditivo, ya que se observa que al 5% de base seal la humedad se reduce en un -1.92% (OCH=13.25) en comparación al suelo patrón (OCH=13.51%).
- La dosis de base seal del 5% del peso total, provocó un incremento en la densificación del suelo cohesivo a nivel de subrasante, mejorando la cohesión de las partículas, debido a que la muestra con aditivo representa un incremento del +0.93% (MDS=1.880 gr/cm<sup>3</sup>) en contraste del suelo patrón (MDS=1.862 gr/cm<sup>3</sup>).
- El aditivo base seal influye positivamente en la capacidad de soporte (CBR) en la estabilización de suelos positivos a nivel de subrasante, puesto que el aditivo en la dosis de 5% en relación al peso total, provoca que el CBR se incrementó en un +127.45% (CBR=11.6%, “subrasante buena”) en comparación al suelo patrón (CBR= 5.1%, “subrasante insuficiente”).



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda la estabilización de suelos cohesivos con gran presencia de finos empleando el aditivo de base seal en la dosis de 5% del peso total, puesto que se ha demostrado una gran mejora de las propiedades del suelo.
- Se recomienda considerar uso de un aditivo diferente al de base seal, para lograr disminuir la humedad de compactación de forma significativa, ya que el aditivo base seal no demuestra influencia relevante.
- Se recomienda la estabilización de base seal en suelos cohesivos, puesto que aumenta la densidad del suelo, logrando así mejorar su comportamiento estructural.
- Se recomienda el uso del aditivo base seal para la estabilización de suelos empleadas en carreteras, puesto que se llega a alcanzar valores que califican al suelo como subrasante buena, para tales fines.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. **Angelone, Silvia y Garibay, María Teresa. 2006.** Permeabilidad de suelos. Facultad de ciencias exactas, ingeniería y agrimensura, Universidad nacional de rosario. 2006.
2. **Aguilar Castañeda, Catherine Gisella y Borda Riveros, Yeraldin. 2015.** Use of polymers in soil stabilization. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Santo Tomás. Bogotá : s.n., 2015. Tesis de Pregrado.
3. **Alatraste Cruz, Pablo Jhonny. 2018.** Aplicación del diseño del MTC 2014 para optimizar la transitabilidad vehicular en pavimentos rígidos. Proyecto Plazas de peaje Vía Expresa Línea Amarilla - Lima, 2018.". Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
4. **Altamirano Navarro, Genaro José y Díaz Sandino, Axell Exequiel. 2019.** Estabilización de suelos cohesivos por medio de Cal en las Vías de la comunidad de San Isidro del Pegón, municipio Potosí- Rivas. Facultad de Ciencias e Ingenierías, Universidad Nacional Autonomía de Nicaragua. Managua : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
5. **Angelone, Silvia y Pablo, Torres. 2014.** soil permeability. s.l. : Segunda edición, 2014.
6. **Angulo Roldán, Mariselva: Zavaleta Papa, Cintia Nicol. 2020.** Estabilización de suelos arcillosos con cal para el mejoramiento de las propiedades físico - mecánicas como capa de rodadura en la prolongación Navarro Cauper, Distrito San Juan - Maynas - Iquitos, 2019. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Científica del Perú - UCP. San Juan Bautista : s.n., 2020. Tesis de Prwgrado.
7. **Anonimo. 2011.** Subgrade Characteristics. 2011. Recopilación.
8. **Bernal, Blanco y Villalpando. 2010.** Metodología de la investigación. 2010.
9. **Carrasco Diaz, Sergio. 2006.** Metodología de la investigación científica. Lima : San Marcos, 2006.
10. **Castillo Benites, Fiorela de Fatima y Solano Varas, Yosmer Russbel. 2021.** Estabilizacion de suelos con uso de aditivos químicos del camino vecinal Pampas

de Cochaya - Mache-Otuzco-La libertad. Facultad de Ingeniería, Universidad privada anterior Orregon. 2021. pág. 106, Tesis de pregrado.

11. **Castillo Briceño, Paola Emperatriz. 2018.** Influencia de la aplicación de aditivos químicos en la estabilización de suelos cohesivos para uso como subrasante mejorada de pavimentos entre los sectores Calamarca – Huaso, la Libertad, 2018. Escuela de Ingeniería, Universidad Privada del Norte. 2018. Tesis de Pregrado.
12. **Comeca Chuquipul, Miguel, y otros. 1981.** Estabilización de suelos. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Ciudad Universitaria : s.n., 1981.
13. **Del Castillo Benites, Fiorella de Fátima y Solano varas, Yosmer Russbel. 2021.** Estabilización de suelos con uso de aditivos químicos del camino vecinal Pampas de Cochaya, Olaya - Mache - Otuzco - La Libertad. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Privada Anterior Orrego. Trujillo : s.n., 2021. Tesis de Pregrado.
14. **Espinoza Montes, Ciro. 2010.** Metodología de la investigación tecnológica. Huancayo : Imagen grafica SAC, 2010.
15. **EUCLID GROUP TOXEMENT. 2018.** concrete admixtures. Tocancipa : s.n., 2018. pág. 20, Ficha técnica.
16. **Fernandez Collado, Carlos, Baptista Lucio, Pilar y Hernandez Sampieri , Roberto. 2014.** Metodología de la Investigación. s.l. : Mc Graw Hill, 2014. pág. 634.
17. **Fiallos Condo, Jéssica Tatiana. 2016.** Análisis comparativo de la extabilización de un suelo cohesivo (arcilloso) per tres metodos quimicos cal, cloruro de calcio y sulfato de calcio (yeso). facultad de ingeniería civil y mecanica, Universidad Técnica de Ambato. Ambato : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
18. **Gavilanes Bayas, Erick Giovanni. 2018.** Estabilización y Mejoramiento de Sub-Rasante Mediante Cal Y Cemento Para Una Obra Vial en el Sector de Santos Pamba Barrio Colinas del Sur. Escuela de Ingsenieria Civil, Universidad internacional de Ecuador. Quito : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
19. **Giraldo Huertas, Juan José. 2016.** Manual para los seminarios de Investigación en Psicología. 2016.

20. **Green High Technology. 2010.** Products for soil stabilization. Obras civiles. 2010. Ficha tecnica.
21. Investigation methodology. **Hernández Sampieri, Roberto. 2018.** 2018.
22. **Martinez Chavez, Esther. 2019.** Estabilización de suelos cohesivos con aditivo organosilanos a nivel de subrasante. Facultad de Ingeniería , Universidad Peruana los Andes. Huancayo : s.n., 2019. Tesis de Pregrado.
23. **Méndez Álvarez, Carlos Eduardo. 2020.** Metodología de la Investigación quinta edición. s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.
24. **Miranda Arguello , Fabiloa y Ávila Esquivel , Tania. 2014.** Evaluacion de aditivos quimicos como agentes estabilizadores de materiales granulares y suelos en capas de subrasante para su utilizacion como superficies de rodamiento en carreteras de vajo volumen vehicular. Lavoratirio nacional de materiales y modelos estructurales, Universidad de Costa Rica. San Pedro de Montes de Oca : s.n., 2014. Unidad de materiales y Pavimento.
25. **Miranda Jarrìn, Juan Emilio y Negrete Olives, David Francisco. 2018.** Estabilización de suelos cohesivos con el uso de cloruro de calcio. Facultad de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
26. **MTC. 2014.** Manual de carreteras. suelos ,geología, geotecnia y pavimentos. 2014, pág. 352.
27. New technology for road construction and maintenance. **Yara Sanchez, Camilo Fernando y Capador Sereny, Juan Felipe. 2012.** 2012.
28. **Parra Gómez, Manuel Gerardo. 2018.** Estabilizacion de un suelo con cal y ceniza volante. facultad de ingenieria, universidad catolica de colombia. Bogota : s.n., 2018. Tesis de Pregrado.
29. **Rauno Lopez, Denis Robin. 2018.** Stabilization of cohesive soils by means of volcanic sands and quicklime. Fcultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala : s.n., 2018. Tesis de pregraco.
30. **Ravines Merino, María Alejandra. 2010.** Tests with an enzyme product as soil stabilizer agent for highways. Facultad de ingeniería, Universidad de Piura. Piura : s.n., 2010. pág. 247, Tesis de pregrado.

31. **Riveros Lizana, Percy y Taipe Matamoros, Oscar. 2019.** Analisis comparativo de parametros geomecanicos a partir de ensayos de DLP y triaxiales en suelos cohesivos de la ciudad Universitaria de la univesidad Nacional de Huancavelica,2018. Facultad de ingenieria, Universidad Nacional de Huancavelica. Huancavelica : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
32. **Sanchez Yara, Camilo Fernando y Capador Sereny, Juan Felipe. 2021.** NUEVA TECNOLOGÍA PARA CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE VÍAS. Facultad de Ingeniería Civil, Ubiversidad Piloto de Colombia. Bogotá : s.n., 2021.
33. **Simeon Cañas, Jose. 2007.** Analisis de tamaño de particilas por Tamizado en agregado fino y grueso y determinacion de material mas fino que el tamiz N°200 (75un) en apegado mineral por lavado. Lavoratorio de materiales de construcción, Universidad Centro Americana. San Salvador : s.n., 2007. pág. 15.
34. Soil mechanical resistance to root penetration and storage root shape of sweet potato from the Huamán descriptor. **Pérez, Maiby, y otros. 2016.** 2016, Agronomía Costarricense.
35. **Suarez Diaz, Jaime. 1998.** Landslides and slope stability in tropical areas. s.l. : Publicaciones UIS, 1998.
36. **Tamayo y Tamayo, Mario. 2010.** La investigacion. Santa Fe : ARFO ERITORES LTDA, 2010.
37. **Tirano Martinez, Angie Damiela y César Dario, Moyano Cobos. 2016.** Analysis of the resistance and durability of a soil - cement adding non-biodegradable material polyethylene raschel mesh (Polisomba) recycled in different percentages in relation to the weight of the soil. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Ubiversidad de la Salle. Bogotá : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
38. **UNI. 2006.** Determinación del límite liquido de los suelos. La voratorio de mecanica de suelos, Universida nacional de Ingeniería. 2006.
39. **US army corps ofengineers, Around USACE. 2022.** Corps trains for ‘Super Bowl of disasters’. 2022.
40. **Valdivia Sánchez, Vitmer Lubel. 2017.** Análisis del comportamiento mecánico de mezclas asfálticas en caliente incorporando polímeros SBS en la Av.

Universitaria cuadra 53 al 57- Comas, Lima 2017. Lima, Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2017. Tesis de Pregrado.

41. **Vásquez Vélez, Luz América. 2011.** "Incidencia de los instrumentos de evaluación en el desarrollo de las competencias metacognitivas de los estudiantes del primer año de la facultad de pedagogía, psicología y educación de la universidad católica de cuenca". FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Ambato : s.n., 2011. Tesis Pregrado.

## **ANEXOS**

**Anexo N°01: Matriz de consistencia**



## INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE LA SUBRASANTE

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensione	Indicadores	Metodología
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿De qué manera influye el aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Evaluar la influencia del aditivo base seal en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>El aditivo base seal influye significativamente en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de subrasante.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Aditivo base seal</p>	<p>Dosificación</p> <p>Proporción</p> <p>Densidad</p>	<p>Porcentaje de partículas</p> <p>Porcentaje del cementante</p> <p>Masa entre el volumen</p>	<p><b>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN:</b> Científico.</p> <p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Aplicada.</p> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN:</b> Explicativo</p> <p><b>CUANDO:</b> 2021</p> <p><b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</b> El diseño de investigación utilizará un esquema Experimental, considerando que el análisis a realizar es demostrable en todo el proceso.</p> <p><b>POBLACIÓN Y MUESTRA:</b></p> <p><b>POBLACIÓN.</b> En esta investigación se evaluó una población finita, debido a que fue innegable por el investigador. La población de estudio fue la subrasante de la trocha carrozable del paseo Las Retamas del sector de Palian cuyo tramo está comprendido entre la calle Cucarada hasta la Av. San José, distrito Huancayo, provincia de Huancayo, departamento de Junín.</p> <p><b>MUESTRA:</b> La muestra corresponde al suelo arcilloso natural más 3%, 5% y 7% del aditivo BASE SEAL en el paseo Las Retamas del sector Palian correspondiente al tramo de 170 m del paseo Las Retamas de Palian.</p> <p><b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS:</b> Observación, revisión y análisis de documentos, trabajo en campo, fichas de laboratorio.</p> <p><b>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS:</b> - Estadístico y probabilístico.</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>a) ¿En qué medida altera el aditivo base seal en la humedad óptima en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?</p> <p>b) ¿Cómo interviene el aditivo base seal en la densidad de compactación en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?</p> <p>c) ¿Cuál es la incidencia del aditivo base seal en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante?</p>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a) Analizar la alteración del aditivo base seal en la humedad óptima en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.</p> <p>b) Determinar la intervención del aditivo base seal en la densidad de compactación en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.</p> <p>c) Analizar la incidencia del aditivo base seal en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante.</p>	<p><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>a) La incidencia de la aplicación del aditivo base seal tiene relación directa en la humedad óptima de suelos cohesivos a nivel de la subrasante</p> <p>b) La dosificación óptima de la aplicación del aditivo base seal en la densidad de compactación de suelos cohesivos a nivel de la subrasante</p> <p>c) El aditivo base seal influye positivamente en la capacidad de soporte en la estabilización de suelos cohesivos a nivel de la subrasante</p>	<p><b>Variable dependiente:</b> Estabilización de suelos cohesivos</p>	<p>Contenido de humedad</p> <p>Densidad de compactación</p> <p>CBR</p>	<p>Ensayo de contenido de humedad</p> <p>Proctor Modificado</p> <p>Capacidad de soporte</p>	

## **Anexo N°02: Validación de Instrumentos**

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

- 1.1. Título de la investigación: **INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE LA SUBRASANTE]**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: Ficha de observación

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.																				✓
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																				✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																				✓
4. Organización	Existe una organización lógica																				✓
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																				✓
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				✓
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																				✓
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																				✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				✓
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																				✓

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181

Promedio de valoración: 95 %

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente    b) Deficiente    c) Regular    d) Buena    e) Muy buena

Nombres y apellidos:	<i>Luis Gamarra Espinoza</i>	DNI N°	<i>42627012</i>
Dirección domiciliar:	_____	Teléfono/Celular:	<i>964 46 2 434</i>
Grado académico:	<i>Ing. Civil</i>		
Mención:	_____		

  
 Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181  
**Firma**

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

- 1.1. Título de la investigación: **INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE LA SUBRASANTE**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: **Ficha de observación**

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena				
		0	5	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96	
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado.																			✓		
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																			✓		
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica																			✓		
4. Organización	Existe una organización lógica																				✓	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																			✓		
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				✓	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																				✓	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																			✓		
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				✓	
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																				✓	

  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 75935**

Promedio de valoración: 35 %

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente    b) Deficiente    c) Regular    d) Buena    e) Muy buena

Nombres y apellidos:	<i>Henry Pared Eguivil</i>	DNI N°	90549130
Dirección domiciliar:	_____	Teléfono/Celular:	990906423
Grado académico:	<i>Ing. Civil</i>		
Mención:	_____		

  
**INGENIERO CIVIL**  
**CIP. 75935**  
**Firma**

**FICHA DE VALIDACIÓN  
INFORME DE OPINIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO**

**DATOS GENERALES:**

- 1.1. Título de la investigación: **INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE LA SUBRASANTE.]**
- 1.2. Nombre de los instrumentos motivo de evaluación: **Ficha de observación**

**ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

Indicadores	Criterios	Muy deficiente				Deficiente				Regular				Buena				Muy buena			
		0	6	11	16	21	26	31	36	41	46	51	56	61	66	71	76	81	86	91	96
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado.																				✓
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.																				✓
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia pedagógica.																				✓
4. Organización	Existe una organización lógica																				✓
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.																				✓
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar los instrumentos de investigación																				✓
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos																				✓
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores.																				✓
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico																				✓
10. Pertinencia	Es útil y adecuado para la investigación.																				✓

Promedio de valoración: 95%

**RANDO PORRAS OLARTE**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 87979

OPINIÓN DE APLICABILIDAD: a) Muy deficiente b) Deficiente c) Regular d) Buena e) Muy buena

Nombre y apellidos:	<i>Rando Porras Olarte</i>	DNI N°	<i>20119288</i>
Dirección domiciliar:	_____	Teléfono/Celular:	<i>980251345</i>
Grado académico:	<i>Ingen Civil</i>		
Mención:	_____		

**RANDO PORRAS OLARTE**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 87979

**Anexo N<sup>a</sup>03: Certificado de ensayos**

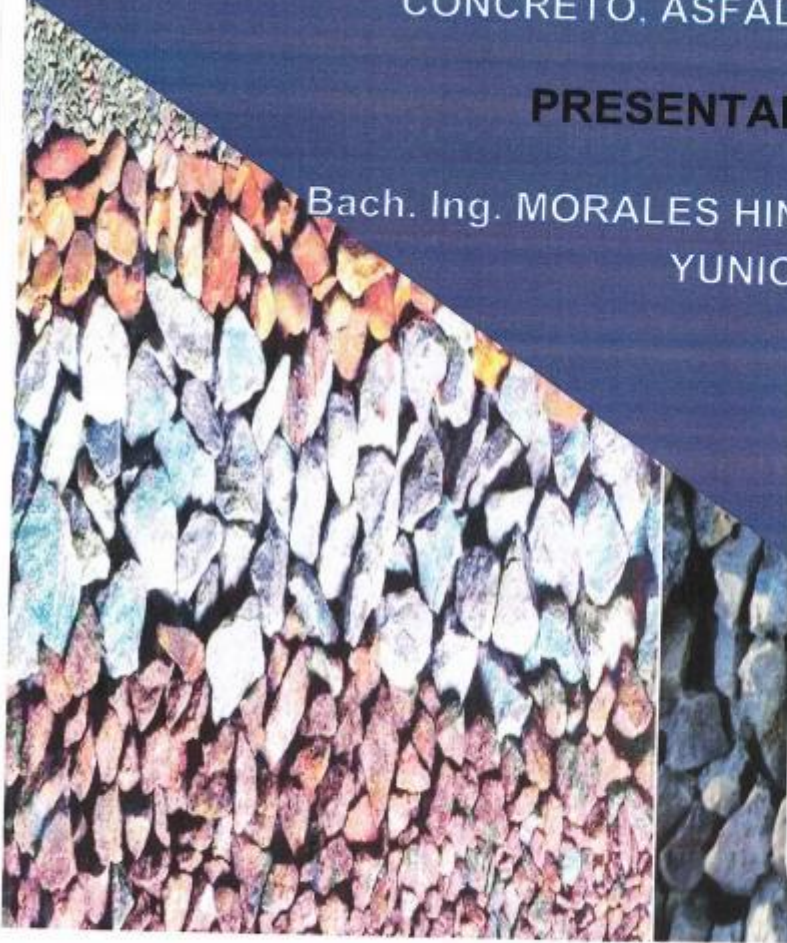


2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,  
CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

PRESENTADO POR:

Bach. Ing. MORALES HINOSTROZA YAMPOL  
YUNIOR



**“INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA  
ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL  
DE SUBRASANTE”**



**GEO TEST V S.A.C.**

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C.

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229





**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto	: INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTES		
Expediente N°	: EXP-84-GEO-TEST-V-2021		
Código de formato	: GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11	Cantera	: --
Peticionario	: MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR	N° de muestra	: M-1
Ubicación	: HUANCAYO - JUNIN	Clase de material	: CL
Estructura	: SUBRASANTE	Fecha de emisión	: Diciembre del 2021
Fecha de recepción	: Julio 2021	Ensayado por	: A.Y.G.

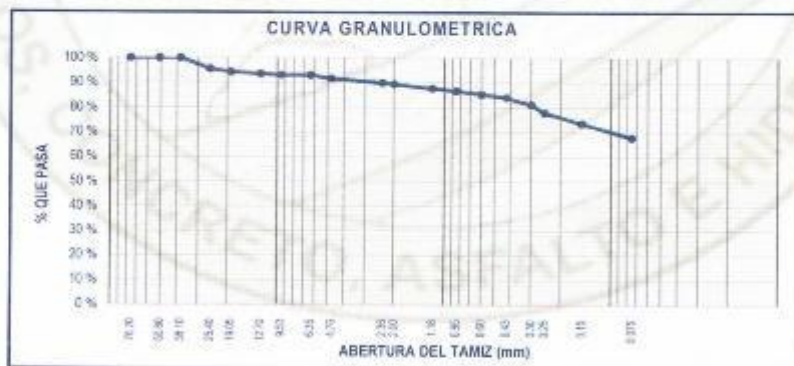
**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**NTP 338.128 (1995)-ASTM D 422-MTC E 107**

Hoja: 01 de 02

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	RETENIDO PARCIAL (%)	RETENIDO ACUMULADO (%)	PASANTE (%)
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	95.50	4.50	4.50	95.50
3/4"	19.05	26.80	1.26	5.77	94.23
1/2"	12.70	14.50	0.68	6.45	93.55
3/8"	9.53	10.50	0.50	6.95	93.05
1/4"	6.35	0.00	0.00	6.95	93.05
N° 4	4.75	29.30	1.38	8.33	91.67
N° 8	2.36	36.10	1.80	10.13	89.87
N° 10	2.00	11.40	0.54	10.67	89.33
N° 16	1.18	36.50	1.72	12.39	87.61
N° 20	0.85	22.10	1.04	13.43	86.57
N° 30	0.60	27.20	1.28	14.71	85.29
N° 40	0.43	27.60	1.30	16.01	83.99
N° 50	0.30	60.90	2.87	18.89	81.11
N° 60	0.25	68.50	3.25	22.14	77.86
N° 100	0.15	93.40	4.41	26.54	73.46
N° 200	0.075	121.80	5.75	32.29	67.71
FONDO		1435.5	67.71	100.00	0.00
TOTAL		2120.00	100.00 %		

GRUPOS SEGUN EL SISTEMA UNIFICADO CLASIFICACION DE SUELOS (SUCS)	
GRAVA	8.33 %
ARENA	23.96 %
FINO	67.71 %
<b>TOTAL</b>	<b>100.00 %</b>

CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (NTP 338.127)	
Código de recipiente	QA-25
Masa de recipiente (g)	44.70 g
Masa de recipiente + suelo húmedo (g)	194.95 g
Masa de recipiente + suelo seco (g)	177.50 g
Masa de agua (g)	17.45 g
Masa de suelo seco (g)	132.80 g
Contenido de humedad %	13.14 %



Simbolo del grupo (SUCS)	=	CL
Nombre del grupo (SUCS)	=	ARCILLA LIGERA ARENOSA
AASHTO	=	A-4 (6)

**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198101

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA GEO  
TEST V. SAC

DIRECCION : JK. GRAU N° 211 - CHILEA E-MAIL : LARGEOTESTV2R@GMAIL.COM  
 (REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERDINAND CRUGG CON AV. LEONARDO PRADG) GEO TEST V @GMAIL.COM  
 CELULAR : 992221181 - 992221191 - 991375093 FAX: 0000000000 RUD : 20200229222



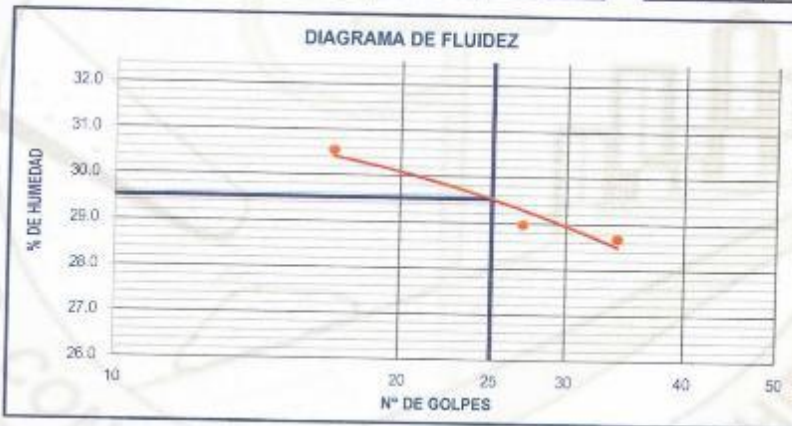
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTES  
 Expediente N° : EXP-84-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : GM-EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN  
 Estructura : SUBRASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Canteras : -  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : CL  
 Fecha de emisión : Diciembre del 2021  
 Ensayado por : A.Y.G.

Hoja: 02 de 02

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS  
NTP 339.129 (2014)-ASTM D.4318-MTC E 110-111

DESCRIPCION	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO	
	177	161	102	70	64
Masa cápsula + Suelo húmedo (g)	45.70	49.00	49.30	22.00	21.10
Masa cápsula + Suelo seco (g)	39.10	41.90	42.10	20.10	19.30
Masa cápsula (g)	17.50	17.40	17.00	10.60	10.80
Masa del agua (g)	6.60	7.10	7.20	1.90	1.80
Masa del suelo seco (g)	21.60	24.50	25.10	9.50	6.50
Contenido de humedad %	30.56 %	28.98 %	28.69 %	20.00 %	21.18 %
Nro. De golpes	17	27	34	I	II



LÍMITE LÍQUIDO	
LL.:	29.52

LÍMITE PLÁSTICO	
LP.:	20.69

ÍNDICE PLÁSTICO	
IP.:	8.93

NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N°002-98 INDECOP-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Pizzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



# Proctor Modificado Convencional

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles.



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC



DIRECCIÓN : JR. ORAZ N° 211 - CHILCA  
E-MAIL : LABGTESTV@GMAIL.COM  
GEO TEST V@GMAIL.COM  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
FACEDOR : GEO TEST V. S.A.S.  
RUC : 20606529229

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE REAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
Expediente N° : EXP-44-GEO-TEST-V-2021  
Codigo de formato : CBR-EX-EN-REV-01/PEDRIA 2021-02-11  
Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YANPOL YUMOR  
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN  
Estructura : SUBRASANTE  
Fecha de recepción : Julio 2021  
Cantera : >  
N° de muestra : M-1  
Clase de material : CONVENCIONAL  
Norma : NTP-ASTM-MTC  
Ensayado por : A.Y.G.  
Fecha de emisión : Diciembre 2021

PROCTOR MODIFICADO  
NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACIÓN				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,571.0	5,705.0	5,782.0	5,876.0
Peso molde (gr.)	3,782.0	3,762.0	3,782.0	3,762.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,809.0	1,943.0	2,000.0	1,914.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	944.5	944.5	944.5	944.5
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.915	2.057	2.118	2.026

HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	92.4	84.0	85.2	71.2
Tara + suelo seco (gr.)	85.5	76.1	58.4	63.7
Peso de agua (gr.)	6.9	7.9	6.8	7.5
Peso de tara (gr.)	17.0	10.7	10.5	17.0
Peso de suelo seco (gr.)	68.5	65.4	47.9	46.7
Humedad (%)	10.07	12.08	14.20	16.06
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.740	1.835	1.854	1.746

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
METODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,762.0
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> )	944.5

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.862
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.51

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm <sup>3</sup> )	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido (%)	-



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART.8.-Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados de sistema de calidad de la entidad que lo produce.

  
Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 196161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA

(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Proctor Modificado  
con adición del 3% de  
Aditivo*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : JR. BRAU N° 211 - CHILCA

E-MAIL : LABGEOTESTV@GMAIL.COM

REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE RUIZO AV.  
FERROVARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO FRADDE

WEBSITE : GEO TEST V. SAC

CÉLULAR : 945225151 - 972831911 - 941375000

FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C

RUC : 20606929229



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO SARE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
Expediente N° : EXP-66-GEO-TEST-V-2021  
Código de formato : CSR-EX-011 REV.3/FECHA 2021-02-11  
Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN  
Estructura : SUBRASANTE  
Fecha de recepción : Julio 2021  
Cantera : -  
N° de muestra : M-1  
Clase de material : ADITIVO AL 3%  
Norma : NTP-ASTM-MTC  
Ensayado por : A.Y.G.  
Fecha de emisión : Diciembre 2021

PROCTOR MODIFICADO  
NTP 329.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,515.0	5,737.0	5,736.0	5,520.0
Peso molde (gr.)	3,760.0	3,760.0	3,760.0	3,760.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,755.0	1,977.0	1,976.0	1,760.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	941.6	941.6	941.6	941.6
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.864	2.100	2.099	1.869

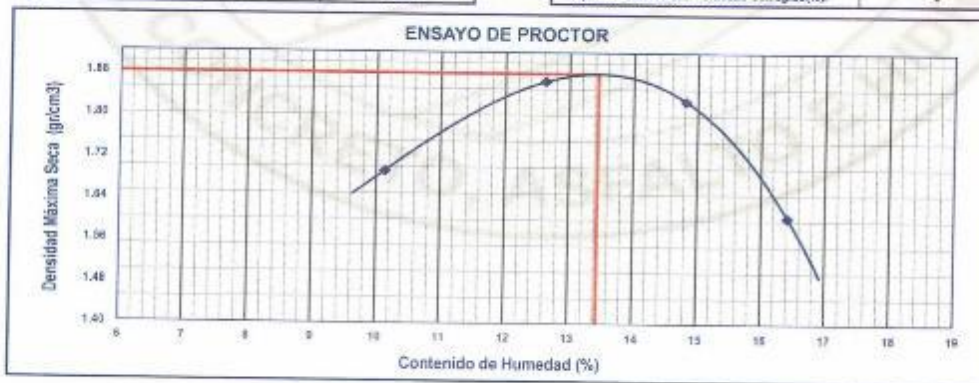
HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	75.6	87.6	67.0	79.7
Tara + suelo seco (gr.)	70.4	79.4	59.6	70.9
Peso de agua (gr.)	5.4	8.2	7.2	8.9
Peso de tara (gr.)	17.1	14.4	11.2	17.3
Peso de suelo seco (gr.)	53.3	65.0	48.6	53.6
Humedad (%)	10.13	12.63	14.81	16.42
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.692	1.864	1.828	1.606

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,760.0
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> )	941.6

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.879
Óptimo Contenido de Humedad (%):	13.44

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



NOTAS:

- 1) Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N° 002-98-INDECOPI-CRT ART 8.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv0@gmail.com](mailto:labgeotestv0@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK: Geo Test V S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

*Proctor Modificado  
con adición del 5% de  
Aditivo*



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : JK. BRAU N° 211 - CHILCA

E-MAIL : LABGEOTESTV2020@GMAIL.COM

IRÉPLA UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
PERROGARRIL CRUCE CON AV. LEONIDO PRADCI

REDFEOT.V@GMAIL.COM

FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C

TELULAR : 999925151 - 972831911 - 991375093

RUC : 20606629209



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BARE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
Expediente N° : EXP-44-GEO-TEST-V-2021  
Codigo de formato : CBR-EX-01 REV 01 FECHA 2021-09-11  
Peticionario : MORALES HINDSTROZA, YAMPOL YUMOR  
Ubicación : HUANCAYO - JUNIN  
Estructura : SUBRASANTE  
Fecha de recepción : Julio 2021  
Cartera : -  
N° de muestra : M-1  
Clase de material : ADITIVO AL 6%  
Norma : NTP-ASTM-MTC  
Ensayado por : A.Y.G.  
Fecha de emisión : Diciembre 2021

PROCTOR MODIFICADO  
NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 115

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,459.0	5,503.0	5,615.0	5,604.0
Peso molde (gr.)	3,614.0	3,614.0	3,614.0	3,614.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,845.0	1,979.0	2,001.0	1,990.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	934.2	934.2	934.2	934.2
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.975	2.118	2.142	2.130

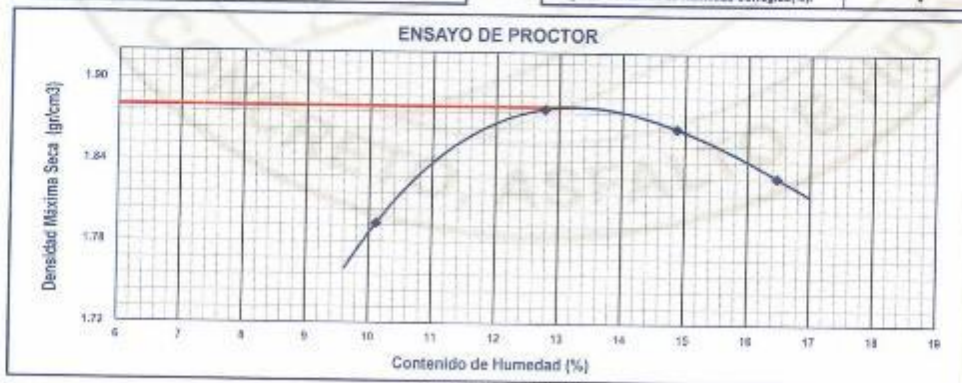
HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	85.5	77.0	86.4	70.0
Tara + suelo seco (gr.)	79.2	70.3	77.4	61.6
Peso de agua (gr.)	6.3	6.8	9.1	8.4
Peso de tara (gr.)	16.9	17.4	16.5	10.6
Peso de suelo seco (gr.)	62.3	52.9	60.9	51.0
Humedad (%)	10.11	12.77	14.87	16.47
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.794	1.879	1.865	1.829

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	6"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,614.0
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> )	934.2

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.860
Óptimo Contenido de Humedad (%)	13.25

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregida (gr/cm <sup>3</sup> )	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido (%)	-



NOTAS:

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-ORT-ARI: 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificaciones del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarrá Espinoza  
INGENIERO CIVIL  
CIP 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Ref: a una cuadra frente al parque Pizo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*Proctor Modificado  
con adición del 7% de  
Aditivo*

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : JR. BRAD N° 211 - CHILDA  
 E-MAIL : LAPROTESTVOR@GMAIL.COM  
 INCE A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUERTO AV.  
 FERRUCARRIL CRUCE CON AV. LLENCO PRADO  
 SECTEST.V@GMAIL.COM  
 DELULAR : 952525181 - 972031911 - 991276093  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 20005529239



LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUREGARANTE  
 Expediente N° : EXP-44-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : CBR-EX-011 REV 01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : SOCIALES HINDOSTROZA, YAMPOL YUMOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNIN  
 Estructura : SUBTASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Cartera : >  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : ADITIVO AL 7%  
 Norma : NTP-ASTM-MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Diciembre 2021

PROCTOR MODIFICADO  
NTP 339.141-ASTM D 1557-MTC E 116

Hoja : 01 DE 01

COMPACTACION				
N° Capas	5	5	5	5
N° Golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5,419.0	5,454.0	5,609.0	5,599.0
Peso molde (gr.)	3,614.0	3,614.0	3,614.0	3,614.0
Peso suelo compactado (gr.)	1,805.0	1,840.0	1,995.0	1,985.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	934.2	934.2	934.2	934.2
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.932	1.970	2.136	2.125

HUMEDAD (%)				
Tara N°	1	2	3	4
Tara + suelo húmedo (gr.)	68.5	65.0	77.8	83.4
Tara + suelo seco (gr.)	63.4	77.5	70.1	74.2
Peso de agua (gr.)	5.1	7.5	7.7	9.2
Peso de tara (gr.)	17.0	17.0	16.6	16.6
Peso de suelo seco (gr.)	46.4	60.5	53.5	57.8
Humedad (%)	10.99	12.40	14.39	15.97
Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.741	1.752	1.867	1.832

DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO			
MÉTODO	A	B	C
TIPO DE MOLDE	4"	4"	6"

CARACTERÍSTICAS DEL MOLDE	
PESO (g)	3,614.0
VOLUMEN (CM <sup>3</sup> )	934.2

RESULTADOS DE PROCTOR	
Máxima Densidad Seca (gr/cm <sup>3</sup> ):	1.878
Óptimo Contenido de Humedad (%):	14.97

RESULTADOS DE PROCTOR CORREGIDO	
Máxima Densidad Seca Corregido (gr/cm <sup>3</sup> ):	-
Óptimo Contenido de Humedad Corregido(%):	-



- NOTAS:
- Muestreo e identificación realizados por el peticionario.
  - El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.
  - Resolución N° 002-98-INDECOPI-CRT-ART.6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificaciones del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
INGENIERO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229





LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JH. ORAZ N° 211 - CHILDA  
 C. MAIL : LABTESTV@GMAIL.COM  
 REF. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROCARRIL GRANDE CON AV. LEONID PRADO  
 GEO TEST V@GMAIL.COM  
 CELULAR : 952525161 - 973031911 - 991375093  
 FACEBOOK : GEO TEST V R.A.C.  
 RUC : 20004500229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
 Expediente N° : EXP-64-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : SUBRASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Cantera : --  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : CONVENCIONAL  
 Norma : NTP-ASTM-MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Diciembre 2021

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 32

**COMPACTACION**

Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12021.0	12119.0	12012.0	11992.0	11912.0	11891.0
Peso de molde (g)	7232.0	7232.0	7389.0	7389.0	7335.0	7335.0
Peso del suelo húmedo (g)	4789.0	4887.0	4623.0	4603.0	4377.0	4356.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2264.0	2264.0	2258.3	2258.3	2276.1	2278.1
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.115	2.159	2.047	2.038	1.921	1.912
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	92.9	80.1	75.4	83.3	85.1	81.1
Peso suelo seco + tara (g)	83.8	72.5	68.5	75.9	76.4	74.1
Peso de tara (g)	15.9	17.1	17.1	16.5	10.3	17.2
Peso de agua (g)	9.1	7.6	6.9	7.4	8.7	7.0
Peso de suelo seco (g)	67.9	55.4	51.4	59.4	66.1	56.9
Contenido de humedad (%)	13.40	13.72	13.42	12.46	13.16	12.30
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.865	1.898	1.805	1.812	1.698	1.703

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/11/2021	2:48pm	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
9/11/2021	2:48pm	24	0.200	0.20	0.17	0.400	0.40	0.33	0.600	0.60	0.50
10/11/2021	2:48pm	48	0.400	0.40	0.33	0.600	0.60	0.50	0.800	0.80	0.67
11/11/2021	2:48pm	72	0.700	0.70	0.58	0.900	0.90	0.67	0.800	0.80	0.67

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.012	2.87			0.010	2.62			0.005	2.01		
0.050		0.029	4.95			0.012	2.87			0.008	2.37		
0.075		0.031	5.19			0.019	3.72			0.012	2.87		
0.100	70.31	0.040	6.29	6.2	8.8	0.021	3.97	4.2	5.0	0.019	3.72	2.7	3.9
0.150		0.051	7.64			0.035	5.68			0.024	4.34		
0.200	105.46	0.068	9.72	10.1	9.6	0.045	6.91	7.6	7.4	0.029	4.95	5.2	4.9
0.250		0.084	11.67			0.067	9.80			0.045	6.91		
0.300		0.093	12.77			0.085	11.79			0.068	8.62		
0.400		0.122	16.31			0.095	13.02			0.067	9.60		
0.500		0.130	17.28			0.101	13.75			0.079	11.08		

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. PRADO N°211-CHILCA  
 E-MAIL : LABORTESTV02@GMAIL.COM  
 1000 A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 PENROCAMIL CRUCE CON AV. LEONCIO PRADO  
 GEO TEST V. SAC  
 TELULAR : 946635151 - 928831911 - 991375003  
 FACEBOOK : GEO TEST V. S.A.C.  
 RUC : 20606929929

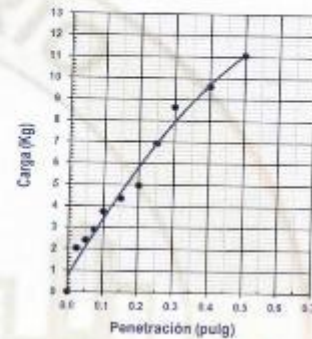
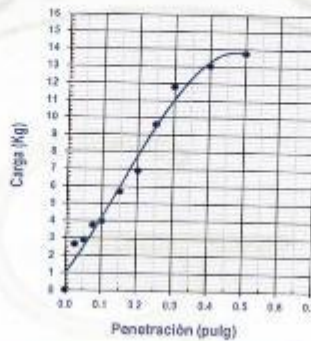
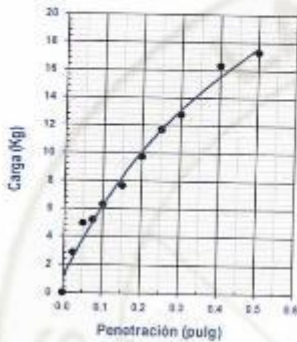


**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
 Expediente N° : EXP-64-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : SUBRASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Cantera : --  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : CONVENCIONAL  
 Norma : NTP-ASTM-MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Diciembre 2021

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
**NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193**

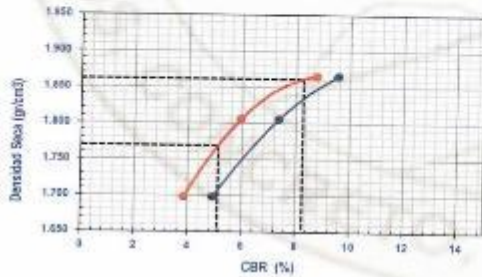
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	8.8 %
CBR (0.2")	9.6 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.865

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	6.0 %
CBR (0.2")	7.4 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.805

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	3.9 %
CBR (0.2")	4.9 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.698



Metodo de compactación : ASTM D1557  
 Maxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.862  
 Optimo contenido de humedad (%) : 13.5  
 95% maxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.789

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	8.3	0.2"	9.4
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	5.1	0.2"	6.4

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 8.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 5.1 (%)

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-96-INDECOPI-RT/ART.5. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**Luis Camarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 196161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*CBR con adición  
del 3% de Aditivo*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. GRAU N° 211 - CHILCA  
 (REF. LA QUADRA FRENTE AL MARQUE PUZO AV. FERROCARRIL BRUDE CON AV. LEONCIO PRADO)  
 CELULAR : 952521151 - 922821911 - 991292093  
 E-MAIL : LABGEOTESTV2@GMAIL.COM  
 : GEO TEST V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C  
 RUC : 2060628920



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
 Expediente N° : EXP-64-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EX-01/REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : SUBRASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Cantera : --  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : ADITIVO AL 3%  
 Norma : NTP-ASTM-MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Diciembre 2021

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Hoja : 01 de 02

**COMPACTACION**

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11867.0	11965.0	11841.0	11915.0	11849.0	11892.0
Peso de molde (g)	7324.0	7324.0	7500.0	7550.0	7515.0	7515.0
Peso del suelo húmedo (g)	4543.0	4644.0	4291.0	4365.0	4334.0	4377.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2125.0	2125.0	2117.7	2117.7	2221.4	2221.4
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.138	2.188	2.028	2.061	1.951	1.970
Tara (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	79.6	111.2	63.7	108.2	81.2	114.8
Peso suelo seco + tara (g)	71.3	95.6	57.3	97.2	73.6	103.1
Peso de tara (g)	11.2	16.7	10.3	17.1	16.4	17.2
Peso de agua (g)	8.3	11.6	5.4	11.0	7.6	11.7
Peso de suelo seco (g)	60.1	82.9	47.0	80.1	57.2	85.9
Contenido de humedad (%)	13.83	13.99	13.57	13.73	13.29	13.36
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.878	1.917	1.784	1.812	1.722	1.735

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
9/11/2021	2.30pm	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
10/11/2021	2.30pm	24	0.150	0.15	0.13	0.380	0.38	0.32	0.560	0.56	0.47
11/11/2021	2.30pm	48	0.360	0.36	0.30	0.570	0.57	0.48	0.740	0.74	0.62
12/11/2021	2.30pm	72	0.670	0.67	0.56	0.760	0.76	0.63	0.740	0.74	0.62

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.013	2.99			0.011	2.74			0.005	2.13		
0.050		0.032	6.31			0.014	3.11			0.009	2.50		
0.075		0.039	6.17			0.021	3.97			0.013	2.99		
0.100	70.31	0.055	8.13	9.0	12.8	0.041	6.42	5.8	8.3	0.020	3.85	4.4	6.3
0.150		0.066	13.02			0.049	7.39			0.045	6.91		
0.200	105.48	0.115	15.45	14.8	14.0	0.068	9.72	9.4	8.9	0.050	7.52	7.5	7.1
0.250		0.125	16.67			0.075	10.57			0.058	8.50		
0.300		0.136	18.01			0.082	11.43			0.069	9.84		
0.400		0.151	19.84			0.092	12.65			0.078	10.94		
0.500		0.165	21.54			0.101	13.75			0.087	12.04		

**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 196161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. GRAD N°211-DHILCA  
 E-MAIL : LABORTESTV02@GMAIL.COM  
 IZC.A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV.  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONIS PRADO  
 GEO TEST V. S.A. S.  
 CELULAR : 95222151 - 972231911 - 991239293  
 RUC : 20606529237

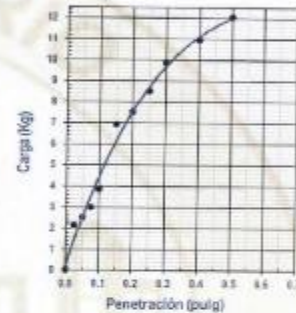
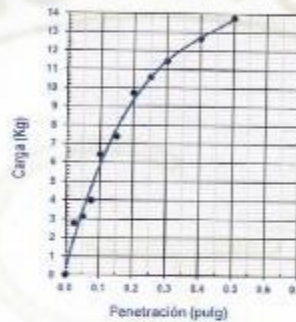
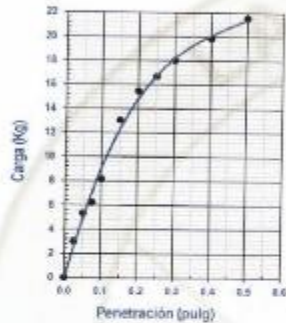


**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
 Expediente N° : EXP-64-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : MORALES HINDSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : SUBRASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Cantera : --  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : ADITIVO AL 3%  
 Norma : NTP-ASTM-MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Diciembre 2021

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

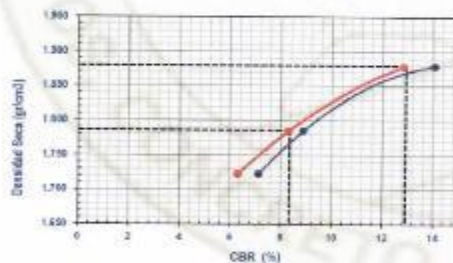
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	12.0 %
CBR (0.2")	14.0 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.878

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	8.3 %
CBR (0.2")	8.9 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.784

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	6.3 %
CBR (0.2")	7.1 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.722



Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.879  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 13.4  
 95% máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.785

CBR al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 12.9 0.2" 14.3  
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 8.4 0.2" 8.9

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 12.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 8.4 (%)

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, así que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-08-INDEF/COPI-CRT-ART.6. Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como evidencia del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**Luis Camarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198181



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
(Ref. a una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V S.A.C



CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229

*CBR con adición  
del 5% de Aditivo*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. PERU N° 21 - CHILCA  
 TEL. 011 4248844 PRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROVIARIO BRUCE CON AV. LEONCIO PRADO  
 CELULAR : 99292191 99282191 991378093  
 E-MAIL : LABORATORIOV2@GMAIL.COM  
 SECTERTV@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.U  
 RUD : 20606929200



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES  
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

**Proyecto** : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACION DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
**Expediente N°** : EXP-64-GEO-TEST-V-2021  
**Codigo de formato** : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
**Peticionario** : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL JUNIOR  
**Ubicación** : HUANCAYO - JUNIN  
**Estructura** : SUBRASANTE  
**Fecha de recepción** : Julio 2021  
**Cantera** : -  
**N° de muestra** : M-1  
**Clase de material** : ADITIVO AL 5%  
**Norma** : NTP-ASTM-MTC  
**Ensayado por** : A.Y.G.  
**Fecha de emisión** : Diciembre 2021

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)  
NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193**

Hoja : 01 de 02

COMPACTACION						
Molde N°	1		2		3	
	5		9		8	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12499.0	12575.0	11862.0	11962.0	11558.0	11816.0
Peso de molde (g)	7961.0	7961.0	7712.0	7712.0	7629.0	7629.0
Peso del suelo húmedo (g)	4538.0	4614.0	4140.0	4250.0	3929.0	4187.0
Volumen del molde (cm3)	2125.0	2125.0	2134.4	2134.4	2126.1	2125.1
Densidad húmeda (g/cm3)	2.136	2.175	1.940	1.991	1.849	1.970
Tara (N°)	---	---	---	---	---	---
Peso suelo húmedo + tara (g)	77.3	85.7	75.7	114.6	80.6	102.0
Peso suelo seco + tara (g)	70.3	75.2	68.9	102.5	82.1	90.5
Peso de tara (g)	17.1	11.7	10.1	17.4	18.0	10.6
Peso de agua (g)	7.1	9.5	7.8	12.1	8.5	11.5
Peso de suelo seco (g)	53.2	54.5	58.8	85.1	64.1	79.9
Contenido de humedad (%)	13.26	14.73	13.27	14.22	13.26	14.39
Densidad seca (g/cm3)	1.885	1.893	1.713	1.743	1.632	1.722

EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/11/2021	2:50pm	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
10/11/2021	2:50pm	24	0.140	0.14	0.12	0.370	0.37	0.31	0.480	0.48	0.40
11/11/2021	2:50pm	48	0.320	0.32	0.27	0.490	0.49	0.41	0.630	0.63	0.53
12/11/2021	2:50pm	72	0.590	0.59	0.49	0.650	0.65	0.64	0.680	0.68	0.57

PENETRACION													
PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1				MOLDE N°2				MOLDE N°3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
Pulgadas	kg/cm2	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.000	0.00			0.000	0.00			0.000	0.00		
0.025		0.015	3.23			0.017	2.87			0.007	2.25		
0.050		0.042	8.54			0.016	3.36			0.010	2.62		
0.075		0.082	7.76			0.025	4.45			0.014	3.11		
0.100	70.31	0.065	9.35	9.9	14.1	0.032	7.75	5.7	9.5	0.023	6.21	4.7	6.7
0.150		0.098	13.38			0.062	8.96			0.048	7.27		
0.200	105.46	0.118	15.82	16.9	16.0	0.075	10.70	10.9	10.3	0.052	7.78	7.8	7.4
0.250		0.155	20.33			0.089	12.28			0.060	8.74		
0.300		0.178	23.13			0.097	13.28			0.070	9.96		
0.400		0.189	24.66			0.115	16.45			0.081	11.31		
0.500		0.224	28.71			0.125	16.67			0.097	13.26		

  
**Luis Gamarra Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : JR. GARRA N° 511 - CHILCA  
 E-MAIL : LABGEOTESTV2020@GMAIL.COM  
 TEL. A UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PUZO AV. FERROCARRIL BRUKE CON AV. LEONARDO PRADO  
 GEOFFERT.V@GMAIL.COM  
 FACEBOOK : GEO TEST V S.A.C.  
 CELULAR : 955525181 - 972821811 - 991295892  
 RUC : 20604639229

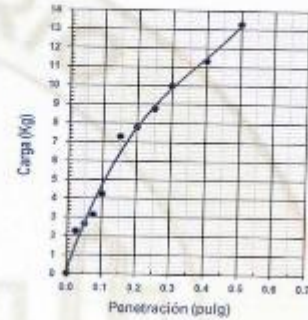
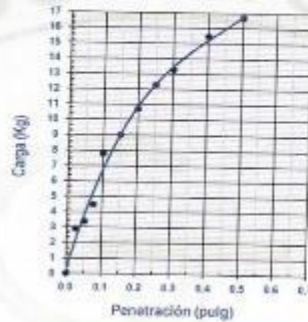
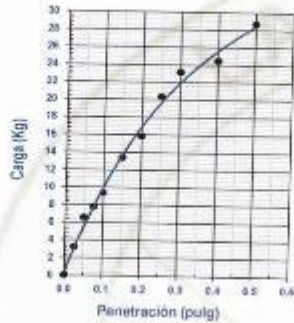


**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
 Expediente N° : EXP-64-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : SUBRASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Cantera : --  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : ADITIVO AL 5%  
 Norma : NTP-ASTM-MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Diciembre 2021

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

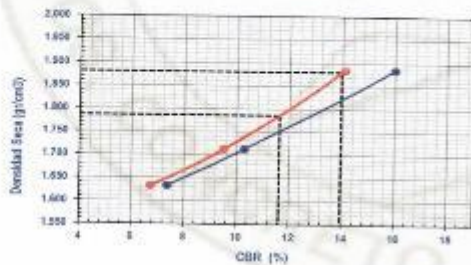
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	14.1 %
CBR (0.2")	16.0 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.885

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	9.5 %
CBR (0.2")	10.3 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.713

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	6.7 %
CBR (0.2")	7.4 %
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.632



Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.880  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 13.3  
 95% máxima densidad seca (g/cm<sup>3</sup>) : 1.786

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1" 14.0 0.2" 15.8  
 C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1" 11.6 0.2" 12.8

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 14.0 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 11.6 (%)

**NOTAS:**

- 1) Muestra e identificación realizadas por el peticionario
- 2) El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- 3) Resolución N° 002-98-INDECOPI-CR1-ART 6.- Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificados del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA

(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)

[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK: Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



*CBR con adición  
del 7% de Aditivo*

Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**

DIRECCIÓN : RR. DRAJ N° 211 - OHLCA  
 F-MAIL : LABGEO@GEOV20@GMAIL.COM  
 INEPA UNA CUADRA FRENTE AL PARQUE PICO AV.  
 FERROCARRIL CRUCE CON AV. LEONCIO ROAÑO  
 GEO TEST V. SAC S.R.L.  
 TELÉFONO : 922525191 - 922525191 - 921275893  
 FACEBOOK : GEO TEST V. SAC S.R.L.  
 RUC : 20605529229



**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA**

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
 Expediente N° : EXP-04-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : SUBRASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Cantera : --  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : ADITIVO AL 7%  
 Norma : NTP-ASTM-MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Diciembre 2021

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**  
 NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

Foja : 01 de 02

**COMPACTACION**

Molde N°	1		2		3	
	56		25		12	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	12287.0	12424.0	12250.0	12462.0	11564.0	11807.0
Peso de molde (g)	7504.0	7504.0	8057.0	8057.0	7591.0	7591.0
Peso de suelo húmedo (g)	4593.0	4730.0	4153.0	4385.0	3973.0	4216.0
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2126.8	2126.8	2124.2	2124.2	2125.0	2125.0
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.160	2.224	1.955	2.055	1.870	1.984
Tasa (N°)	--	--	--	--	--	--
Peso suelo húmedo + tara (g)	78.0	89.7	87.5	92.6	77.7	106.0
Peso suelo seco + tara (g)	70.1	78.7	77.6	82.2	70.2	92.8
Peso de tara (g)	17.1	11.7	10.1	17.4	18.0	10.6
Peso de agua (g)	7.9	11.0	9.9	10.5	7.5	13.2
Peso de suelo seco (g)	53.0	67.0	67.5	64.8	62.2	82.2
Contenido de humedad (%)	14.97	16.42	14.67	16.14	14.37	16.03
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.878	1.910	1.705	1.789	1.635	1.710

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO	LECTURA DEL DIAL MOLDE N°1	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°2	EXPANSION		LECTURA DEL DIAL MOLDE N°3	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
10/11/2021	3.15pm	0	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00
11/11/2021	3.15pm	24	0.160	0.16	0.13	0.390	0.39	0.33	0.610	0.61	0.51
12/11/2021	3.15pm	48	0.380	0.38	0.32	0.610	0.61	0.51	0.790	0.79	0.66
13/11/2021	3.15pm	72	0.690	0.69	0.58	0.780	0.78	0.65	0.790	0.79	0.66

**PENETRACION**

PENETRACION	CARGA STAND.	MOLDE N°1						MOLDE N°2				MOLDE N°3				
		CARGA		CORRECCION		%	CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION			
		Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>		Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%		
0.000		0.000	0.00				0.000	0.00					0.000	0.00		
0.025		0.012	2.87				0.008	2.37					0.006	2.13		
0.050		0.025	4.46				0.012	2.87					0.008	2.37		
0.075		0.031	5.19				0.019	3.72					0.012	2.87		
0.100	70.31	0.052	7.76	6.4	11.9		0.040	8.29	5.5	7.9			0.019	3.72	4.2	8.0
0.150		0.080	12.28				0.046	7.27					0.038	5.05		
0.200	105.45	0.109	14.72	13.9	13.2		0.065	9.35	9.3	8.8			0.049	7.39	7.3	6.9
0.250		0.120	16.06				0.074	10.45					0.060	8.74		
0.300		0.125	16.67				0.088	12.16					0.070	9.95		
0.400		0.142	18.75				0.096	13.36					0.081	11.31		
0.500		0.155	20.33				0.106	14.60					0.097	13.26		

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : JR. GRAD N° 11 - CHILCA  
 E-MAIL : LABRCE@GEOVIVO2010@MAIL.COM  
 (REF. A UNA PLAZA FRENTE AL PARQUE RUIZ AV.  
 FERROVIAL CRUCE CON AV. LEONID PRADO)  
 GEO TEST V. SAC S.R.L.  
 CELULAR : 992325151 - 992421911 - 991375093  
 FACEBOOK : GEO TEST V. SAC  
 RUC : 2066462939

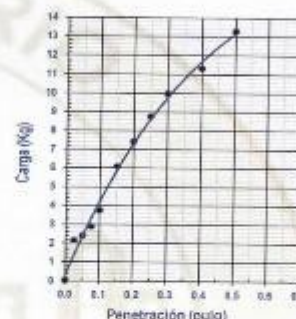
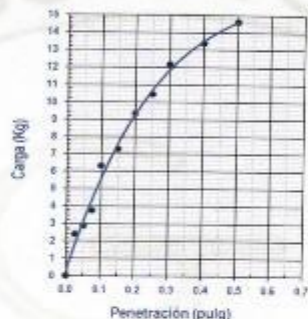
**LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRÁULICA**

Proyecto : INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE SUBRASANTE  
 Expediente N° : EXP-64-GEO-TEST-V-2021  
 Código de formato : EX-01/ REV.01/FECHA 2021-02-11  
 Peticionario : MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 Ubicación : HUANCAYO - JUNÍN  
 Estructura : SUBRASANTE  
 Fecha de recepción : Julio 2021  
 Cantera : --  
 N° de muestra : M-1  
 Clase de material : ADITIVO AL 7%  
 Norma : NTP-ASTM-MTC  
 Ensayado por : A.Y.G.  
 Fecha de emisión : Diciembre 2021

**ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)**

NTP 399.145-ASTM D 1883-MTC E 132-AASHTO T-193

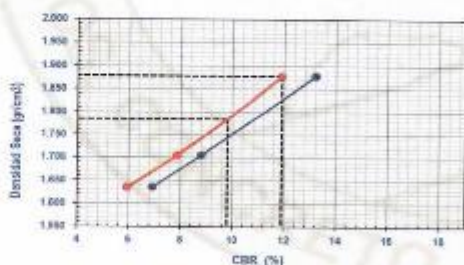
Hoja : 02 de 02



MOLDE N°1	
CBR (0.1")	11.9 %
CBR (0.2")	13.2 %
Densidad seca (g/cm3)	1.878

MOLDE N°2	
CBR (0.1")	7.9 %
CBR (0.2")	8.8 %
Densidad seca (g/cm3)	1.705

MOLDE N°3	
CBR (0.1")	6.0 %
CBR (0.2")	6.9 %
Densidad seca (g/cm3)	1.635



Método de compactación : ASTM D1557  
 Máxima densidad seca (g/cm3) : 1.878  
 Óptimo contenido de humedad (%) : 15.0  
 95% máxima densidad seca (g/cm3) : 1.784

CBR al 100% de M.D.S. (%)	0.1"	11.9	0.2"	13.2
CBR al 95% de M.D.S. (%)	0.1"	8.8	0.2"	10.8

**RESULTADOS:**

Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 11.9 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 9.8 (%)

**NOTAS:**

- Muestreo e identificación realizados por el peticionario
- El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad
- Resolución N°002-98-INDECOPI-CRT-ART 8-4, los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificador del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**Luis Camarero Espinoza**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
GEO TEST V. SAC

DIRECCIÓN : Jr. GRAU N°211-CHILCA  
(Refa una cuadra frente al parque Puzo  
Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)

E-MAIL : [labgeotestv02@gmail.com](mailto:labgeotestv02@gmail.com)  
[geotest.v@gmail.com](mailto:geotest.v@gmail.com)

FACEBOOK : Geo Test V.S.A.C

CELULAR : 952525151 - 972831911-991375093

RUC : 20606529229



Servicios De Ensayos De Laboratorio, Investigaciones Y Campo, De Acuerdo A Normativas Y Exigencias Técnicas En Las Especialidades  
De Mecánica De Suelos, Concreto, Asfalto E Hidráulica Aplicado En Obras Civiles

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, ASFALTO E HIDRAULICA  
**GEO TEST V. SAC**



DIRECCIÓN : Jr.GRAU N°211-CHILCA  
 (Ref.a una cuadra frente al parque Puzo Av. Ferrocarril cruce con Av. Leoncio Prado)  
 E-MAIL : labgeotestv02@gmail.com  
 geotest.v@gmail.com  
 FACEBOOK : Geo Test V S.A.C  
 RUC : 20606529229  
 CELULAR : 952525151 - 972831911 - 991375093

**ANALISIS DE PH DEL SUELO**

ASTM D 4972 – 95a, NTP 339.176, MTC E 129

PROYECTO INFLUENCIA DEL ADITIVO BASE SEAL EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS COHESIVOS A NIVEL DE LA SUBRASANTE  
 SOLICITA MORALES HINOSTROZA, YAMPOL YUNIOR  
 UBICACIÓN HUANCAYO - JUNÍN  
 MATERIAL ARCILLA LIGERAMENTE ARENOSA  
 FECHA DE EMISION: Dic-21

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL	7.40	7.41	7.40

**Interpretación:**

El pH del SUELO NATURAL tiene como grado de acidez: Ligeramente Alcalino

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DEL 3% DEL ADITIVO BASE SEAL	7.14	7.11	7.10

**Interpretación:**

El pH del Suelo SUELO NATURAL CON ADICION DEL 3% DEL ADITIVO BASE SEAL tiene como grado de acidez: Neutro

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DEL 5% DEL ADITIVO BASE SEAL	6.20	6.23	6.20

**Interpretación:**

El pH del Suelo SUELO NATURAL CON ADICION DEL 5% DEL ADITIVO BASE SEAL tiene como grado de acidez: Ligeramente Ácido

Muestra :	VALOR		
	Lectura 1	Lectura 2	Promedio
SUELO NATURAL CON ADICION DEL 7% DEL ADITIVO BASE SEAL	5.94	5.92	5.90

**Interpretación:**

El pH del Suelo SUELO NATURAL CON ADICION DEL 7% DEL ADITIVO BASE SEAL tiene como grado de acidez: Moderadamente Ácido

Luis Gamarra Espinoza  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 198161



**Anexo N<sup>o</sup>04: Panel fotográfico**

## 1. GRANULOMETRÍA

**Fotografía N° 1:** Ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado Según NTP 339.128



**FUENTE:** Elaboración propia.

## 2. CONTENIDO DE HUMEDAD

**Fotografía N° 2:** Ensayo para determinar el contenido humedad del suelo. Según NTP 339.127



**FUENTE:** Elaboración propia.

### 3. GRANULOMETRÍA

**Fotografía N° 3:** Ensayo de análisis granulométrico, separación de material por tamaño de partículas método de tamizado Según NTP 339.128



**FUENTE:** Elaboración propia.

### 4. CONTENIDO DE HUMEDAD

**Fotografía N° 4:** Ensayo para determinar el contenido humedad del suelo. Según NTP 339.127



**FUENTE:** Elaboración propia.



## 7. MATERIAL QUE SERÁ ENSAYADA CON ADICIÓN DE BASE SEAL

*Fotografía N° 7: Combinación para los ensayos con adición 3 % base seal.*



**FUENTE:** *Elaboración propia*



**FUENTE:** *Elaboración propia*

**Fotografía N° 8:** Combinación para los ensayos con adición 5 % base seal.



**FUENTE:** Elaboración propia



**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 9:** Combinación para los ensayos con adición 7 % base seal.



**FUENTE:** Elaboración propia



**FUENTE:** Elaboración propia

## 8. ANALISIS DE PH DEL SUELO

**Fotografía N° 10:** Ensayo de análisis de PH del suelo convencional. Según la NTP 339.176.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 11:** Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 3% Base Seal. Según la NTP 339.176.



**FUENTE:** Elaboración propia.



**Fotografía N° 12:** Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 5% Base Seal. Según la NTP 339.176.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 13:** Ensayo de análisis de PH del suelo con adición 7% Base Seal. Según la NTP 339.176.



**FUENTE:** Elaboración propia.

## 9. LIMITES DE ATTERBENG

**Fotografía N° 14:** Ensayo de Limite Líquido convencional. Según la NTP 339.129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 15:** Ensayo de Limite Líquido con adición de 3% Base Seal. Según la NTP 339.129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 16:** Ensayo de Limite Líquido con adición de 5 % Base Seal.  
Según la NTP 339.129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 17:** Ensayo de Limite Líquido con adición de 7% Base Seal.  
Según la NTP 339.129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 18:** Ensayo de Límites Plástico convencional. Según la NTP 339.129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 19:** Ensayo de Límites Plástico con adición de 3% Base Seal. Según la NTP 339.129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 20:** Ensayo de Límites Plástico con adición de 5% Base Seal.  
Según la NTP 339.129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 21:** Ensayo de Límites Plástico con adición de 7% Base Seal.  
Según la NTP 339.129.



**FUENTE:** Elaboración propia.

## 10. PROCTOR MODIFICADO

**Fotografía N° 22:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes Según la NTP 339.141.



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 23:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, adición de 3% Base Seal Según la NTP 339.141.



**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 24:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, adición de 5% Base Seal Según la NTP 339.141.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 25:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, adición de 7% Base Seal Según la NTP 339.141.



**FUENTE:** Elaboración propia

## 11. ENSAYO DE RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R)

**Fotografía N° 26:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes. Según la NTP 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 27:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 3% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia



**Fotografía N° 28:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 5% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 29:** Apisonamiento del material dentro del molde en 5 capas, en un molde con 56 golpes, en el segundo molde por 25 golpes y en el tercer molde 12 golpes con adición 7% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

## 12. LECTURA DE EXPANSIÓN

**Fotografía N° 30:** sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas. Según la NTP 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 31:** sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 3% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 32:** sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 5% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 33:** sumergido de los moldes por 96 horas siendo medido la expansión cada 24 horas con adición 7% de Base Seal. Según la NTP 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

### 13. LECTURA DE PENETRACIÓN (CBR)

**Fotografía N° 34:** Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, *Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg convencional.* Según la norma 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 35:** Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, *Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 3% de Base Seal.* Según la norma 339.175:2002.



**FUENTE:** Elaboración propia

**Fotografía N° 36:** Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, *Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 5% de Base Seal. Según la norma 339.175:2002.*



**FUENTE:** Elaboración propia.

**Fotografía N° 37:** Ensayo para la determinación de un índice de resistencia del suelo, *Lectura de penetración en el dial, 0.025 plg a 0.500 plg con adición de 7% de Base Seal. Según la norma 339.175:2002.*



**FUENTE:** Elaboración propia.