UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUBRASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO CIVIL

DEL ÁGUILA CHAVEZ, JEAN PIERRE

SÁNCHEZ PASHANASI, MAYK BRYAN

Pucallpa – Perú

2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA DE SISTEMAS
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE EVALUACION DE SUSTENTACION DE TESIS N° 010-2026

GRADUANDO : **Bach. SANCHEZ PASHANASI MAYK BRYAN,**
Bach. DEL AGUILA CHAVEZ JEAN PIERRE

TEMA : **"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUBRASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA".**

ASESOR : **Dr. DONAYRE HERNANDEZ DEVYN OMAR**

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
I- PRESENTACION				
* MOTIVACION	X			
* TONO DE VOZ	X			
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL		X		
II- DESARROLLO DE CONTENIDO				
* SECUENCIA		X		
* DOMINIO DE VOZ		X		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL		X		
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS		X		
III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO		X		
IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD		X		
* A LA PROFESION		X		

EVALUACION

- o EXCELENCIA 26 A 30 PUNTOS
- o UNANIMIDAD 21 A 25 PUNTOS
- o MAYORIA 16 A 20 PUNTOS
- o DESAPROBADO 15 A MENOS

CALIFICACION FINAL :
PUNTAJE : 22/ 30

CONCLUSIONES:

APROBADO POR : **UNANIMIDAD**
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

Dr. ROMAN CLAROS, WALTER GILBERTO
PRESIDENTE

Dr. GONZALEZ MANRIQUE DE LARA, DAVID ABEL
PRIMER MIEMBRO

Mg. MORALES BERRIO, ENZO ASAEL
SEGUNDO MIEMBRO

Dra. RIOS HIDALGO DE CERNA, CLOTILDE
SECRETARIA ACADEMICA

PUCALLPA, 01 DE ABRIL DEL 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

TESIS TITULADA:

"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUBRASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"

ELABORADO POR:

Bach. SANCHEZ PASHANASI, Mayk Bryan

Bach. DEL AGUILA CHAVEZ, Jean Pierre

APROBADO POR:

Dr. WALTER GILBERTO ROMAN CLAROS
Presidente

Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
Primer Miembro

Mg. ENZO ASAEL MORALES BERRIO
Segundo Miembro

Dr. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº V/676-2025.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUBRASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"

Autor(es)	:	DEL AGUILA CHAVEZ, JEAN PIERRE
		SANCHEZ PASHANASI, MAYK BRYAN
Facultad	:	INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
Escuela	:	ING. CIVIL
Asesor(a)	:	Mg. DONAYRE HERNANDEZ, DEVYN OMAR

Presenta un **porcentaje de similitud de 3%**, verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación presenta un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 13/11/2025

Dr. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, JEAN PIERRE DEL AGUILA CHAVEZ

Autor de la tesis titulada : EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUBRASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.

Sustentada el año 2026

Asesor(a): Dr. DENYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ

Facultad: DE ING. DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 01 / 04 / 2026

Email: dachitajean@gmail.com Firma:

Teléfono: 978879215 DNI: 70694295

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, MAYK BRYAN SANCHEZ PACHANASI

Autor de la tesis titulada : EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUBRASANTE A NIVEL DESAFIRADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA.

Sustentada el año 2026

Asesor(a): DR. DENYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ

Facultad: DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 01 / 04 / 2026

Email: maykbryan10@gmail.com Firma:

Teléfono: 967287310 DNI: 76194715

DEDICATORIA

A Dios por haber sembrado en mí la fortaleza para persistir hasta lograr mis propósitos. A mis amados padres, Edmundo y Francisca, por el gran amor infinitos, que nunca ha tenido condiciones, por su paciencia y por cada palabra que me impulsó a continuar. A mi hermana, quien ha estado a mi lado siempre, brindándome apoyo y ánimo en los momentos que más lo necesité.

JEAN DEL ÁGUILA

Esta presente investigación está dedicado a tres personitas importantes en mi vida, dos de ellas me miran y me cuidan desde el cielo. A mi abuelita Armengula, quien desde niño me cuidó, me arropó, me amó y me alentó cada minuto a siempre ser mejor, pero no solo como profesional sino también como ser humano. A mi amigo Jesús, que me enseñó el valor de las cosas importantes, la importancia de no desesperarse, porque si algo es para ti, Dios se encargara de acomodarlo. Y finalmente, a mi madre, la columna más fuerte mi vida, sin ella, su esfuerzo, dedicación y amor, no estaría escribiendo estas palabras y gracias a Dios sigue conmigo.

MAYK SÁNCHEZ

AGRADECIMIENTO

A papá Dios, por permitirnos poder tener un año más de vida, a su vez por brindarnos la salud, la economía y fuerzas necesarias para poder seguir luchando cada uno por nuestras metas y sueños en la vida.

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional de Ucayali (UNU), en especial a la escuela profesional de Ingeniería Civil, por todos estos años de formación y conocimiento transmitida a cada uno, que es clave para el mundo laboral del cual hoy somos parte.

Nuestro asesor, que nos permitió definir claramente el tema de investigación con un enfoque innovador, ambientalista muy orientado a la ingeniera moderna.

A nuestros jurados el Mg. Ing. Walter Gilberto Román Claros, Dr. Ing. Enzo Asael Morales Berrio y el Dr.Ing. David Abel González Manrique de Lara por las recomendaciones y observaciones, que hicieron posible mejorar, adecuar y alienar correctamente el enfoque de esta presente tesis.

Y un sincero agradecimiento a la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, en especial al Ing. Grober Panduro Pisco, por permitirnos el acceso a los laboratorios de dicha facultad y poder hacer usos del equipo para poder realizar la trituración y pulverización del Policloruro de Vinilo necesario para la investigación.

Los tesistas

RESUMEN

La tesis presentada tiene como el objetivo principal la determinación del incremento del porcentaje del CBR, añadiendo PVC en la subrasante de la vía de Evitamiento. La muestra tratada fue de tipo no probabilística, en donde se ha realizado tres calicatas y se tuvo un total de 33 muestras, 11 muestras (2-Sin PVC, 3-3%PVC, 3 – 5%PVC y 3 - 7%PVC) por cada calicata. Se aplicó porcentajes del PVC del 3%, 5% y 7% referente al peso de la muestra a ensayar con la finalidad de que se pueda identificar cuál de las tres proporciones tiene un incremento muy favorable en comparación al suelo natural presente en la vía. La investigación tuvo un enfoque experimental, cuantitativo y aplicado, teniendo ensayos como el California Bearing Ratio (CBR), el cual es en donde basamos los resultados evaluados, así como el Proctor Modificado, Granulometría y Limites de consistencia, todo esto en base al Manual de Carretera del MTC (023) y la normativa ASTM D1883-21. Los resultados nos demostraron que al adicionar la proporción del 5% del PVC a la subrasante de la vía, este permitió alcanzar un CBR promedi0 de 14.3% al 100% del MDS, superando ampliamente los resultados del CBR encontrados en el terreno natural presente que es de 5.53% y así de esta manera cumple con los estándares para subrasantes a nivel de afirmado. A su vez se determinó que existe una diferencia beneficiosa en los precios unitarios del mejoramiento de la subrasante adicionando el PVC, en comparación con el uso del material de préstamo convencional.

Palabras Clave: Subrasante, Policloruro de Vinilo (PVC), Mejoramiento del suelo, CBR.

ABSTRACT

The primary objective of this thesis is to determine the increase in the California Bearing Ratio (CBR) obtained by incorporating PVC into the subgrade of the Evitamiento roadway. A non-probabilistic sampling method was applied, in which three test pits were excavated, yielding a total of 33 samples—11 per pit (2 without PVC, and 3 with 3% PVC, 3 with 5% PVC, and 3 with 7% PVC). PVC contents of 3%, 5%, and 7% were added based on the dry weight of the soil specimen to identify which proportion produced the most favorable improvement compared to the natural soil present along the road.This research followed an applied, quantitative, experimental approach. The California Bearing Ratio (CBR) test served as the primary basis for analysis, complemented by Modified Proctor, sieve analysis, and Atterberg limits tests. All procedures were carried out according to the MTC Road Manual (023) and ASTM D1883-21.The findings showed that adding 5% PVC to the roadway subgrade yielded an average CBR value of 14.3% at 100% MDD, significantly surpassing the natural subgrade CBR of 5.53%. This improvement demonstrates compliance with the required performance standards for subgrades at the granular (affirmed) level. Additionally, the study identified a favorable reduction in unit costs when improving the subgrade with PVC compared to the use of conventional borrow materials.

Keywords: Subgrade, Polyvinyl Chloride (PVC), Soil Improvement, CBR.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... **vii**

AGRADECIMIENTO ..... **viii**

RESUMEN ..... **ix**

ABSTRACT ..... **x**

ÍNDICE GENERAL ..... **xi**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xv**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xviii**

INTRODUCCION ..... **xx**

CAPITULO I **22**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **22**

1.1. Descripción y Fundamentación del Problema **22**

1.2. Formulación del Problema **24**

1.2.1. Problema General 24

1.2.2. Problemas Específicos 24

1.3. Objetivos de la investigación **25**

1.3.1. Objetivo General 25

1.3.2. Objetivos Específicos 25

1.4. Justificación e Importancia **26**

1.5. Limitaciones y Alcances **29**

1.5.1. Limitaciones 29

1.5.2. Alcances 30

1.6. Hipótesis de la investigación **30**

1.6.1. Hipótesis General 30

1.6.2. Hipótesis Específicas 30

1.7. Sistema de Variables – Dimensiones e Indicadores 31

1.7.1. Variables Independientes 31

1.7.2. Variables Dependientes 31

CAPITULO II 34

MARCO TEÓRICO 34

2.1. Antecedentes o Revisión de Estudios Realizados 34

2.1.1. Antecedentes internacionales 34

2.1.2. Antecedentes nacionales 36

2.1.3. Antecedentes locales 38

2.2. Bases Teóricas 40

2.2.1. Suelos -Subrasante 40

2.2.2. Polímero artificial Policloruro de Vinilo 42

2.3. Bases Científicas de la Investigación 46

2.3.1. Mecánica de suelos y la subrasante como material de ingeniería 46

2.3.1.1.1 El suelo como material de ingeniería 46

2.3.1.1.2. Subrasante 46

2.3.2 Parámetro CBR (California Bearing Ratio) 46

2.3.2.1 Origen y concepto 46

2.3.2.2. Procedimiento del ensayo CBR 47

2.3.2.3. Factores que afectan el CBR 47

2.3.3 Estabilización de Suelos 47

2.3.3.1 Objetivos de la estabilización 47

2.3.3.2 Tipos y métodos de estabilización 48

2.3.4 Estabilización de Suelos con Polímeros 48

2.3.5 PVC como Aditivo en Suelos 48

2.3.5.1 Características del PVC 48

2.3.5.2 Formas de aplicación del PVC en suelos 48

2.3.5.3 Mecanismo de Refuerzo 49

2.3.5.4 Impacto Medioambiental 49

2.4. Definición de Términos Básicos 50

CAPITULO III 54

METODOLOGIA 54

3.1. Metodología de la Investigación 54

3.1.1. Metodología 54

3.1.2. Determinación de la población y muestra 55

3.1.3. Técnicas de Recolección y Tratamiento de Datos 59

3.1.4. Diseño de la Investigación - Esquema de la Investigación 61

3.1.5. Procesamiento y Representación de Datos 64

CAPITULO IV 65

RESULTADOS 65

4.1. Resultados con Respecto a la Hipótesis 65

4.1.1. Porcentaje del CBR presente en el suelo natural 65

4.1.2. Proporciones de aleación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) 68

4.1.3. Costos unitarios entre el mejoramiento de suelo utilizando Policloruro de Vinilo y material de préstamo convencional 78

4.2. Resultados de acuerdo con la Estadística Inferencial 85

4.2.1. Análisis de Varianza (ANOVA) 86

4.2.2. Prueba t Student 93

4.3. Resultados con respecto las propiedades físicas del terreno Natural .. 107

4.3.1. Ensayo granulométrico 107

4.3.2. Ensayo de Limites de Atterberg 113

4.4. DISCUSION DE RESULTADOS..... 117

4.4.1. Resultados de acuerdo con las Hipótesis..... 117

4.4.2. Resultados de acuerdo con la Estadística Inferencial..... 120

4.4.3. Resultados de acuerdo con las propiedades físicas del suelo Natural 121

CONCLUSIONES 123

RECOMENDACIONES 126

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 127

ANEXOS..... 131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Concepto de las dimensiones con sus indicadores* **..... 32**

Tabla *2*. *Distribución de las Muestras Ensayadas* **..... 56**

Tabla *3*. *Distribución de las Muestras Ensayadas*. **..... 58**

Tabla *4*. *Resultados obtenidos en el ensayo Proctor Modificado sin presencia de PVC* **..... 65**

Tabla *5*. *Resultados del ensayo CBR realizado sobre el suelo natural de la subrasante* **.... 66**

Tabla *6*. *Resultados obtenidos en el ensayo del Proctor Modificado con presencia de 3% de PVC* **..... 68**

Tabla *7*. *Resultados obtenidos del CBR aplicado al suelo natural de la subrasante con 3% de PVC* **..... 69**

Tabla *8*. *Resultados obtenidos del Proctor Modificado con una adición del 5% de PVC* **..... 71**

Tabla *9*. *Resultados obtenidos del CBR aplicado al suelo natural de la subrasante con 5% de PVC* **..... 73**

Tabla *10*. *Resultados obtenidos del Proctor Modificado con una adición del 7% de PVC* **... 74**

Tabla *11*. *Resultados obtenidos del CBR aplicado al suelo natural de la subrasante con 7% de PVC* **..... 76**

Tabla 12. *Precio Unitario para Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria* **..... 78**

Tabla *13*. *Precio Unitario de Corte de Relleno y compactado con material de préstamo en la Subrasante* **..... 78**

Tabla 14. *Precio Unitario de Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R)* **..... 79**

Tabla *15*. *Planilla de metrados en Mejoramiento de la subrasante de manera convencional* **..... 80**

Tabla *16*. *Presupuesto del Mejoramiento de la subrasante de manera convencional* **..... 81**

Tabla 17. *Precio Unitario de Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria* **..... 81**

Tabla *18*. *Precio Unitario de Relleno y compactación del terreno utilizando material propio mejorado con 5% de PVC* **..... 82**

Tabla *19*. Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R) **..... 83**

Tabla 20. *Planilla de metrados en Mejoramiento de la subrasante adicionando Policloruro de Vinilo (PVC)* **..... 84**

Tabla *21*. *Presupuesto del Mejoramiento de la subrasante de manera convencional* **..... 84**

Tabla 22. *Resultados del California Bearing Ratio (CBR) al 100% y con una penetración de 0.2”* **..... 87**

Tabla *23*. *Cálculo de Medias y Desviaciones estándar por grupo a trabajar* **..... 88**

Tabla *24*. *Análisis de Varianza para el California Bearing Ratio (CBR) al 100% y una penetración al 0.2”* **..... 89**

Tabla *25.* *Valores Comparativos del CBR en el suelo natural con adición de PVC al 3%, 5% y 7%***..... 93**

Tabla *26*. *Resultados del California Bearing Ratio (CBR) al 100% y con una penetración de 0.2”* **..... 95**

Tabla *27*. *Cálculo de Medias y Desviaciones estándar por grupo a trabajar Sin PVC – 3% PVC* **..... 97**

Tabla *28*. *Cálculo de Medias y Desvíaciones estándar por grupo a trabajar Sin PVC – 5% PVC* **..... 99**

Tabla *29.* *Cálculo de Medias y desviaciones estándar por grupo a trabajar Sin PVC – 7% PVC* **..... 100**

Tabla *30*. ***Cálculo de Medias y Desvíaciones estándar por grupo a trabajar 3% PVC – 5% PVC*** **..... 102**

Tabla *31*. *Cálculo de Medias y Desvíaciones estándar por grupo a trabajar 3% PVC – 7% PVC* **..... 104**

Tabla *32*. *Cálculo de Medias y Desviaciones estándar por grupo a trabajar 5% PVC – 7% PVC* **..... 106**

Tabla *33*. *Resultados del análisis granulométrico correspondiente a la calicata 01* **..... 107**

Tabla *34*. *granulometría correspondiente del suelo a la calicata C-02.* **..... 109**

Tabla *35*. *Resultados del ensayo granulométrico realizado en la calicata C-03.* **..... 110**

Tabla *36.* *Porcentaje de material que pasa por los tamices para las calicatas C-01, C-02 y C-03.* **..... 112**

Tabla *37*. *Límites de Atterberg del suelo Natural en la Calicata 1 (C-01).* **..... 113**

Tabla *38*. *Límites de Atterberg del suelo Natural en la Calicata 2 (C-02).* **..... 114**

Tabla *39*. *Límites de Atterberg del suelo Natural en la Calicata 3 (C-03).* **..... 115**

Tabla 40. *Valores obtenidos para los Límites de Atterberg (LL, LP e IP) en las calicatas C-01, C-02 y C-03.* **..... 116**

Tabla *41*. *Clasificación de Suelos según el AASHO y el SUCS de las Calicatas 1,2 y 3* **. 117**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. *Población total del estudio* ***55***

Figura 2. *Muestra de la Investigación.* **57**

Figura 3. *Diseño de Ingeniería* **63**

Figura 4. *Densidad Máxima Seca y Contenido óptimo de humedad del suelo en estado natural* **66**

Figura 5. *Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"* **67**

Figura 6. *Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"* **67**

Figura 7. *Densidad Máxima Seca y Humedad optima del suelo con el 3% de PVC* **69**

Figura 8. *Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"* **70**

Figura 9. *Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 100% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"* **70**

Figura 10. *Densidad Máxima Seca y Humedad optima del suelo con el 5% de PVC* **72**

Figura 11. *Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"* **73**

Figura 12. *Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 100% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"* **74**

Figura 13. *Densidad Máxima Seca y Humedad optima del suelo con el 7% de PVC* **75**

Figura 14. *Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"* **76**

Figura 15. *Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 100% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"* **77**

Figura 16. *Gráfico de Prueba F de Fisher, Gráfico de Aceptación y Rechazo de la Hipótesis (Prueba ANOVA).* **89**

Figura 17. *Formula de Diferencia mínima significativa (DMS) o valor crítico de Tukey con tamaños de muestras iguales* **90**

Figura 18. *Formula de Diferencia mínima significativa (DMS) o valor crítico de Tukey con tamaños de muestras diferentes entre grupos* **90**

Figura 19. *Cuantiles de distribución Tukey* **90**

Figura 20. *Fórmula para la comparación t entre pares.* **93**

Figura 21. *Tabla de Distribución t de Student* **94**

Figura 22. *Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras sin PVC y adicionando el 3 % PVC* **97**

Figura 23. *Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras sin PVC y adicionando el 5 % PVC* **99**

Figura 24. *Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras sin PVC y adicionando el 7 % PVC* **101**

Figura 25. *Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras adicionando el 3% y 5 % del PVC* **103**

Figura 26. *Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras adicionando el 3% y 7 % del PVC* **105**

Figura 27. *Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras adicionando el 3% y 7 % del PVC* **107**

Figura 28. *Curva granulométrica distribuida Calicata 1 (C-01)* **108**

Figura 30. *Curva granulométrica distribuida Calicata 3 (C-03).* **111**

Figura 31. *Porcentajes de material q atraviesa los tamices en las calicatas C-01, C-02 y C-03.* **112**

Figura 32. *Relación Humedad – Numero de Golpes Calicata 1 (C-01)* **114**

Figura 33. *Relación Humedad – Numero de Golpes Calicata 2 (C-02)* **115**

Figura 34. *Relación Humedad – Numero de Golpes Calicata 3 (C-03)* **116**

INTRODUCCION

Cuando abordamos el tema de la infraestructura vial, nos referimos al pilar principal para el desarrollo social, económico en nuestra región de Ucayali, debido a que conectarse entre distritos depende en su mayoría del suelo que presentamos y lo que utilizamos para su mejoramiento. En nuestra ciudad, hablando específicamente del lugar de la presente investigación, en la vía de Evitamiento, que presenta condiciones de alta plasticidad y que es predominante el material característico en nuestra región, la arcilla; las características que presentan, sumándole a eso las fuertes temporadas de lluvias que existe y el continuo tránsito vehicular, hace que el periodo de utilidad de las vías se reduzca y genere sobrecostos en mantenimiento.

La ingeniería civil en la modernidad busca opciones económicas y sostenibles que contribuyan añadiendo mejoras en las características mecánicas del terreno, sin que estas mejoras generen un alto costo. Entre unas de las soluciones innovadoras que está tomando relevancia en estos años es la estabilización del suelo usando polímeros artificiales tales como es el caso del Policloruro de Vinilo (PVC). Este polímero que es altamente disponible; debido a sus componentes lo convierte en agente eficiente y estabilizador que aumenta la capacidad portante del suelo; sin embargo, la aplicación en la región aun es limitada y por ello la presente investigación resulta indispensable para poder corroborar su eficacia y viabilidad.

Esta investigación busca evaluar el comportamiento de suelo presente en nuestra región, la arcilla que está presente en la vía de Evitamiento en la región de Ucayali, al ser combinado con diferentes porcentajes del Policloruro de Vinilo, tanto al 3%, 5% y 7%. Con los ensayos del Proctor modificado y el California Bearing Ratio (CBR), se está buscando encontrar el porcentaje óptimo de combinación de PVC al suelo encontrado, que permitirán alcanzar los valores mínimos que exige el Manual Técnicos de Carreteras. Por otro lado,

se analiza la viabilidad económica de la utilización de este polímero frente a la manera convencional, evaluando costos que se utilizan al mejoramiento en la subrasante.

Esta investigación aporta no solo una solución innovadora sino también técnica frente al problema que presentan nuestros suelos en Pucallpa, que es la baja resistencia portante al terreno. Además, promueve reutilización del policloruro de vinilo o residuos plásticos. De esta manera la presente investigación favorece a mejorar los lineamientos de sostenibilidad para con la infraestructura vial, que nos permitirá contar con alternativas que puedan ser replicadas en obras que presenten similitudes en condiciones del suelo o geotécnicas dentro de nuestra región amazónica.

CAPITULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción y Fundamentación del Problema

El diseño y el desarrollo de pavimentos en zonas urbanas requieren un análisis exhaustivo de las características del terreno, dado que este representa el soporte fundamental de la infraestructura vial y teniendo un rol significativo en el desempeño del pavimento y como este se comporta. Según Reátegui y Torres (2023), los avances tecnológicos en ingeniería de pavimentos han permitido desarrollar diseños optimizados que reducen los costos asociados a su construcción y mantenimiento, siempre que se tenga en cuenta el comportamiento mecánico y físico del suelo. Esto cobra mucha importancia en regiones como la Amazonía de nuestro Perú, en donde las condiciones geológicas presentan desafíos significativos para la construcción de carreteras.

En el distrito de Callería, específicamente en la vía de Evitamiento, se ha identificado que el suelo más presente es de origen aluvial, formadas principalmente por suelos arcillosos y limos. Según Pérez (2021), este tipo de suelos suele presentar características como alta plasticidad, expansividad y una capacidad portante no adecuada para soportar cargas vehiculares, que lo hace en una base inadecuada para la fabricación de vías duraderas. Al no presentar características óptimas y aunado los factores externos como el alto tránsito pesado, provocan el rápido deterioro del pavimento, presentándose en resquebrajamiento de este mediante deformaciones excesivas.

Las condiciones observadas en la zona, reflejan la necesidad urgente de implementar soluciones efectivas. Datos proporcionados por la Dirección de Transporte y Vialidad de Ucayali señalan que, en los últimos cinco años, mantener y arreglar las vías han aumentado en un 30%. Este incremento se debe principalmente a la degradación acelerada de la subrasante, que no puede soportar las demandas del tráfico vehicular.

Además, estas constantes intervenciones generan interrupciones en el tránsito, afectando las diversas actividades de los ciudadanos y locadores de la zona.

Cenepo y Del Águila (2022) destacan que los suelos blandos, como los presentes en la zona de estudio, requieren intervenciones específicas para mejorar sus propiedades. Entre las técnicas más empleadas se encuentran, estabilizar suelos. Una de estas es el aumentar propiedades mediante la adición de sustancias específicas que permiten al suelo existente mejorar sus características mecánicas y físicas, convirtiéndolo en material óptimo para el empleo en obras civiles. El uso del PVC reciclado ha demostrado ser una alternativa eficiente y sostenible. Esta técnica no solo incrementa la resistencia portante y los resultados del CBR (California Bearing Ratio) en la subrasante, además que contribuye a la disminución de movimientos de tierra, optimizando los recursos disponibles. Es decir, se aminora gastos de mejoramiento del área de intervención a través de cambio de material, optando por mejorar el mismo con el uso del PVC.

En la actualidad, el lugar del presente estudio, ubicada en Pucallpa, presenta un estado crítico debido al deterioro progresivo de su subrasante, particularmente en los tramos que soportan tránsito pesado y son afectados por las lluvias constantes de la región amazónica. Esta calle, que constituye un eje fundamental para la conectividad y el transporte local, evidencia fallas significativas como agrietamientos, deformaciones y hundimientos. Estas deficiencias no solo afectan el tránsito fluido y seguro, sino que también incrementan los costos asociados al mantenimiento y generan interrupciones frecuentes que perjudican las actividades cotidianas de los usuarios. Las características del suelo de la zona, predominantemente arcilloso y limoso, con alta plasticidad y baja capacidad portante, hacen que la subrasante sea inadecuada para resistir las cargas vehiculares actuales, lo que evidencia que se requiere de adoptar medidas especializadas que aseguren su mejora y estabilidad.

Para abordar esta problemática, se propone como solución técnica la estabilización del suelo mediante la integración del PVC reciclado, aplicado en proporciones de 3%, 5% y 7% del peso seco de las muestras. Este polímero, conocido por sus propiedades mecánicas y químicas, tiene el potencial de incrementar de manera significativa la resistencia portante del suelo, determinada a través del índice de CBR. La adición de PVC no solo es una opción técnica viable, además también es un método sostenible, ya que permite reutilizar insumos reciclados, mejorando a la disminución de los residuos. Este estudio busca determinar la proporción óptima de PVC que permita mejorar el porcentaje de CBR hasta alcanzar niveles aceptables según las normativas nacionales, además de analizar la relación costo-beneficio de esta metodología en comparación con el uso de material de préstamo convencional. De este modo, se espera no solo resolver las deficiencias actuales de la calle de Evitamiento, sino también establecer un enfoque replicable que promueva la mejora técnica y sostenible de calles en condiciones similares dentro de la región.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cómo influye la adición de Policloruro de Vinilo (PVC) en el aumento del porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en la vía de Evitamiento, en la ciudad de Pucallpa?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el porcentaje de CBR del material natural presente en la vía de Evitamiento en la ciudad de Pucallpa?

- ¿Cuál de los porcentajes de aleación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) 3%, 5% o 7%, genera un mayor aumento en el porcentaje de

CBR de la subrasante a nivel de afirmado en vía de Evitamiento, en la ciudad de Pucallpa?

- ¿Qué diferencia de costos unitarios existe entre el mejoramiento de la subrasante con la adición de Policloruro de Vinilo (PVC) y el uso de material de préstamo convencional en la avenida Evitamiento, en la ciudad de Pucallpa?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General

- Determinar el aumento del porcentaje de CBR mediante la adición de Policloruro de Vinilo (PVC) en la subrasante a nivel de afirmado en la avenida Evitamiento, en la ciudad de Pucallpa

1.3.2. Objetivos Específicos

- Calcular el porcentaje de CBR del material natural presente en la vía de Evitamiento en la ciudad de Pucallpa, previo a la incorporación del Policloruro de Vinilo (PVC).

- Determinar cuál de las proporciones de aleación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) genera un mejoramiento del porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa.

- Cuantificar diferencia de costos unitarios que existe entre el mejoramiento de suelo utilizando polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) y el uso de material de préstamo convencional en la VÍA DE Evitamiento en la ciudad de Pucallpa.

1.4. Justificación e Importancia

El análisis realizado se sienta sobre la necesidad de generar mejor calidad de vida a través de evaluar opciones que permitan el diseño de infraestructura vial en condiciones óptimas cumpliendo con los requerimientos de tránsito que actualmente presenta la ciudad de Pucallpa en el área de intervención. Además, de acuerdo a lo expuesto, es importante buscar alternativas de solución que ayuden a disminuir el gasto del presupuesto público en mantenimiento de vías, a través de ejecución de estructuras de transporte que cumplan con estándares de calidad óptimas y perduren el tiempo de vida por el cual fueron diseñadas.

Además, tiene una relevancia significativa en los aspectos medioambientales, económicos, técnicos y sociales, al proponer el uso innovador del policloruro de vinilo (PVC) como alternativa técnica en el mejoramiento de suelos. Esta solución tiene como enfoque principal mejorar el porcentaje del CBR de la subrasante a través de la evaluación de la influencia de la incorporación del PVC en ella.

Este enfoque no solo busca resolver problemas técnicos, sino también generar un impacto sostenible y positivo en diversos ámbitos. Asimismo, la aplicación de esta tecnología permitiría mitigar los impactos ambientales al reutilizar materiales reciclados, de esta manera contribuimos al desarrollo con un enfoque sostenible que fortalece la infraestructura vial regional.

A nivel teórico, la tesis está respaldado por la necesaria capacidad de ampliar los conocimientos sobre la interacción de polímeros artificiales con suelos naturales. El estudio permitirá explorar y documentar cómo el PVC, un material ampliamente disponible y económico, puede ser integrado en prácticas de mejoramiento de suelos, aumentando tanto sus propiedades físicas como mecánicas. Esto enriquecerá la literatura técnica y

proporcionará datos que podrían ser de utilidad para futuros proyectos en la región y más allá.

En términos técnicos, el uso del PVC ofrece una alternativa innovadora para abordar los desafíos relacionados a la insuficiente resistencia del suelo al momento de soportar cargas, característico en Pucallpa. La implementación de técnicas avanzadas de estabilización contribuirá a la mejora de la transitabilidad y durabilidad de las carreteras, factores clave en el desarrollo de infraestructuras sostenibles. Al mejorar el desempeño de la subrasante, se espera reducir los riesgos de deformación y fallas estructurales, lo cual es crítico para garantizar la seguridad y funcionalidad de las vías.

Económicamente, la investigación tiene la ventaja de producir ahorros significativos tanto a corto, mediano y largo plazo. Si se demuestra que el PVC incrementa el porcentaje de CBR, se podrían reducir los costos asociados al mantenimiento y rehabilitación de carreteras. Esto no solo beneficiará directamente a las instituciones encargadas de la gestión vial, sino también a los usuarios finales, al disminuir interrupciones en el tránsito y gastos indirectos relacionados con el deterioro de las vías. Además, el uso eficiente de materiales alternativos como el PVC podría contribuir a optimizar los recursos disponibles para la construcción vial.

Dentro del enfoque ambiental, si bien actualmente se promueve la estabilización de suelos mediante el uso de agentes biodegradables, la presente investigación evalúa el uso del Policloruro de Vinilo (PVC) bajo un enfoque de control y sostenibilidad, considerando su aplicación en estado sólido y sin procesos térmicos o químicos durante su utilización. En estas condiciones, el PVC no actúa como un agente reactivo ni genera emisiones gaseosas o lixiviados que puedan agredir el suelo o comprometer la salud humana, ya que su comportamiento corresponde al de un refuerzo físico de la subrasante. Es importante precisar que los posibles riesgos ambientales asociados al PVC se presentan

principalmente durante su proceso de fabricación industrial o en escenarios de combustión a altas temperaturas, situaciones que no forman parte del alcance de la presente investigación. Asimismo, desde un enfoque teórico y normativo, el uso del PVC en las condiciones descritas no genera afectaciones que superen los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo. Adicionalmente, la reutilización de PVC contribuye a la valorización de residuos plásticos y al fortalecimiento de un modelo de economía circular, reduciendo indirectamente la carga ambiental asociada a su disposición final, por lo que la tecnología evaluada puede considerarse ambientalmente controlada y técnicamente viable dentro del alcance de la presente investigación.

Socialmente, esta investigación busca contribuir de manera favorable a impactar beneficiosamente en la vida de los pobladores de Pucallpa. Una infraestructura vial más robusta y de larga duración mejora la entrada a servicios básicos, reduce los tiempos de traslado, mejora la seguridad vial y promueve el desarrollo económico de las comunidades. Además, el estudio contribuye al desarrollo local al generar conocimiento y habilidades técnicas que podrían ser aplicadas en futuros proyectos, posicionando a la región como un referente en innovación para la construcción vial.

En general, la investigación demuestra ser factible evaluando términos técnicos, económicos y operativos. Por un lado, la ciudad de Pucallpa cuenta con condiciones adecuadas para la ejecución de los ensayos, como el acceso a suelos representativos de la vía de Evitamiento y laboratorios equipados para realizar pruebas mecánicas y de capacidad portante. Además, el Policloruro de Vinilo (PVC) reciclado, componente central del estudio, es un insumo de fácil obtención en la localidad, lo que asegura la disponibilidad de insumos sin generar altos costos. Desde el aspecto metodológico, el diseño experimental propuesto se ajusta a las técnicas normativas vigentes, garantizando que los procedimientos sean factibles de ejecutar y reproducir. Finalmente, al ser una investigación

que aprovecha un material reciclado, promueve la sostenibilidad ambiental y se alinea con las políticas regionales de desarrollo económico, lo que refuerza su pertinencia y posibilidad de implementación en un contexto real.

1.5. Limitaciones y Alcances

1.5.1. Limitaciones

- **Limitación de recolección:** La recolección de muestras se realizó en una zona específica de estudio, lo que restringe la representatividad del suelo frente a otras áreas con diferentes características geotécnicas. Por ello, los resultados obtenidos corresponden únicamente al tipo de suelo analizado y no pueden generalizarse sin estudios adicionales.

- **Limitación en la dosificación:** El estudio considera únicamente determinados porcentajes de adición de Policloruro de Vinilo (PVC), por lo que el porcentaje óptimo identificado corresponde al rango evaluado y no necesariamente al valor óptimo absoluto.

- **Limitación de aplicación:** El estudio no incluye validaciones mediante pruebas in situ, por lo que los resultados obtenidos requieren ser contrastados con ensayos de campo para verificar su aplicabilidad en condiciones existentes.

- **Limitación en la compatibilidad:** El estudio no contempla la interacción del suelo estabilizado con otros materiales utilizados en estructuras de pavimento, como capas granulares o subbases, lo que limita la comprensión de su comportamiento dentro de un sistema estructural completo.

1.5.2. Alcances

- La investigación tiene como alcance principal mejorar la capacidad CBR del suelo subrasante de la vía de Evitamiento de la región de Pucallpa, mediante la incorporación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC).
- El estudio aporta criterios técnicos que podrían ser considerados en el diseño de pavimentos en zonas con suelos de baja capacidad portante, especialmente en contextos similares al área de estudio.

1.6. Hipótesis de la investigación

1.6.1. Hipótesis General

- La incorporación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) genera un aumento significativo en el porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- El porcentaje de CBR presente en la vía de Evitamiento en la ciudad de Pucallpa, previo a la incorporación del Policloruro de Vinilo (PVC) es ligeramente bajo respecto al mínimo exigido por las normativas nacionales.
- La proporción del 5 % de aplicación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) genera un mejoramiento del porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa, a niveles aceptables por las normativas nacionales.
- Existe una diferencia favorable de costos unitarios en el mejoramiento de suelo utilizando polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) en

comparación con el material de préstamo convencional en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa.

1.7. Sistema de Variables – Dimensiones e Indicadores

1.7.1. Variables Independientes

Polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) al 3 %, 5 % y 7 %

1.7.2. Variables Dependientes

Porcentaje de CBR.

Tabla 1. *Concepto de las dimensiones con sus indicadores*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	SUB DIMENSIÓN	INDICADORES	UNIDAD	TIPO DE VARIABLE	ESCALA	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE: Polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC)	La incorporación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) es un mejoramiento físico mecánico del suelo.	Dosificación del Policloruro de Vinilo (PVC)	Policloruro de Vinilo (PVC) 3 %, 5 %, 7 %	Policloruro de Vinilo (PVC)	%	Cuantitativa	Razón continua	ASTM D-1883-21 Horno y balanza
		Costo de la incorporación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC)	Policloruro de Vinilo (PVC) 3 %, 5 %, 7 % - Costo unitario	Policloruro de Vinilo (PVC)	Kg.S/.	Cuantitativa	Razón continua	PVC pulverizado
VARIABLE INDEPENDIENTE: Porcentaje de CBR	El CBR es el ensayo que ayuda a medir la capacidad que tiene el suelo realizando la comparativa entre la resistencia a la penetración con un material convencional, para determinar si es apto para la subrasante o base.	Propiedades físicas y mecánicas del suelo de la subrasante natural	Análisis granulométrico de muestra patrón	Clasificación SUCS y AASHTO	Nominal	Cuantitativa	Razón continua	MTC E-107 Palas y tamices
			Contenido de humedad de muestra patrón	W (%)	%	Cuantitativa	Razón continua	MTC E-108 Horno y balanza
			Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de muestra patrón	LL, LP e IP	-	Cuantitativa	Razón continua	MTC E-110 Horno y balanza
			Proctor modificado de muestra patrón	MDS al 95 % W óptimo (%)	%	Cuantitativa	Razón continua	MTC E-115 Barra compactadora
		Mejoramiento de la subrasante por material de préstamo	Material de préstamo – Costo unitario	Costos Unitarios	S/ / m3	Cuantitativa	Razón continua	S10

CBR de muestra subrasante natural	CBR a 100 % de máxima densidad Seca / CBR a 95 % de máxima densidad Seca	CBR (0.1”) CBR (0.2”)	%	Cuantitativa Cuantitativa	Razón continua Razón continua	MTC E-132 Moldes cilíndricos de acero
CBR con polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) (3 %, 5 %, 7 %)	CBR a 100 % de máxima densidad Seca / CBR a 95 % de máxima densidad Seca	CBR (0.1”) CBR (0.2”)	%	Cuantitativa	Razón continua	MTC E-1109 Moldes cilíndricos de acero
Costo del CBR del terreno natural con adición del porcentaje optimo del PVC	Terreno Natural + % optimo del PVC	Costos Unitarios	S/ / m3	Cuantitativa	Razón continua	S10

Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes o Revisión de Estudios Realizados

2.1.1. Antecedentes internacionales

Celi (2021) lanzó estudios piloto destinados a estabilizar suelos granulares incluyendo polipropileno, tereftalato de polietileno y polietileno fino. El proyecto se desarrolló con la toma de 3 muestras significativas del terreno granular en las distintas parroquias como Vela, Montalvo, Izamba y Juan Beningno Vela. Posteriormente se realizaron pruebas de campo y laboratorio, las variables que fueron examinadas son: humedad, gravedad específica, densidad de campo y otros. Además, se realizó una comparación económica de diseños de pavimentos no rígidos. El trabajo aportó para determinar la factibilidad de la viabilidad en la parte experimental y así identificar si existe o no una diferencia económica entre los diseños flexibles basados en valores CBR de suelos.

Khumber y Suranjit (2023) comentan que para mejorar la tracción en relación con la resistencia, durabilidad y comportante de dilatación y contracción del suelo de la subrasante en el pavimento se debe tener una correcta estabilización del suelo. El uso de estabilizadores poliméricos ha ido en aumento, al igual que otros estabilizadores. Viendo en cuenta los desafíos del costo y escases de agregados de piedra en muchas regiones, el uso de agregados de ladrillos accesibles localmente más conocidos como ladrillos quedamos puede ser una solución asequible. La información resultante evidenció que la añadidura de copolímero acrílico de vinilo a la combinación de suelo y agregados no presento cambios significativos en la densidad máxima seca (DMS). También es conocido que al adiciónar de copolímero acrílico de vinilo minimiza el espesor de la capaz del pavimento y se encontró ahorros significativos en costos de mezcla de suelo y

agregados. El trabajo comentado aportó para ver si se puede relacionar la parte experimental con el presente estudio.

Ofori et al. (2023) demostraron que el PVC reciclado (4-6% en peso) incrementa el CBR de suelos arcillosos hasta un 135%, superando los estándares para vías terciarias (African Union Press, 2022). Estudios en Etiopía revelaron que este tratamiento reduce un 40% las fisuras en época seca y mejora la resistencia hídrica, extendiendo la vida útil de caminos rurales de 7 a 12 años (Mekonnen & Tadesse, 2023). El Programa de Infraestructura Sostenible para África (2023) confirmó ahorros del 30-45% en mantenimiento versus métodos tradicionales, mientras que investigaciones sudafricanas verificaron que el PVC micronizado supera a otros polímeros en suelos lateríticos, logrando CBR de 15 -18% con 5% de adición.

Singh et al., 2023, en un estudio reciente del Indian Institute of Technology Bombay demostró que el uso de PVC reciclado (6-8%), el suelo mejora notablemente su comportamiento mecánico, logrando un incremento muy cerca al 40% en su comportamiento frene a cargas de compresión y el índice California Bearing Ratio (CBR) en 35%, que lo convierte en una alternativa efectiva en ciudades con lluvias monzónicas intensas. Esta técnica no solo es costo-eficiente sino también sostenible, alineándose con las políticas de gestión de residuos plásticos del país (Plastic Waste Management Rules, 2022) y siendo promovida por el Ministerio de Carreteras y Transporte (Morth, 2021) para proyectos de infraestructura rural.

Williams & Roberts, 2020, en Australia, en su trabajo de investigación del Centro de Ingeniería de Carreteras en la UNSW llevó a cabo un estudio de estabilización de suelos utilizando PVC en suelos expansivos, que son comunes en

las zonas rurales de Australia. Los suelos expansivos presentan un desafío particular para la construcción de infraestructuras viales, ya que su capacidad de carga varía drásticamente con la humedad. Los resultados del estudio mostraron que el PVC estabiliza estos suelos, mejorando significativamente su resistencia al corte y reduciendo la expansión y contracción causadas por los cambios de humedad. Además, los suelos estabilizados con PVC demostraron una mejor resistencia frente a la erosión, lo cual prolonga la durabilidad de las carreteras y reduce los gastos que produce el mantenimiento. Este enfoque ha sido adoptado en varios proyectos de infraestructura vial en Australia, particularmente en áreas de difícil acceso y en condiciones climáticas extremas.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Cabrera y Torres, 2022, en uno de los estudios más significativos sobre la estabilización de suelos con polímeros fue realizado en el tramo Ica-Arequipa en la Carretera Panamericana Sur constituye un referente clave en la evaluación de métodos para estabilizar suelos con PVC en el Perú, en el que se emplearon ensayos realizados en el laboratorio y directamente (in situ) en el terreno, se demostró que la incorporación del 5% de PVC micronizado incrementó el valor CBR de suelos arcillosos típicos de la región de 4.5% a 12.8%, superando ampliamente el mínimo requerido de 8% establecido en el Manual de Carreteras vigente. Este estudio no solo validó el incremento técnica en la resistencia portante del terreno, sino que también documentó una reducción del 35% en costos de mantenimiento comparado con métodos convencionales de estabilización, destacando además la durabilidad del tratamiento durante la temporada de lluvias, donde se mantuvo un CBR superior al 10% frente al 6.5% de las muestras no tratadas, lo que posiciona a

esta técnica como una alternativa sostenible y viables en proyectos viales en suelos problemáticos del país.

Castillo (2021) dirigido a evaluar los efectos polímeros por adición de industriales Terrassil y almidón natural de patata presente en suelos de grano fino, varios prospectos. Se analizaron los suelos nativos con relación a las propiedades mecánicas y sus efectos utilizando un polímero natural a base de fécula de patata y Terrasil industrial en dosis adecuadas. Se utilizaron polímeros de almidón de patata en diferentes dosis y se indicó que el 8,8 % era el nivel óptimo para mejorar las propiedades deseadas. En el caso de los polímeros terrasil se utilizaron diferentes dosificaciones, con una composición óptima de 1,4 kg/cm3, a esta dosificación se mejoraron notablemente los indicadores mecánicos del suelo, con una reducción en el cambio de peso y volumen. El trabajo aporta a la presente investigación para las identificaciones de cuantas dosificaciones son necesarios para mejorar los polímeros en mención.

García y Marquina (2021) presentaron su trabajo sobre la estabilización de arcilla limosa en el camino hacia el área de Barras a través de la suma de polímeros como ceniza de carbón y los PET. El contenido de humedad óptica tiene ciertos parámetros que evalúan como: densidad seca máxima, porcentaje de CBR en las muestras originales. Mientras que los parámetros a evaluar en adición de polímeros PET son: resistencia a la compresión simple ilimitada. El trabajo aportara la parte experimental ya que da más maneras para la estabilización de un suelo.

Marchán et al. (2021) incluyen la investigación sobre el uso de polímeros artificiales para estabilizar un determinado terreno en un camino de terracería, debido a que no cuenta con las condiciones de diseño adecuadas. Su propósito es atender las necesidades de diferentes sectores relacionados con el lugar de impacto

del proyecto, donde se sugiere utilizar polímeros artificiales para la estabilización de suelos. El trabajo da un aporte de la importancia de los polímeros artificiales como estabilizadores de suelo.

Zapana (2022) su finalidad es estabilizar la arcilla añadiendo polímeros tratados al sustrato. Por lo tanto, se han sugerido varias dosis que van del 1% al 3% para 3 tipos de pozos ubicados a 500 m de distancia, analizados sobre la base de resultados de suelo estándar con varias pruebas mínimas requeridas. La dosificación correcta es de 3 pozos de prueba al 3%, valores de CBR al 95 y 100% peso seco bruto superior al 6% exigido por MTC para sustratos óptimos. En resumen, se puede concluir que los polímeros reciclados a una dosis del 3% son buenos estabilizantes de las arcillas, mejorando sus propiedades mecánicas. El trabajo da una evidencia que los suelos arcillosos cuando son estabilizados con polímeros reciclados al 3% tienen a mejorar propiedades, esto se puede ver relacionado a la presente investigación.

2.1.3. Antecedentes locales

Álvarez y Sosa (2020) buscan incrementar data que sirva para mejorar suelos, donde se encontraron resultados interesantes y diversos comparados con otras investigaciones. Se seleccionó el politereftalato de etileno (PET) refinado, adicionando el PET reciclado de 3 a 5 milímetros de longitud utilizado como agregado que refuerza las características mecánicas que presenta el suelo. El ensayo estándar de Proctor modificado y Corte Directo, se puede determinar una proporción adecuado para sumar el 1%, al discriminar entre diferentes comportamientos, ya sea en el material ensayado o en las demás mezclas analizadas. El trabajo aporta al presente estudio información teórica de suma relevancia para una adecuada investigación.

Arévalo y Villegas (2021) realizaron estudios de suelo en un área dedicada al malecón de San José, el cual presenta características asociadas a fosas, en su mayoría arcillosas, optaron por utilizar un fondo de cimentaciones profundas, como lo indican las cargas que soporta el sitio para la construcción de la infraestructura. Después de hacer agujeros cada 15 cm, se determina la resistencia del suelo y, también, se determina la profundidad y el tipo de cimentación adecuados mediante los resultados obtenidos. El trabajo aporta al presente estudio para identificar la importancia de las características del lugar en estudio.

Pérez (2021) pretende evaluar cuál es la incidencia de madera de fondo por ceniza, obtenido por la incineración de madera y carbón que se usa cuando se da la cocción de ladrillos que permitió evaluar la estabilización disponible en el suelo con características arcillosas para un uso subrasante mejorada de pavimento. Se realizaron diversos análisis que permitieron llegar a la conclusión que cuando se agrega ceniza se da la tan esperada reacción conocida como estabilización de arcillas del suelo. El trabajo de investigación aporta los posibles indicadores a evaluar en el presente estudio y su importancia.

Ramírez & Torres, 2019, en Pucallpa, capital del departamento de Ucayali, se realizó un estudio en el marco del proyecto de mejorar la infraestructura vial en las principales vías de la ciudad. Esta investigación evaluó la efectividad de polímeros como el PET para estabilizar suelos con alta plasticidad y humedad, características comunes en los suelos de la región amazónica. El estudio concluyó que añadir PET mejoraba muy positivamente la capacidad portante del terreno y reducía la deformación bajo condiciones de humedad, un factor crítico en esta región tropical. Los resultados fueron positivos, demostrando que la estabilización

con PET proporcionaba una alternativamente sostenible y muy rentable frente a otros métodos convencionales, como son el uso de cal o cemento

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Suelos -Subrasante

2.2.1.1. Definición. Soporta la estructura del pavimento, donde no este expuesto a cargas de tráfico. Tiene en cuenta cuatro factores importantes, como el volumen de tráfico, el clima, la disponibilidad de materiales y la capacidad de carga del pavimento. (Castillo, 2021).

2.2.1.2. Tipos de Suelos. Son tres tipos (Castro y Cruzado, 2021):

a) Arenosos

Poseen características diferentes, en las cuales destacan las siguientes:

- Arena fina: Van desde 0.075 a 0.5mm.
- Arena de contextura media: Rango de 0.5 a 2 mm
- Arena de contextura gruesa: Van de 2 a 5 mm

b) Limosos

Sus características son de grano fino y poca plasticidad

- Limos: 0.002 a 0.075 mm

c) Arcillos

Mayor es su tamaño cuando se da la presencia de aguas y cuando se da la famosa contracción hay ausencia de ellas.

<0.002 a 2 μ (micrones)

2.2.1.3. Clasificación de Suelos.

a) Sistema de clasificación ASSHTO

1. Tamaño de grano

- Grava: circula por la criba de 75 mm
- Arena: circula la criba núm. 10 (2 mm)
- Arcilla y limo: atraviesa la criba núm. 200

2. Plasticidad

Para ser limoso su valor de plasticidad debe ser menor o igual a 10. Para ser arcilla debe ser igual o mayor de 11.

b) Sistema Unificado de Clasificación de suelo (SUCS)

1. Características de arena y grava en presencia menor a 50% en estado natural, suelos de grano grueso

2. Suelos de grano fino mayor o igual al 50% que atraviesa el tamiz núm. 200.

2.2.1.4. Ensayos de Suelos. Existen varios ensayos que se detallan a continuación (Celi, 2021):

a) Densidad de campo: Se basa en la metodología cono y arena con la finalidad de obtener la densidad del lugar a evaluar
b) Gravedad específica: Calcula las relaciones que se dan de vacíos y el grado de saturación.
c) Humedad natural: Es la internación de cantidad de agua con las masas de partículas del suelo contenida en la estructura del suelo.
d) Limite Liquido: Está definido como cierto porcentaje presente en el suelo, debajo existe un comportamiento plástico, cuando está por encima tiene un comportamiento de fluido viscoso.
e) Limite plástico: Frontera que existe ya sea en plástico o manera semisólida en el suelo.

f) Granulometría: Separa las partículas de los suelos, usando mallas o tamices con ciertos tamaños en la apertura de la rejilla.

g) Compactación- Proctor modificado: Es la realización de un proceso artificial, agrupa partículas y disminuye la relación que se da en vacíos del suelo.

h) Relación de Soporte California (CBR): Su principal finalidad es darle un sentido a la capacidad del suelo con la finalidad de ser un material de base o subbase.

2.2.1.5. Estabilización de suelos. Su finalidad es la mejora de la deformación por resistencia, además incluye la falta de sensibilidad a agua, control de erosión y volumen a través de electricidad, mecánica, etc. (Celi, 2021)

Existen diversos conceptos adicionales con estabilización volumétrica, resistencia, permeabilidad, comprensibilidad, durabilidad, entre otros. (Celi, 2021).

2.2.2. Polímero artificial Policloruro de Vinilo

2.2.2.1. Definición. PVC es un polímero formado a partir de polimerizar el cloruro de vinilo, conocido por su versatilidad y amplia aplicación en diversas industrias. A nivel de obras de civiles, cumple como estabilizador en suelos debido a su resistencia mecánica y durabilidad, especialmente en condiciones de humedad. (Pérez, 2021).

2.2.2.2. Propiedades del PVC

a) Resistencia Mecánica

El PVC tiene una alta capacidad de resistir la tracción, lo que le permite soportar esfuerzos significativos cuando se utiliza en estabilización de suelos. (García y Marquina, 2021).

b) Durabilidad

El PVC destaca por su notable resistencia a la degradación química y ambiental, que mantiene las propiedades mecánicas incluso en situaciones extremas de humedad y carga, lo que lo posiciona como un material óptimo para estabilizar el suelo en obras de infraestructura vial (Gómez et al., 2023).

c) Impermeabilidad

El PVC posee una baja absorción de agua, minimizando la interacción agua-suelo, lo cual es fundamental para mejorar la estabilidad de suelos arcillosos. (Zapana, 2022).

2.2.2.3. Normativa

a) Normas Internacionales

1. ASTM D 1883-21

Esta especificación describe el proceso estándar para evaluar el CBR del suelo, permitiendo medir la resistencia frente a las cargas aplicadas. Se utiliza principalmente en el análisis de suelos que pueden ser mejorados con estabilizantes como el PVC en obras de geotecnia (American Society for Testing and Materials [ASTM], 2021).

2. ISO 472

Especifica los términos y definiciones estándar aplicables a plásticos como el PVC, incluyendo sus propiedades químicas y mecánicas. (Celi, 2022).

3. ASTM D 698

Métodos para determinar la compactación estándar de suelos tratados con estabilizantes, garantizando que materiales como el PVC cumplan con parámetros de densidad y humedad óptima. (Castillo, 2021).

b) Normas Nacionales

1. Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (MTC, 2023)

- MTC E-128: Define los índices mínimos del CBR requeridos para subrasantes en vías a nivel de afirmado. "El uso de estabilizantes como el PVC debe garantizar que el suelo tratado alcance un CBR mínimo del 8% para ser considerado adecuado. (Pérez, 2021)
- MTC E-115: Especifica los procedimientos para el método de compactación Proctor modificado, que permite verificar la densidad máxima seca del suelo estabilizado con PVC.

MTC E-110: Requiere que deben determinarse los límites de consistencia (plástico, líquido y plasticidad) para evaluar el incremento en las características físicas y mecánicas de suelo tratado con polímeros.

c) Legislación Ambiental

1. Ley N° 27314 - Ley General de Residuos Sólidos

Promueve la valorización de desechos plásticos, como el PVC reciclado, fomentando su reutilización en procesos industriales y de construcción. (Álvarez y Sosa, 2020).

2. Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente

Requiere que proyectos de infraestructura que utilicen materiales reciclados deben demostrar un impacto ambiental reducido.

3. ISO 14021

Define los principios para la reutilización de materiales reciclados como el PVC, promoviendo su uso en proyectos sostenibles.

d) Reglamentos Técnicos

1. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

El apartado relacionado con suelos y cimentaciones incluye directrices para la estabilización con materiales sintéticos, enfatizando la necesidad de garantizar la durabilidad del suelo tratado. (Ramírez y Torres, 2019).

2. Reglamento Técnico de Construcción Sostenible

Promueve el uso de materiales reciclados como el PVC en proyectos que reduzcan costos y fomenten la sostenibilidad.

e) Manuales Técnicos

1. Manual AASHTO T 99

Estándar técnico para la compactación y evaluación de suelos estabilizados con polímeros.

2. Guía de Prácticas para Estabilización de Suelos con Polímeros (ICAP, 2020)

Proporciona los protocolos técnicos para el uso de PVC en proyectos víales, demostrando su eficacia en suelos arcillosos al incrementar el CBR hasta en un 150% y mejorar la resistencia hídrica, según aplicaciones recientes en proyectos peruanos (Rodríguez et al., 2023).

2.3. Bases Científicas de la Investigación

2.3.1. Mecánica de suelos y la subrasante como material de ingeniería

2.3.1.1 Mecánica de Suelos y Subrasante

2.3.1.1.1 El suelo como material de ingeniería

Desde el punto de vista de la mecánica de suelos, el suelo es un material natural heterogéneo compuesto por partículas sólidas, agua y aire, cuyas propiedades físicas y mecánicas determinan su comportamiento frente a cargas externas. En ingeniería vial, el suelo cumple la función estructural de soportar y transmitir las cargas vehiculares hacia capas inferiores, por lo que su resistencia y estabilidad son fundamentales para el desempeño del pavimento (Das & Sobhan, 2022).

2.3.1.1.2. Subrasante

La subrasante constituye la capa inferior de la estructura del pavimento y sirve como soporte directo de las capas superiores. Su capacidad portante influye directamente en el espesor del pavimento y en su vida útil. En suelos arcillosos y limosos, como los presentes en la ciudad de Pucallpa, la subrasante suele presentar baja resistencia y alta sensibilidad a la humedad, lo que genera deformaciones y fallas prematuras en la vía (MTC, 2023).

2.3.2 Parámetro CBR (California Bearing Ratio)

2.3.2.1 Origen y concepto

El California Bearing Ratio (CBR) es un ensayo empírico desarrollado por el Departamento de Transporte de California, utilizado para evaluar la capacidad portante de suelos y materiales granulares

empleados en subrasantes, subbases y bases de pavimentos. El CBR expresa la resistencia del suelo frente a la penetración de un pistón estándar, comparándola con un material patrón (ASTM D1883).

2.3.2.2. Procedimiento del ensayo CBR

El ensayo consiste en compactar una muestra de suelo a su densidad máxima seca y humedad óptima, para luego someterla a un proceso de penetración controlada. El valor obtenido permite clasificar el suelo y determinar su aptitud para uso vial según los criterios establecidos en el Manual de Carreteras del MTC.

2.3.2.3. Factores que afectan el CBR

Los principales factores que influyen en el valor del CBR son:

- Tipo de suelo y granulometría
- Contenido de humedad
- Grado de compactación
- Presencia de estabilizantes o aditivos
- Condiciones de saturación

En suelos cohesivos, el aumento de humedad reduce significativamente el valor del CBR, razón por la cual se emplean técnicas de estabilización (MTC, 2023).

2.3.3 Estabilización de Suelos

2.3.3.1 Objetivos de la estabilización

La estabilización de suelos tiene como objetivo mejorar las propiedades físicas y mecánicas del terreno, incrementando su resistencia, durabilidad y capacidad portante, además de reducir la plasticidad y la susceptibilidad al agua.

2.3.3.2 Tipos y métodos de estabilización

Los métodos de estabilización pueden clasificarse en:

- Estabilización mecánica
- Estabilización química (cal, cemento)
- Estabilización con polímeros

La estabilización con polímeros ha ganado importancia por su eficiencia técnica y su menor impacto ambiental.

2.3.4 Estabilización de Suelos con Polímeros

Los polímeros actúan formando una matriz que recubre y une las partículas del suelo, mejorando la cohesión interna y reduciendo la absorción de agua. Esta técnica es especialmente efectiva en suelos arcillosos, donde se logra un incremento significativo del CBR y una mayor estabilidad volumétrica (Gupta & Kumar, 2023).

2.3.5 PVC como Aditivo en Suelos

2.3.5.1 Características del PVC

El Policloruro de Vinilo (PVC) es un polímero sintético caracterizado por su alta resistencia mecánica, durabilidad, impermeabilidad y estabilidad química, propiedades que lo hacen adecuado para su uso como estabilizador de suelos.

2.3.5.2 Formas de aplicación del PVC en suelos

El PVC puede aplicarse en forma triturada o micronizada, mezclándose de manera homogénea con el suelo en porcentajes controlados, según el peso seco del material, para mejorar su comportamiento estructural.

2.3.5.3 Mecanismo de Refuerzo

El PVC actúa como elemento de refuerzo al:

- Reducir la absorción de agua
- Incrementar la fricción interna
- Mejorar la cohesión entre partículas
- Disminuir la deformabilidad del suelo

Estos mecanismos contribuyen al aumento del valor CBR.

2.3.5.4 Impacto Medioambiental

El Policloruro de Vinilo (PVC), tanto en su forma reciclada como en su presentación pulverizada de origen industrial, ha sido considerado en aplicaciones de estabilización de suelos debido a su elevada estabilidad química y baja reactividad frente a los componentes del suelo. Estas características limitan la ocurrencia de procesos de degradación química o generación de subproductos contaminantes cuando el material es empleado en estado sólido y bajo condiciones controladas, lo que reduce el riesgo de afectación al suelo y al entorno inmediato.

La incorporación de PVC en la matriz del suelo contribuye a la mejora de sus propiedades mecánicas, lo que se traduce en una mayor durabilidad de las estructuras viales. Este incremento en la vida útil de las vías puede implicar una disminución en la frecuencia de actividades de mantenimiento y rehabilitación, reduciendo de manera indirecta el consumo de recursos naturales, energía y materiales asociados a dichas intervenciones.

En el caso del PVC reciclado, su utilización permite la valorización de residuos plásticos y la reducción de su disposición final, mientras que el

empleo de PVC pulverizado de origen industrial favorece una dosificación homogénea y controlada del material. En ambos casos, el uso de PVC en la estabilización de suelos se relaciona con prácticas orientadas a la gestión eficiente de materiales y se encuentra alineado con los principios establecidos en la Ley General del Ambiente y las políticas de construcción sostenible, al priorizar soluciones que optimizan el desempeño de la infraestructura sin generar impactos ambientales significativos.

2.4. Definición de Términos Básicos

- **Afirmado**

  Capa granular compactada que sirve como superficie transitable en vías no pavimentadas, diseñada para soportar el tráfico y distribuir las cargas hacia la subrasante. (Pérez y García, 2021).

- **Base**

  Denota la reducción del espesor de la carpeta. Pero, su función principal se trata de su comportamiento como elemento resistente para la distribución de esfuerzos de manera eficaz por la carga vehicular. (Virto, 2022)

- **Calicata**

  Excavación realizada en el suelo para obtener muestras representativas y analizar sus propiedades físicas y mecánicas, utilizada comúnmente en estudios geotécnicos. (Mendoza y Torres, 2020).

- **Capacidad Portante**

  Se define como la resistencia del suelo a las cargas aplicadas sin sufrir deformaciones excesivas, siendo evaluada a través del índice CBR. (Zapata y Ruiz, 2019)

- **Carpeta de rodadura**

  Su función es de recepción de carga directa para distribuirla con las capas inferiores, considera una superficie de rodadura con textura apropiada. (Virto, 2022)

- **Compactación**

  Proceso por el cual, mediante la acción mecánica a través del cual, se separación entre las partículas del suelo, aumentando su densidad y su resistencia a esfuerzos aplicados. (Celi y Vásquez, 2021)

- **Costo Unitario**

  Es el valor económico asociado a la ejecución de una unidad de medida específica dentro de un proyecto, utilizado para evaluar la eficiencia de diferentes alternativas técnicas. (Álvarez y Sosa, 2020)

- **Estabilización de suelos**

  Mejora de las características físicas del terreno mediante procesos mecánicos y la adición de materiales naturales, químicos o sintéticos. (MTC, 2023)

- **Granulometría**

  Distribuciones granulométricas de las diversas partículas presentes en el suelo, determinante para evaluar su permeabilidad, resistencia y capacidad portante. (Castillo y Ramírez, 2020)

- **Índice de Plasticidad (IP)**

  Representa la variación de contenido humedad que el suelo todavía puede deformarse sin fracturarse. Es decir, muestra cuánto puede moldearse un material entre su estado semilíquido (límite líquido) y su estado semisólido (límite plástico), determinando su capacidad de comportamiento plástico (Vega & Torres, 2019).

- **Mecánica de suelos**

Se da la presencia de la subrasante que comprende las carreteras donde inicia la superficie y se da el movimiento de tierras. Para que el diseño sea pavimentado o afirmado se requiere un diseño y estructura adecuada. (MTC, 2023)

- **Policloruro de Vinilo “PVC”**

  Es usado en diversos proyectos como material de construcción con cimientos de manera estructural. Significa el agregado no cementado de ciertos componentes como materias orgánicas y minerales directamente los granos en estado descompuesto. (Das & Sobhan, 2022)

- **Polímero**

  Los polímeros son partículas constituidas por extensas cadenas de moléculas repetitivas y se les llama monómeros. Se clasifican en naturales (ej. celulosa, caucho) y sintéticos (ej. PVC, polietileno), y su aplicación en ingeniería civil incluye la modificación de propiedades mecánicas de suelos (Jones & Rahim, 2020; Smith et al., 2024)

- **Subrasante**

  Es una capa encargada de diversas funciones, ya que puede recibir y resistir cargas de tránsito comprendidas en la estructura del pavimento. En relación al tratamiento con compañía de un anticontaminante se encarga de prevenir que capas superiores del pavimento se vean contaminadas. (Virto, 2022)

- **Sub-Base**

  Capa de la subrasante que esta mejorada o estabilizada en los pavimentos que son rígidos con la finalidad de reducir el espesor de los rellenos controlados. (Virto, 2022)

- **Suelos Cohesivos**

  Los suelos cohesivos, caracterizados por su alta proporción de partículas finas (arcillas y limos), presentan propiedades como plasticidad y susceptibilidad a

cambios volumétricos por humedad. Su estabilización busca incrementar la capacidad portante (CBR) y resistencia al corte, mediante técnicas que reducen su sensibilidad al agua (Das & Sobhan, 2022; MTC, 2023). En este estudio, la adición de PVC mejora estas propiedades al formar una matriz estable que limita la absorción de humedad (Gupta & Kumar, 2023)

CAPITULO III
METODOLOGIA

3.1. Metodología de la Investigación

3.1.1. Metodología

3.1.1.1. Tipo de Investigación. La investigación desarrollada corresponde al tipo aplicada, ya que está orientada a la solución de una problemática práctica en el ámbito de la ingeniería vial. En este caso, se busca mejorar la capacidad portante de la subrasante de la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa, mediante el empleo de Policloruro de Vinilo (PVC) como material estabilizador. Este tipo de investigación se caracteriza por aplicar conocimientos científicos y técnicos con el propósito de atender necesidades reales y específicas del contexto social y económico (Lozada, 2014).

3.1.1.2 Nivel de Investigación. El nivel de la investigación es explicativo, ya que busca determinar y explicar la influencia de la adición del Policloruro de Vinilo (PVC) en el incremento del porcentaje de CBR de la subrasante.

Este nivel permite identificar relaciones de causa–efecto entre la variable independiente (adición de PVC en diferentes porcentajes) y la variable dependiente (porcentaje de CBR), evaluando cómo la manipulación de la primera genera cambios medibles en la segunda (Hernández Sampieri et al., 2014).

3.1.1.3 Diseño de Investigación. El diseño de la investigación es experimental, específicamente experimental de laboratorio, debido a que la variable independiente es manipulada deliberadamente bajo condiciones controladas a la variable independiente, incorporando Policloruro de Vinilo (PVC) en proporciones de 3 %, 5 % y 7 % al suelo natural, con el propósito

de observar y medir su efecto sobre la variable dependiente, representada por el porcentaje de CBR.

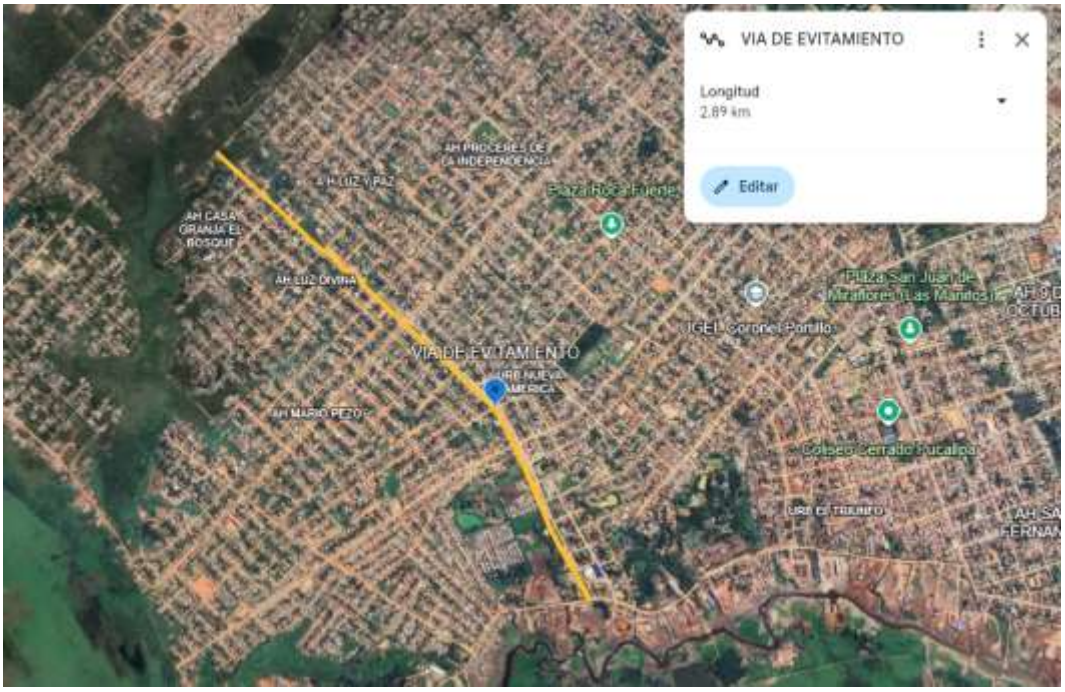
Asimismo, el diseño es completamente experimental, debido a que las condiciones de ensayo son controladas y reproducibles en laboratorio, permitiendo la comparación directa entre el suelo natural y los suelos estabilizados con diferentes dosificaciones de PVC, garantizando la validez de los resultados obtenidos.

3.1.2. Determinación de la población y muestra

3.1.2.1. Población. La población considerada en este estudio va a estar constituida por la totalidad de la vía no pavimentada de los 2.9 kilómetros que conforman la vía de Evitamiento de Pucallpa. Este segmento vial, que conecta las zonas de Manantay y Juan Romero Ferreyra, constituye un eje vial fundamental para la ciudad.

Figura 1

Población total del estudio



3.1.2.2. Muestra. La tesis usó un muestreo intencional o de conveniencia (no probabilístico), seleccionando muestras de la subrasante que se encuentra en la vía de Evitamiento de Pucallpa, específicamente entre los tramos de Pachacutec y Juan Romero Ferreyra teniendo esta una longitud de 1.72 kilómetros. Esta zona fue elegida por su representatividad dentro de la población en estudio, ya que la subrasante en esta área presenta características críticas que perjudican la transitabilidad. La elección de esta ubicación responde a su accesibilidad, y su importancia en términos de infraestructura vial dentro de la ciudad de Pucallpa.

Se realizó un total de 33 muestras: 6 a la subrasante y 27 adicionando los distintos porcentajes de aleación del polímero artificial, estas fueron extraídas de las 3 calicatas a realizarse en 3 tramos de la vía de Evitamiento. A estas muestras se les aplicó diferentes porcentajes de policloruro de vinilo (PVC), específicamente en 0%, 3%, 5% y 7% del peso seco del material. Los ensayos de laboratorio permitieron determinar el impacto de estos porcentajes de PVC en el CBR, en otras características mecánicas y físicas del terreno base.

Tabla 2

Distribución de las Muestras Ensayadas

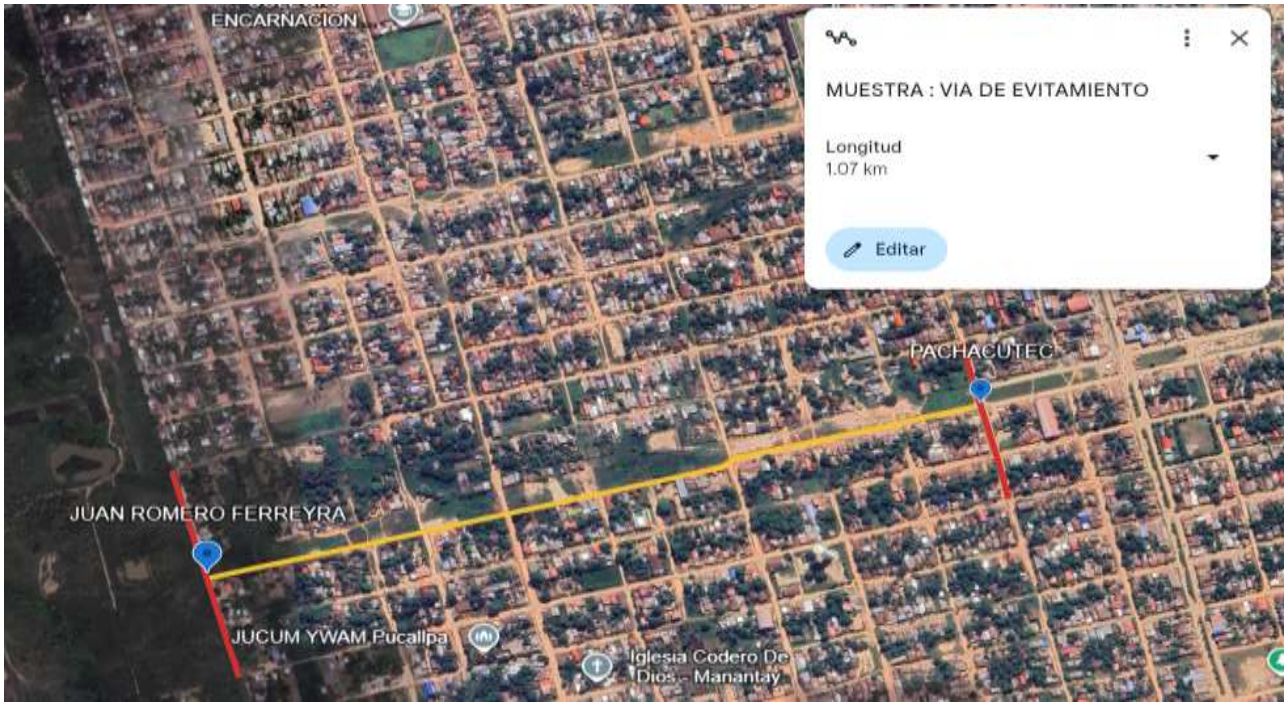
TRAMOS	PROG.	Grupo 1: Suelo Natural sin PVC	Subtotal Grupo 1	Grupo 2: Suelo Natural con una adición 3% de PVC	Grupo 3: Suelo Natural con una adición del 5% de PVC	Grupo 4: Suelo Natural con una adición del 7% de PVC	Subtotal	Total
Evitamiento c/n Pachacútec	0+0.00	2	**2**	3	3	3	**9**	**11**

Evitamiento c/n Ca. Porvenir	0+535.0	2	**2**	3	3	3	**9**	**11**
Evitamiento c/n Juan Romero Ferreyro	1+072.0	2	**2**	3	3	3	**9**	**11**
Total Muestra sin PVC			**6**	**Total Muestra con PVC**			**27**	**33**

Fuente: Elaboración propia

Figura 2

Muestra de la Investigación.



3.1.2.3. Método de Muestreo. Para este método se empleó la técnica intencional o de conveniencia, lo cual implica una selección intencional,

debido a la facilidad para tomar las muestras y siendo estas las más representativas de toda la población.

3.1.2.4. Criterios de Evaluación de la Muestra. Con el propósito de efectuar el análisis del material de muestra, se utilizó criterios específicos de selección. El análisis de la muestra se llevó a cabo en el laboratorio fabricados con suelo natural y con adiciones del polímero artificial policloruro de vinilo “PVC” al 3%, 5% y 7%, los cuales fueron sometidos a ensayos y pruebas con el fin de estipular sus especificaciones mecánicas y físicas. De acuerdo con lo mencionado anteriormente, las muestras fueron cuantificadas de la siguiente manera.

Se utilizó 3 muestras por cada porcentaje al 3%, 5% y 7%; 2 por cada tramo al suelo de la subrasante, esto con la finalidad de realizar los ensayos en el laboratorio correspondiente. En total, tuvimos una muestra compuesta por 33 muestras, subdivididas en 3 por cada uno de los distintos porcentajes a adicionar 3%, 5% y 7% y 2 por tramo sin adicionar el polímero artificial.

Tabla 3

*Distribución de las Muestras Ensayadas***.**

TRAMOS	PROG.	Grupo 1: Suelo Natural sin PVC	Subtotal Grupo 1	Grupo 2: Suelo Natural con una adición 3% de PVC	Grupo 3: Suelo Natural con una adición del 5% de PVC	Grupo 4: Suelo Natural con una adición del 7% de PVC	Subtotal	Total
Evitamiento c/n Pachacútec	0+0.00	2	**2**	3	3	3	**9**	**11**

Evitamiento c/n Ca. Porvenir	0+535.0	2	**2**	3	3	3	**9**	**11**
Evitamiento c/n Juan Romero Ferreyro	1+072.0	2	**2**	3	3	3	**9**	**11**
Total Muestra sin PVC			**6**	**Total Muestra con PVC**			**27**	**33**

Fuente: Elaborado propia

3.1.3. Técnicas de Recolección y Tratamiento de Datos

3.1.3.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección

a) Fuentes

1. Fuentes Primarias:

La observación directa de los datos obtenidos en los experimentos permitió registrar las variaciones en las especificaciones mecánicas y físicas de las muestras estudiadas de diversos tipos. Estos datos se determinarán en el laboratorio, dando la ventaja de medir el fenómeno de manera más directa y confiable.

2. Fuentes Secundarias:

La evaluación se complementó considerando diversas fuentes tanto digitales como físicas, como libros, revistas, manuales, procedimientos, normas (NTP, RNE) y materiales electrónicos. Estas fuentes servirán como base y marco.

b) Técnicas

1. Análisis ANOVA:

Es una técnica para averiguar si los resultados de dos o más grupos son comparables o iguales, o si son iguales. El ANOVA examina

si el valor medio objetivo difiere cuando se utilizan combinaciones de dos categorías de entrada. Habrá un impacto de interacción si la varianza es considerable.

Para evaluar la influencia de los polímeros artificiales "PVC", de acuerdo con el porcentaje de CBR de la subrasante en la localidad de Pucallpa, departamento de Ucayali, se pueden utilizar las siguientes pruebas estadísticas inferenciales.

2. Prueba t para muestras independientes:

Usada con el fin de relacionar y cotejar las medias de 2 poblaciones, en este caso, la población de muestras de la calicata adicionado polímero artificial “PVC” y la población de muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC”.

Hipótesis:

H0: La media del índice de CBR de las muestras de la calicata adicionado polímero artificial “PVC” es igual a la media del índice de CBR de las muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC”.

H1: La media del índice de CBR de las muestras de la calicata adicionado polímero artificial “PVC” es diferente a la media del índice de CBR de las muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC”.

c) Instrumentos de Recolección de datos

1. Instrumentos de Campo

Se empleó herramientas manuales con el fin de obtener data en campo, estos permitirán la extracción de las muestras en las calicatas

sean inalteradas con el fin de evidenciar la adecuada investigación al momento de evaluarlo en el laboratorio.

2. Instrumentos de Laboratorio

Para la toma de datos en laboratorio se utilizó a través de las pruebas que se mencionan a continuación:

- Examinación Granulométrico de suelos por tamizados
- Contenido de humedad del suelo
- Limite Liquido del suelo
- Índice plasticidad (I.P)
- Limite plástico (L.P)
- Proctor Modificado
- CBR de suelos

3.1.4. Diseño de la Investigación - Esquema de la Investigación

3.1.4.1. Diseño Metodológico. Es de clase experimental, pues se realizó un análisis exhaustivo y comparativo de las especificaciones físico-mecánicas, aumentos de los porcentajes de CBR en las subrasantes aplicando el polímero artificial “el policloruro de vinilo (PVC)” en porcentajes de 3 %, 5% y 7% y precios unitarios, en base a la muestra patrón en vía de Evitamiento.

3.1.4.2. Esquema de la Investigación

1. Se inició tomando muestras en campo obtenidas de las tres calicatas realizadas, en la vía de Evitamiento con las intersecciones de Pachacutec, Calle Porvenir y Juan Romero Ferreyro.
2. Se efectuó los análisis de laboratorio correspondientes los cuales son granulometría, límites de consistencia, Proctor modificado y CBR, con el

objetivo de identificar las propiedades físicas y mecánicas de las muestras analizadas.

3. Se adicionó los porcentajes del polímero artificial, el policloruro de vinilo “PVC”, en los distintos porcentajes a examinar como son el 3%, 5% y 7%.
4. Se analizó las muestras con los respectivos porcentajes de PVC adicionados.
5. Se compara los resultados tanto en las muestras patrón con la incorporación del polímero artificial, policloruro de vinilo “PVC”, en los porcentajes ya mencionados.
6. Conclusiones y recomendaciones.
7. Elaboración de informe final.

Arquetipo matemático de Diseño de Investigación (post-test):

GE1: O ----------X_1---------- M_1 → Para el grupo experimental1

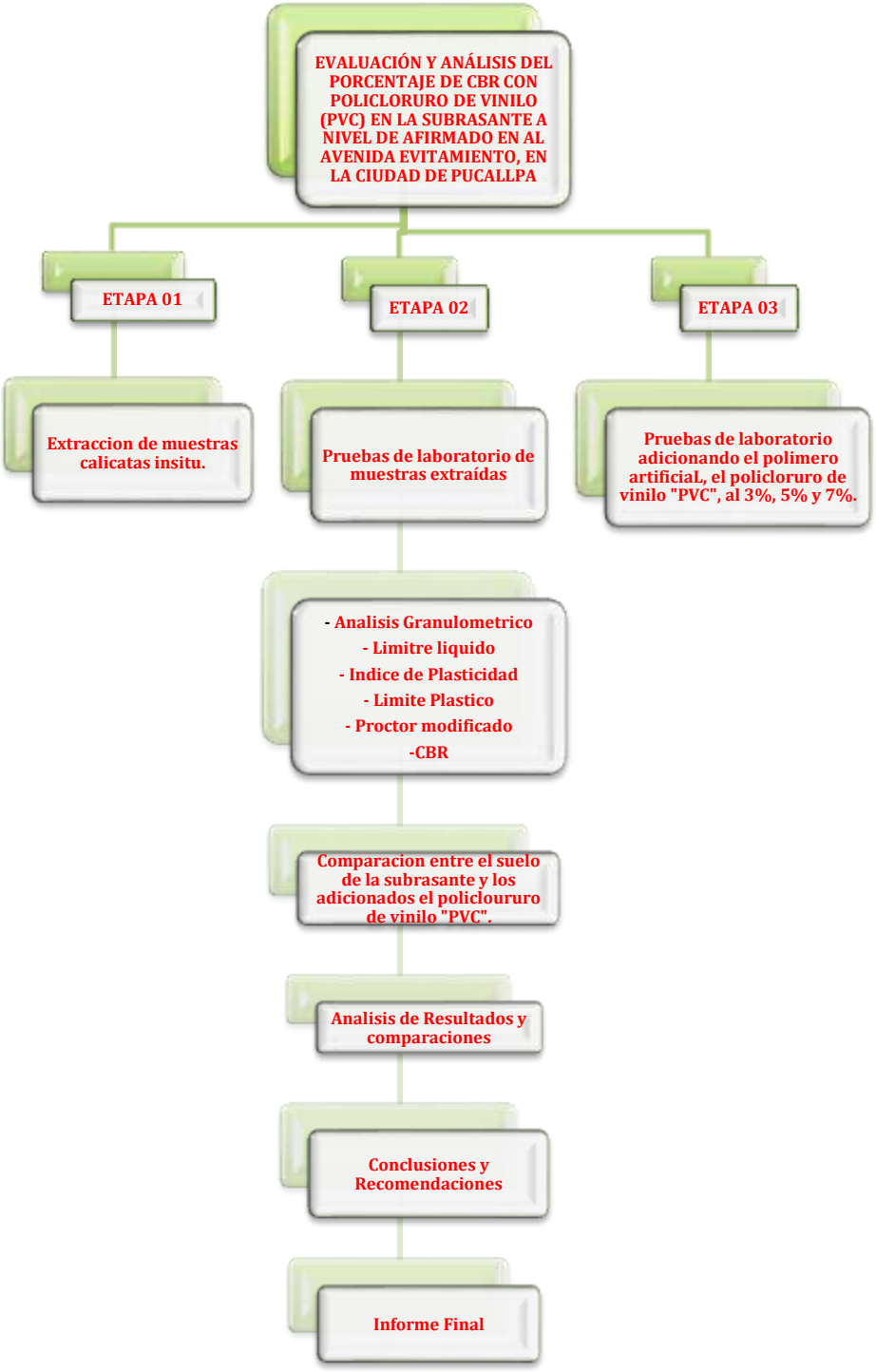
GC: O ----------(sin estimulo) ----------M_2→ Para el grupo de control

- O: Unidad para estudio u objeto de examinación.
- X_1: Aplicación del estímulo en la variable independiente (suelo natural con añadidura de policloruro de vinilo “PVC”).
- (Sin estimulo): Omisión de estímulos (suelo natural sin adición de PVC).
- M_1 y M_2: Valoración de las variables dependientes.

3.1.4.2. Diseño de ingeniería

Figura 3

Diseño de Ingeniería



Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Procesamiento y Representación de Datos

Los resultados obtenidos se procesaron de la siguiente manera:

Después de procesar y analizar las pruebas ejecutadas en el laboratorio de suelos Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L., fueron presentada en mediante con sus fichas técnicas específicas del laboratorio y formatos de autoría propia.

Se realizaron cuadros, tablas, todo en base al estudio estadístico. Todo esto con la intención de realizar las comprobaciones de las hipótesis formuladas.

Se realizó un análisis de costo de acuerdo al porcentaje optimo del policloruro de vino “PVC”, que según los datos de resultados obtenidos en el CBR es el porcentaje del 5% de PVC.

Los datos fueron procesados utilizando herramientas digitales como Excel, Word, entre otras.

Para el procesamiento de la información también se consideró documentación técnica especializada. Se utilizó la edición 2023 del Manual de Carreteras orientado al diseño geométrico, así como los textos que abordan suelos, geología, geotecnia y pavimentos. De igual forma, se tomó como referencia el documento de ensayos de materiales emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2023).

CAPITULO IV
PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados con Respecto a la Hipótesis

4.1.1. Porcentaje del CBR presente en el suelo natural

Para poder obtener el porcentaje (%) del CBR presente en el suelo natural de la avenida evitamiento se realizó en primera instancia el Proctor modificado, dos por cada calicata realizada, que en este caso fueron 3 calicatas.

De esta manera obtendremos densidad máxima y minina para poder realizaron nuestros ensayos de California Bearing Ratio (CBR), como se visualiza en la siguiente tabla:

Tabla 4

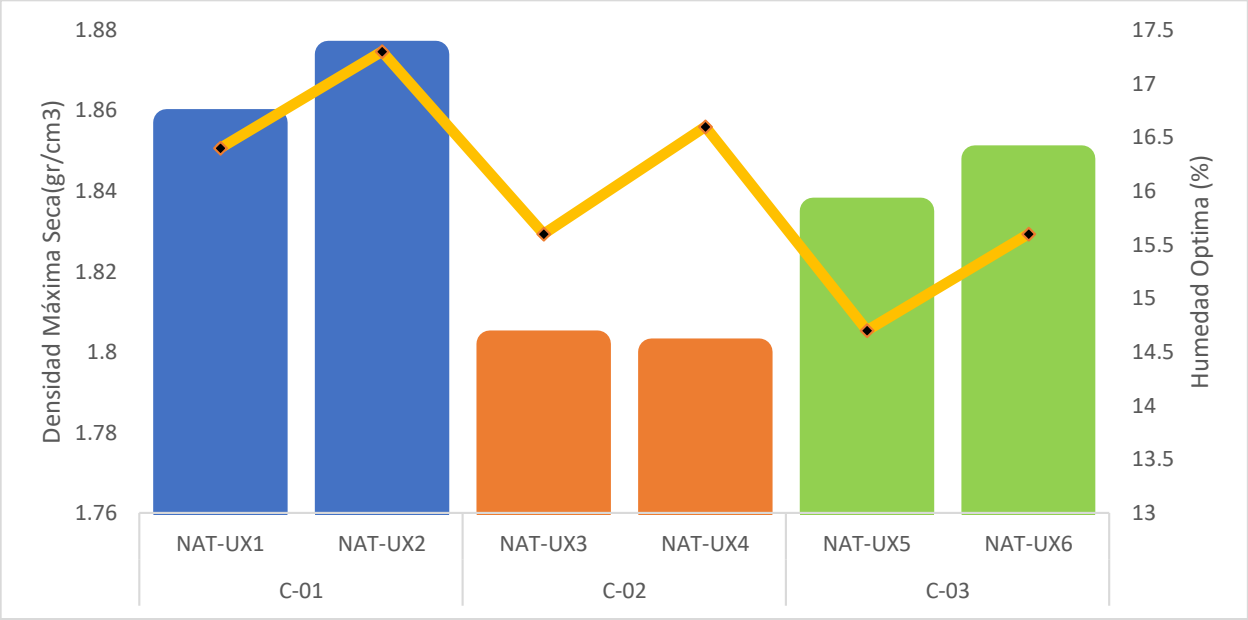
Resultados obtenidos en el ensayo Proctor Modificado sin presencia de PVC

Calicatas	Muestras	Densidad Seca Máxima (g/cm3)	Humedad Optima de compactación (%)
C-01	NAT-UX1	1.857	16.4
C-01	NAT-UX2	1.874	17.3
C-02	NAT-UX3	1.802	15.6
C-02	NAT-UX4	1.800	16.6
C-03	NAT-UX5	1.835	14.7
C-03	NAT-UX6	1.848	15.6

Fuente: Elaborado por Mayk Sánchez y Jean Del Águila (Tesistas)

Figura 4

Densidad Máxima Seca y Contenido óptimo de humedad del suelo en estado natural



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los resultados obtenidos del Proctor Modificado aplicados al suelo natural en la Av. Evitamiento, como se evidencian en la figura 4 y la tabla 3, muestran que dichos valores se encuentran en una densidad máxima seca moderada ya que los valores están entre 1.800 y 1.874 gr/cm3 con una humedad optima entre 15.6 % a 17.4%, estos resultados representan características típicas de los suelos arcillosos presentes en nuestra localidad de Pucallpa. Los resultados hacen imperante la búsqueda para mejorar los resultados obtenidos y esta justifica la adición del Policloruro de vinilo (PVC) para el presente estudio.

Tabla 5

Resultados del ensayo CBR realizado sobre el suelo natural de la subrasante

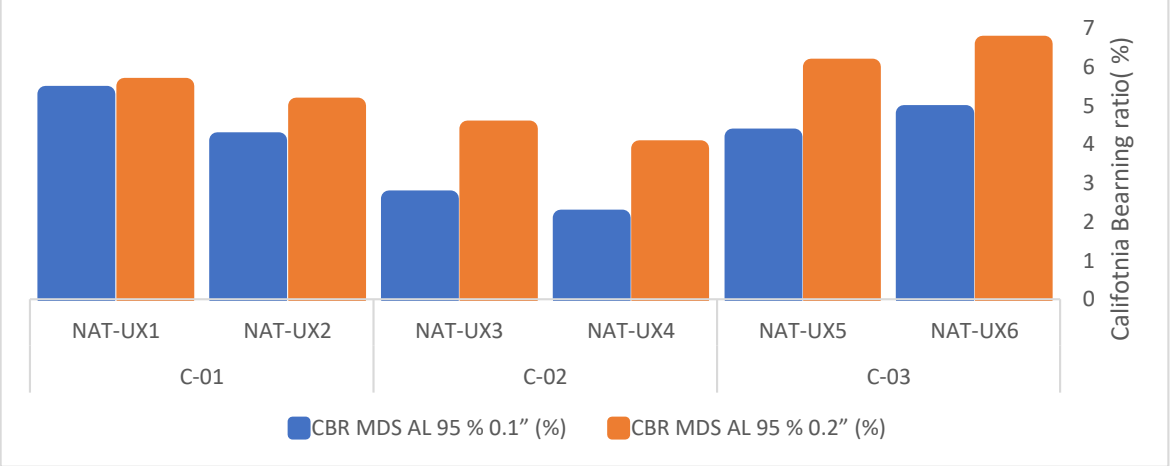
Calicata	Muestras	CBR a 95% de la densidad máxima de suelo seco		CBR a 100% de la densidad máxima de suelo seco	
		0.1” (%)	0.2” (%)	0.1” (%)	0.2” (%)
C-01	NAT-UX1	5.3	5.5	6.2	6.4
C-01	NAT-UX2	4.1	5.0	4.3	5.3
C-02	NAT-UX3	2.6	4.4	3.1	4.9

C-02	NAT-UX4	2.1	3.9	2.8	4.5
C-03	NAT-UX5	4.2	6.0	4.4	6.2
C-03	NAT-UX6	4.8	6.6	5.0	6.8

Fuente: Elaborado por Mayk Sánchez y Jean Del Águila (Tesistas)

Figura 5

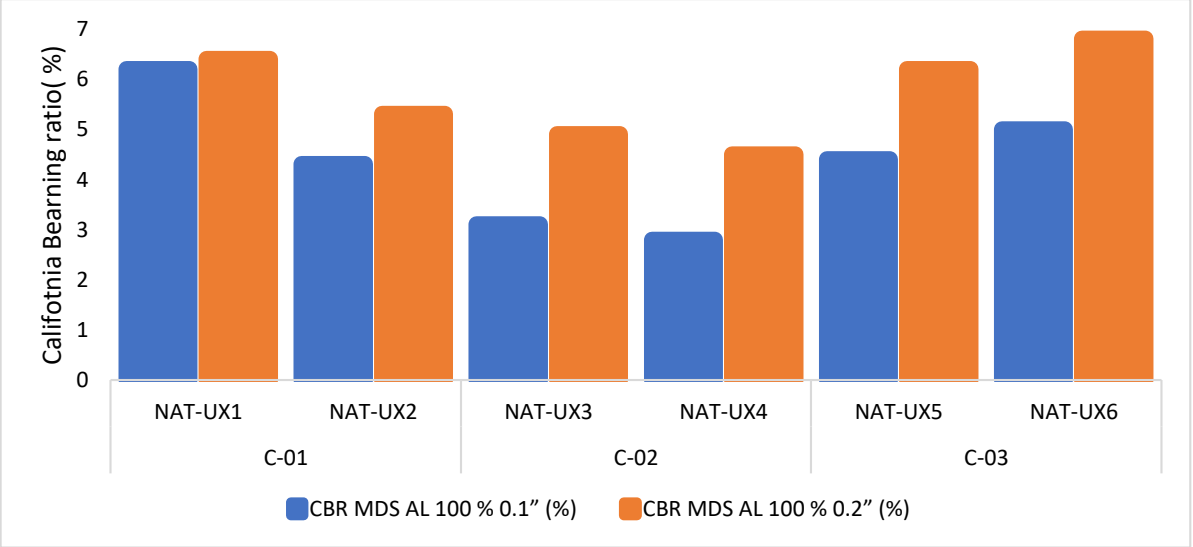
Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"



Fuente: Elaboración propia

Figura 6

Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 100% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los datos que se obtuvieron de los ensayos del California Bearning Ratio (CBR) realizados al suelo natural en la avenida Evitamiento, como se visualiza en la figura 6 y la tabla 4, muestran que dichos valores se encuentran por debajo del 6.5% que, según normatividad, viene a considerarse como subrasante insuficiente, y que posee una capacidad portante muy baja e inestable. Estos resultados nos comprueban que el suelo natural presente en la Avenida Evitamiento es inadecuado para soportar cargas, por ello la investigación está justificada para la estabilización con el Policloruro de Vinilo (PVC), y con ello se pueda obtener un incremento en su capacidad portante y sea de mucha viabilidad en la ingeniería civil.

4.1.2. Proporciones de aleación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC)

Para determinar cuál de las proporciones de aleación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) genera un mayor mejoramiento del porcentaje de CBR de la subrasante del suelo en la vía de Evitamiento en Pucallpa se realizó en primera instancia el Proctor modificado, tres por cada porcentaje (3%, 5% y 7%) de cada calicata realizada, que en este caso fueron 3 calicatas.

De esta manera obtendremos densidad máxima y minina para poder realizar nuestros ensayos de California Bearing Ratio (CBR), se visualiza en la tabla 6:

Tabla 6

Resultados obtenidos en el ensayo del Proctor Modificado con presencia de 3% de PVC

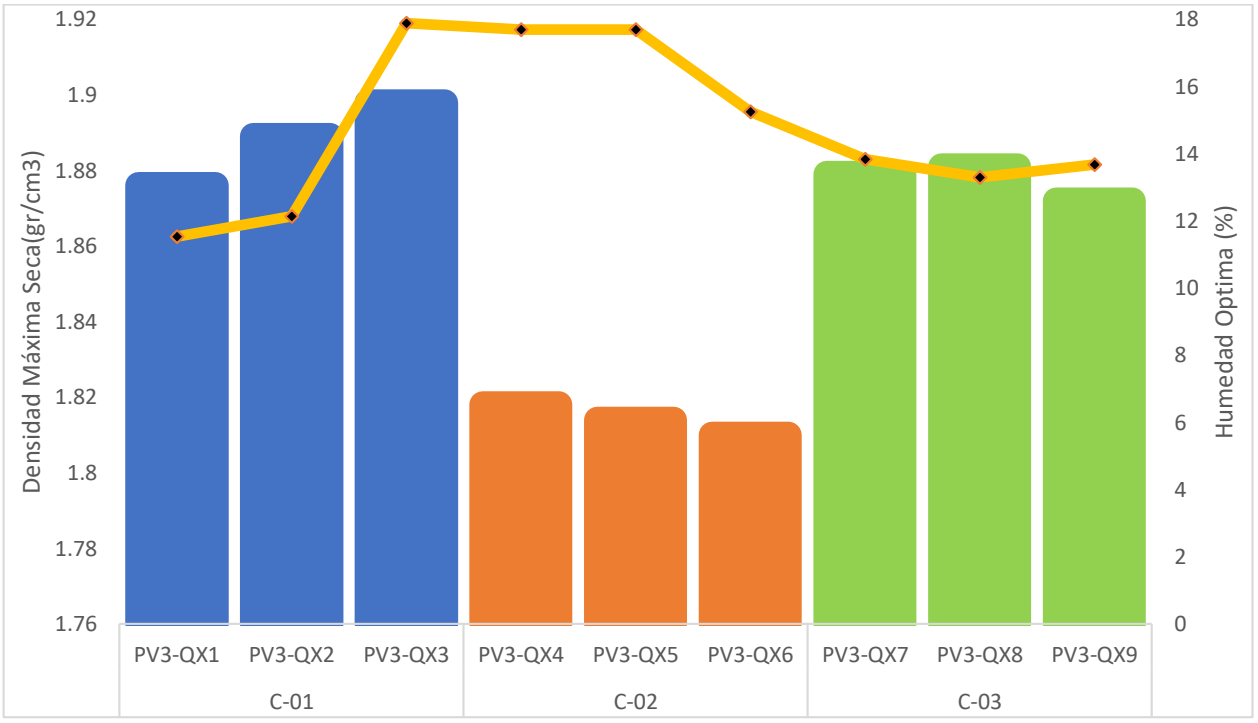
Calicatas	Muestras	Densidad Seca Máxima (g/cm3)	Humedad Optima de compactación (%)
C-01	PV3-QX1	1.876	11.53
	PV3-QX2	1.889	12.13
	PV3-QX3	1.898	17.88
C-02	PV3-QX4	1.818	17.7
	PV3-QX5	1.814	17.69

	PV3-QX6	1.81	15.24
C-03	PV3-QX7	1.879	13.84
	PV3-QX8	1.881	13.29
	PV3-QX9	1.872	13.67

Fuente: Elaboración propia

Figura 7

Densidad Máxima Seca y Humedad optima del suelo con el 3% de PVC



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los resultados obtenidos del Proctor Modificado aplicados al suelo con el 3% de PVC en la avenida Evitamiento, como se visualiza en la figura 7 y la tabla 5, muestran que dichos valores se encuentran en una densidad máxima seca moderada ya que los valores están entre 1.81 y 1.898 gr/cm3 con una humedad optima entre 15.24 % a 17.88%. Haciendo una comparación entre la tabla número 3 y la tabla numero 5 podemos observar que hay mejora con el 3% de PVC en suelo natural.

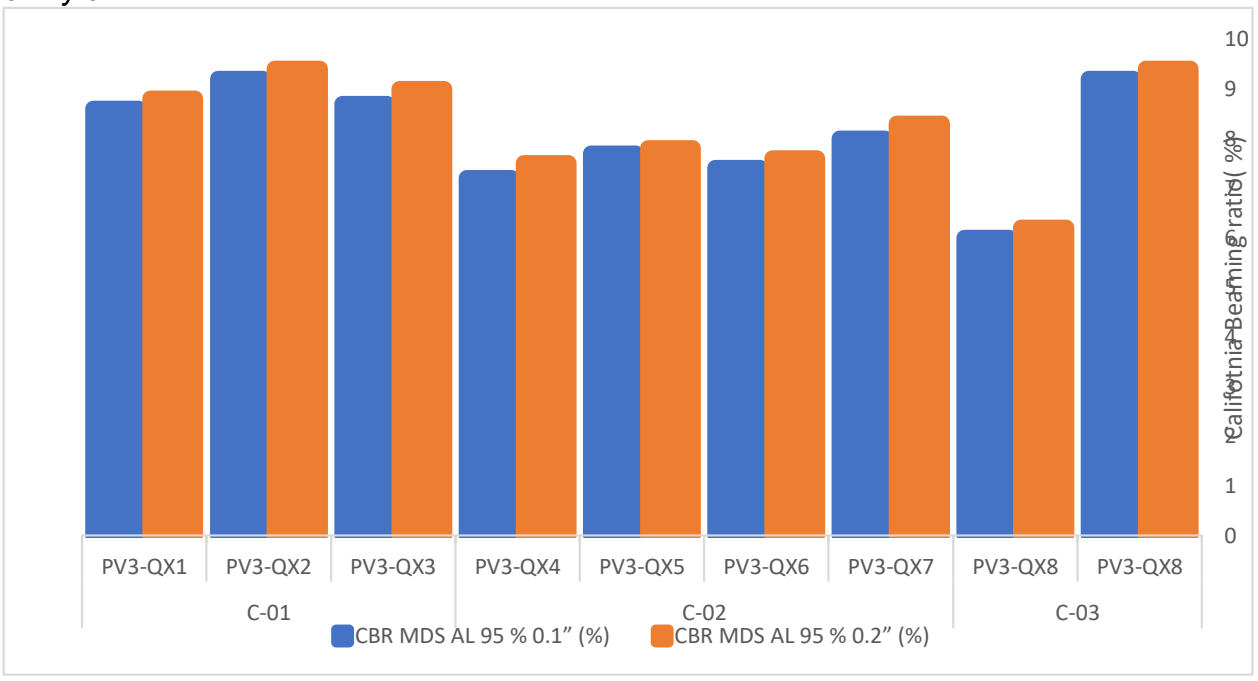
Tabla 7

Resultados obtenidos del CBR aplicado al suelo natural de la subrasante con 3% de PVC

Calicata	Muestras	CBR a 95% de la densidad máxima de suelo seco		CBR a 100% de la densidad máxima de suelo seco	
		0.1” (%)	0.2” (%)	0.1” (%)	0.2” (%)
C-01	PV3-QX1	8.6	8.8	9.5	9.7
	PV3-QX2	9.2	9.4	10.1	10.4
	PV3-QX3	8.7	9	9.6	10
C-02	PV3-QX4	7.2	7.5	9.2	9.5
	PV3-QX5	7.7	7.8	9.8	10.1
	PV3-QX6	7.4	7.6	9.5	9.9
	PV3-QX7	8	8.3	8.9	9.3
C-03	PV3-QX8	6	6.2	9.6	10
	PV3-QX9	9.2	9.4	10.1	10.4

Figura 8

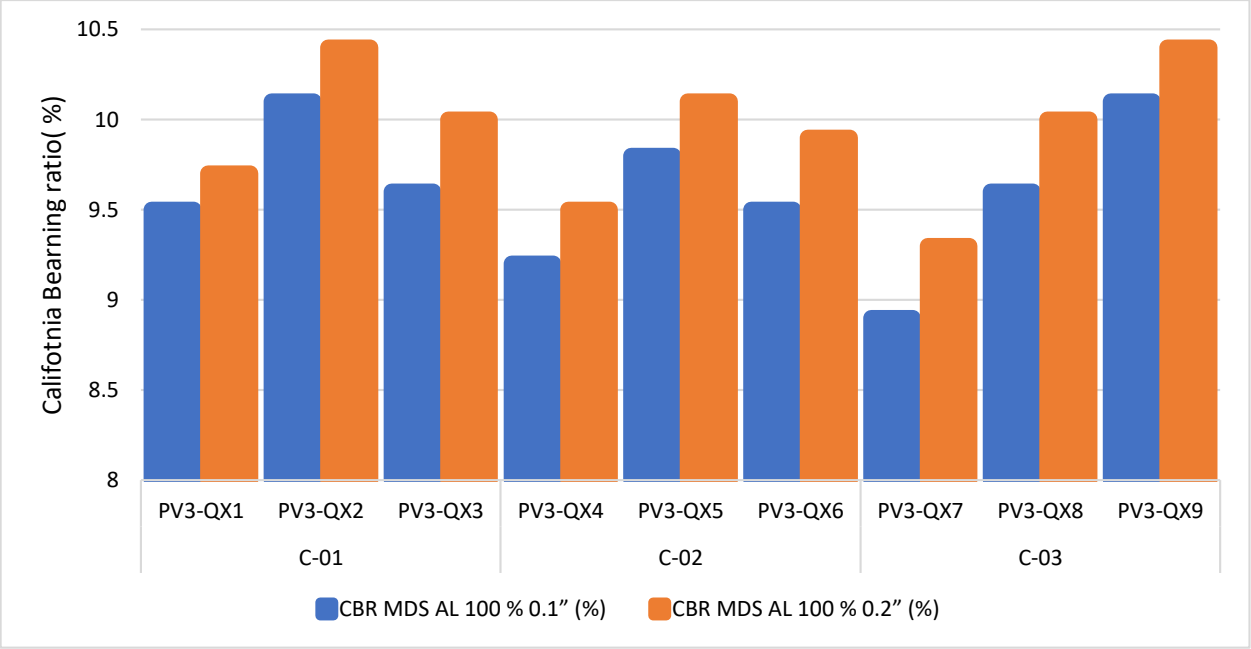
Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1” y 0.2”



Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 100% con penetración de Carga de 0.1” y 0.2”



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los datos que se obtuvieron de los ensayos del California Bearning Ratio (CBR) realizados al suelo natural adicionando el 3% de PVC en la avenida Evitamiento, como se visualiza en la figura 9 y la tabla 6, muestran que dichos valores se encuentran entre 6% - 10% que, según normatividad, viene a considerarse como subrasante regular. Estos resultados nos comprueban que al agregar 3% de PVC al suelo natural presente en la Avenida Evitamiento existe una mejora en la estabilidad de dicho suelo, y con ello se obtiene un incremento en su capacidad portante.

Tabla 8

Resultados obtenidos del Proctor Modificado con una adición del 5% de PVC

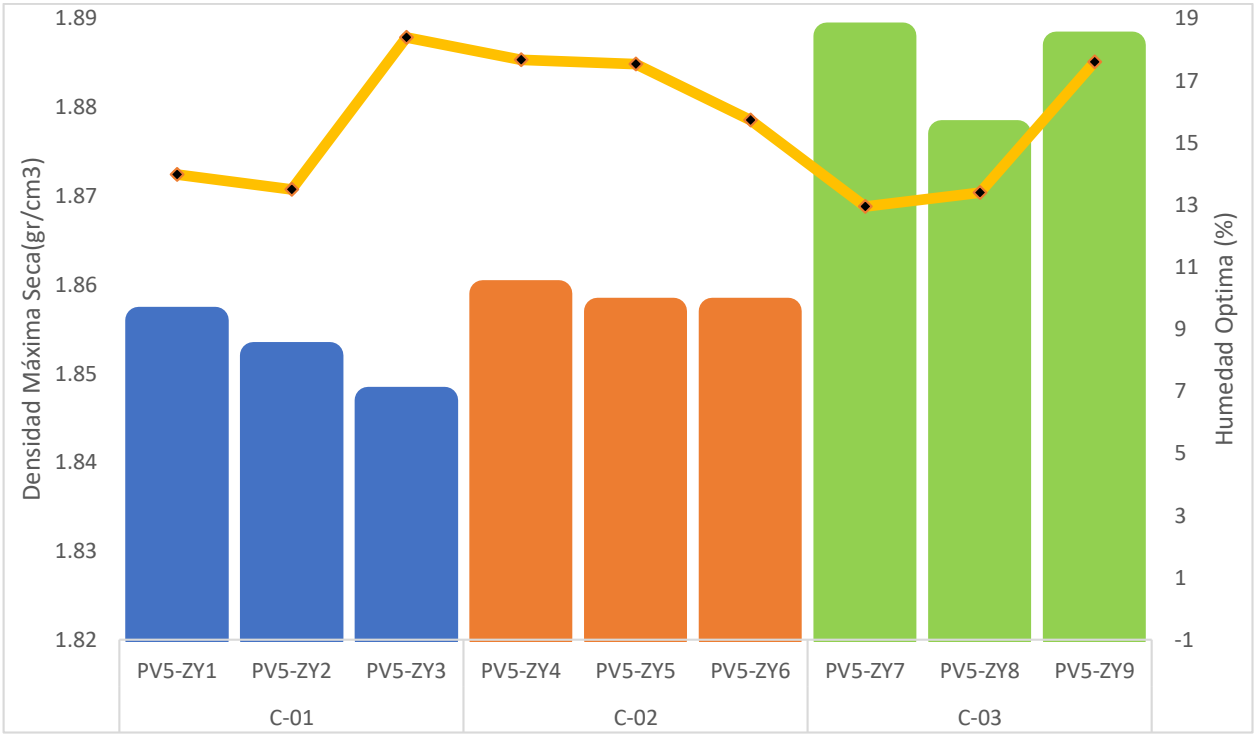
Calicatas	Muestras	Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	Humedad Optima de Compactación (%)
C-01	PV5-ZY1	1.856	13.97
	PV5-ZY2	1.852	13.49
	PV3-ZY3	1.847	18.39
C-02	PV5-ZY4	1.859	17.67
	PV5-ZY5	1.857	17.52
	PV5-ZY6	1.857	15.73
C-03	PV5-ZY7	1.888	12.94

	PV5-ZY8	1.877	13.39
	PV5-ZY9	1.887	17.59

Fuente: Elaboración propia

Figura 10

Densidad Máxima Seca y Humedad optima del suelo con el 5% de PVC



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los datos que se obtuvieron del ensayo de Proctor Modificado realizados al suelo adicionando el 5% del PVC en la avenida Evitamiento, como se visualiza en la figura 10 y la tabla 7, muestran que dichos valores se encuentran en una densidad máxima seca moderada ya que los valores están entre 1.852 y 1.888 gr/cm3 con una humedad optima entre 12.94 % a 17.67%. Haciendo una comparación entre la tabla número 3 y la tabla numero 7 podemos observar que hay mejora con el 5% de PVC en suelo natural.

Tabla 9

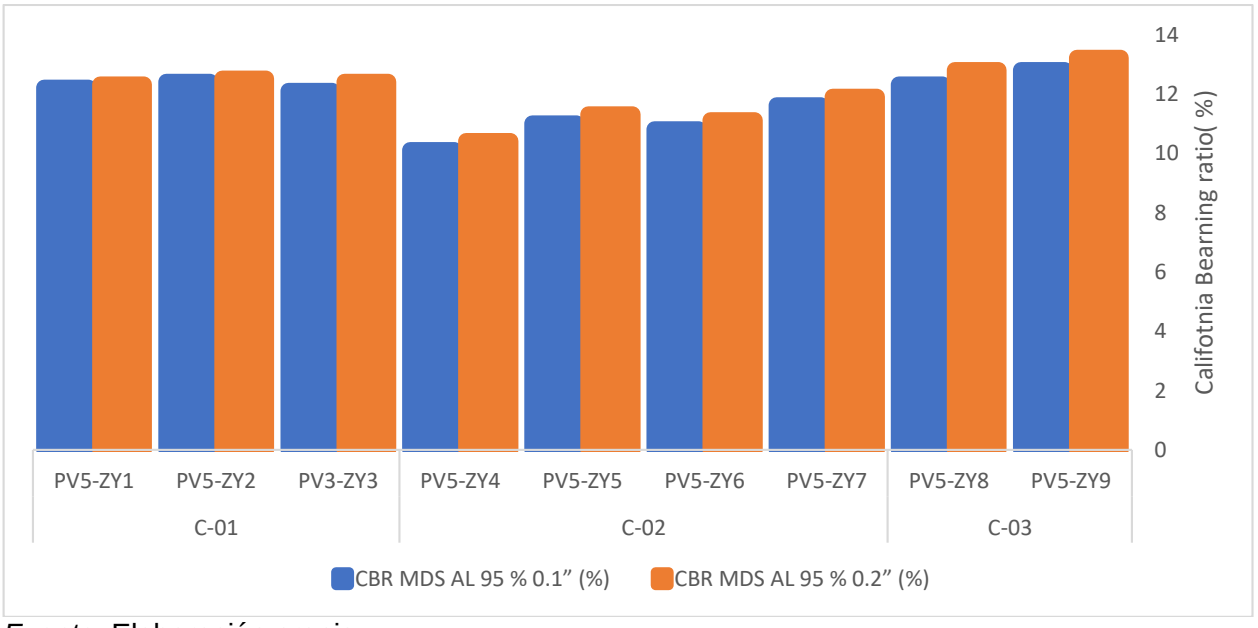
Resultados obtenidos del CBR aplicado al suelo natural de la subrasante con 5% de PVC

Calicata	Muestras	CBR a 95% de la densidad máxima de suelo seco		CBR a 100% de la densidad máxima de suelo seco	
		0.1” (%)	0.2” (%)	0.1” (%)	0.2” (%)
C-01	PV5-ZY1	12.2	12.3	13.9	14.1
	PV5-ZY2	12.4	12.5	14.3	14.5
	PV3-ZY3	12.1	12.4	14	14.3
C-02	PV5-ZY4	10.1	10.4	13	13.4
	PV5-ZY5	11	11.3	13.8	14
	PV5-ZY6	10.8	11.1	13.5	13.8
	PV5-ZY7	11.6	11.9	13.3	13.7
C-03	PV5-ZY8	12.3	12.8	14.8	15
	PV5-ZY9	12.8	13.2	14.6	15

Fuente: Elaboración propia

Figura 11

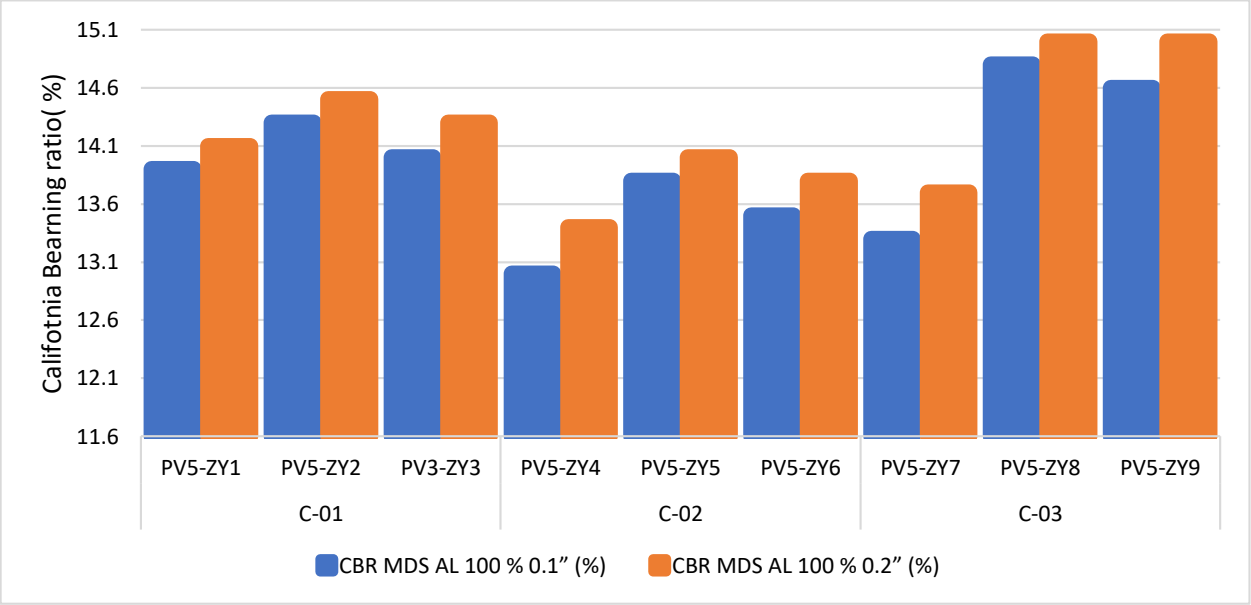
Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1” y 0.2”



Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 100% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los resultados obtenidos del California Bearning Ratio (CBR) realizados al suelo natural adicionando el 5% de PVC en la avenida Evitamiento, como se visualiza en la figura 12 y la tabla 8, muestran que dichos valores se encuentran entre 10% - 20% que, según normatividad, viene a considerarse como subrasante buena. Estos resultados nos comprueban que al agregar 5% de PVC al suelo natural presente en la Avenida Evitamiento existe una mejora en la estabilidad de dicho suelo, y con ello se obtiene un incremento en su capacidad portante.

Tabla 10

Resultados obtenidos del Proctor Modificado con una adición del 7% de PVC

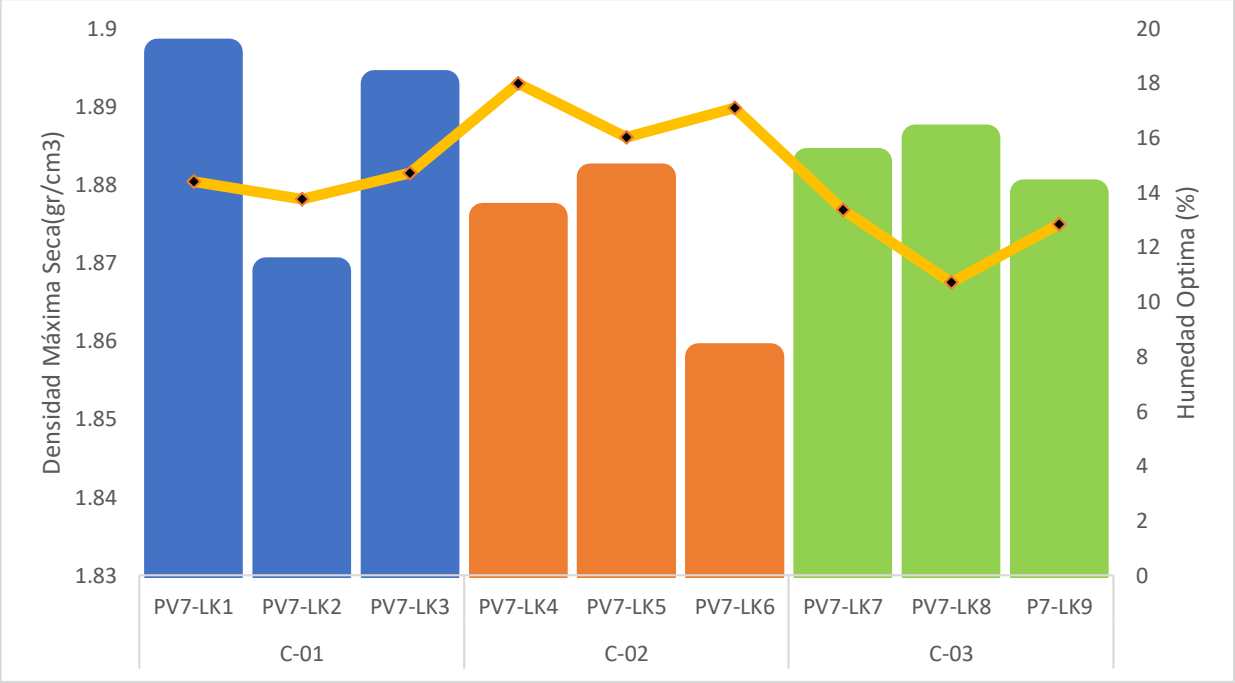
Calicatas	Muestras	Densidad Seca Máxima (gr/cm3)	Humedad Optima de Compactación (%)
C-01	PV7-LK1	1.897	14.41
	PV7-LK2	1.869	13.75
C-02	PV7-LK3	1.893	14.72
	PV7-LK4	1.876	17.99

	PV7-LK5	1.881	16.02
	PV7-LK6	1.858	17.09
	PV7-LK7	1.883	13.37
C-03	PV7-LK8	1.886	10.71
	PV7-LK9	1.879	12.84

Fuente: Elaboración propia

Figura 13

Densidad Máxima Seca y Humedad optima del suelo con el 7% de PVC



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los resultados que se obtuvieron del Proctor Modificado realizados al suelo natural adicionando el 7% de PVC en la avenida Evitamiento, como se visualiza en la figura 9 y la tabla 13, muestran que dichos valores se encuentran en una densidad máxima seca moderada ya que los valores están entre 1.869 y 1.897 gr/cm3 con una humedad optima entre 10.71 % a 17.99%. Haciendo una comparación entre la tabla número 3 y la tabla numero 9 podemos observar que hay mejora con el 7% de PVC en el suelo presente en la vía.

Tabla 11

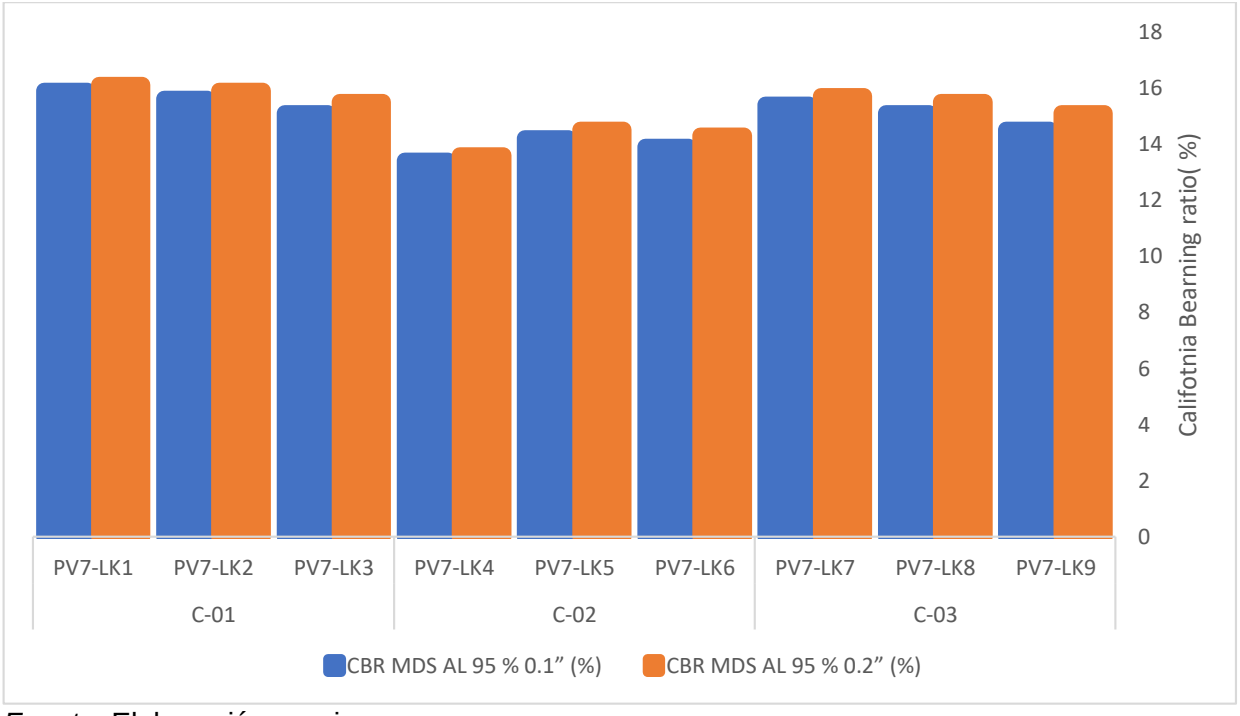
Resultados obtenidos del CBR aplicado al suelo natural de la subrasante con 7% de PVC

Calicata	Muestra	CBR a 95% de la densidad máxima de suelo seco		CBR a 100% de la densidad máxima de suelo seco	
		0.1” (%)	0.2” (%)	0.1” (%)	0.2” (%)
C-01	PV7-LK1	15.9	16.1	16.9	17.1
	PV7-LK2	15.6	15.9	16.6	16.9
	PV7-LK3	15.1	15.5	16.1	16.5
C-02	PV7-LK4	13.4	13.6	16	13.6
	PV7-LK5	14.2	14.5	16.6	16.9
	PV7-LK6	13.9	14.3	16.3	16.7
C-03	PV7-LK7	15.4	15.7	16.3	16.7
	PV7-LK8	15.1	15.5	16.1	16.5
	PV7-LK9	14.5	15.1	15.5	16.1

Fuente: Elaboración propia

Figura 14

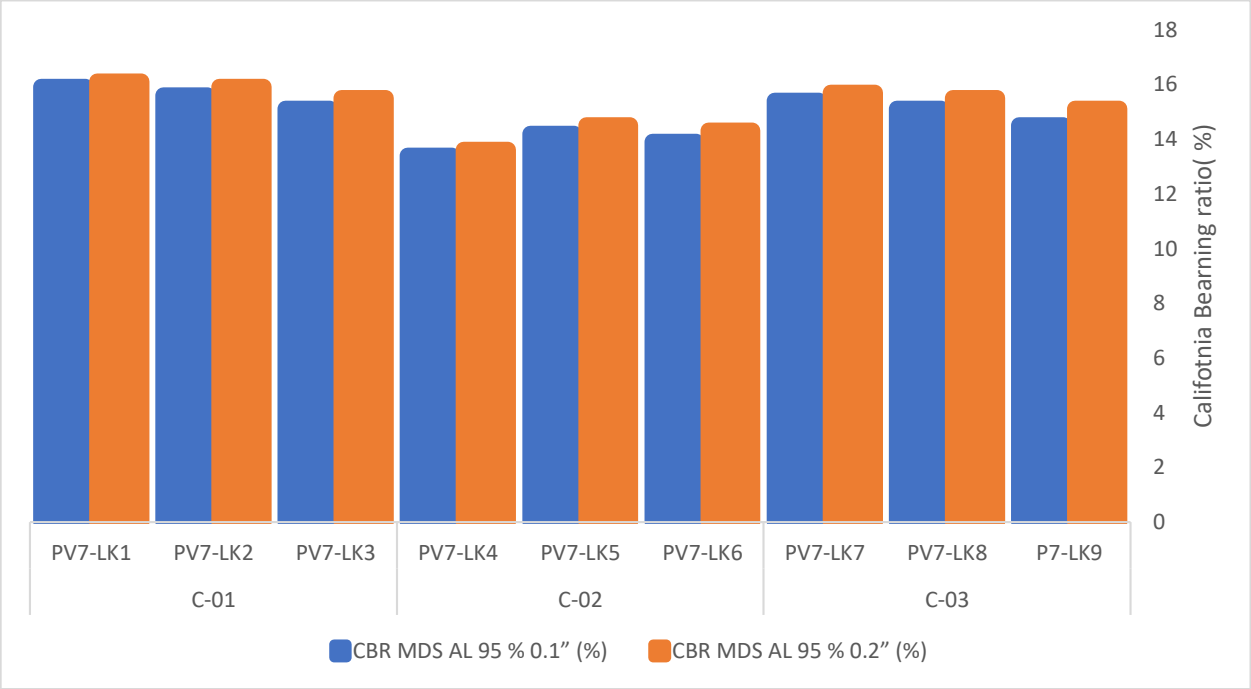
Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 95% con penetración de Carga de 0.1” y 0.2”



Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Gráfico del California Bearning Ratio(CBR) con MDS al 100% con penetración de Carga de 0.1" y 0.2"



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los resultados que se obtuvieron del California Bearning Ratio (CBR) realizados al suelo natural adicionando el 7% de PVC en la avenida Evitamiento, como se visualiza en la figura 15 y la tabla 10, muestran que dichos valores se encuentran entre 10% - 20% que, de acuerdo con lo establecido en el Manual de Carreteras: Suelos, Geología y Pavimentos (MTC, 2023), viene a considerarse como subrasante buena. Estos resultados nos comprueban que al agregar 7% de PVC al suelo natural presente en la Avenida Evitamiento existe una mejora en la estabilidad de dicho suelo, y con ello se obtiene un incremento en su capacidad portante.

4.1.3. Costos unitarios entre el mejoramiento de suelo utilizando Policloruro de Vinilo y material de préstamo convencional

A. Mejoramiento del suelo con material de préstamo convencional

Tabla 12

Precio Unitario para Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria

Partida	**01.01**		**Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria**				
Rend.	M3/dia	200.0	EQ.200	Costo unitario por: M3			**12.79**
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							**2.71**
Operario			Hh	1.00	0.0400	27.95	1.12
Peón			Hh	2.00	0.0800	19.86	1.59
Equipos							**10.08**
Herramientas Manuales			%MO		3.000%	2.71	0.08
Motoniveladora 125 HP			Hm	1.00	0.0400	250.000	10.000

Tabla 13

Precio Unitario de Corte de Relleno y compactado con material de préstamo en la Subrasante

Partida	**01.02**	**Relleno y compactado con material de préstamo en la Subrasante**			
Rend.	M3/dia	400.0	EQ. 400	Costo unitario por: M3	**58.27**

Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra					**3.03**
Operario	Hh	4.0000	0.0800	27.95	2.24
Peón	Hh	2.0000	0.0400	19.86	0.79
Materiales					**38.25**
Material de Relleno puesto en obra	M3		1.2500	30.00	37.50
Agua	M3		0.1500	5.00	0.75
Equipos					**16.99**
Herramientas Manuales	%MO		0.0300	3.03	0.09
Camion cisterna 4x2 (Agua)2,000 Glns.	Hm	0.5000	0.0100	180.00	1.80
Rodillo pata cabra Viibratorio autopropulsado 70-100 HP 7 -10TN	Hm	1.0000	0.0200	255.00	5.10
cargador S/Llantas 125-155 HP 3 YD3.	Hm	1.0000	0.0200	250.00	5.00
Motoniveladora 125 HP	Hm	1.0000	0.0200	250.00	5.00

Tabla 14

Precio Unitario de Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R)

Partida	**01.03**	**Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R)**				
Rend.	M2/dia	1500.00	EQ.1500.00	Costo unitario por: M3		**23.00**
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de							**0.91**

Obra					
Operario	Hh	4.0000	0.0213	27.95	0.60
Peón	Hh	3.0000	0.0160	19.86	0.32
Materiales					**17.55**
Hormigón puesto en obra	M3		0.1560	90.00	14.04
Tierra roja puesto en obra	M3		0.0563	60.00	3.38
Agua	M3		0.0270	5.00	0.14
Equipos					4.53
Herramientas Manuales	%MO		3.0000 %	0.91	0.03
Camion cisterna 4x2 (Agua)2,000 Glns.	Hm	0.5000	0.0027	180.00	0.48
Rodillo pata cabra	Hm	1.000	0.0053	255.00	1.36
Viibratorio autopropulsado 70-100 HP 7 -10TN					
cargador S/Llantas 125-155 HP 3 YD3.	Hm	1.0000	0.0053	250.00	1.33
Motonivelador a 125 HP	Hm	1.0000	0.0053	250.00	1.33

Tabla 15

Planilla de metrados en Mejoramiento de la subrasante de manera convencional

Item	Descripción	Unidad	Largo	Ancho	Alto	Total
01.01	Corte de Terreno	M3	1,000.00	8.50	0.25	2,125.00

01.02	Subrasante C/ Maquinaria Relleno y compactado con material de Préstamo en la Subrasante	M3	1,000.00	8.50	0.25	2,125.00
01.03	Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R)	M2	1,000.00	8.50		8,500.00

Tabla 16

Presupuesto del Mejoramiento de la subrasante de manera convencional

Item	Descripción	Unidad	Metrado	P. U S/.	Parcial S/.
01.01	Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria	M3	2,125.00	12.79	27,178.75
01.02	Relleno y compactado con material de Préstamo en la Subrasante	M3	2,125.00	58.27	123,823.75
01.03	Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R)	M2	8,500.00	23.00	195,500.00
TOTAL					**346,502.50**

B. Mejoramiento del suelo con adicionamiento del Policloruro de Vinilo

Tabla 17

Precio Unitario de Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria

Partida	**02.01**		**Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria**				
Rend.	M3/día	200.0	EQ.200	Costo unitario por: M3			**12.79**
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							**2.71**

Operario	Hh	1.00	0.0400	27.95	1.12
Peón	Hh	2.00	0.0800	19.86	1.59
Equipos					**10.08**
Herramientas Manuales	%MO		3.000%	2.71	0.08
Motoniveladora 125 HP	Hm	1.00	0.0400	250.000	10.000

Tabla 18

Precio Unitario de Relleno y compactación del terreno utilizando material propio mejorado con 5% de PVC

Partida	**02.02**	**Relleno y compactación empleando material propio con adición del 5% de PVC**				
Rend.	M3/dia	400.0	EQ.400	Costo unitario por: M3		**43.77**
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							**3.03**
Operario			Hh	4.0000	0.0800	27.95	2.24
Peón			Hh	2.0000	0.0400	19.86	0.79
Materiales							**23.75**
Material de Relleno puesto en obra			M3		1.2500	0.00	00.00
Resina de Policloruro de Vinilo (PVC) 5%			Kg		50.0000	0.46	23.00
Agua			M3		0.1500	5.00	0.75
Equipos							**16.99**
Herramientas Manuales			%MO		0.0300	3.03	0.09
Camion cisterna 4x2 (Agua)2,000 Glns.			Hm	0.5000	0.0100	180.00	1.80

Rodillo pata cabra Viibratorio autopropulsado 70-100 HP 7 -10TN	Hm	1.0000	0.0200	255.00	5.10
cargador S/Llantas 125-155 HP 3 YD3.	Hm	1.0000	0.0200	250.00	5.00
Motoniveladora 125 HP	Hm	1.0000	0.0200	250.00	5.00

Tabla 19

Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R)

Partida	**01.03**	**Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R)**				
Rend.	M2/dia	1500.00	EQ.1500.00	Costo unitario por: M3		**23.00**
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						**0.91**
Operario		Hh	4.0000	0.0213	27.95	0.60
Peón		Hh	3.0000	0.0160	19.86	0.32
Materiales						**17.55**
Hormigón puesto en obra		M3		0.1560	90.00	14.04
Tierra roja puesto en obra		M3		0.0563	60.00	3.38
Agua		M3		0.0270	5.00	0.14
Equipos						4.53
Herramientas Manuales		%MO		3.0000 %	0.91	0.03
Camion cisterna 4x2 (Agua)2,000 Glns.		Hm	0.5000	0.0027	180.00	0.48

Rodillo pata cabra	Hm	1.000	0.0053	255.00	1.36
Viibratorio autopropulsado 70-100 HP 7 -10TN					
cargador S/Llantas 125-155 HP 3 YD3.	Hm	1.0000	0.0053	250.00	1.33
Motonivelador a 125 HP	Hm	1.0000	0.0053	250.00	1.33

Tabla 20

Planilla de metrados en Mejoramiento de la subrasante adicionando Policloruro de Vinilo (PVC)

Ítem	Descripción	Unidad	Largo	Ancho	Alto	Total
01.01	Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria	M3	1,000.00	8.50	0.25	2,125.00
01.02	Relleno y compactado con material Propio + 5 % PVC	M3	1,000.00	8.50	0.25	2,125.00
01.03	Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T. R)	M2	1,000.00	8.50		8,500.00

Tabla 21

Presupuesto del Mejoramiento de la subrasante de manera convencional

Ítem	Descripción	Unidad	Metrado	P. U S/.	Parcial S/.
01.01	Corte de Terreno Subrasante C/ Maquinaria	M3	2,125.00	12.79	27,178.75

01.02	Relleno y compactado con material Propio + 5 % PVC	M3	2,125.00	43.77	123,823.75
01.03	Afirmado E=15 cm (70% hormigón + 30%T.R)	M2	8,500.00	23.00	195,500.00
TOTAL					**315,698.00**

4.2. Resultados de acuerdo con la Estadística Inferencial

Con la finalidad de poder corroborar los datos que se obtuvieron de los procedimientos experimentales realizados en laboratorio, se comprobará los niveles de confianza que presenta el polímero Policloruro de Vinilo (PVC) en el aumento de porcentajes del CBR en la vía de Evitamiento, y para ello aplicaremos la estadística inferencial.

Para ello, realizaremos el método de Análisis de Varianza(ANOVA) que nos ayudara a constrastar los promedios de los tratamientos que han sido expuestas el suelo natural presente en dicha vía, con el 3%, 5% y 7% del Policloruro de Vinilo (PVC); así como también de la Prueba del T de Student, que nos permitirá poder hacer comparaciones más a detalle por cada par a evaluar, con ellos podremos evaluar entre que porcentajes tienen una alteración positiva respecto a la otra. Ambas complementaran los ensayos de laboratorio realizadas y nos demostraran mediante la estadística la efectivad del Policloruro de Vinilo (PVC).

Hipótesis:

H0**:** $\boldsymbol{\mu_{0\%} = \mu_{3\%} = \mu_{5\%} = \mu_{7\%}}$: La media del índice de CBR de las muestras de la calicata adicionado polímero artificial “PVC” es igual a la media del índice de CBR de las muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC”.

H1: $\boldsymbol{\mu_{0\%} \neq \mu_{3\%} \neq \mu_{5\%} \neq \mu_{7\%}}$: La media del índice de CBR de las muestras de la calicata adicionado polímero artificial “PVC” es diferente a la media del índice de CBR de las muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC”.

4.2.1. Análisis de Varianza (ANOVA)

El ANOVA de un factor evalúa si las diferencias entre las medias de varios grupos son mayores que las esperadas por el azar, analizando la partición de la variabilidad total de los datos. Las fórmulas fundamentales aplicadas son:

- **Suma de Cuadrados Total (SST):** que va a medir a variabilidad total de todas las observaciones respecto a la gran media.

$$SST = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{x}_{...})^2$$

- **Suma de Cuadrados entre Grupos (SSB):** que va a medir la variabilidad debida a las diferencias entre las medias de los grupos.

$$SSB = \sum_{i=1}^{k} n_i (X_i - \bar{x}_{...})^2$$

- **Suma de Cuadrados dentro de Grupos (SSW):** que va a medir la variabilidad dentro de cada grupo (error aleatorio).

$$SST = \sum_{i=1}^{k} \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{x}_{i})^2$$

$$SST = SSB + SSW$$

- **Grados de Libertad(df):**

$$df_{total} = \mathrm{N} - 1;\ df_{entre} = \mathrm{k} - 1;\ \ df_{dentro} = \mathrm{N} - \mathrm{k}$$

- **Cuadrados Medios (MS):**

$$MSB = \frac{SSB}{df_{entre}};\ \ MSW = \frac{SSW}{df_{dentro}}$$

- **Estadística F de Fisher:**

$$F = \frac{MSB}{MSW}$$

Para el análisis se utilizaron los valores del CBR al 100% de la MDS con penetración de 0.2", tal como se presentan en la Tabla 22.

Tabla 22

Resultados del California Bearing Ratio (CBR) al 100% y con una penetración de 0.2”

Calicata	Condición Suelo	Muestra	CBR al 100% y 0.2”
C-01	Sin PVC	P0-01	6.4
C-01	Sin PVC	P0-02	5.3
C-02	Sin PVC	P0-03	4.9
C-02	Sin PVC	P0-04	4.5
C-03	Sin PVC	P0-05	6.2
C-03	Sin PVC	P0-06	6.8
C-01	3% PVC	P3-01	9.7
C-01	3% PVC	P3-02	10.4
C-01	3% PVC	P3-03	10
C-02	3% PVC	P3-04	9.5
C-02	3% PVC	P3-05	10.1
C-02	3% PVC	P3-06	9.9
C-03	3% PVC	P3-07	9.3
C-03	3% PVC	P3-08	10
C-03	3% PVC	P3-09	10.4

C-01	5% PVC	P5-01	14.1
C-01	5% PVC	P5-02	14.5
C-01	5% PVC	P5-03	14.3
C-02	5% PVC	P5-04	13.4
C-02	5% PVC	P5-05	14
C-02	5% PVC	P5-06	13.8
C-03	5% PVC	P5-07	13.7
C-03	5% PVC	P5-08	15
C-03	5% PVC	P5-09	15
C-01	7% PVC	P7-01	17.1
C-01	7% PVC	P7-02	16.9
C-01	7% PVC	P7-03	16.5
C-02	7% PVC	P7-04	13.6
C-02	7% PVC	P7-05	16.9
C-02	7% PVC	P7-06	16.7
C-03	7% PVC	P7-07	16.7
C-03	7% PVC	P7-08	16.5
C-03	7% PVC	P7-09	16.1

Fuente: Elaboración propia

Los cálculos preliminares de medias y desviaciones se muestran en la Tabla 23.

Tabla 23

Cálculo de Medias y Desviaciones estándar por grupo a trabajar

Grupos	n	Suma	Media	Desv. Est
Sin PVC	6	34,1	5,7	0,84
3% PVC	9	89,3	9,9	0,14
5% PVC	9	127,8	14,2	0,31
7%PVC	9	147	16,3	1,14
	33	**398.2**		

Fuente: Elaboración propia

Cálculos:

- $\boldsymbol{SSB} = 6(5.68 - 12.067)^2 + 9(9.92 - 12.067)^2 + 9(14.20 - 12.067)^2 + 9(16.33 - 12.067)^2 = \mathbf{490.669}$
- $\boldsymbol{MSB} = \frac{490.669}{3} = \mathbf{163.556}$
- $\boldsymbol{MSW} = \frac{16.864}{29} = \mathbf{0.5815}$

- $\boldsymbol{F = \frac{163.556}{0.5815} = 281.260}$

Los resultados del ANOVA se resumen en la Tabla 24.

Tabla 24

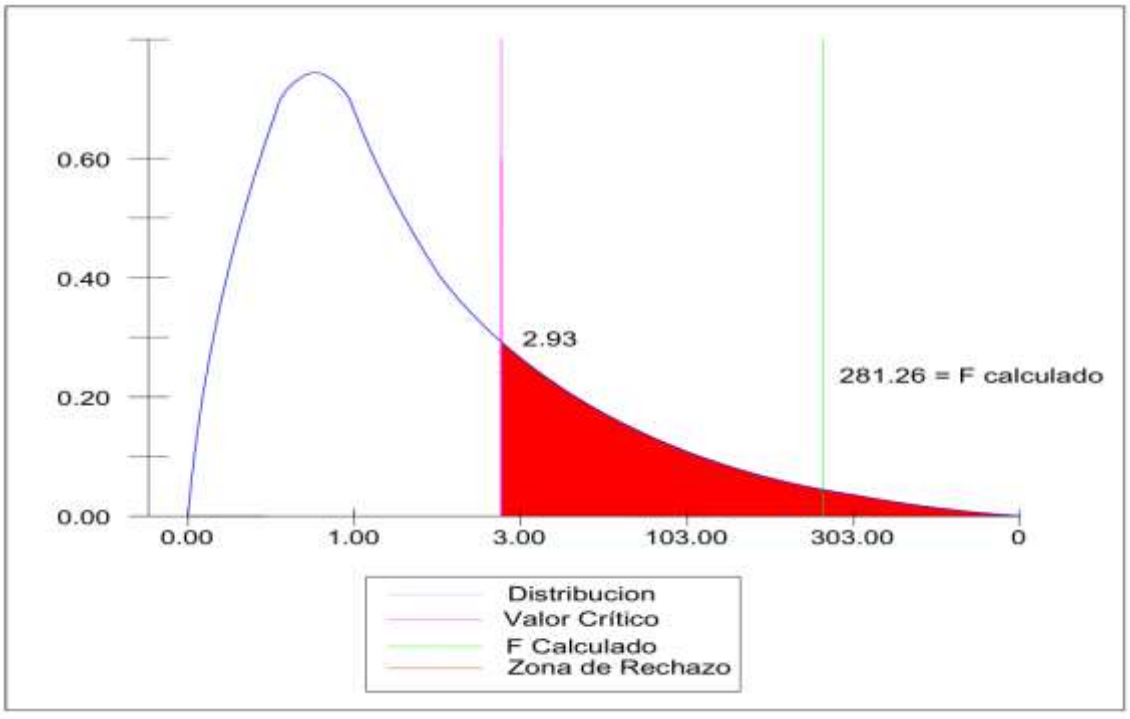
Análisis de Varianza para el California Bearing Ratio (CBR) al 100% y una penetración al 0.2"

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	490,669	3	163,556	281,260	1,5809E-21	2,93
Dentro de los grupos	16,864	29	0,582			
Total	**507,533**	**32**				

Fuente: Elaborado por Mayk Sánchez y Jean Del Águila (Tesistas)

Figura 16

Gráfico de Prueba F de Fisher, Gráfico de Aceptación y Rechazo de la Hipótesis (Prueba ANOVA).



Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 24, podemos obtener los resultados según las reglas de decisión, **F supera el Fcritico y p-valor estimado es menor 0.05**; F=281.260>F=2.93 y ; 1.5181E-10<0.05 como se muestra en la Figura 16, por lo qué, se descarta la hipótesis nula(H0): La media del índice de CBR de las muestras de la calicata adicionado polímero artificial “PVC” es igual a la media del índice de CBR de las muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC”.

Como se rechaza la hipótesis nula(H0), tiene diferencias significativas entre los porcentajes de adición de Policloruro de Vinilo, y para ello continuamos el análisis con el Método de Tukey. Para ello utilizaremos las figuras 17 y 18.

Figura 17

Formula de Diferencia mínima significativa (DMS) o valor crítico de Tukey con tamaños de muestras iguales

$$T_\alpha = q_\alpha(k, N-k) \times \sqrt{\frac{CM_E}{n_i}}$$

Figura 18

Formula de Diferencia mínima significativa (DMS) o valor crítico de Tukey con tamaños de muestras diferentes entre grupos

$$T_\alpha = q_\alpha(k, N-k) \times \sqrt{\frac{CM_E}{2}\left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}$$

Figura 19

Cuantiles de distribución Tukey

TABLA 8: **Cuantiles de la distribución de Tukey** $q(n, m)$

$\alpha = 0.05$	n 2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
m														
2	6.08	8.33	9.80	10.88	11.73	12.43	13.03	13.54	13.99	14.40	14.76	15.09	15.39	15.67
3	4.50	5.91	6.82	7.50	8.04	8.48	8.85	9.18	9.46	9.72	9.95	10.15	10.35	10.52
4	3.93	5.04	5.76	6.29	6.71	7.05	7.35	7.60	7.83	8.03	8.21	8.37	8.52	8.66
5	3.64	4.60	5.22	5.67	6.03	6.33	6.58	6.80	6.99	7.17	7.32	7.47	7.60	7.72
6	3.46	4.34	4.90	5.30	5.63	5.90	6.12	6.32	6.49	6.65	6.79	6.92	7.03	7.14
7	3.34	4.16	4.68	5.06	5.36	5.61	5.82	6.00	6.16	6.30	6.43	6.55	6.66	6.76
8	3.26	4.04	4.53	4.89	5.17	5.40	5.60	5.77	5.92	6.05	6.18	6.29	6.39	6.48
9	3.20	3.95	4.41	4.76	5.02	5.24	5.43	5.59	5.74	5.87	5.98	6.09	6.19	6.28
10	3.15	3.88	4.33	4.65	4.91	5.12	5.30	5.46	5.60	5.72	5.83	5.93	6.03	6.11
11	3.11	3.82	4.26	4.57	4.82	5.03	5.20	5.35	5.49	5.61	5.71	5.81	5.90	5.98
12	3.08	3.77	4.20	4.51	4.75	4.95	5.12	5.27	5.39	5.51	5.61	5.71	5.80	5.88
13	3.06	3.73	4.15	4.45	4.69	4.88	5.05	5.19	5.32	5.43	5.53	5.63	5.71	5.79
14	3.03	3.70	4.11	4.41	4.64	4.83	4.99	5.13	5.25	5.36	5.46	5.55	5.64	5.71
15	3.01	3.67	4.08	4.37	4.59	4.78	4.94	5.08	5.20	5.31	5.40	5.49	5.57	5.65
16	3.00	3.65	4.05	4.33	4.56	4.74	4.90	5.03	5.15	5.26	5.35	5.44	5.52	5.59
17	2.98	3.63	4.02	4.30	4.52	4.70	4.86	4.99	5.11	5.21	5.31	5.39	5.47	5.54
18	2.97	3.61	4.00	4.28	4.49	4.67	4.82	4.96	5.07	5.17	5.27	5.35	5.43	5.50
19	2.96	3.59	3.98	4.25	4.47	4.65	4.79	4.92	5.04	5.14	5.23	5.31	5.39	5.46
20	2.95	3.58	3.96	4.23	4.45	4.62	4.77	4.90	5.01	5.11	5.20	5.28	5.36	5.43
21	2.94	3.56	3.94	4.21	4.42	4.60	4.74	4.87	4.98	5.08	5.17	5.25	5.33	5.40
22	2.93	3.55	3.93	4.20	4.41	4.58	4.72	4.85	4.96	5.06	5.14	5.23	5.30	5.37
23	2.93	3.54	3.91	4.18	4.39	4.56	4.70	4.83	4.94	5.03	5.12	5.20	5.27	5.34
24	2.92	3.53	3.90	4.17	4.37	4.54	4.68	4.81	4.92	5.01	5.10	5.18	5.25	5.32
25	2.91	3.52	3.89	4.15	4.36	4.53	4.67	4.79	4.90	4.99	5.08	5.16	5.23	5.30
26	2.91	3.51	3.88	4.14	4.35	4.51	4.65	4.77	4.88	4.98	5.06	5.14	5.21	5.28
27	2.90	3.51	3.87	4.13	4.33	4.50	4.64	4.76	4.86	4.96	5.04	5.12	5.19	5.26
28	2.90	3.50	3.86	4.12	4.32	4.49	4.62	4.74	4.85	4.94	5.03	5.11	5.18	5.24
29	2.89	3.49	3.85	4.11	4.31	4.47	4.61	4.73	4.84	4.93	5.01	5.09	5.16	5.23
30	2.89	3.49	3.85	4.10	4.30	4.46	4.60	4.72	4.82	4.92	5.00	5.08	5.15	5.21
31	2.88	3.48	3.84	4.09	4.29	4.45	4.59	4.71	4.81	4.90	4.99	5.06	5.13	5.20
32	2.88	3.48	3.83	4.09	4.28	4.45	4.58	4.70	4.80	4.89	4.98	5.05	5.12	5.18
33	2.88	3.47	3.83	4.08	4.28	4.44	4.57	4.69	4.79	4.88	4.97	5.04	5.11	5.17
34	2.87	3.47	3.82	4.07	4.27	4.43	4.56	4.68	4.78	4.87	4.96	5.03	5.10	5.16
35	2.87	3.46	3.81	4.07	4.26	4.42	4.56	4.67	4.77	4.86	4.95	5.02	5.09	5.15
36	2.87	3.46	3.81	4.06	4.25	4.41	4.55	4.66	4.76	4.85	4.94	5.01	5.08	5.14
37	2.87	3.45	3.80	4.05	4.25	4.41	4.54	4.66	4.76	4.85	4.93	5.00	5.07	5.13
38	2.86	3.45	3.80	4.05	4.24	4.40	4.53	4.65	4.75	4.84	4.92	4.99	5.06	5.12
39	2.86	3.45	3.79	4.04	4.24	4.39	4.53	4.64	4.74	4.83	4.91	4.98	5.05	5.11
40	2.86	3.44	3.79	4.04	4.23	4.39	4.52	4.63	4.73	4.82	4.90	4.98	5.04	5.11
41	2.86	3.44	3.79	4.03	4.23	4.38	4.51	4.63	4.73	4.82	4.90	4.97	5.04	5.10
42	2.85	3.44	3.78	4.03	4.22	4.38	4.51	4.62	4.72	4.81	4.89	4.96	5.03	5.09
43	2.85	3.43	3.78	4.03	4.22	4.37	4.50	4.62	4.72	4.80	4.88	4.96	5.02	5.08
44	2.85	3.43	3.78	4.02	4.21	4.37	4.50	4.61	4.71	4.80	4.88	4.95	5.02	5.08
45	2.85	3.43	3.77	4.02	4.21	4.36	4.49	4.61	4.70	4.79	4.87	4.94	5.01	5.07
46	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.49	4.60	4.70	4.79	4.87	4.94	5.00	5.06
47	2.85	3.42	3.77	4.01	4.20	4.36	4.48	4.60	4.69	4.78	4.86	4.93	5.00	5.06
48	2.84	3.42	3.76	4.01	4.20	4.35	4.48	4.59	4.69	4.78	4.86	4.93	4.99	5.05
49	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.35	4.48	4.59	4.69	4.77	4.85	4.92	4.99	5.05
50	2.84	3.42	3.76	4.00	4.19	4.34	4.47	4.58	4.68	4.77	4.85	4.92	4.98	5.04

Para examinar las medias registradas entre los distintos grupos experimentales, se aplicó la prueba de Tukey posterior al ANOVA, con el objetivo de identificar si existían

diferencias estadísticamente significativas entre las dosificaciones evaluadas. A continuación, se presentan los valores y cálculos correspondientes al método.

k= 4, N= 33

N-k = 33-4=29

$$CM_e = 0.582$$

$$n_i = \frac{6+9+9+9}{4} = 8.25$$

$$q_\alpha(k, N-k) = (4{,}29) = 3.85$$

$$T_{\alpha(0\%,3\%)} = q_\alpha(k, N-k)x\sqrt{\frac{CM_e}{2}(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j})} = 3.85\ x\sqrt{\frac{0.582}{2}(\frac{1}{6}+\frac{1}{9})} = 1.094$$

$$T_{\alpha(0\%,5\%)} = q_\alpha(k, N-k)x\sqrt{\frac{CM_e}{2}(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j})} = 3.85\ x\sqrt{\frac{0.582}{2}(\frac{1}{6}+\frac{1}{9})} = 1.094$$

$$T_{\alpha(0\%,7\%)} = q_\alpha(k, N-k)x\sqrt{\frac{CM_e}{2}(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j})} = 3.85\ x\sqrt{\frac{0.582}{2}(\frac{1}{6}+\frac{1}{9})} = 1.094$$

$$T_{\alpha(3\%,5\%)} = q_\alpha(k, N-k)x\sqrt{\frac{CM_e}{2}(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j})} = 3.85\ x\sqrt{\frac{0.582}{2}(\frac{1}{9}+\frac{1}{9})} = 0.979$$

$$T_{\alpha(3\%,7\%)} = q_\alpha(k, N-k)x\sqrt{\frac{CM_e}{2}(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j})} = 3.85\ x\sqrt{\frac{0.582}{2}(\frac{1}{9}+\frac{1}{9})} = 0.979$$

$$T_{\alpha(5\%,7\%)} = q_\alpha(k, N-k)x\sqrt{\frac{CM_e}{2}(\frac{1}{n_i}+\frac{1}{n_j})} = 3.85\ x\sqrt{\frac{0.582}{2}(\frac{1}{9}+\frac{1}{9})} = 0.979$$

Como puede apreciarse, los valores críticos permiten discriminar qué comparaciones entre porcentajes de PVC generan diferencias en el índice CBR, lo cual será interpretado en la siguiente tabla.

Tabla 25

Valores Comparativos del CBR en el suelo natural con adición de PVC al 3%, 5% y 7%

Diferencia entre grupos	Diferencia de Medias	DMS	Decisión
Sin PVC – 3% PVC	4.2	1.094	Significativa
Sin PVC – 5% PVC	8.5	1.094	Significativa
Sin PVC – 7% PVC	10.7	1.094	Significativa
3% PVC – 5% PVC	4.3	0.979	Significativa
3% PVC – 7% PVC	6.4	0.979	Significativa
5% PVC – 7% PVC	2.1	0.979	Significativa

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Prueba t Student

Para realizar la siguiente prueba utilizaremos la Figura 20 en donde se representa la comparación T entre pares y la figura 21 que presenta la tcritico, de acuerdo con la tabla de distribución t de student.

Figura 20

Fórmula para la comparación t entre pares.

$$t = \frac{|\bar{X}_i - \bar{X}_j|}{\sqrt{CME\left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j}\right)}}$$

Figura 21

Tabla de Distribución t de Student

r \ α	0,25	0,2	0,15	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005	0,0005
1	1,000	1,376	1,963	3,078	6,314	12,706	31,821	63,656	636,578
2	0,816	1,061	1,386	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925	31,600
3	0,765	0,978	1,250	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841	12,924
4	0,741	0,941	1,190	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604	8,610
5	0,727	0,920	1,156	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032	6,869
6	0,718	0,906	1,134	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707	5,959
7	0,711	0,896	1,119	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499	5,408
8	0,706	0,889	1,108	1,397	1,860	2,306	2,896	3,355	5,041
9	0,703	0,883	1,100	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250	4,781
10	0,700	0,879	1,093	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169	4,587
11	0,697	0,876	1,088	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106	4,437
12	0,695	0,873	1,083	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055	4,318
13	0,694	0,870	1,079	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012	4,221
14	0,692	0,868	1,076	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977	4,140
15	0,691	0,866	1,074	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947	4,073
16	0,690	0,865	1,071	1,337	1,746	2,120	2,583	2,921	4,015
17	0,689	0,863	1,069	1,333	1,740	2,110	2,567	2,898	3,965
18	0,688	0,862	1,067	1,330	1,734	2,101	2,552	2,878	3,922
19	0,688	0,861	1,066	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861	3,883
20	0,687	0,860	1,064	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845	3,850
21	0,686	0,859	1,063	1,323	1,721	2,080	2,518	2,831	3,819
22	0,686	0,858	1,061	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819	3,792
23	0,685	0,858	1,060	1,319	1,714	2,069	2,500	2,807	3,768
24	0,685	0,857	1,059	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797	3,745
25	0,684	0,856	1,058	1,316	1,708	2,060	2,485	2,787	3,725
26	0,684	0,856	1,058	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779	3,707
27	0,684	0,855	1,057	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771	3,689
28	0,683	0,855	1,056	1,313	1,701	2,048	2,467	2,763	3,674
29	0,683	0,854	1,055	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756	3,660
30	0,683	0,854	1,055	1,310	1,697	2,042	2,457	2,750	3,646
40	0,681	0,851	1,050	1,303	1,684	2,021	2,423	2,704	3,551
60	0,679	0,848	1,045	1,296	1,671	2,000	2,390	2,660	3,460
120	0,677	0,845	1,041	1,289	1,658	1,980	2,358	2,617	3,373
∞	0,674	0,842	1,036	1,282	1,645	1,960	2,326	2,576	3,290

Tabla 26

Resultados del California Bearing Ratio (CBR) al 100% y con una penetración de 0.2”

Calicata	Condición Suelo	Muestra	CBR al 100% y 0.2”
C-01	Sin PVC	P0-01	6.4
C-01	Sin PVC	P0-02	5.3
C-02	Sin PVC	P0-03	4.9
C-02	Sin PVC	P0-04	4.5
C-03	Sin PVC	P0-05	6.2
C-03	Sin PVC	P0-06	6.8
C-01	3% PVC	P3-01	9.7
C-01	3% PVC	P3-02	10.4
C-01	3% PVC	P3-03	10
C-02	3% PVC	P3-04	9.5
C-02	3% PVC	P3-05	10.1
C-02	3% PVC	P3-06	9.9
C-03	3% PVC	P3-07	9.3
C-03	3% PVC	P3-08	10
C-03	3% PVC	P3-09	10.4
C-01	5% PVC	P5-01	14.1
C-01	5% PVC	P5-02	14.5
C-01	5% PVC	P5-03	14.3
C-02	5% PVC	P5-04	13.4
C-02	5% PVC	P5-05	14
C-02	5% PVC	P5-06	13.8
C-03	5% PVC	P5-07	13.7
C-03	5% PVC	P5-08	15
C-03	5% PVC	P5-09	15
C-01	7% PVC	P7-01	17.1
C-01	7% PVC	P7-02	16.9
C-01	7% PVC	P7-03	16.5
C-02	7% PVC	P7-04	13.6
C-02	7% PVC	P7-05	16.9
C-02	7% PVC	P7-06	16.7
C-03	7% PVC	P7-07	16.7
C-03	7% PVC	P7-08	16.5
C-03	7% PVC	P7-09	16.1

Fuente: Elaboración propia

Para los análisis a ejecutar tomaremos las mejores condiciones de cada ensayo del California Bearing Ratio (CBR) realizado, que este caso será el CBR al 100% y la penetración 0.2" como se muestra en la Tabla 26.

Grupo 1: Comparación entre muestras sin adición de PVC y muestras tratadas con 3% de PVC

Para poder realizar la evaluación de diferencias significativas entre grupos sin adición y 3% de PVC, se calculó el valor medio y las desviaciones estándar de ambos para que a a partir de esos valores se aplique la fórmula para el estadístico t de comparación entre dos medias independientes, como se muestra a continuación.

$$Media_{0\%} = \frac{NAT - UX1 + \text{NAT} - \text{UX2} + \text{NAT} - \text{UX3} + \text{NAT} - \text{UX4} + \text{NAT} - \text{UX5} + \text{NAT} - \text{UX6}}{6} = 5.68$$

$$Media_{3\%} = \frac{PV3 - QX1 + \text{PV3} - \text{QX2} + \text{PV3} - \text{QX3} + \text{PV3} - \text{QX4} + \text{PV3} - \text{QX5} + \text{PV3} - \text{QX6} + \text{PV3} - \text{QX7} + \text{PV3} - \text{QX8} + \text{PV3} - \text{QX9}}{9}$$

$$= 9.92$$

$$n_{0\%} = 6$$

$$n_{3\%} = 9$$

$$Desv.s_{0\%} = 0.834$$

$$Desv.s_{3\%} = 0.139$$

$$Desv.C_{0\%,3\%} = \frac{(n_{0\%} - 1)xDesv.s_{0\%} + (n_{3\%} - 1)xDesv.s_{3\%}}{n_{0\%} + n_{3\%} - 2} = 0.407$$

$$t = \frac{|Media_{0\%} - Media_{3\%}|}{\sqrt{\frac{Desv.s_{0\%}}{n_{0\%}} + \frac{Desv.s_{3\%}}{n_{3\%}}}} = 12.592$$

$$gl = n_{0\%} + n_{3\%} - 2 = 13$$

$$\alpha = 0.05$$

$$t_{critico} = 2.160$$

Tabla 27

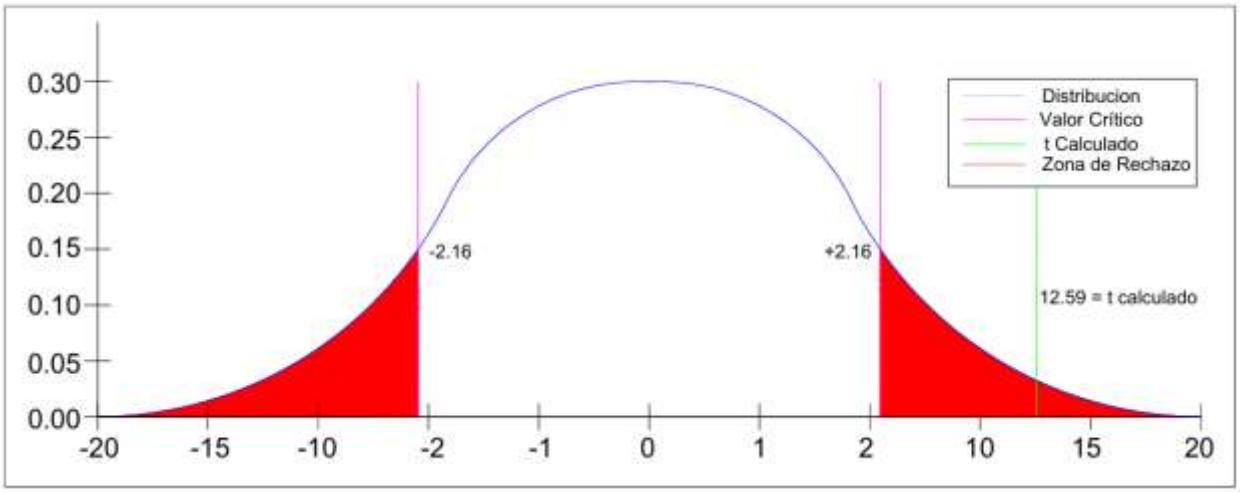
Cálculo de Medias y Desviaciones estándar por grupo a trabajar Sin PVC – 3% PVC

Grupos	Media	n	Desv. Est	Desv. Agr.	t	Gl	t-critico	p-valor
Sin PVC	5.68	6	0,84	0.41	12.59	13	2.16	1.171e-08
3% PVC	9.92	9	0,14					

Fuente: Elaboración propia

Figura 22

Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras sin PVC y adicionando el 3 % PVC



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 27 podemos ver que el resultado de $t_{calculado} > t_{critico}$, tal como se puede apreciar en la Figura 22, por lo tanto, nos indica descartar la Hipótesis Nula(H0), donde nos dice que la media del CBR adicionando 3% PVC es igual a la media del índice de CBR de las muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC.

Grupo 2: Comparación entre muestras sin adición de PVC y muestras tratadas con 5% de PVC

Para poder realizar la evaluación de diferencias significativas entre grupos sin adición y 5% de PVC, se calculó el valor medio y las desviaciones estándar de ambos para que a a partir de esos valores se aplique la fórmula para el estadístico t de comparación entre dos medias independientes, como se muestra a continuación.

$$Media_{0\%} = \frac{NAT - UX1 + \mathrm{NAT - UX2 + NAT - UX3 + NAT - UX4 + NAT - UX5 + NAT - UX6}}{6} = 5.68$$

$$Media_{5\%} = \frac{PV5 - ZY1 + \mathrm{PV5 - ZY2 + PV5 - ZY3 + PV5 - ZY4 + PV5 - ZY5 + PV5 - ZY6 + PV5 - ZY7 + PV5 - ZY8 + PV5 - ZY9}}{9} = 14.1$$

$$n_{0\%} = 6$$

$$n_{5\%} = 9$$

$$Desv.s_{0\%} = 0.838$$

$$Desv.s_{5\%} = 0.251$$

$$Desv.C_{0\%,3\%} = \frac{(n_{0\%} - 1)xDesv.s_{0\%} + (n_{5\%} - 1)xDesv.s_{5\%}}{n_{0\%} + n_{5\%} - 2} = 0.496$$

$$t = \frac{|Media_{0\%} - Media_{5\%}|}{\sqrt{\frac{Desv.s_{0\%}}{n_{0\%}} + \frac{Desv.s_{5\%}}{n_{5\%}}}} = 22.136$$

$$gl = n_{0\%} + n_{5\%} - 2 = 13$$

$$\alpha = 0.05$$

$$t_{critico} = 2.179$$

Tabla 28

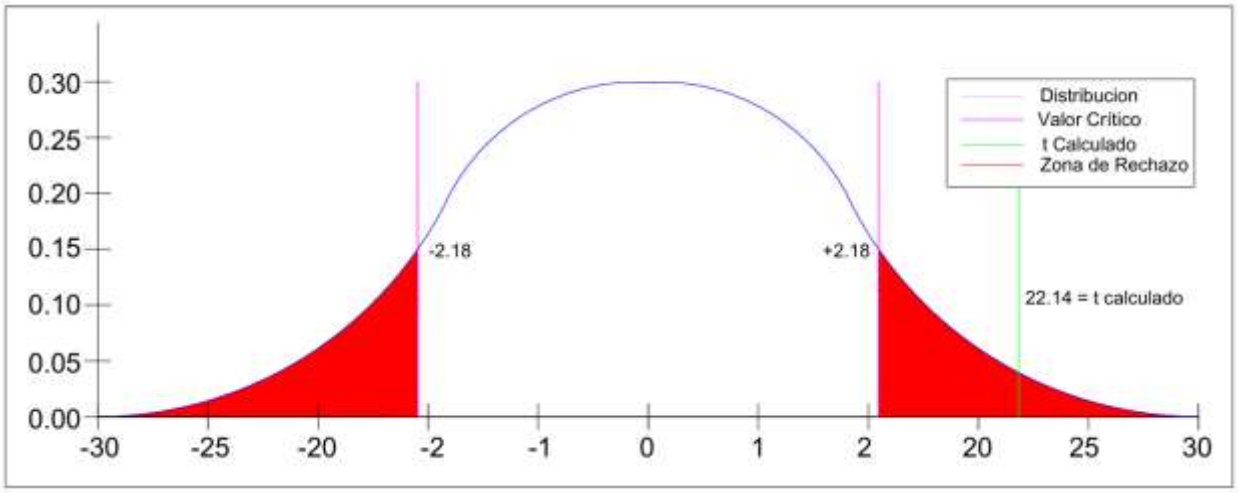
Cálculo de Medias y Desvíaciones estándar por grupo a trabajar Sin PVC – 5% PVC

Grupos	Media	n	Desv. Est	Desv. Agr.	t	Gl	t-critico	p-valor
Sin PVC	5.68	6	0,84	0.496	22.14	13	2.18	4.25e-11
5% PVC	14.1	9	0,25					

Fuente: Elaboración propia

Figura 23

Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras sin PVC y adicionando el 5 % PVC



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 28 podemos ver que el resultado de $t_{calculado} > t_{critico}$, y lo podemos apreciar en la Figura 23, por lo tanto, nos indica rechazar la Hipótesis Nula(H0), que nos dice que la media del CBR adicionando 5% PVC es igual a la media del índice de CBR de las muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC.

Grupo 3: Comparación entre muestras sin adición de PVC y muestras tratadas con 7% de PVC

Para poder realizar la evaluación de diferencias significativas entre grupos sin adición y 7% de PVC, se calculó el valor medio y las desviaciones estándar de ambos para

que a a partir de esos valores se aplique la fórmula para el estadístico t de comparación entre dos medias independientes, como se muestra a continuación.

$$Media_{0\%} = \frac{SNAT - UX1 + \text{NAT} - \text{UX2} + \text{NAT} - \text{UX3} + \text{NAT} - \text{UX4} + \text{NAT} - \text{UX5} + \text{NAT} - \text{UX6}}{6} = 5.68$$

$$Media_{7\%} = \frac{PV7 - LK1 + \text{PV7} - LK2 + \text{PV7} - LK3 + \text{PV7} - LK4 + \text{PV7} - LK5 + \text{PV7} - LK6 + \text{PV7} - LK7 + \text{PV7} - LK8 + \text{PV7} - LK9}{9}$$

$$= 16.33$$

$$n_{0\%} = 6$$

$$n_{7\%} = 9$$

$$Desv.s_{0\%} = 0.838$$

$$Desv.s_{7\%} = 0.251$$

$$Desv.C_{0\%,3\%} = \frac{(n_{0\%} - 1)xDesv.s_{0\%} + (n_{7\%} - 1)xDesv.s_{7\%}}{n_{0\%} + n_{7\%} - 2} = 1.02$$

$$t = \frac{|Media_{0\%} - Media_{7\%}|}{\sqrt{\frac{Desv.s_{0\%}}{n_{0\%}} + \frac{Desv.s_{7\%}}{n_{7\%}}}} = 20.002$$

$$gl = n_{0\%} + n_{7\%} - 2 = 13$$

$$\alpha = 0.05$$

$$t_{critico} = 2.160$$

Tabla 29

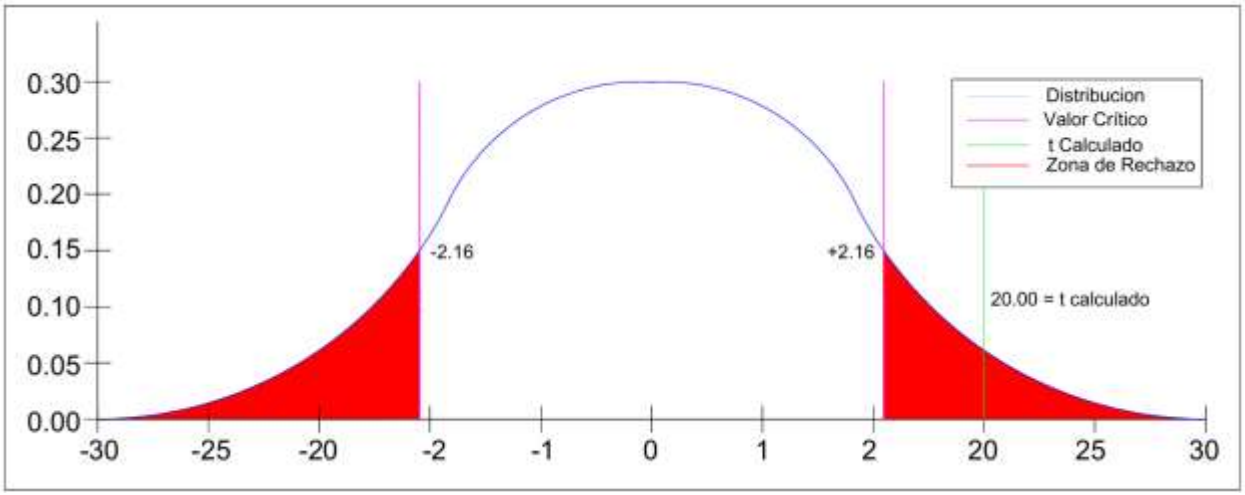
Cálculo de Medias y desviaciones estándar por grupo a trabajar Sin PVC – 7% PVC

Grupos	Media	n	Desv. Est	Desv. Agr.	t	Gl	t-critico	p-valor
Sin PVC	5.68	6	0,84	1.02	20.002	13	2.16	3.79e-11
7% PVC	16.3	9	1.14					

Fuente: Elaboración propia

Figura 24

Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras sin PVC y adicionando el 7 %



PVC

Fuente: Elaborado por Mayk Sánchez y Jean Del Águila (Tesistas)

En la tabla 29 podemos ver que el resultado de $t_{calculado} > t_{critico}$, como se puede apreciar en la Figura 24, por lo tanto, se rechaza la Hipótesis Nula(H0), que nos dice que la media del CBR adicionando 7% PVC es igual a la media del índice de CBR de las muestras de la calicata sin adicionar polímero artificial “PVC.

Grupo 4: Comparación entre muestras con adición del 3% de PVC y muestras tratadas con 5% de PVC

Para poder realizar la evaluación de diferencias significativas entre grupos con adición del 3% y 5% de PVC, se calculó el valor medio y las desviaciones estándar de ambos para que a a partir de esos valores se aplique la fórmula para el estadístico t de comparación entre dos medias independientes, como se muestra a continuación.

$$Media_{3\%}$$

$$= \frac{PV3 - QX1 + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX2} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX3} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX4} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX5} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX6} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX7} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX8} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX9}}{9}$$

$$= 9.922$$

$$Media_{5\%} = \frac{PV5 - ZY1 + PV5 - ZY2 + PV5 - ZY3 + PV5 - ZY4 + PV5 - ZY5 + PV5 - ZY6 + PV5 - ZY7 + PV5 - ZY8 + PV5 - ZY9}{9}$$

$$= 14.2$$

$$n_{3\%} = 9$$

$$n_{5\%} = 9$$

$$Desv.s_{3\%} = 0.139$$

$$Desv.s_{5\%} = 0.31$$

$$Desv.C_{3\%,5\%} = \frac{(n_{3\%} - 1)xDesv.s_{3\%} + (n_{5\%} - 1)xDesv.s_{5\%}}{n_{3\%} + n_{5\%} - 2} = 0.225$$

$$t = \frac{|Media_{3\%} - Media_{5\%}|}{\sqrt{\frac{Desv.s_{3\%}}{n_{3\%}} + \frac{Desv.s_{5\%}}{n_{5\%}}}} = 19.143$$

$$gl = n_{3\%} + n_{5\%} - 2 = 16$$

$$\alpha = 0.05$$

$$t_{critico} = 2.120$$

Tabla 30

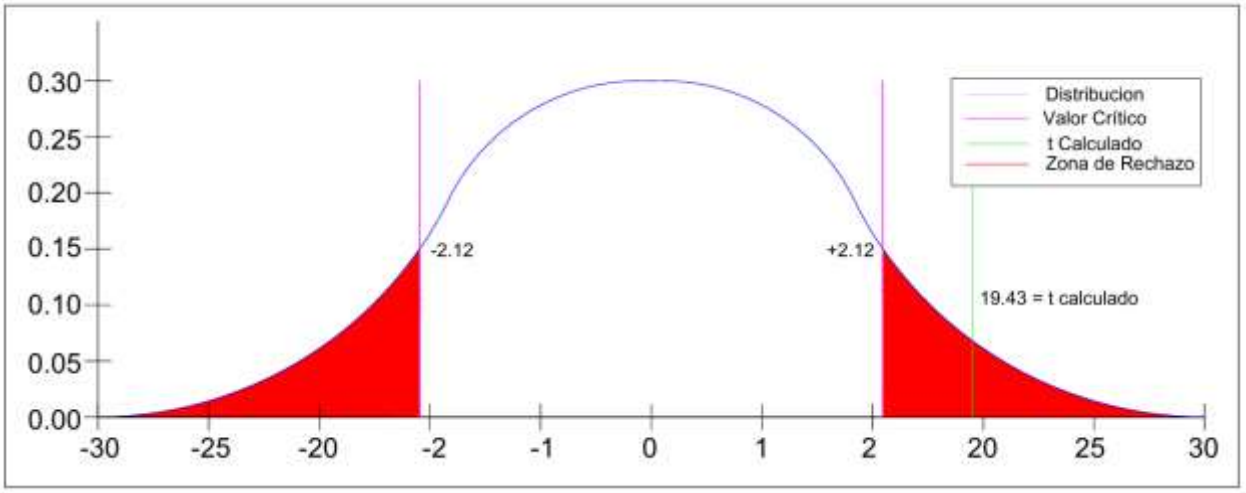
Cálculo de Medias y Desviaciones estándar por grupo a trabajar 3% PVC – 5% PVC

Grupos	Media	n	Desv. Est	Desv. Agr.	t	Gl	t-critico	p-valor
3% PVC	9.92	9	0,139	0.225	19.143	16	2.120	1.87e-12
5% PVC	14.5	9	0.31					

Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras adicionando el 3% y 5 % del PVC



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 30 podemos ver que el resultado de $t_{calculado} > t_{critico}$, como se aprecia en la Figura 25, por lo tanto, hay una diferencia significativa entre la media del CBR adicionando el 3% PVC y la media adicionando el 5% del policloruro de vinilo (PVC).

Grupo 5: Comparación entre muestras con adición del 3% de PVC y muestras tratadas con 7% de PVC

Para poder realizar la evaluación de diferencias significativas entre grupos con adición del 3% y 7% de PVC, se calculó el valor medio y las desviaciones estándar de ambos para que a a partir de esos valores se aplique la fórmula para el estadístico t de comparación entre dos medias independientes, como se muestra a continuación.

$$Media_{3\%}$$

$$= \frac{PV3 - QX1 + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX2} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX3} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX4} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX5} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX6} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX7} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX8} + \mathrm{PV3} - \mathrm{QX9}}{9}$$

$$= 9.922$$

$$Media_{7\%} = \frac{PV7 - LK1 + \text{PV7} - LK2 + \text{PV7} - LK3 + \text{PV7} - LK4 + \text{PV7} - LK5 + \text{PV7} - LK6 + \text{PV7} - LK7 + \text{PV7} - LK8 + \text{PV7} - LK9}{9}$$

$$= 16.333$$

$$n_{3\%} = 9$$

$$n_{7\%} = 9$$

$$Desv.s_{3\%} = 0.139$$

$$Desv.s_{7\%} = 1.135$$

$$Desv.C_{3\%,7\%} = \frac{(n_{3\%} - 1)xDesv.s_{3\%} + (n_{7\%} - 1)xDesv.s_{7\%}}{n_{3\%} + n_{7\%} - 2} = 0.637$$

$$t = \frac{|Media_{3\%} - Media_{7\%}|}{\sqrt{\frac{Desv.s_{3\%}}{n_{3\%}} + \frac{Desv.s_{7\%}}{n_{7\%}}}} = 17.037$$

$$gl = n_{3\%} + n_{7\%} - 2 = 16$$

$$\alpha = 0.05$$

$$t_{critico} = 2.120$$

Tabla 31

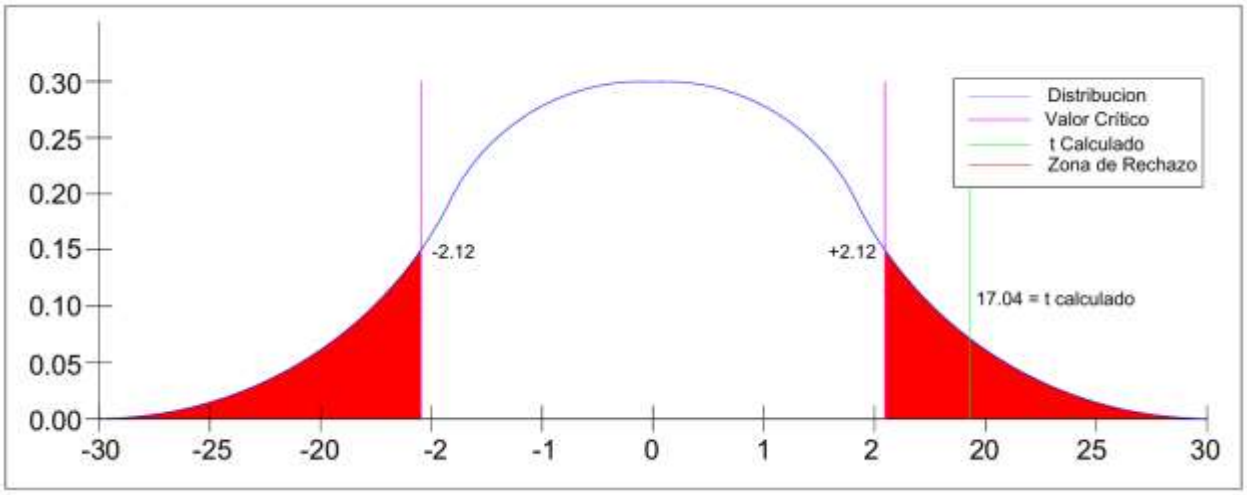
Cálculo de Medias y Desviaciones estándar por grupo a trabajar 3% PVC – 7% PVC

Grupos	Media	n	Desv. Est	Desv. Agr.	t	Gl	t-critico	p-valor
3% PVC	9.92	9	0,139	0.637	17.038	16	2.120	1.16e-11
7% PVC	16.3	9	1.135					

Fuente: Elaboración propia

Figura 26

Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras adicionando el 3% y 7 % del PVC



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 31 podemos ver que el resultado de $t_{calculado} > t_{critico}$, como se puede apreciar en la Figura 26, por lo tanto, hay una diferencia significativa entre la media del CBR adicionando el 3% PVC y la media adicionando el 7% del policloruro de vinilo (PVC).

Grupo 6: Comparación entre muestras con adición del 5% de PVC y muestras tratadas con 7% de PVC

Para poder realizar la evaluación de diferencias significativas entre grupos con adición del 5% y 7% de PVC, se calculó el valor medio y las desviaciones estándar de ambos para que a partir de esos valores se aplique la fórmula para el estadístico t de comparación entre dos medias independientes, como se muestra a continuación.

$$Media_{5\%}$$

$$= \frac{PV5 - ZY1 + PV5 - ZY2 + PV5 - ZY3 + PV5 - ZY4 + PV5 - ZY5 + PV5 - ZY6 + PV5 - ZY7 + PV5 - ZY8 + PV5 - ZY99}{9}$$

$$= 14.20$$

$$Media_{7\%} = \frac{PV7 - LK1 + \text{PV7} - LK2 + \text{PV7} - LK3 + \text{PV7} - LK4 + \text{PV7} - LK5 + \text{PV7} - LK6 + \text{PV7} - LK7 + \text{PV7} - LK8 + \text{PV7} - LK9}{9}$$

$$= 16.333$$

$$n_{5\%} = 9$$

$$n_{7\%} = 9$$

$$Desv.s_{5\%} = 0.31$$

$$Desv.s_{7\%} = 1.135$$

$$Desv.C_{5\%,7\%} = \frac{(n_{5\%} - 1)xDesv.s_{5\%} + (n_{7\%} - 1)xDesv.s_{7\%}}{n_{5\%} + n_{7\%} - 2} = 0.723$$

$$t = \frac{|Media_{5\%} - Media_{7\%}|}{\sqrt{\frac{Desv.s_{5\%}}{n_{5\%}} + \frac{Desv.s_{7\%}}{n_{7\%}}}} = 5.324$$

$$gl = n_{5\%} + n_{7\%} - 2 = 16$$

$$\alpha = 0.05$$

$$t_{critico} = 2.120$$

Tabla 32

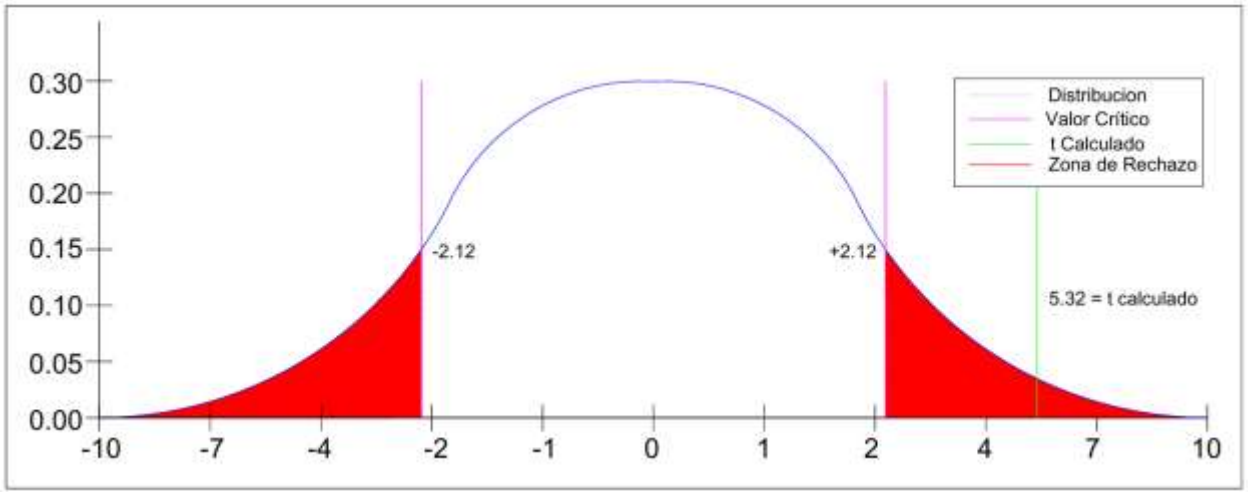
Cálculo de Medias y Desviaciones estándar por grupo a trabajar 5% PVC – 7% PVC

Grupos	Media	n	Desv. Est	Desv. Agr.	t	Gl	t-critico	p-valor
5% PVC	14.2	9	0,31	0.723	5.324	16	2.120	6.89e-05
7% PVC	16.3	9	1.135					

Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Gráfico de Prueba T-Student entre grupos en muestras adicionando el 3% y 7 % del PVC



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 32 podemos ver que el resultado de $t_{calculado} > t_{critico}$, como se puede apreciar en la Figura 27, por lo tanto, hay una diferencia significativa entre la media del CBR adicionando el 5% PVC y la media adicionando el 7% del policloruro de vinilo (PVC).

4.3. Resultados con respecto las propiedades físicas del terreno Natural

Para identificar las características físicas del suelo original presente la via de Evitamiento, se realizó la excavación de 3 calicatas, ubicadas a lo largo de vía, específicamente en Evitamiento con Pachacútec; Evitamiento con Calle Porvenir y Evitamiento con Juan Romero Ferreyro.

4.3.1. Ensayo granulométrico

Tabla 33

Resultados del análisis granulométrico correspondiente a la calicata 01

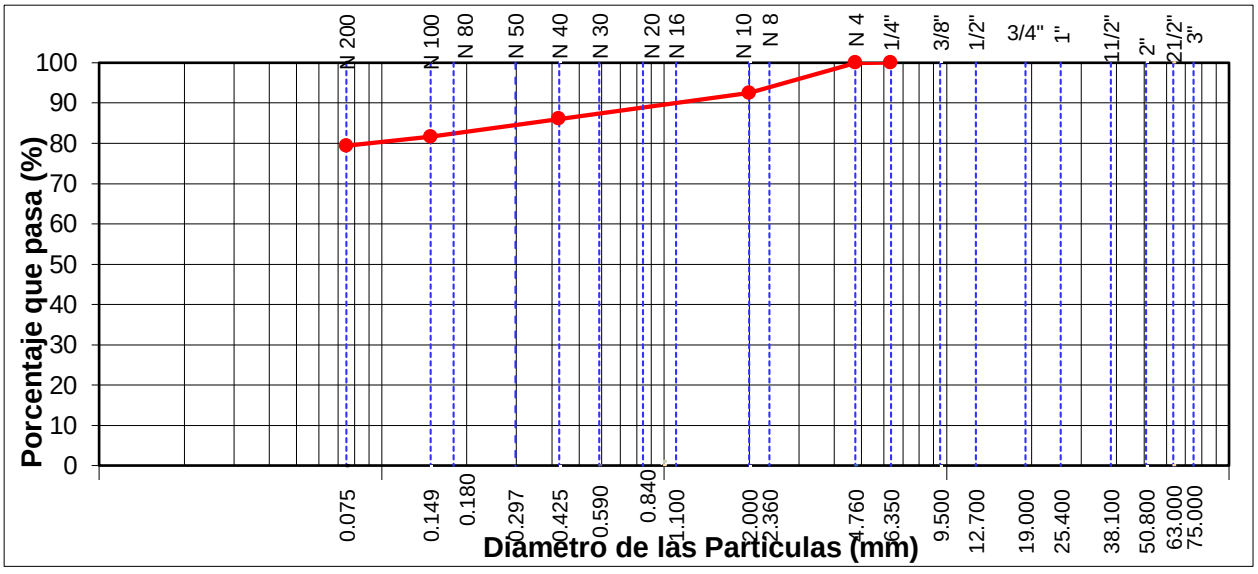
Malla (ASTM)	Diámetro malla (mm)	Cantidad Retenido (g)	% Retenido por tamiz	Acumulada retención (%)	% pasante
3"	75,000		0,0	0,0	
2 1/2"	63,500		0,0	0,0	

2"	50,800		0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,100	0,0	0,0	0,0	0,0
1"	25,400	0,0	0,0	0,0	0,0
3/4"	19,000	0,0	0,0	0,0	0,0
1/2"	12,700	0,0	0,0	0,0	0,0
3/8"	9,500	0,0	0,0	0,0	0,0
1/4"	6,350		0,0	0,0	100,0
N° 4	4,760	0,1	0,0	0,0	100,0
N° 8	2,360	20,3	4,1	4,1	95,9
N° 10	2,000	7,2	1,8	5,9	94,1
N° 16	1,100	30,8	7,7	13,5	86,5
N° 20	0,840	14,7	3,7	17,2	82,8
N° 30	0,590	21,4	5,3	22,5	77,5
N° 40	0,425	17,7	4,4	26,9	73,1
N° 50	0,297	10,6	2,6	29,6	70,4
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,149	25,6	6,4	36,0	64,0
N° 200	0,075	15,7	3,9	39,9	60,1
Pasante		237,3	59,1	99,0	0,0

Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Curva granulométrica distribuida Calicata 1 (C-01)



Interpretación: El presente ensayo realizado y según la clasificación del SUCS, la muestras que ha pasado por los tamices en la calicata 1, presenta un 0.00% de Grava que representa la malla N°04, presenta un 1.19% de arena gruesa, muy bajo pero que está

presente en la muestra, así también tiene un 42.93% que es un porcentaje significativo entre área fina y limos que atraviesa la malla N° 40 y queda retenido en la malla N° 200,, y un 55.88 % que representa más de la mitad de dicha muestra es material fino, que vendría a ser la diferencia con el 100%, que pasan totalmente por la malla N°200.

Tabla 34

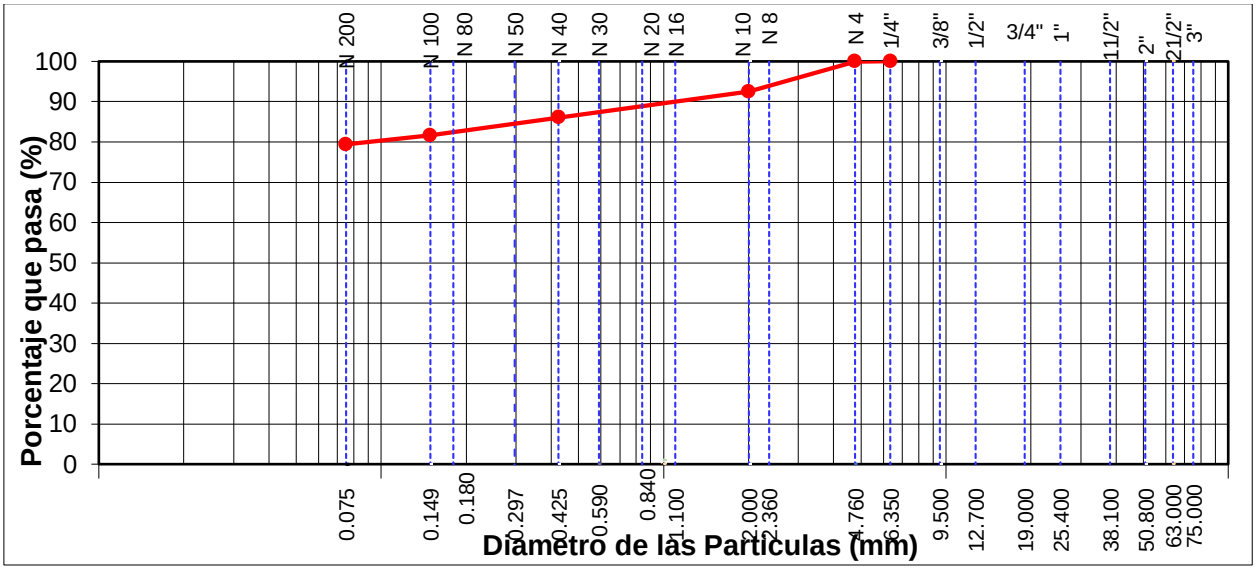
granulometría correspondiente del suelo a la calicata C-02.

Malla (ASTM)	Diámetro malla (mm)	Cantidad Retenido (g)	% Retenido por tamiz	Retención Acumulativa (%)	porcentaje Pasante (%)
3"	75,000		0,0	0,0	
2 1/2"	63,500		0,0	0,0	
2"	50,800		0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,100	**0,0**	0,0	0,0	0,0
1"	25,400	**0,0**	0,0	0,0	0,0
3/4"	19,000	**0,0**	0,0	0,0	0,0
1/2"	12,700	**0,0**	0,0	0,0	0,0
3/8"	9,500	**0,0**	0,0	0,0	0,0
1/4"	6,350		0,0	0,0	100,0
N° 4	4,760	**0,1**	0,0	0,0	100,0
N° 8	2,360	**32,9**	6,6	6,6	93,4
N° 10	2,000	**3,7**	0,9	7,5	92,5
N° 16	1,100	**10,6**	2,6	10,2	89,8
N° 20	0,840	**4,3**	1,1	11,2	88,8
N° 30	0,590	**5,7**	1,4	12,7	87,4
N° 40	0,425	**5,1**	1,3	13,9	86,1
N° 50	0,297	**4,3**	1,1	15,0	85,0
N° 80	0,180		0,0	0,0	0,0
N° 100	0,149	**13,7**	3,4	18,4	81,6
N° 200	0,075	**8,9**	2,2	20,6	79,4
Pasante		**312,1**	77,8	98,4	0,0

Fuente: Elaboración propia

Figura 29

Curva granulométrica distribuida Calicata 2 (C-02).



Interpretación: El presente ensayo realizado y según la clasificación del SUCS, la muestras que ha pasado por los tamices en la calicata 2, presenta un 0.00% de Grava que representa la malla N°04, presenta un 6.6% de arena gruesa, un porcentaje considerable que está presente en la muestra, así también tiene un 13.99% que es un porcentaje presente entre arena fina y limos que atraviesa la malla N° 40 y retenido en la malla N° 200, y un 79.39% que representa que la mayoría de la muestra es material fino, que vendría a ser la diferencia con el 100%, que pasan totalmente por la malla N°200, lo que nos sugiere que tiene un alto contenido entre arcilla y limo.

Tabla 35

Resultados del ensayo granulométrico realizado en la calicata C-03.

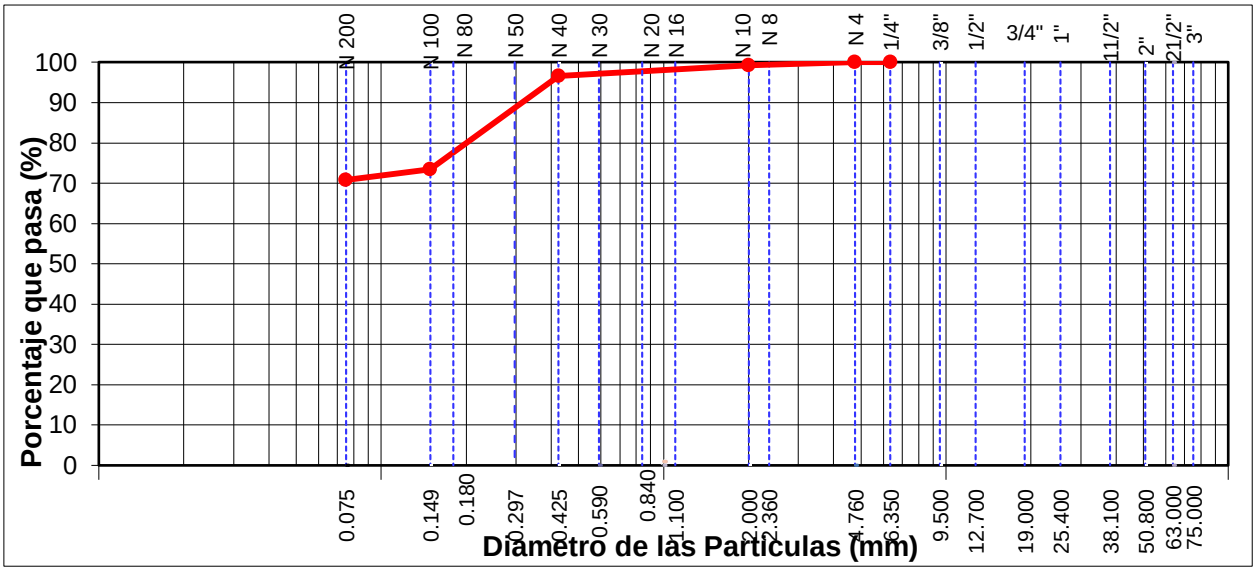
Malla (ASTM)	Diámetro malla (mm)	Cantidad Retenida (g)	Retenido por malla (%)	Retención Acumulativa (%)	porcentaje Pasante
3"	75,000		0,0	0,0	
2 1/2"	63,500		0,0	0,0	
2"	50,800		0,0	0,0	100,0
1 1/2"	38,100	**0,0**	0,0	0,0	0,0

1"	25,400	**0,0**	0,0	0,0	0,0
3/4"	19,000	**0,0**	0,0	0,0	0,0
1/2"	12,700	**0,0**	0,0	0,0	0,0
3/8"	9,500	**0,0**	0,0	0,0	0,0
1/4"	6,350		0,0	0,0	100,0
N° 4	4,760	**0,0**	0,0	0,0	100,0
N° 8	2,360	**1,3**	0,3	0,3	99,7
N° 10	2,000	**2,1**	0,4	0,7	99,3
N° 16	1,100	**6,7**	1,3	2,0	98,0
N° 20	0,840	**2,2**	0,4	2,5	97,5
N° 30	0,590	**2,5**	0,5	3,0	97,0
N° 40	0,425	**2,3**	0,5	3,4	96,6
N° 50	0,297	**24,6**	4,9	8,4	91,6
N° 80	0,180				
N° 100	0,149	**91,3**	18,3	26,6	73,4
N° 200	0,075	**12,9**	2,6	29,2	70,8
Pasante		**354,1**	70,8	100,0	0,0

Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Curva granulométrica distribuida Calicata 3 (C-03).



Interpretación: El presente ensayo realizado y según la clasificación del SUCS, la muestras que ha pasado por los tamices en la calicata 3, presenta un 0.00% de Grava que representa la malla N°04, presenta un 3.36% de arena gruesa, un porcentaje considerable que está presente en la muestra, así también tiene un 25.83% que es un porcentaje

considerable presente entre arena fina y limos que atraviesa la malla N° 40 y queda interceptado por la malla N° 200, destacando un mayor retenido en la malla N° 50 y N°100; y un 70.79% que representa que la mayoría de la muestra es material fino, que vendría a ser la diferencia con el 100%, que pasan totalmente por la malla N°200, lo que nos sugiere que tiene un alto contenido entre arcilla y limo.

Tabla 36

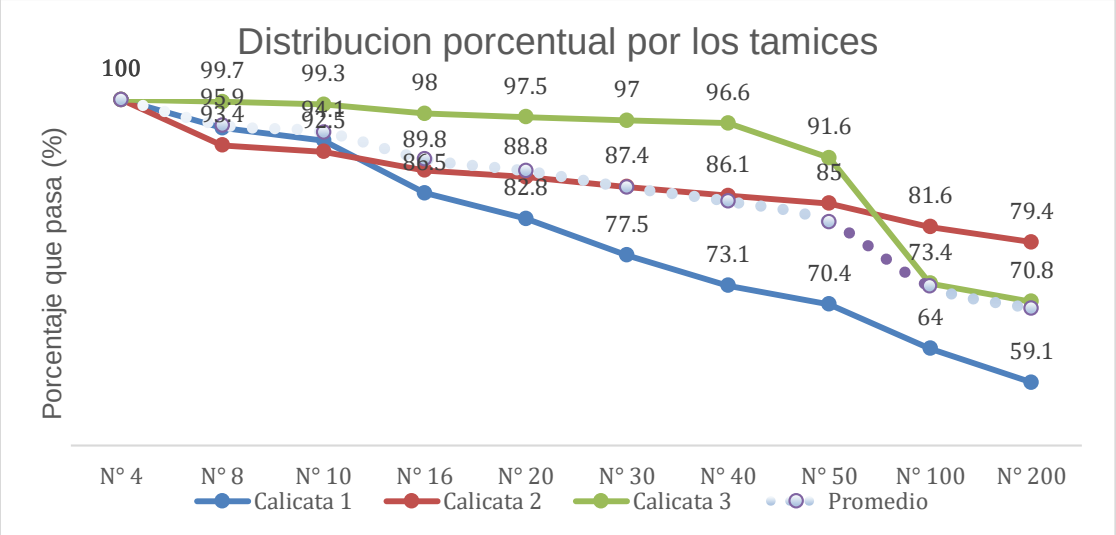
Porcentaje de material que pasa por los tamices para las calicatas C-01, C-02 y C-03.

Tamiz ASTM	Apertura (mm)	C-01 (% pasante)	C-02 (% pasante)	C-03 (% pasante)	Valor Medio (%)
N° 4	4.760	100.0	100.0	100.0	100.0
N° 8	2.360	95.9	93.4	99.7	96.3
N° 10	2.000	94.1	92.5	99.3	95.3
N° 16	1.100	86.5	89.8	98.0	91.4
N° 20	0.840	82.8	88.8	97.5	89.7
N° 30	0.590	77.5	87.4	97.0	87.3
N° 40	0.425	73.1	86.1	96.6	85.3
N° 50	0.297	70.4	85.0	91.6	82.3
N° 80	0.180			-	-
N° 100	0.149	64.0	81.6	73.4	73.0
N° 200	0.075	59.1	79.4	70.8	69.8

Fuente: Elaboración propia

Figura 31

Porcentajes de material q atraviesa los tamices en las calicatas C-01, C-02 y C-03.



Interpretación: El ensayo granulométrico realizado a las 3 calicatas y según la clasificación del SUCS, la muestras que ha pasado por los tamices, presenta un 0.00% de Grava que representa la malla N°04, esto significa que las calicatas está totalmente libre de grava; presenta un 4.70% de arena gruesa, un porcentaje considerable que está presente en la muestra, que nos dice que las arenas gruesas en las calicatas con muy bajas; así también tiene un 25.52% que es un porcentaje considerable presente entre arena fina y limos que atraviesa la malla N° 40 y queda interceptado por la malla N° 200,nos indica que tenemos una cantidad significativa de limos y finos; y un 69.78% que representa que la mayoría de la muestra es material fino, que vendría a ser la diferencia con el 100%, que pasan totalmente por la malla N°200, el porcentaje mencionado es lo que predominara respecto al comportamiento del suelo.

4.3.2. Ensayo de Limites de Atterberg

Tabla 37

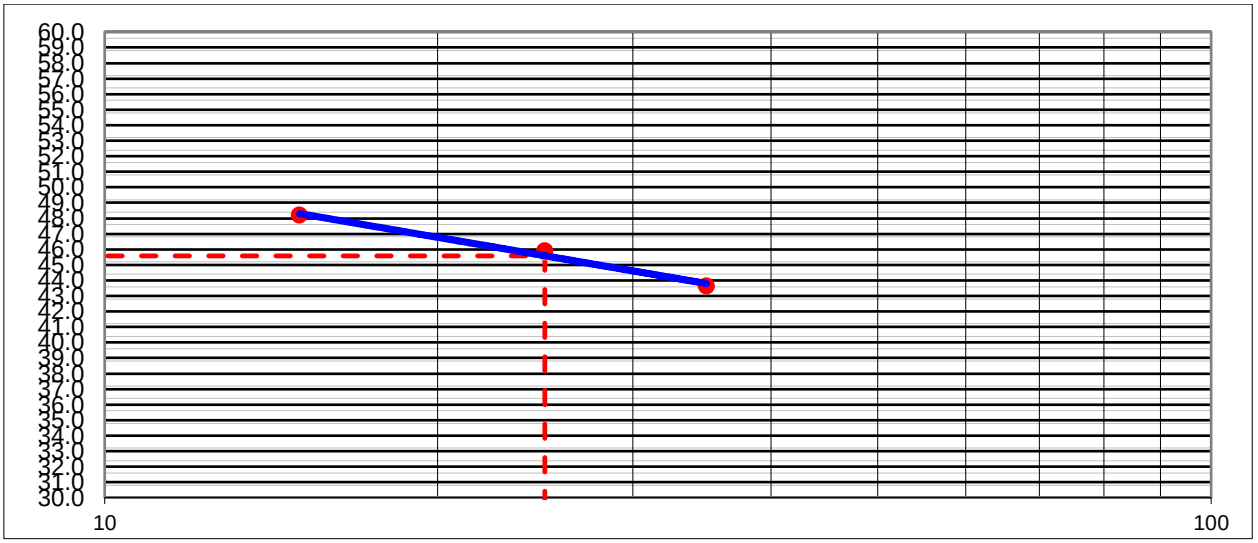
Límites de Atterberg del suelo Natural en la Calicata 1 (C-01).

DESCRIPCIÓN	UND.	Limite Liquido (LL)			Limite Plástico(LP)	
		1	2	3	1	2
Recipiente	N°	**4**	**5**	**6**	**4**	**5**
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	**98,32**	**96,30**	**93,70**	**39,70**	**38,68**
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	**81,30**	**79,86**	**78,45**	**36,90**	**37,15**
Peso de Recipiente (C)	gr.	45,98	44,03	43,49	27,77	25,29
Peso del Agua (A-B)	gr.	17,02	16,44	15,25	2,80	1,53
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	35,32	35,83	34,96	9,13	11,86
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	48,19	45,88	43,62	30,67	12,90
Golpes	N°	**15**	**25**	**35**		

Fuente: Elaborado por Mayk Sánchez y Jean Del Águila (Tesistas)

Figura 32

Relación Humedad – Numero de Golpes Calicata 1 (C-01)



Interpretación: El ensayo de límite de Atterberg realizado a la Calicata 1, muestra que dicha calicata tiene el límite liquido (LL) de 45,59 %, y presenta el Límite de Plasticidad (LP) en 21,78%, presentando un IP de 23,38%. Clasificando los datos obtenidos según el AASHTO se tiene A-7-6(11) y el SUCS dando un CL, que tiene la denominación de Arcilla inorgánica de plasticidad baja a media, que puede presentarse como arcilla gravosa, arenosa, arcilla limosa o magra.

Tabla 38

Límites de Atterberg del suelo Natural en la Calicata 2 (C-02).

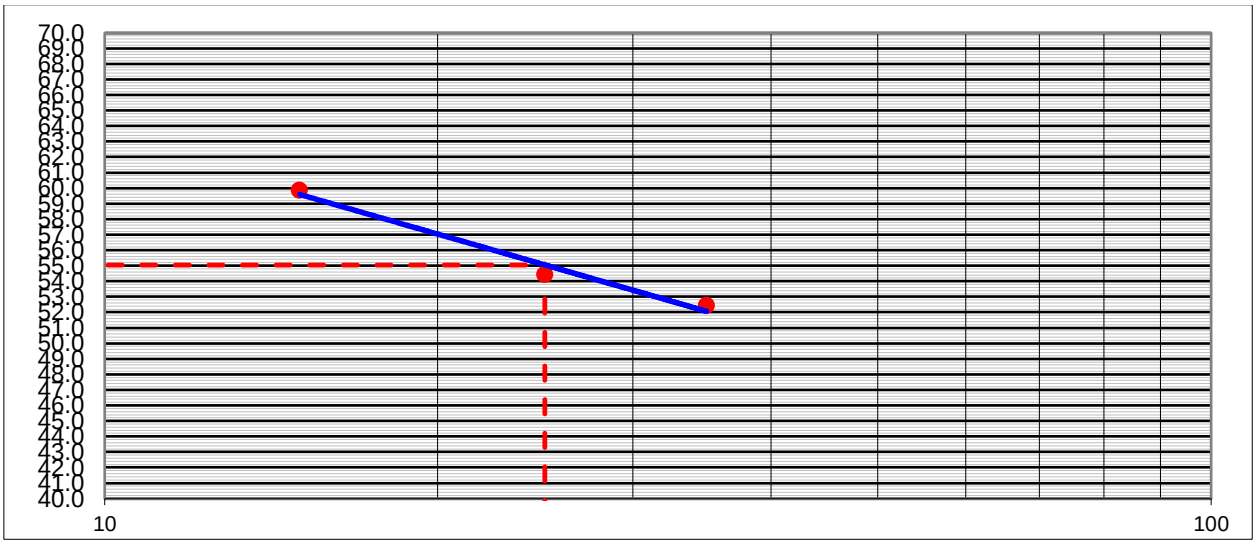
DESCRIPCIÓN	UND.	Limite Liquido (LL)			Limite Plástico(LP)	
		1	2	3	1	2
Recipiente	N°	4	5	6	4	5
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	90,03	84,80	80,15	38,85	37,44
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	73,54	70,43	67,54	36,34	34,80
Peso de Recipiente (C)	gr.	45,98	44,03	43,49	27,77	25,29
Peso del Agua (A-B)	gr.	16,49	14,37	12,61	2,51	2,64
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	27,56	26,40	24,05	8,57	9,51

Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	59,83	54,43	52,43	29,29	27,76
Golpes	N°	**15**	**25**	**35**		

Fuente: Elaboración propia

Figura 33

Relación Humedad – Numero de Golpes Calicata 2 (C-02)



Interpretación: El ensayo de límite de Atterberg realizado a la Calicata 2, muestra que dicha calicata tiene un límite liquido (LL) de 55,05 %, y presenta un Limite Plástico de (LP) de 28,52%, presentando un índice de plasticidad de 26,53%. Clasificando los resultados según el AASHTO se tiene A-7-6(18) y el SUCS dando un CH, que tiene la denominación de Arcilla orgánica de alta plasticidad, arcillas grasas.

Tabla 39

Límites de Atterberg del suelo Natural en la Calicata 3 (C-03).

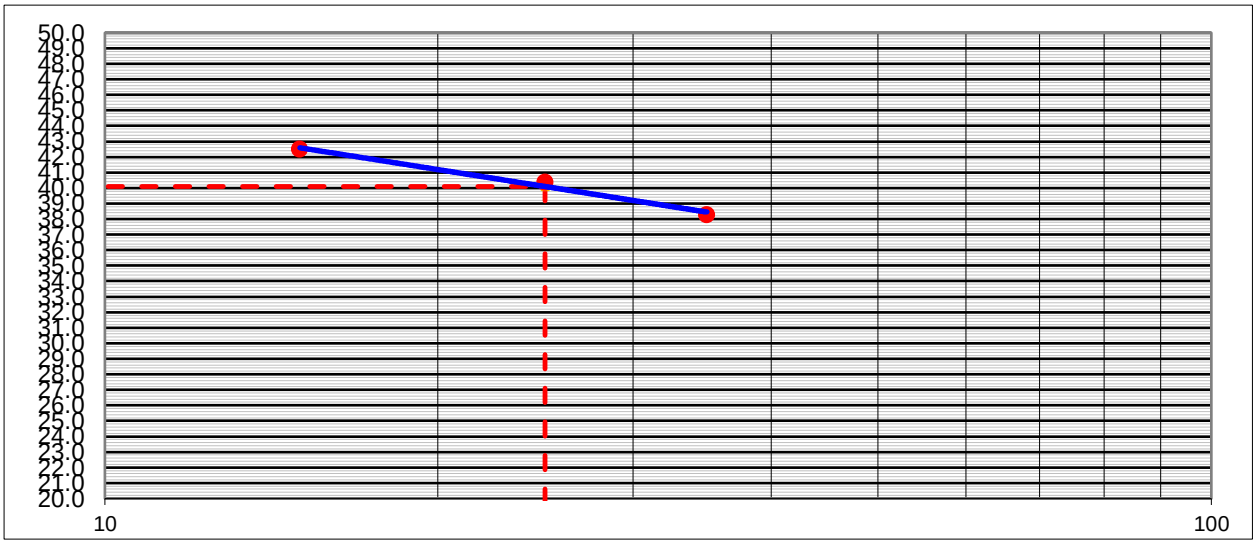
DESCRIPCIÓN	**UND.**	**Limite Liquido (LL)**			**Limite Plástico(LP)**	
		1	**2**	**3**	**1**	**2**
Recipiente	N°	**4**	**5**	**6**	**4**	**5**
Peso Recipiente + Suelo húmedo (A)	gr.	**64,39**	**60,41**	**61,98**	**31,79**	**32,63**
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	**68,90**	**55,70**	**56,86**	**30,98**	**31,15**
Peso de Recipiente (C)	gr.	45,98	44,03	43,49	27,77	25,29

Peso del Agua (A-B)	gr.	5,49	4,71	5,12	0,81	1,48
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	12,92	11,67	13,37	3,21	5,86
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	42,49	40,36	38,29	25,23	25,26
Golpes	N°	**15**	**25**	**35**		

Fuente: Elaboración propia

Figura 34

Relación Humedad – Numero de Golpes Calicata 3 (C-03)



Interpretación: El ensayo de límite de Atterberg realizado a la Calicata 3, muestra que dicha calicata tiene un límite liquido (LL) de 40,10%, y presenta un Limite Plástico de (LP) de 25.24%, presentando un índice de plasticidad de 14,86%. Clasificando los resultados según el AASHTO se tiene A-7-6(9) y el SUCS dando un CL, que tiene la denominación de Arcilla inorgánica de plasticidad baja a media, que puede presentarse como arcilla gravosa, arenosa, arcilla limosa o magra.

Tabla 40

Valores obtenidos para los Límites de Atterberg (LL, LP e IP) en las calicatas C-01, C-02 y C-03.

Calicatas	Profundidad	Limite Liquido - LL (%)	Limite Plástico – LP (%)	índice de Plasticidad - IP (%)

Calicata 01 (C – 01)	0.00 – 1.50m	45,89	21,78	23,81
Calicata 02 (C - 02)	0.00 – 1.50m	55,05	28,52	26,53
Calicata 03 (C – 03)	0.00 – 1.50m	40,40	25,24	14,86

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41

Clasificación de Suelos según el AASHO y el SUCS de las Calicatas 1,2 y 3

Calicata	Profundidad	Clasificación AASHTO	Clasificación SUCS
Calicata 01 (C – 01)	0.00 – 1.50m	A-7-6(11)	CL
Calicata 02 (C -02)	0.00 – 1.50m	A-7-6(18)	CH
Calicata 03 (C – 03)	0.00 – 1.50m	A-7-6(9)	CL

Fuente: Elaborado por Mayk Sánchez y Jean Del Águila (Tesistas)

4.4. DISCUSION DE RESULTADOS

4.4.1. Resultados de acuerdo con las Hipótesis

En el capítulo IV, donde se ha mostrado resultados que se han obtenido de realizar ensayos de las propiedades mecánicas (Proctor Modificado y California Bearing Ratio), se ha dividido en 3 partes para poder contrarrestar o validar las hipótesis planteadas para la presente investigación; para este capítulo se centrara en los resultados obtenidos del California Bearing Ratio (CBR) para validar cada una de nuestras 3 hipótesis planteadas, como se mostrara a continuación:

a) Se visualiza en la **Tabla 4**, los resultados del Ensayo del CBR donde se realizaron al terreno natural de la Vía de Evitamiento, muestran resultados que están entre 2.1% y 6.8%, tanto 95% y al 100% de la densidad máxima seca(MDS), los datos obtenidos han sido comparadas con las categorías de subrasante establecidas según normatividad; las muestras P0-01(6.4%) y P0-06(6.8%), alcanzan valores que están

dentro de la categoría de subrasante regular(S2), sin embargo se puede apreciar el **P0-02,P0-3,P0-04**, predominan valores con baja capacidad de soporte; también siendo más puntuales en la Calicata N°02, en las muestras P0-03, P0-04, están dentro de la Subrasante Inadecuadas (S0), cuyos valores están por debajo del 3%. Estos valores reflejan que a lo largo del tramo se tiene mucha variación y al ser contrastadas, se aprecian que en su mayoría los resultados están dentro de una **Subrasante Insuficiente(S1),** cuyos resultados están entre **3% y 6%**.

Esto para el beneficio de la presente investigación nos confirma la primera hipótesis especifica planteada: "…*el CBR presente es ligeramente bajo respecto al mínimo exigido por las normativas nacionales.",* como resultado de esta demostración la necesidad de mejorar la estabilización del suelo justifica que se apliquen métodos para poder estabilizar el terreno, como es el caso del Policloruro de Vinilo(PVC), que nos permitirá aumentar la resistencia de soporte de carga y de esta manera potenciar la resistencia y estabilidad del suelo.

b) En las tablas 6, 8 y 10, los datos obtenidos del CBR adicionado el 3%, 5% y 7% del Policloruro de Vinilo, que trabajaron como un agente estabilizador muestran valores favorables incluso adicionado menor porcentaje del Policloruro de Vinilo.

   En la tabla 6, al incorporar el 3% del Policloruro de Vinilo (PVC), se aprecian mejoras en resultados obtenidos que se encuentran entre los 6% y 10.4%, con un promedio general de 8.9%, que según la categoría adicionando dicho porcentaje, la subrasante está se encuentra en Subrasante Regular(S2).

   En la tabla 8, al incorporar el 5% del del Policloruro de Vinilo (PVC), se puede apreciar que los resultados obtenidos muestran datos mas uniformes, cuyos rangos oscilan entre en el 10.1% y el 15.0%, dando esto un promedio de 13.0%, la mejora obtenida con este porcentaje es notable, debido a que todos los

resultados que se muestran superan el 10%, colocándolos en la categoría de Subrasante Buena(S3), por encontrarse valores entre 10% y 20%. El resultado indica que dicho porcentaje de adición del Policloruro de Vinilo logra una sinergia optima entre el polímero y el suelo, mejorando notablemente la capacidad de soporte del mismo.

Al ser evaluada la Tabla 10, que es el resultado de la incorporación del 7% del Policloruro de Vinilo, se evidencia nuevamente un incremento significativo con resultados entre 13.4% y 17.1%, dando como promedio general un 15.6%. Los datos obtenidos son valores por encima de lo obtenido al 5 % del Policloruro de Vinilo, pero ambos se encuentran dentro de la categoría Subrasante Buena(S3).

Como consecuencia de la hipótesis planteada: "…*5 % de aplicación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) genera un mejoramiento del porcentaje de CBR de la subrasante, a niveles aceptables por las normativas nacionales.",* se puede confirmar que al aplicar el 5% del Policloruro de Vinilo (PVC),esta presenta una sinergia optima, dando un significativo mejoramiento a la subrasante presente, debido a que los resultados son más uniformes y presenta niveles aceptados según la normatividad nacional. Si bien el 3%, 5% y 7% del Policloruro de Vinilo producen ganancias respectos a la capacidad portante, el 3% si bien están dentro del rango de S2: Subrasante regular, hay valores que se encuentran al límite que nos dice que los resultados no son del todo homogéneos, el 7% se mantiene dentro de la categoría S3: Subrasante buena, pero al utilizar dichos porcentajes en obras víales este generaría un mayor consumo y mayores costos que según los resultados y normatividad no sería necesario.

c) Del análisis de costos unitarios realizados, que están representadas en la Tabla N° 15 y la Tabla N°20, Presupuesto del Mejoramiento de la subrasante de manera

convencional y Presupuesto del Mejoramiento de la subrasante adicionando el 5% de PVC, nos da como resultado una diferencia significativa en cuanto al costo, en la tabla 15, se puede notar que el presupuesto al realizar el mejoramiento de la subrasante de manera convencional el monto asciende a S/. **346,502.50** soles, mientras que en la tabla 20, que viene a ser el adicionamiento del 5% del Policloruro de vinilo (PVC), el monto asciende a S/. 315,690.00 soles, habiendo una diferencia en costos de S/. 30,812.50 soles.

Esta diferencia en los resultados tanto al de nivel de mejoramiento de la subrasante y en costos, nos indica que el Policloruro de Vinilo (PVC), no solo favorece a nivel técnico por los resultados ya mostrados de los diversos ensayos realizados, sino también que representa una ventaja económica.

Con lo obtenido, podemos confirmar la hipótesis planteada: "*Existe una diferencia favorable de costos unitarios en el mejoramiento de suelo utilizando polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) en comparación con el material de préstamo convencional en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa*", debido a que el análisis comparativo elaborado nos confirma una diferencia en costos unitarios respecto a la manera convencional de ejecutarse,

Todo esto nos sugiere que la utilización del Policloruro de Vinilo (PVC) en el mejoramiento de la Subrasante, vendría a ser una alternativa con innovación y rentabilidad, sobre todo que está alineada al principio de sostenibilidad ambiental, a la rentabilidad económica, que nos permitirá optimizar nuestros recursos locales para la elaboración de este tipo de vías en nuestra ciudad.

4.4.2. Resultados de acuerdo con la Estadística Inferencial

De acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA), se ha podido confirmar lo resultados de los ensayos del California Bearing Ratio (CBR), que estadísticamente

existen diferencias significativas en los grupos de evaluación, si vemos los resultados en la tabla 23 donde el F calculado tiene un resultado de 281.260 y este a su vez superan por amplio valor al F critico cuyo valor es 2.93, de igual manera el P-valor con un resultado de 1.51e-21, es considerablemente inferior al nivel de significancia α = 0.05. Esto como se mencionó al principio, que los diferentes porcentajes de adición 3%, 5% y 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) influyen en gran medida sobre el mejoramiento de la subrasante del suelo. Esto nos permite que podamos rechazar la Hipótesis nula (H0), donde nos señalaba que las medias del grupo de evaluación no presentan diferencias significativas.

Con el análisis que complementa el ANOVA, que viene a ser la prueba Tukey, en la tabla 24, nos permitió evaluar entre que grupos está presente las diferencias significativas que nos dio como resultados el ANOVA. El análisis Test de Tukey, también nos muestra que si bien todos los porcentajes que se utilizan tanto el 3%, 5% y 7% de policloruro de vinilo(PVC), presentan una mejora significativa en la subrasante del suelo, nos deja ver también que el porcentaje mas optimo del Policloruro de Vinilo(PVC), vendría a ser el 5% del PVC, cuyo grupo alcanzó una media de más de 14%, el 7% del PVC alcanzo una media de más de 16% pero ambas están consideradas dentro según la clasificación en S3: Subrasante Buena, además que la diferencia del porcentaje entre el 5% y 7% del PVC, no aumenta en demasía, y con esto podemos decir que hay una relación técnica y económica con el 5% de adición del Policloruro de Vinilo respecto al beneficio de la subrasante.

4.4.3. Resultados de acuerdo con las propiedades físicas del suelo Natural

Con el análisis realizado de acuerdo con los valores registrados del Ensayo granulométrico y ensayo de Limites de Atterbeg, se da con el resultado que las calicatas 01, 02, y 3 presentan relación ya que son plásticos y arcillosos tal como se

puede apreciar en la Tabla 56, estos se moldean rápidamente al entrar en contacto con el agua, De las 3, la calicata 02, viene a ser la que más plasticidad presenta con un índice de plasticidad de 25.53%, nos indica que a la más minina humedad esta se expande y al secarse se puede agrietar con facilidad. Por el contrario, las Calicatas 1 y 3, presentan menos plasticidad, y pueden clasificarse como más estables.

De acuerdo con los resultados en la Tabla 57, los suelos en las calicatas son clasificadas como malas lo que generaría una subrasante pobre sin antes hacer el mejoramiento de este, que permita mejorar el estado actual de las mismas. De acuerdo con el sistema AASHTO las 3 calicatas están dentro de A-7-6, que vienen a ser suelos arcillosos, de estos 3, la calicata 2 es la que peores condiciones presenta ya que se puede apreciar que es demasiada plástica Según la clasificación del SUCS, estas se clasifican en CL y CH, que son arcillas con alta y baja plasticidad. Con lo que podemos decir que en las condiciones que se encuentra la vía de Evitamiento no es un suelo apropiado, presentando una capacidad portante baja, que podría generar asentamientos. Por lo mencionado y evaluado es altamente necesario que la mencionada vía sea mejorada o cambiada, como también se demostró en la presente investigación se puede podría incorporar polímeros o algún otro aditivo que puedan estabilizar el suelo presente, para poder tener una mejor resistencia y podamos tener comportamientos óptimos en las obras viales.

CONCLUSIONES

- El estado actual de la vía de Evitamiento, de acuerdo con los ensayos de granulometría y Limites de Atterberg, nos evidencian que el suelo que presenta la vía de Evitamiento es mayormente arcilloso, presenta estos altos índices de plasticidad, que nos dice que, el suelo es inadecuado para ser utilizado directamente sin mejorarlo o cambiarlo. Según la clasificación del AASHTO y el SUCS, nos confirma lo mencionado por lo que, resulta importante que se pueda hacer el uso de métodos o técnicas que permitan que el suelo actual se mejore, o como se ha demostrado en la presente investigación, se pueda utilizar el Policloruro de Vinilo (PVC), que con los resultados obtenidos aumenta significativamente la resistencia del terreno.

- De acuerdo con los ensayos realizados al suelo natural presente en la vía de Evitamiento, se determinó que los resultados del California Bearing Ratio (CBR), se encuentran entre valores de 2.1 % y 6.8%, tanto como al 95% y 100% de la MDS.Estos valores en su mayoría se clasifican en la categoría de S1: Subrasante insuficiente, y con esto podemos afirmar que la capacidad de soporte de carga en dicha vía es muy baja, lo que genera un negativo comportamiento del suelo respecto a las cargas vehiculares. A su vez con esto hace indispensable la necesidad que se utilicen métodos o polímeros para mejorar la estabilización del suelo existente y esta pueda dar resultados favorables a las propiedades mecánicas del mismo. Al hacer las comparaciones entre los resultados obtenidos de la incorporación al 3%, 5% y 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la subrasante de la vía de Evitamiento, se evidencia una mejora cuantitativa en los valores del California Bearing Ratio (CBR), que nos confirma el efecto que tiene dicho polímero como estabilizador. Si bien cada uno de los porcentajes incorporados tiene resultados favorables, es el 5% de la

incorporación del PVC que presenta una mejora tanto técnica como económica, ya que presenta una sinergia optima entre el suelo y el polímero, que se reflejan en los resultados obtenidos. El 5% y 7% del PVC se encuentran dentro de la categoría S3; subrasante buena, habiendo una mínima diferencias de un poco más de dos grados porcentuales entre las mismas, lo que hace que el 5 %del PVC, sea el más óptimo y más económico, a diferencia del 7% que requeriría en obras de mejoramientos de la subrasante del suelo de mayor longitud una mayor cantidad de insumo que según los análisis realizados no sería necesario.

- La utilización del 5% del Policloruro de Vinilo (PVC), en el mejoramiento de la subrasante del suelo en la vía de Evitamiento, evidencia que existe diferencia respecto al aspecto económico como se ha podido visibilizar en las Tablas 15 y 20, en donde mientras ejecutar el mejoramiento de manera convencional generaría un costo de **S/. 346,502.50**, soles, con el mejoramiento adicionando el mencionado polímero solo generaría un costo de **S/. 315,698.00 soles,** con una diferencia de más de S/. 30,800. Soles. En consecuencia, el Policloruro de Vinilo (PVC), no solo alternativa técnica sino también presenta una ventaja económica frente al método convencional. Al ser ejecutadas podría generar para la región soluciones innovadoras, rentables, sostenible y sobre todo se podría significar la optimización de nuestros recursos presentes en nuestra región como son los agregados presentes en nuestra amazonia y en nuestra región. Los resultados expuestos al utilizar el Policloruro de Vinilo en los diferentes porcentajes (3%, 5% y 7%) nos permiten afirmar que existe mejoras no solo en lo técnico, sino también en lo económico y estadístico en el reforzamiento de suelos arcillosos de muy baja capacidad como se encontró en la Vía de Evitamiento. En la ingeniería moderna se tiene criterios definidos que priorizan la protección ambiental, el uso eficiente de materiales y la reducción de plazos, que está presente en la utilización del

mencionado polímero, y podría ser aplicado en nuestra región amazónica, debido a que es aplicable y económico, lo cual podría ser aplicados en proyectos que tengas lineamientos similares con suelos arcillosos con baja capacidad de soporte.

- Finalmente, desde el punto de vista ambiental, se concluye que la utilización del Policloruro de Vinilo (PVC) como aditivo estabilizante de la subrasante, aplicado en estado sólido y bajo condiciones controladas, no genera emisiones ni lixiviados que representen riesgos para el medio ambiente o la salud humana, dentro del alcance de la presente investigación. Tal como se desarrolla y sustenta en el Capítulo I, referido a la justificación e importancia del estudio, y en el Capítulo II, correspondiente al marco teórico, el PVC actúa fundamentalmente como un refuerzo físico del suelo, sin inducir reacciones químicas adversas ni alteraciones significativas en los componentes. En ese sentido, su aplicación resulta compatible con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo y contribuye indirectamente a la sostenibilidad de la infraestructura vial, al mejorar la durabilidad de la vía, optimizar el uso de materiales y reducir la frecuencia de intervenciones de mantenimiento.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para suelos arcillosos presentes en la región se aplique el 5% del PVC, en proyectos similares, todo esto en base al sustento no solo de las pruebas de resistencia como el CBR sino también en a los resultados estadísticos obtenidos.
- Realizar estudios complementarios con los mismos o distintos porcentajes del Policloruro de Vinilo (PVC), en suelos limosos presentes también en la región, el cual presentan diferentes características en comparación con los suelos arcillosos.
- Verificar la efectividad del Policloruro de Vinilo (PVC) a mediano y largo plazo, y de esta manera determinar el comportamiento frente a las condiciones climáticas existentes en la región y de igual manera al tránsito.
- Establecer alianzas entre centros de investigación, universidades e instituciones locales, con el propósito de evaluar el uso del PVC y otros polímeros disponibles, orientándolo a aplicaciones en infraestructura vial dentro del contexto amazónico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

African Union Press. (2022). Guidelines for Sustainable Road Construction in Africa: Best Practices for Soil Stabilization. Addis Ababa: African Infrastructure Development Press.

Alvarez, R., & Sosa, J. (2020). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de un suelo arcilloso de alta plasticidad del Caserío de Bello Horizonte, distrito de Curimaná, departamento de Ucayali, adicionado PET reciclado* [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas].

Arévalo, S., & Villegas, P. (2021). *Análisis de suelos arcillosos para el diseño de cimentaciones piloteadas en Malecón San José, laguna Yarinacocha, Ucayali (2020)* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

ASTM International. (2021). ASTM D1883-21: Standard Test Method for CBR (California Bearing Ratio) of Laboratory-Compacted Soils. West Conshohocken, PA: ASTM International

ASTM International. (2021). ASTM D698: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)). West Conshohocken, PA: ASTM International.

Castillo, J. (2021). *Análisis comparativo de los diferentes polímeros para mejorar las propiedades del suelo nativo mediante la estabilización de suelos en la localidad de Mocupe* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo].

Castro, P., & Cruzado, T. (2021). *Influencia de la adición de fibras de polímeros reciclados en la capacidad de soporte de la subrasante, para el diseño del pavimento flexible, Alto Trujillo-Barrio I, 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte].

Celi, K. (2021). *Estabilización de suelos granulares de subrasante con finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE)* [Tesis de licenciatura,

Universidad Técnica de Ambato].

Cenepo, A., & Del Águila, R. (2022). *Propuesta aplicación de aditivos químicos en la subrasante y su influencia en la mejora del CBR de la carretera San Rafael - Nuevo Arica, Provincia de Alto Amazonas, Departamento de Loreto* [Tesis de licenciatura, Universidad Científica del Perú].

Das, B. M., & Sobhan, K. (2022). *Principles of geotechnical engineering* (9th ed.). Boston, MA: Cengage Learning.

García, D., & Marquina, L. (2021). *Influencia del porcentaje de polímeros PET y cenizas de carbón con fines de estabilización de suelos* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada Antenor Orrego].

International Center for Aggregate Production. (2020). *Guía de prácticas para estabilización de suelos con polímeros: Aplicaciones en infraestructura vial* (2a ed.). Londres: ICAP Press.

International Organization for Standardization. (2016). *ISO 14021:2016 Environmental labels and declarations — Self-declared environmental claims (Type II environmental labeling).* Ginebra: ISO.

Jones, A., & Rahim, M. (2020). Polymer applications in soil stabilization: Mechanisms and case studies from tropical regions. *Journal of Geotechnical Engineering*, *45*(3), 112-125. https://doi.org/10.xxxx/jge.2020.45.3.112

Khumber, D., & Suranjit, P. (2023). Application of vinyl acrylic co-polymer on subgrade and sub-base pavement stabilization. *Materialsday Proceedings*.

Marchán, L., Yrazabal, J., & Genaro, X. (2021). *Aplicación de polímeros artificiales para estabilizar el suelo en carretera no pavimentada del centro poblado Callanca-Rama Guzmán, Chiclayo 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

Mekonnen, T., & Tadesse, E. (2023). PVC-Stabilized Lateritic Soils for Rural Road Construction in Ethiopia: A 12-Year Performance Review. *African Journal of*

Infrastructure, 18(2), 45-60. https://doi.org/10.xxxx/aji.2023.18.2.45

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2023). *Manual de carreteras: suelos, geología, geotecnia y pavimentos.* Lima: MTC.

Ofori, P., Mensah, K., & Boateng, A. (2023). Recycled PVC as a Sustainable Solution for Subgrade Stabilization in Monsoon-Prone Regions: Case Studies from West Africa. *Journal of Sustainable Infrastructure, 10*(1), 34-50. https://doi.org/10.xxxx/jsi.2023.10.1.34

Perú. Ley N° 27314. (2000). *Ley General de Residuos Sólidos*. El Peruano.

Perú. Ley N° 28611. (2005). *Ley General del Ambiente*. El Peruano.

Pérez, R. (2021). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo para su uso como subrasante mejorada de pavimento, producto de ladrillera Cerámicas Júpiter S.A.C. del departamento de Ucayali* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ucayali].

Programa de Infraestructura Sostenible para África. (2023). *Reporte anual 2022–2023: Innovaciones en estabilización de suelos para caminos rurales*. Nairobi: PISA Publications.

Ramírez, J., & Torres, M. (2019). Uso de PVC para estabilización de suelos en el proyecto vía*l de Pucallpa. Revista de Ingeniería Civil de Ucayali, 14(3), 123-135.*

Reátegui, C., & Torres, T. (2023). *Correlación del módulo de reacción y CBR de laboratorio en suelos cohesivos de la subrasante del Jirón Céticos, Ucayali* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo].

Virto, J. (2022). *Influencia del uso del sistema geomalla biaxial en el espesor de la estructura de pavimentos rígidos sobre suelos cohesivos* [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma].

Williams, J., & Roberts, M. (2020). *Impacto del PVC en la estabilización de suelos expansivos en Australia.* Journal of Road Engineering, 54(2), 133-145.

Zapana, R. (2022). *Estabilización de suelos arcillosos con polímeros reciclados a nivel de la subrasante* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental].

ANEXOS

ANEXO N°01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 42

Matriz de Consistencia

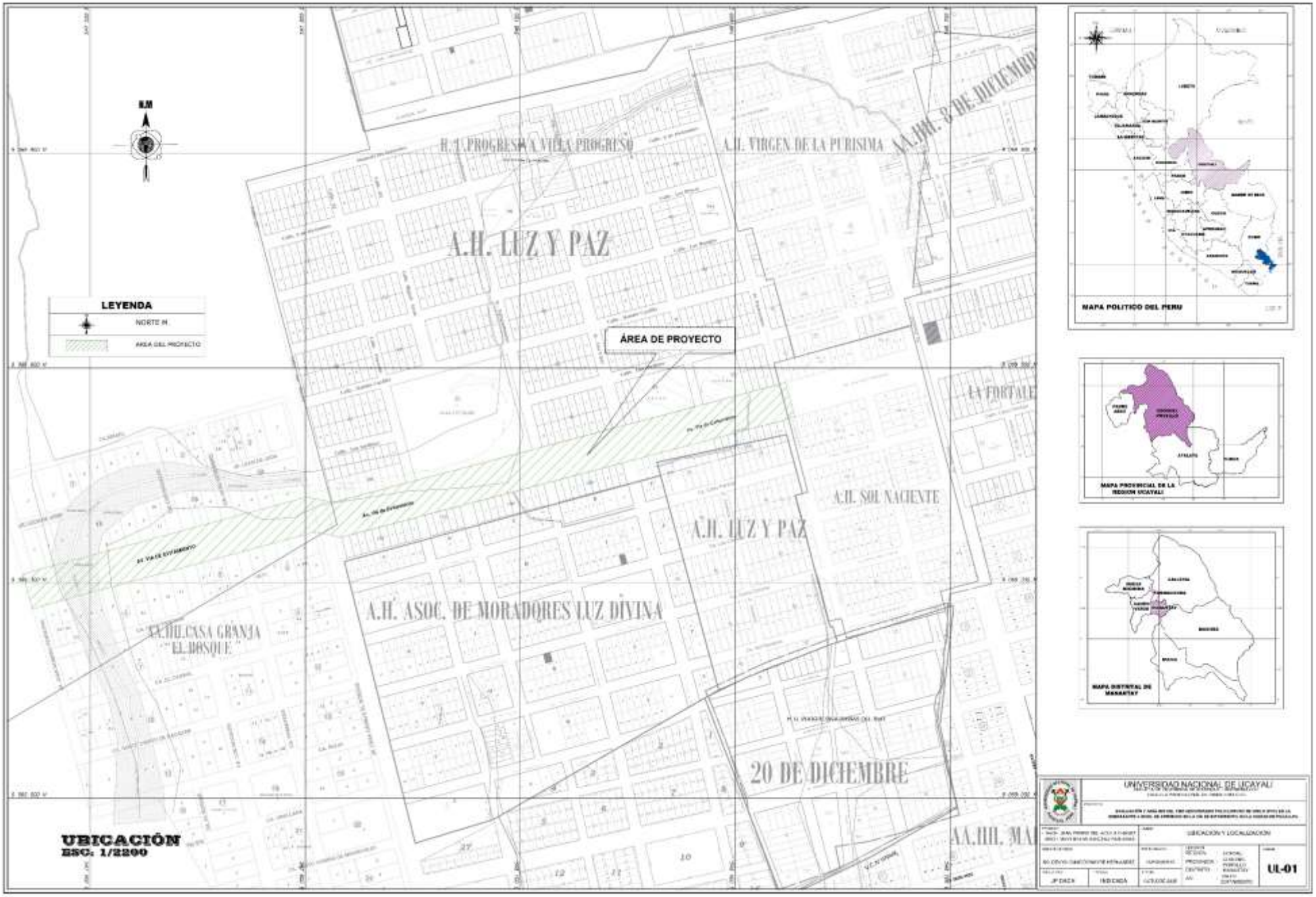
EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUBRASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES DE ESTUDIO	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
1. Problema General: *¿Cómo influye la adición de Policloruro de Vinilo (PVC) en el aumento del porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en la vía de Evitamiento, en la ciudad de Pucallpa?* ***2. Problemas Específicos:*** *a) ¿Cuál es el porcentaje de CBR del material natural presente en la vía de Evitamiento en la ciudad de Pucallpa?*	**1. Objetivo general:** Determinar el aumento del porcentaje de CBR mediante la adición de Policloruro de Vinilo (PVC) en la subrasante a nivel de afirmado en la avenida Evitamiento, en la ciudad de Pucallpa. **2. Objetivos específicos**: a) Calcular el porcentaje de CBR del material natural presente en la vía de Evitamiento en la ciudad de Pucallpa, previo a la incorporación del Policloruro de Vinilo (PVC).	**1. Hipótesis general:** La incorporación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) genera un aumento significativo en el porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa. **2. Hipótesis específicas:** a) El porcentaje de CBR presente en la vía de Evitamiento en la ciudad de Pucallpa, previo a la incorporación del Policloruro de Vinilo (PVC) es ligeramente bajo	**Variables independientes:** Polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) al 3 %, 5 % y 7 %	1. Dosificación del polímero artificial PVC. 2. Costo de la dosificación del polímero artificial PVC.	1. Kilogramos. 2. Soles	**Tipo de investigación** ● Aplicada **Nivel de investigación** ● investigación experimental **Diseño** O: Unidad para estudio u objeto de examinación. X1: Aplicación del estímulo en la variable independiente (suelo natural con añadidura de policloruro de vinilo “PVC”). (Sin estimulo): Omisión de estímulos (suelo natural sin adición de PVC). M1 y M2: Valoración de las variables dependientes.

EVALUACIÓN Y ANÁLISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUBRASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA						
PROBLEMA	**OBJETIVOS**	**HIPOTESIS**	**VARIABLES DE ESTUDIO**	**DIMENSIONES**	**INDICADORES**	**METODOLOGIA**
b) ¿Cuál de los porcentajes de aleación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) 3%, 5% o 7%, genera un mayor aumento en el porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en vía de Evitamiento, en la ciudad de Pucallpa? *c) ¿Qué diferencia de costos unitarios existe entre el mejoramiento de la subrasante con la adición de Policloruro de Vinilo (PVC) y el uso de material de préstamo convencional en la avenida Evitamiento, en la ciudad de Pucallpa?*	b) Determinar cuál de las proporciones de aleación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) genera un mejoramiento del porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa. c) c) Cuantificar diferencia de costos unitarios que existe entre el mejoramiento de suelo utilizando polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) y el uso de material de préstamo convencional en la VÍA DE Evitamiento en la ciudad de Pucallpa.	respecto al mínimo exigido por las normativas nacionales. b) La proporción del 5 % de aplicación del polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) genera un mejoramiento del porcentaje de CBR de la subrasante a nivel de afirmado en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa, a niveles aceptables por las normativas nacionales. c) Existe una diferencia favorable de costos unitarios en el mejoramiento de suelo utilizando polímero artificial Policloruro de Vinilo (PVC) en comparación con el material de préstamo convencional en la vía de Evitamiento de la ciudad de Pucallpa.	**Variables dependientes** Porcentaje de CBR.	1. Propiedades físicas y mecánicas del suelo 2. Capacidad portante del suelo.	1. (CBR – California Bearing Ratio): Ensayo para determinar la resistencia de la subrasante a la penetración de un pistón, empleándose para valorar la capacidad de soporte del suelo frente a cargas, conforme a lo establecido en la Norma MTC E-128.	

Nota. Elaboración propia.

ANEXO N°02: PLANOS


N.M
LEYENDA
NORTE M
AREA DEL PROYECTO
A.H. LUZ Y PAZ
ÁREA DE PROYECTO
A.H. VIRGEN DE LA PURISIMA
A.H. SOL NACIENTE
A.H. ASOC. DE MORADORES LUZ DIVINA
20 DE DICIEMBRE
MAPA POLITICO DEL PERU
MAPA PROVINCIAL DE LA REGION UCAYALI
MAPA DISTRITAL DE MANANTAY
UBICACIÓN
ESC: 1/2200
UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
UL-01


A.H. LUZ Y PAZ
CALICATA N° 01
Av. vía de evitamiento con Jr. Pachacutec
CALICATA N° 03
Av. vía de evitamiento con Jr. Juan Romero Ferreyro
CALICATA N° 02
Av. vía de evitamiento con Calle Porvenir
Av. Vía de Evitamiento
A.H. LUZ Y PAZ
A.H. CASA GRANJA EL BOSQUE
LEYENDA
SIMBOLO
DESCRIPCIÓN
PLANO CLAVE DE LA ZONA DE ESTUDIO
UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
PROYECTO:
PLANO:
PLANO CLAVE DE ZONA DE ESTUDIO
LINEA DE INVESTIGACION:
INFRAESTRUCTURA VIAL
ESPECIALIDAD:
TOPOGRAFIA
TESISTAS:
- BACH. JEAN PIERRE DEL AGUILA CHAVEZ
- BACH. MAYK BRYAN SANCHEZ PASHANASI
ASESOR:
ING. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ
DIBUJO CAD:
JP DACH
PC-01

ANEXO N°03: PANEL FOTOGRAFICO

IMAGEN N° 01: Recolección de Policloruro de Vinilo (PVC) reciclado para los ensayos de laboratorio.



IMAGEN N° 02: Laboratorio de la Facultad de Ciencia Forestal y Ambiental para la trituración y pulverización del Policloruro de Vinilo (PVC).



IMAGEN N° 03: Trituración del Policloruro de Vinilo (PVC) en el laboratorio Facultad de Forestal de la UNU.



IMAGEN N° 04: Material triturado de PVC obtenido luego del proceso de molienda en el mismo laboratorio mencionado.



IMAGEN N° 05: Pulverización del Policloruro de Vinilo (PVC) en el laboratorio Facultad de Forestal de la UNU.



IMAGEN N° 06: Tamización del Policloruro de Vinilo para los ensayos de laboratorio.



IMAGEN N° 07: Excavación in situ, Calicata N°01 (C–1) ubicado entre la Av. Evitamiento y el Jr. Pachacútec.



IMAGEN N° 08: Calicata N°01 (C–1) ubicado entre la Av. Evitamiento y el Jr. Pachacútec.



IMAGEN N° 09: Medición y Observación de la Calicata N°01 (C–1) ubicado entre la Av. Evitamiento y el Jr. Pachacútec.



IMAGEN N° 10: Calicata N°02 (C–2) ubicado entre la Av. Evitamiento y la Ca. 14 de febrero.



IMAGEN N° 11: Medición y Observación de la Calicata N°02 (C–2) ubicado entre la Av. Evitamiento y la Ca. 14 de febrero.



IMAGEN N° 12: Excavación in situ, Calicata N°03 (C–3) ubicado entre la Av. Evitamiento y el Jr. Juan Romero Ferreyro.



IMAGEN N° 13: Excavación in situ, Calicata N°03 (C–3) ubicado entre la Av. Evitamiento y el Jr. Juan Romero Ferreyro.



IMAGEN N° 14: Medición y Observación de la Calicata N°03 (C–3) ubicado entre la Av. Evitamiento y el Jr. Juan Romero Ferreyro.



IMAGEN N° 15: Ensayo granulométrico en la Calicata N°01 (C–1), lavado y tamizado por la malla N°200 de la muestra; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 16: Ensayo granulométrico en la Calicata N°01 (C–1), análisis granulométrico por tamizado; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 17: Ensayo granulométrico en la Calicata N°01 (C–1), resultado por cada tamiz de la muestra; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 18: Ensayo granulométrico en la Calicata N°02 (C–2), lavado y tamizado por la malla N°200 de la muestra; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 19: Ensayo granulométrico en la Calicata N°02 (C–2), análisis granulométrico por tamizado; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 20: Ensayo granulométrico en la Calicata N°02 (C–2), resultado por cada tamiz de la muestra; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 21: Ensayo granulométrico en la Calicata N°03 (C–3), lavado y tamizado por la malla N°200 de la muestra; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 22: Ensayo granulométrico en la Calicata N°03 (C–3), análisis granulométrico por tamizado; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 23: Ensayo granulométrico en la Calicata N°03 (C–3), resultado por cada tamiz de la muestra; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 24: Ensayo de Limites de Consistencia en la Calicata N°01 (C–1), determinación del límite liquido; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 25: Ensayo de Limites de Consistencia en la Calicata N°01 (C–1), determinación del Límite Plástico; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 26: Ensayo de Limites de Consistencia en la Calicata N°01 (C–1), medición del contenido de humedad; análisis de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L





IMAGEN N° 27: Ensayo de Limites de Consistencia en la Calicata N°02 (C–2), determinación del límite liquido; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 28: Ensayo de Limites de Consistencia en la Calicata N°02 (C–2), determinación del Límite Plástico; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L

IMAGEN N° 29: Ensayo de Limites de Consistencia en la Calicata N°02 (C–2), determinación del contenido de humedad; procesamiento de datos en el Laboratorio



García Ingeniería E.I.R.L.

IMAGEN N° 30: Ensayo de Limites de Consistencia en la Calicata N°02 (C–2), medición del contenido de humedad; análisis de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L



IMAGEN N° 31: Ensayo de Limites de Consistencia en la Calicata N°03 (C–3), determinación del contenido de humedad; procesamiento de datos en el Laboratorio García Ingeniería E.I.R.L.



IMAGEN N° 32: Ensayo Proctor Modificado en el Terreno Natural de la C–1, compactación en 5 capas para determinar la humedad optima y la densidad máxima seca del suelo.



IMAGEN N° 33: Proctor Modificado aplicada al suelo sin tratar en la Calicata N°01 (C–1), medición de la humedad del suelo optimo y densidad máxima seca para la evaluación de la compactación del suelo.



IMAGEN N° 34: Ensayo Proctor Modificado del Terreno Natural en la C–1, medición de la humedad del suelo optimo y densidad máxima seca para la evaluación de la compactación del suelo.



IMAGEN N° 35: Ensayo de Proctor Modificado del Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), pesado de la muestra compacta en 5 capas, para la medición de la humedad del suelo optimo y densidad máxima seca.



IMAGEN N° 36: Ensayo de Proctor Modificado del Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), medición de la humedad del suelo optimo y densidad máxima seca para la evaluación de la compactación del suelo.



IMAGEN N° 37: Ensayo de Proctor Modificado del Terreno Natural + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), insumos requeridos para la realización del ensayo para la evaluación de la compactación del suelo.



IMAGEN N° 38: Proctor Modificado aplicada al suelo sin tratar + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la C–1, compactación en 5 capas para evaluación de densidad seca máxima y contenido de humedad óptimo.



IMAGEN N° 39: Ensayo Proctor Modificado del Suelo Natural + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), para evaluar la densidad máxima seca y la humedad optima de la muestra.



IMAGEN N° 40: Proctor Modificado aplicada al suelo sin tratar + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), mezclado de insumos para la realización del ensayo para evaluación de la compactación del suelo.



IMAGEN N° 41: Ensayo de Proctor Modificado del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), compactación en 5 capas para la realización del ensayo para evaluación de la compactación del suelo.



IMAGEN N° 42: Ensayo de Proctor Modificado del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), colocación de 3 muestras por porcentaje para evaluación de la compactación del suelo.



IMAGEN N° 43: Proctor Modificado aplicada al suelo sin tratar de la C–2, compactación en 5 capas para obtener el óptimo contenido de humedad optima y DMS.



IMAGEN N° 44: Proctor Modificado aplicada al suelo sin tratar en la Calicata N°02 (C–2), compactación en 5 capas para la medición de la humedad optima y DMS.

.



IMAGEN N° 45: Proctor Modificado realizado al Terreno Natural en la C–2, pesado de muestras del ensayo compactado para obtener el óptimo contenido de humedad optima y densidad DMS del suelo.



IMAGEN N° 46: Proctor Modificado del Terreno Natural en la Calicata N°03 (C–3), mezclado de los insumos para realización del ensayo, para obtener el óptimo contenido de humedad optima y DMS del suelo.



IMAGEN N° 47: Ensayo de Proctor Modificado del Terreno Natural en la C–3, compactación en 5 capas para la medición de la humedad optima y DMS.

.



IMAGEN N° 48: Proctor Modificado del Terreno Natural en la Calicata N°03 (C–3), pesado del ensayo compactado, para para obtener el óptimo contenido de humedad optima y DMS del suelo.



IMAGEN N° 49: Ensayo Proctor Modificado del Terreno Natural en la C–3, extracción de muestra del ensayo compactado, para para determinar el óptimo contenido de humedad optima y densidad máxima seca del suelo.



IMAGEN N° 50: Ensayo Proctor Modificado del Terreno Natural en la Calicata N°03 (C–3), secado de muestras extraídas, para determinar de la humedad optima y densidad máxima seca.



IMAGEN N° 51: Ensayo de CBR del Terreno Natural en la C–1, para la determinación de la capacidad del suelo de soportar cargas y su capacidad para no deformarse.



IMAGEN N° 52: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), mezclado de insumos, para determinar de la capacidad de soporte del terreno y su capacidad para no deformarse.



IMAGEN N° 53: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo en la C–1, compactación en capas, para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 54: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo en la C–1, pesaje de muestra compactada, para determinar de la capacidad de soporte del terreno y su capacidad para no deformarse.



IMAGEN N° 55: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), insumos requeridos a mezclarse, para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 56: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), mezclado de los insumos, para la para determinar de la capacidad de soporte del terreno y su capacidad para no deformarse.



IMAGEN N° 57: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), separación en 5 partes y compactación por capas, para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 58: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3%, 5%, 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), sumergido de muestras por 96 horas, para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 59: Ensayo de (CBR del Terreno Natural en la Calicata N°01 (C–1), penetración para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 60: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), penetración para para determinar de la capacidad de soporte del terreno y su capacidad para no deformarse.



IMAGEN N° 61: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), penetración para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 62: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural en la Calicata N°02 (C–2), separación de la muestra en 5 partes, para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 63: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) aplicado al Terreno Natural en la C–2, pesado de la muestra compactada, para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 64: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°01 (C–1), separación en 5 partes y compactación en 5 capas.



IMAGEN N° 65: Ensayo California Bearing Ratio (CBR) aplicado al Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo en la C–2, pesaje de muestra compactada, para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 66: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 5% del Policloruro de Vinilo C–2, mezcla de insumos, para la determinar la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 67: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°02 (C–2), separación en 5 partes para compactación en 5 capas.



IMAGEN N° 68: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°02 (C–2), pesado de la muestra Compactada.



IMAGEN N° 69: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3%, 5%, 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°02 (C–2), sumergido de muestras por



96 horas.

IMAGEN N° 70: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural en la Calicata N°02 (C–2), penetración para determinar la resistencia portante y la deformabilidad del terreno.



IMAGEN N° 71: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) aplicado al Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo (PVC), en la Calicata N°02 (C–2), penetración para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 72: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC), en la Calicata N°02 (C–2), para la obstencion de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 73: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) aplicado al Terreno Natural en la C–3, colocación de base en el molde cilíndrico para compactación del suelo sin adicionar el Policloruro de Vinilo (PVC).



IMAGEN N° 74: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural en la Calicata N°03 (C–3), separación en 5 partes y compactación por capas del suelo sin adicionar el Policloruro de Vinilo (PVC).



IMAGEN N° 75: Ensayo California Bearing Ratio (CBR) aplicado al Terreno Natural + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la C–3, mezclado del material adicionando el Policloruro de Vinilo (PVC).



IMAGEN N° 76: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°03 (C–3), compactación en capas con el contenido de humedad y el porcentaje del PVC requerido.



IMAGEN N° 77: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo en la C–3, mezclando insumos, para determinar la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 78: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°03 (C–3), separación en 5 partes y compactación por capas de la muestra.



IMAGEN N° 79: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3%, 5%, 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°03 (C–3), sumergido de muestras por



96 horas.

IMAGEN N° 80: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 3% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°03 (C–3), penetración para evaluar la capacidad portante y la deformabilidad del terreno.



IMAGEN N° 81: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 5% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°03 (C–3), penetración para la determinación de la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



IMAGEN N° 82: Ensayo de California Bearing Ratio (CBR) del Terreno Natural + 7% del Policloruro de Vinilo (PVC) en la Calicata N°03 (C–3), penetración para determinar la resistencia portante y la deformabilidad del suelo.



ANEXO N°04: FICHA TECNICA DEL POLICLORURO DE VINILO (PVC)



FICHA TÉCNICA
RESINA DE CLORURO DE POLIVINILO

Cloruro de polivinilo El PVC es una resina termoplástica polimerizada por monómero de cloruro de vinilo bajo la acción de un iniciador. Es un homopolímero de cloruro de vinilo. Su aspecto es un polvo blanco, no tóxico e inodoro. Como uno de los materiales sintéticos orgánicos más importantes, la resina de PVC posee buenas propiedades físicas y químicas, como resistencia al calor, al frío, a la corrosión, aislamiento y retardancia de llama. Por lo tanto, la resina de cloruro de polivinilo se utiliza ampliamente en la construcción, la electrónica, la automoción, la atención médica, el embalaje y otros sectores.

Según sus diferentes rangos de aplicación, la resina de cloruro de polivinilo se puede dividir en: resina de PVC de uso general, resina de PVC de alta polimerización y resina de PVC reticulada. La resina de PVC de uso general se forma mediante la polimerización del monómero de cloruro de vinilo bajo la acción de un iniciador, la resina de PVC de alta polimerización se refiere a la resina polimerizada mediante la adición de un extensor de cadena al sistema de polimerización del monómero de cloruro de vinilo; y la resina de PVC reticulada es la resina polimerizada mediante la adición de un agente de reticulación que contiene dieno y polieno al sistema de polimerización del monómero de cloruro de vinilo.

Abreviatura: Resina de PVC

Apariencia: Polvo blanco

Grado principal: SG3, SG5, SG7, SG8

Valor K: 72-71, 68-66, 59-55

CAS. No: 9002-86-2

SA: 3904109001

Fórmula molecular: (C2H3CL)n



Marcas de PVC	Modelos principales	Método de producción
PVC SINOPEC	S1000, S1300, S700	Método de etileno
DAGU PVC	DG-1300, DG-1000K, DG-1000S, DG-800T, DG-700	
PVC HYGAIN	HS-700, HS-800, HS-1000F, HS-1000R, HS-1300	
PVC FORMOSA	S-60, S-65, S-70,S-80,S-85	
PVC HANHUA	HG-1000F, HG-800, HG-1300	
ZHONGTAI PVC/XINFA PVC/ BEIYUAN PVC/TIANYE PVC/ERDOS PVC/YILI PVC/YIHUA PVC/EAST HOPE PVC/DONGXING PVC/JUNZHENG PVC	PVC SG3, PVC SG4, PVC SG5PVC SG6, PVC SG7, PVC SG8	Método del carburo

ANEXO N°05: ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA N°01

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 16
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sanchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	TERRENO NATURAL	Estrato: 01	
Calicata:	C-01		
Prof. :	0.20 - 1.50 m.	Fecha de Ensayo:	29/07/2025

Tamaño Máximo	:	3/8"	
Peso Inicial Seco	:	500.0	g
Fracción	:	500.0	g

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350				100.0		
N° 4	4.760				100.0		
N° 8	2.360	20.3	4.1	4.1	95.9		
N° 10	2.000	7.2	1.4	5.5	94.5		
N° 16	1.100	30.8	6.2	11.7	88.3		
N° 20	0.840	14.7	2.9	14.6	85.4		
N° 30	0.590	21.4	4.3	18.9	81.1		
N° 40	0.425	17.7	3.5	22.4	77.6		
N° 50	0.297	10.6	2.1	24.6	75.4		
N° 80	0.180						
N° 100	0.149	25.6	5.1	29.7	70.3		
N° 200	0.075	15.7	3.1	32.8	67.2		
Pasante		336.0	67.2	100.0			

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

1. Clasificación

Limite Liquido (LL)	:	45.59
Limite Plástico (LP)	:	21.78
Indice Plástico (IP)	:	23.81
Clasificación (SUCS)	:	CL
Clasificación (AASHTO)	:	A-7-6 (13)

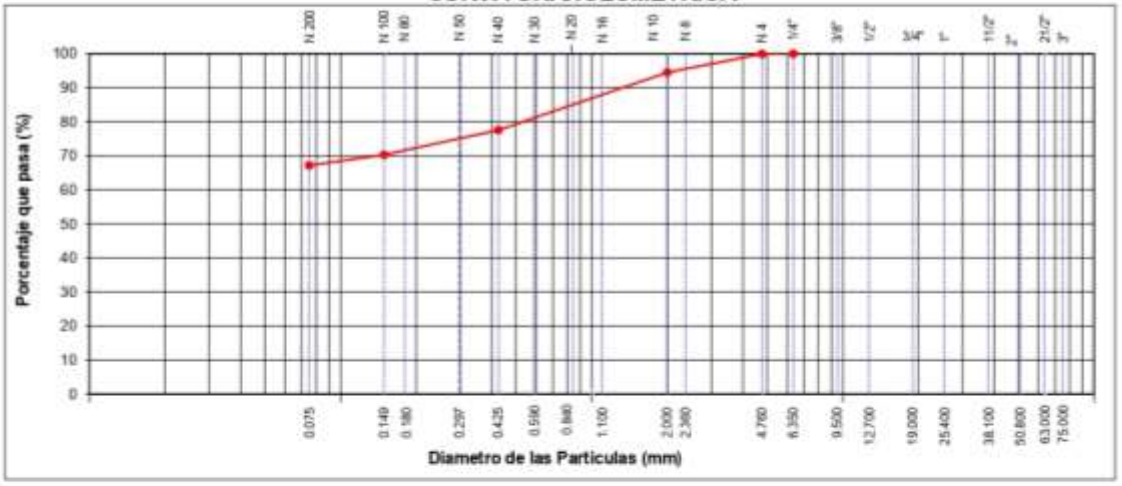
2. Caracteristicas

Max. Dens. Seca			:	1.876
Opt. Cont. Humedad			:	11.53
CBR 0.1" (95%)			:	52.2
CBR 0.1" (100%)			:	69.6
% Grava	:	0.0	Humedad (%)	
% Arena	:	32.8	16.7	
% Fino	:	67.2	Indice de Consistencia	
Cu	:	0.006		
Cc	:	2.80	1.21	
Pot. de Expansión:		Alto	Estable	

3. Observaciones (Fuente de Normalizacion)

Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2013)

CURVA GRANULOMETRICA



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos R. Garcia Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00103610

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS
(MTC E 108 / ASTM D 2216)

Obra :	"EVALUACIÓN Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 17*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	Terreno natural	**Estrato:** 01	
Calicata:	C-01		
Prof. :	0.20 - 1.50 m.	**Fecha de Ensayo:**	29/07/2025

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN	UND.	1.00		
Número de Tara	Nro.			
Peso de la muestra humeda+tara	gr.	76.6		
Peso de la muestra seca+tara	gr.	65.7		
Peso de la tara	gr.			
Peso del agua	gr.	11.0		
Peso de la muestra seca	gr.	65.7		
Contenido de humedad	%	**16.7**		
PROMEDIO	%	**16.7**		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

ENSAYO LITTERBERG

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
(MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89)
(MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach: Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	TERRENO NATURAL	**Estrato:** 01	
Calicata:			
Prof. :	0.20 - 1.50 m.	**Fecha de Ensayo:**	29/07/2025

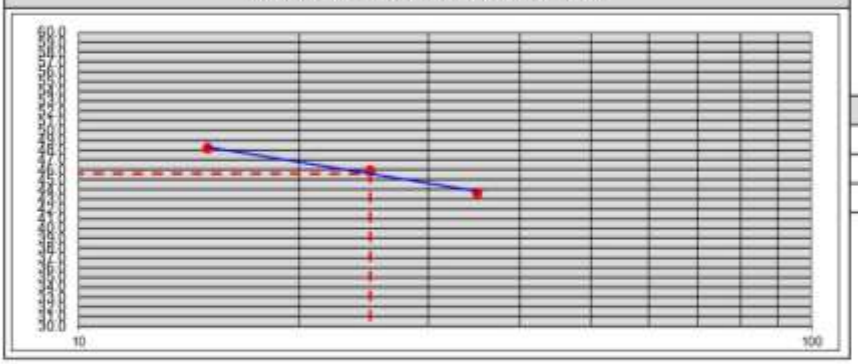
LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5	6	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	98.32	96.30	93.70	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	81.30	79.86	78.45	
Peso de Recipiente (C)	gr.	45.98	44.03	43.49	
Peso del Agua (A-B)	gr.	17.02	16.44	15.25	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	35.32	35.83	34.96	
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	48.19	45.88	43.62	**Limite Liquido**
Golpes	N°	15	25	35	**45.59**

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	39.70	38.68		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	36.90	37.15		
Peso de Recipiente (C)	gr.	27.77	25.29		
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.80	1.53		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	9.13	11.86		**Limite Plástico**
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	30.67	12.90		**21.78**

RELACIÓN HUMEDAD - NÚMERO DE GOLPES



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	45.59
Límite Plástico	21.78
Índice de Plasticidad	23.81

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

ENSAYO PROCTOR MODIFICADO

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% - 1		
		Fecha de Ensayo:	30/07/2025

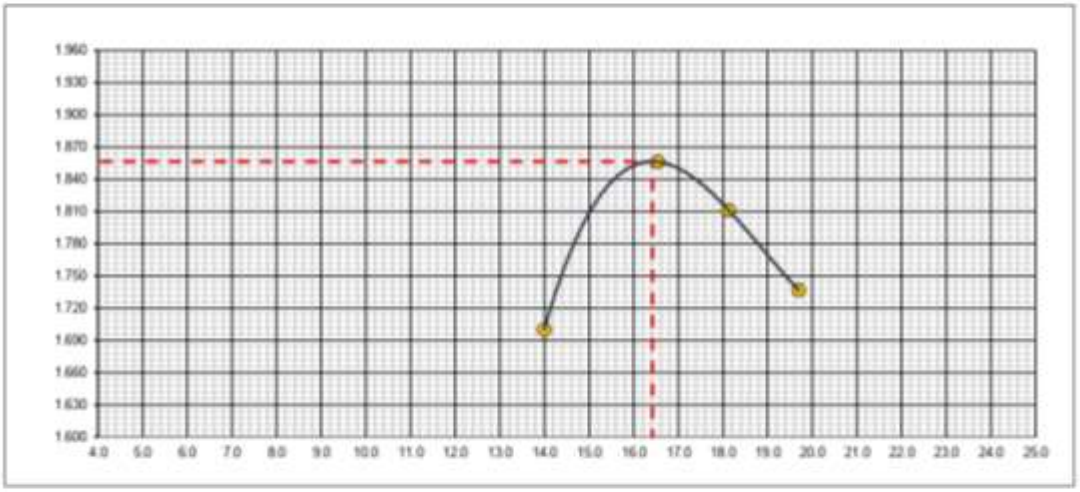
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,830	7,310	7,290	7,130	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,130	4,610	4,590	4,430	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.938	2.163	2.140	2.079	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	89.60	91.60	89.30	82.05	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	78.60	78.60	75.60	68.55	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	11.0	13.0	13.7	13.5	
Peso del suelo seco	gr.	79	79	76	69	
Contenido de agua	%	14.0	16.5	18.1	19.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.700	1.856	1.812	1.737	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.857	(gr/cm3)	Humedad óptima	16.4	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	**"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"**	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 26*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chávez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% - 2	**Fecha de Ensayo:**	30/07/2025

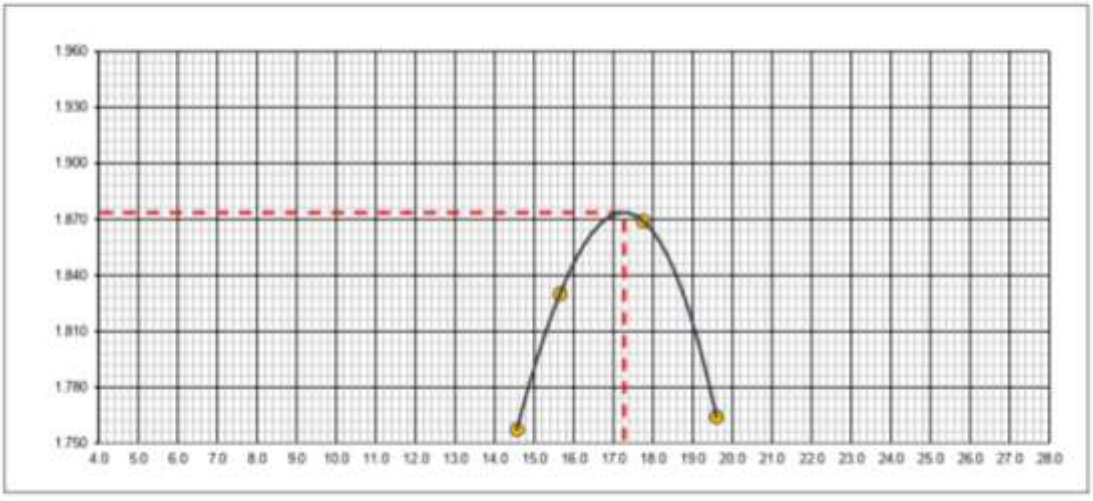
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	7,196	7,390	7,210	6,990	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,496	4,690	4,510	4,290	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.110	2.201	2.116	2.013	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	89.34	94.43	90.09	92.05	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	74.70	80.20	77.90	80.35	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	14.6	14.2	12.2	11.7	
Peso del suelo seco	gr.	75	80	78	80	
Contenido de agua	%	19.6	17.7	15.6	14.6	
Densidad Seca	gr/cc	1.764	1.869	1.830	1.757	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.874**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**17.3**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	**"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"**	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 28*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 1	**Fecha de Ensayo:**	03/08/2025

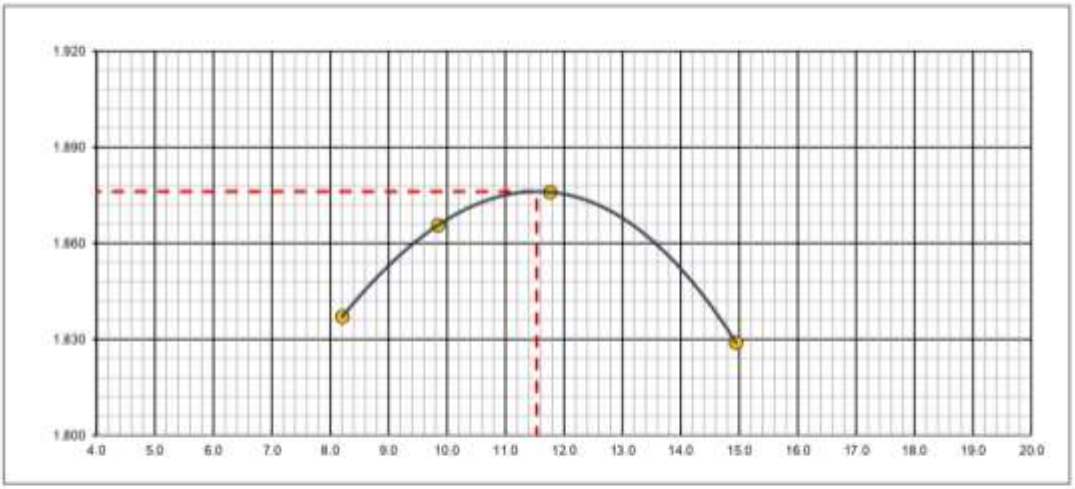
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	**Und.**	**1**	**2**	**3**	**4**	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,936	7,067	7,168	7,180	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,236	4,367	4,468	4,480	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.988	2.049	2.097	2.102	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	85.70	84.80	98.80	102.30	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	79.20	77.20	88.40	89.00	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	6.5	7.6	10.4	13.3	
Peso del suelo seco	gr.	79	77	88	89	
Contenido de agua	%	8.2	9.8	11.8	14.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.837	1.866	1.876	1.829	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.876**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**11.5**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 2	**Fecha de Ensayo:**	03/08/2025

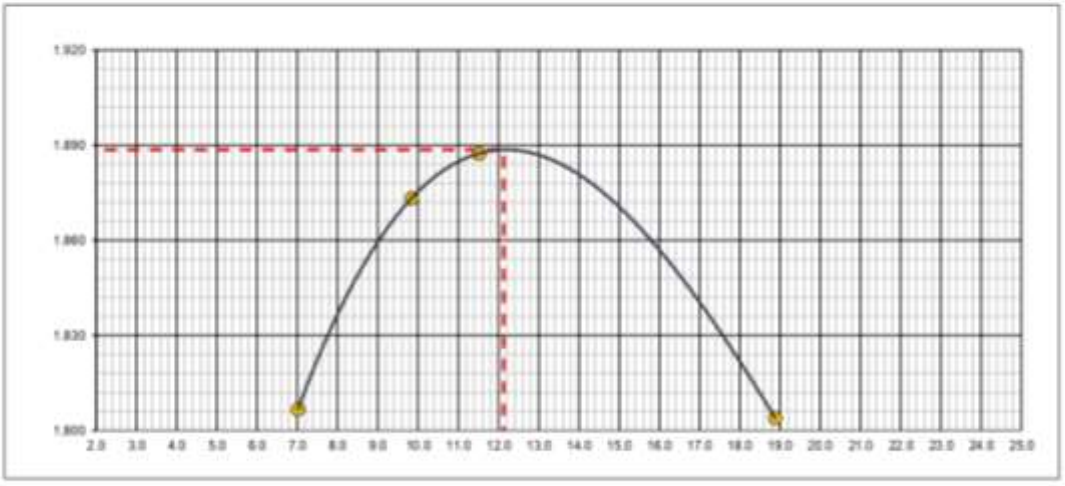
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,820	7,085	7,185	7,270	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,120	4,385	4,485	4,570	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.933	2.058	2.105	2.145	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	85.60	84.80	98.80	103.90	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	79.99	77.20	88.60	87.40	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	5.6	7.6	10.2	16.5	
Peso del suelo seco	gr.	80	77	89	87	
Contenido de agua	%	7.0	9.8	11.5	18.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.807	1.873	1.887	1.804	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.889**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**12.1**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 3	**Fecha de Ensayo:**	03/09/2025

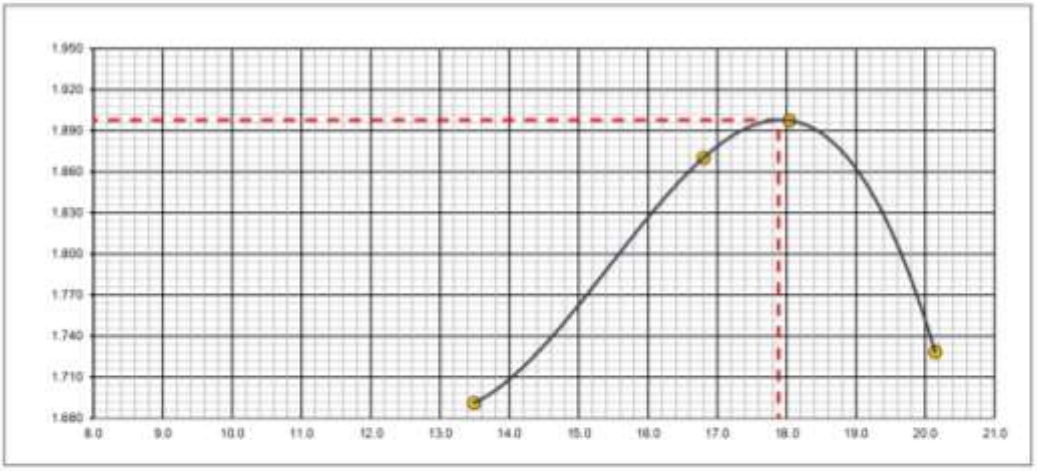
Molde N° 1	Diametro Molde	4''	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	**Und.**	**1**	**2**	**3**	**4**	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,790	7,355	7,473	7,125	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,090	4,655	4,773	4,425	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.919	2.184	2.240	2.076	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	88.92	96.85	88.40	83.56	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	78.35	82.92	74.89	69.55	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	10.6	13.9	13.5	14.0	
Peso del suelo seco	gr.	78	83	75	70	
Contenido de agua	%	13.5	16.8	18.0	20.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.691	1.870	1.897	1.728	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.898**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**17.9**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos R. Garcia Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00183610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROÑURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 19
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Piashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC- 5% -1	**Fecha de Ensayo:**	03/08/2025

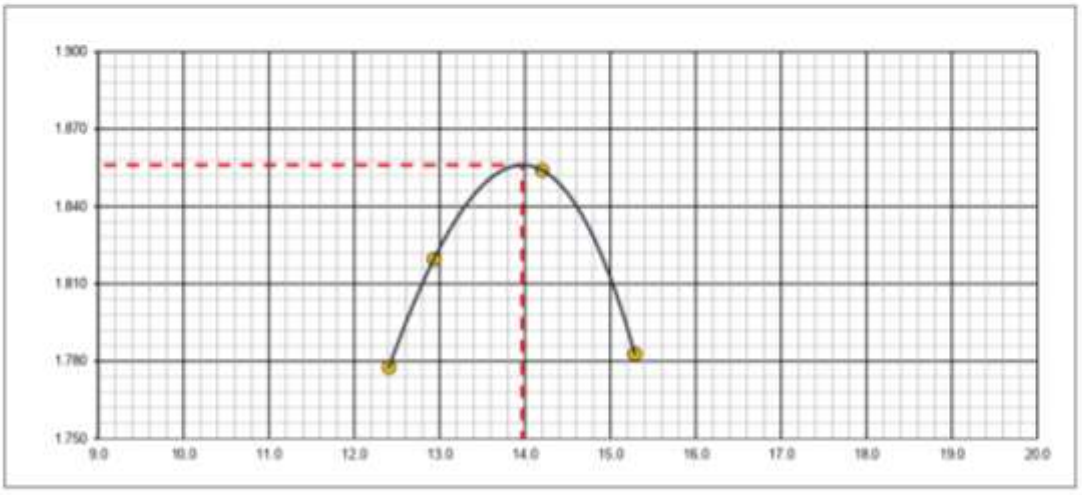
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,958	7,079	7,080	7,212	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,258	4,379	4,380	4,512	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.998	2.055	2.055	2.117	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	104.20	107.40	104.75	101.50	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	92.70	95.10	90.86	88.88	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	11.5	12.3	13.9	12.6	
Peso del suelo seco	gr.	93	95	91	89	
Contenido de agua	%	12.4	12.9	15.3	14.2	
Densidad Seca	gr/cc	1.778	1.820	1.783	1.854	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.856	(gr/cm3)	Humedad óptima	14.0	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 19*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% 2		
		Fecha de Ensayo:	03/08/2025

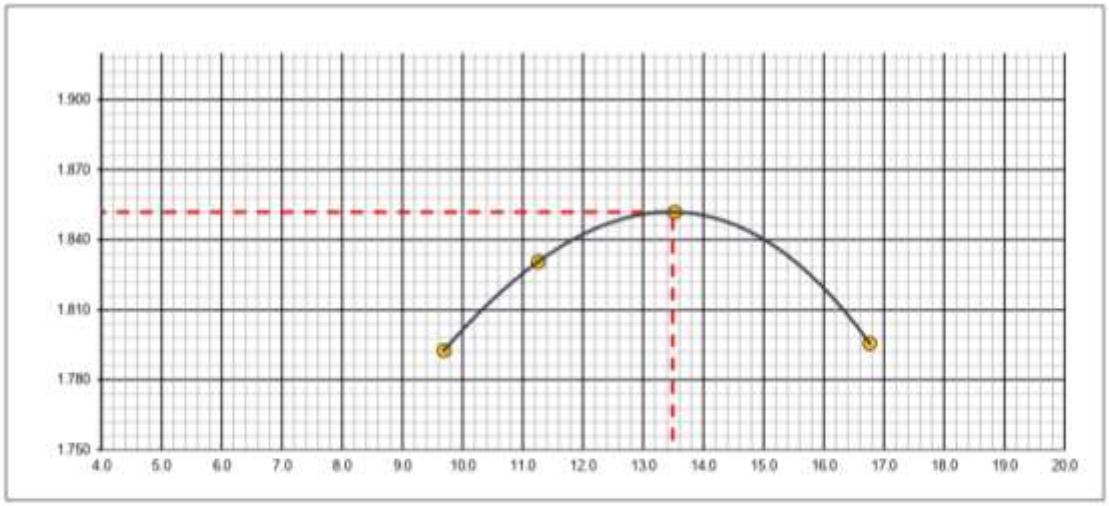
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,890	7,040	7,180	7,168	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,190	4,340	4,480	4,468	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.966	2.037	2.102	2.097	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	86.60	85.00	99.88	103.86	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	78.95	76.40	87.98	88.95	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	7.6	8.6	11.9	14.9	
Peso del suelo seco	gr.	79	76	88	89	
Contenido de agua	%	9.7	11.3	13.5	16.8	
Densidad Seca	gr/cc	1.793	1.831	1.852	1.796	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.852**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**13.5**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 19*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% 3		
		Fecha de Ensayo:	03/08/2025

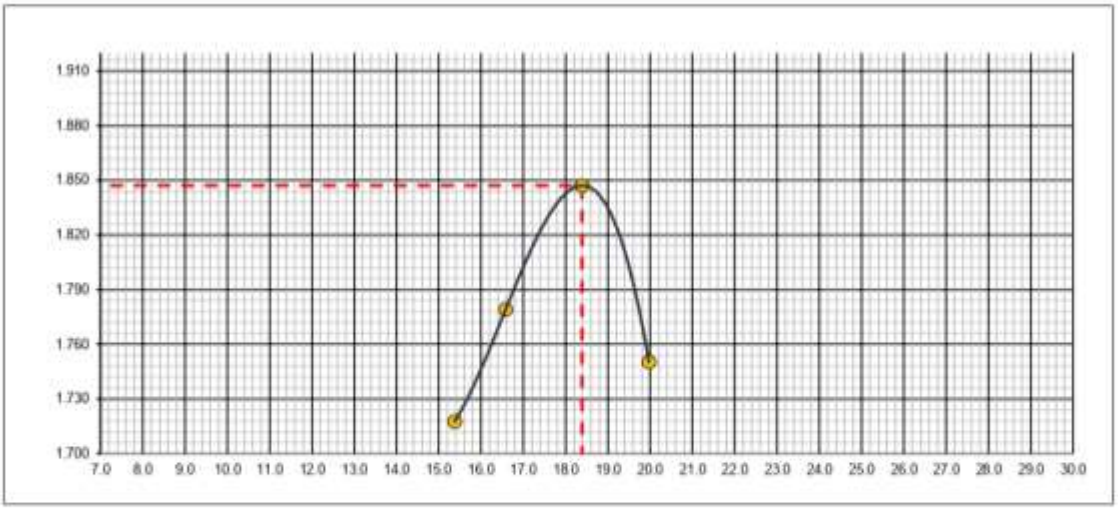
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,923	7,120	7,360	7,175	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,223	4,420	4,660	4,475	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.982	2.074	2.187	2.100	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	92.30	92.10	89.50	85.30	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	80.00	79.00	75.60	71.10	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	12.3	13.1	13.9	14.2	
Peso del suelo seco	gr.	80	79	76	71	
Contenido de agua	%	15.4	16.6	18.4	20.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.718	1.779	1.847	1.750	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.847	(gr/cm3)	Humedad óptima	18.4	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURIO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CERIEVAL GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -1	**Fecha de Ensayo:**	03/09/2025

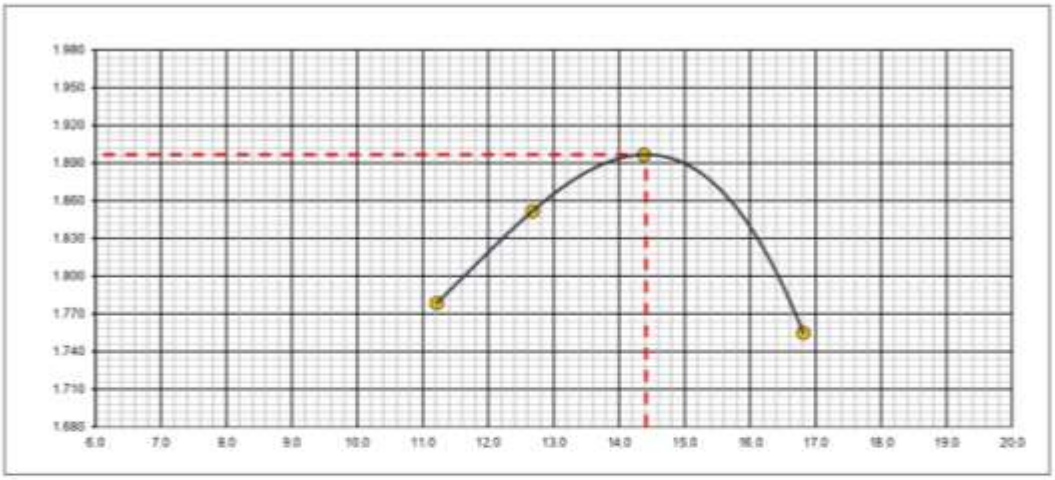
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,915	7,146	7,323	7,068	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,215	4,446	4,623	4,368	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.978	2.086	2.169	2.050	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	98.00	102.15	100.16	99.78	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	88.12	90.66	87.57	85.42	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	9.9	11.5	12.6	14.4	
Peso del suelo seco	gr.	88	91	88	85	
Contenido de agua	%	11.2	12.7	14.4	16.8	
Densidad Seca	gr/cc	1.779	1.852	1.897	1.755	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.897	(gr/cm3)	Humedad óptima	14.4	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2	**Fecha de Ensayo:**	03/08/2025

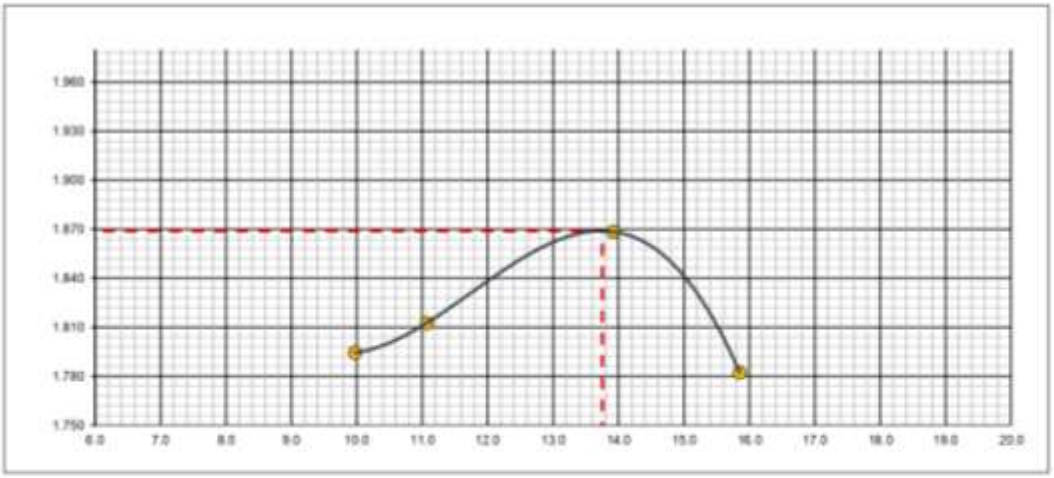
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,905	6,990	7,100	7,236	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,205	4,290	4,400	4,536	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.973	2.013	2.065	2.129	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	98.95	100.96	102.32	98.86	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	89.98	90.90	88.32	86.78	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	9.0	10.1	14.0	12.1	
Peso del suelo seco	gr.	90	91	88	87	
Contenido de agua	%	10.0	11.1	15.9	13.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.794	1.813	1.782	1.868	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.869**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**13.8**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3	**Fecha de Ensayo:**	03/08/2025

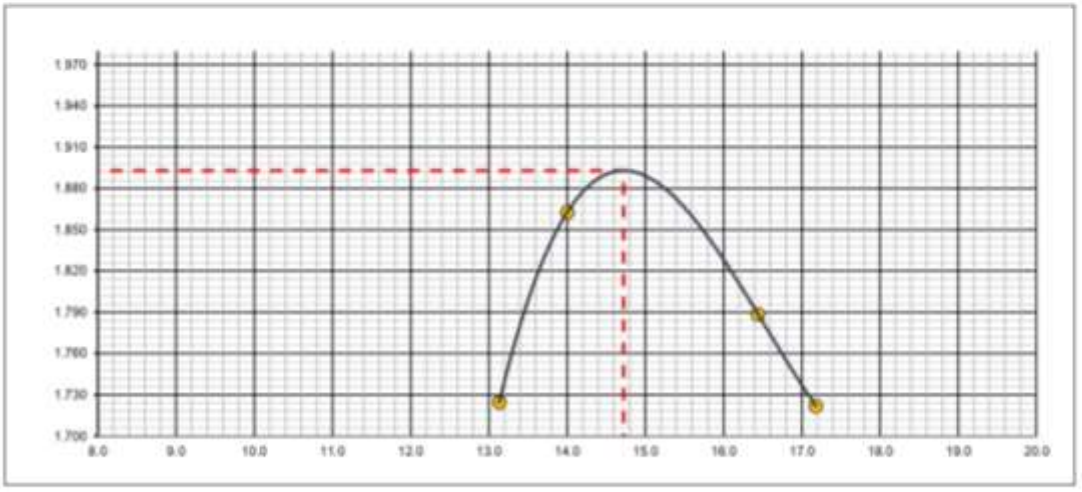
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr	N° de golpes	25 Golp

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr	6,858	7,225	7,000	7,138	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	4,158	4,525	4,300	4,438	
Peso Volumetrico Humedo	gr	1.951	2.123	2.018	2.083	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	92.00	107.80	108.45	101.98	
Peso Suelo Seco + Tara	gr	81.32	94.56	92.55	87.58	
Peso de la Tara	gr					
Peso del agua	gr	10.7	13.2	15.9	14.4	
Peso del suelo seco	gr	81	95	93	88	
Contenido de agua	%	13.1	14.0	17.2	16.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.725	1.863	1.722	1.789	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.893	(gr/cm3)	Humedad óptima	14.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. Garcia Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO(CBR)

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168810

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Majk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Juan Piero del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% - 1		
		Fecha de Ensayo:	08/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,335		12,303		12,080	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,633		4,323		4,224	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.162		2.054		1.947	
Humedad (%)	16.4		16.4		16.4	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.857**		**1.764**		**1.672**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	78.0		81.5		83.5	
Tara+suelo seco (gr.)	67.0		70.0		71.7	
Peso de agua (gr.)	11.0		11.5		11.8	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	67.0		70.0		71.7	
Humedad (%)	16.4		16.4		16.4	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	26	0.66	0.56	36	0.91	0.78	52	1.32	1.12
	14:50	48	38	0.97	0.82	44	1.12	0.96	69	1.75	1.48
	14:50	72	46	1.17	0.99	54	1.37	1.18	78	1.98	1.67
	14:50	96	52	1.32	1.12	69	1.75	1.50	86	2.18	1.84

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde Nº 5				Molde Nº 7				Molde Nº 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		6	1.9			5	1.7			2	1.1		
0.050		9	2.4			9	2.4			5	1.7		
0.075		15	3.6			11	2.8			7	2.1		
0.100	**70.455**	19	4.3	4.4	**6.2**	15	3.6	3.7	**5.3**	9	2.4	2.8	**4.0**
0.150		27	5.9			22	4.9			18	4.2		
0.200	**105.680**	31	6.6	6.7	**6.4**	27	5.9	5.8	**5.5**	20	4.5	4.5	**4.2**
0.300		37	7.8			32	6.8			24	5.3		
0.400		41	8.5			35	7.4			28	6.1		
0.500		43	8.9			37	7.8			32	6.8		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

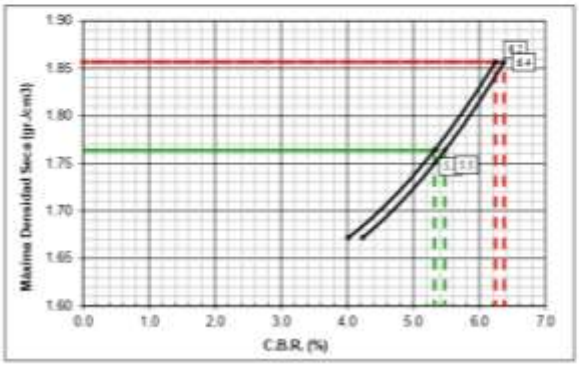
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharassi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% - 1		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

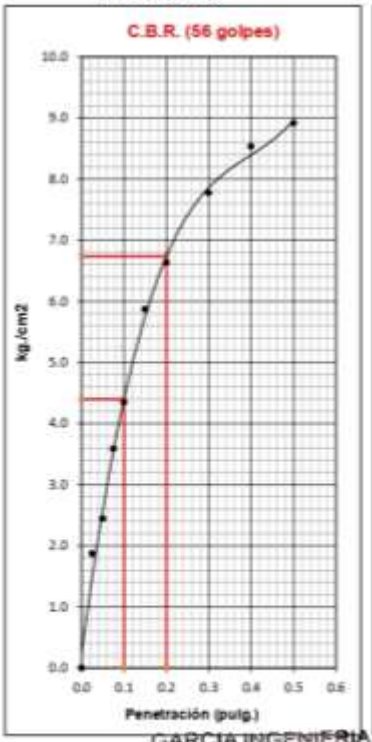


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.857** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**16.42** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.764 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.671 gr./cm3

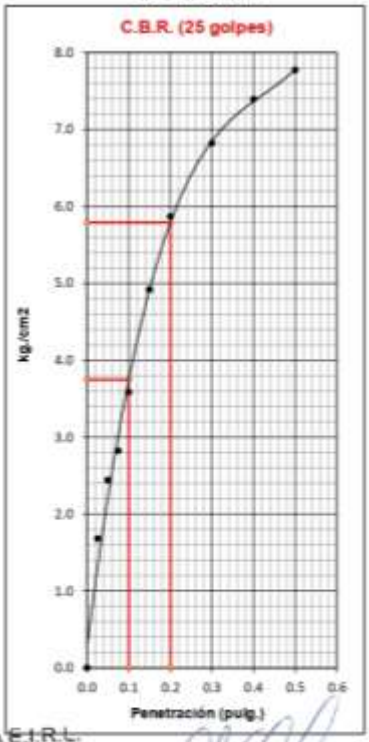
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**6.2** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**5.3** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**6.4** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**5.5** %

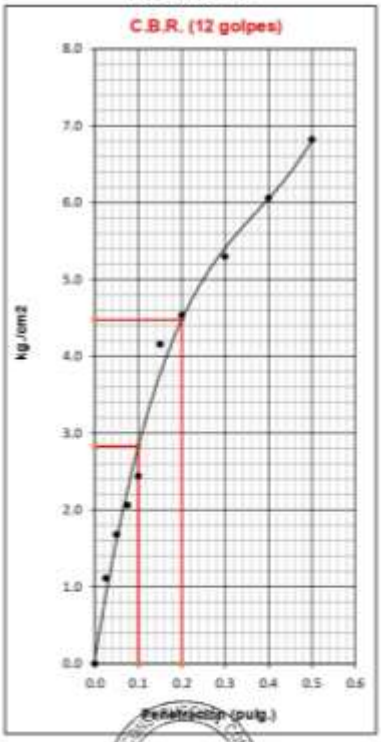
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163618

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 29
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% - 2		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,410		12,425		12,150	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,708		4,395		4,294	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.197		2.088		1.979	
Humedad (%)	17.3		17.3		17.3	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.873**		**1.780**		**1.687**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	82.7		86.4		81.1	
Tara+suelo seco (gr.)	70.5		73.7		69.1	
Peso de agua (gr.)	12.2		12.8		12.0	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	70.5		73.7		69.1	
Humedad (%)	17.3		17.3		17.3	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	59	1.50	1.27	69	1.75	1.50	86	2.18	1.84
	14:50	48	78	1.98	1.68	86	2.18	1.87	93	2.36	2.00
	14:50	72	96	2.44	2.07	126	3.20	2.74	145	3.68	3.11
	14:50	96	112	2.84	2.41	156	3.96	3.40	198	5.03	4.25

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		4	1.5			2	1.1			1	0.9		
0.050		6	2.3			5	1.9			3	1.3		
0.075		10	2.6			8	2.3			5	1.7		
0.100	**70.455**	16	3.8	3.5	**5.0**	11	2.8	2.9	**4.1**	9	2.4	2.4	**3.5**
0.150		20	4.5			17	4.0			14	3.4		
0.200	**105.680**	25	5.5	5.6	**5.3**	20	4.5	4.6	**4.3**	17	4.0	3.9	**3.7**
0.300		32	6.8			25	5.5			20	4.5		
0.400		39	8.2			29	6.2			23	5.1		
0.500		42	8.7			32	6.6			25	5.5		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

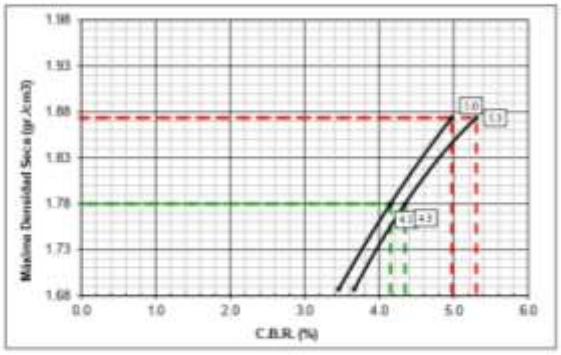
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00183610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 30
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% - 2		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

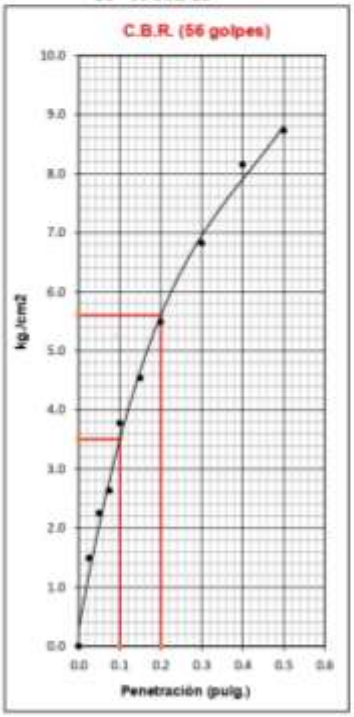


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.874 gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	17.27 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.780 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.686 gr./cm3

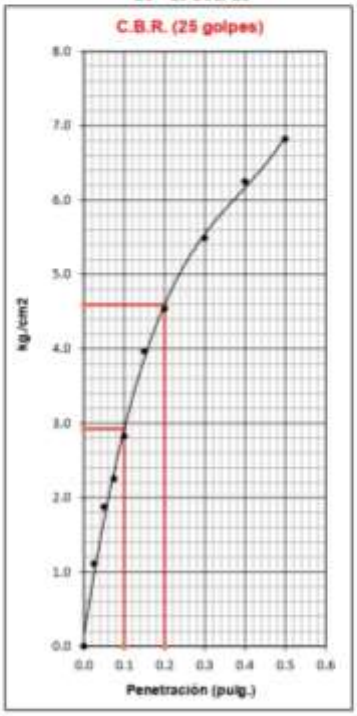
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	5.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	4.1 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	5.3 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	4.3 %

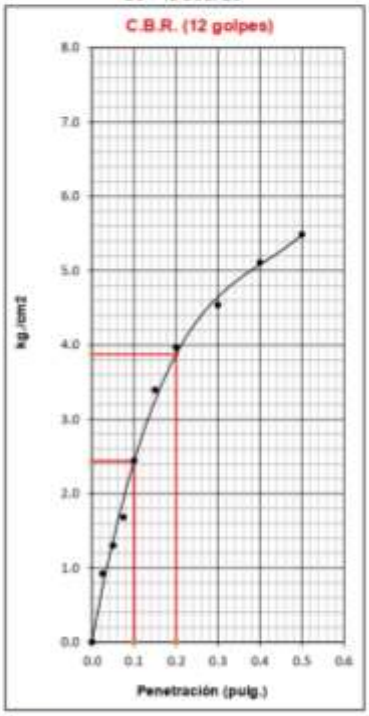
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00158610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 31
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Panhanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 1		
Canti:		Estrato: 01	
Calicata:			
Prof.:		Fecha de Ensayo:	06/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,185		12,210		11,940	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,483		4,180		4,084	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.092		1.986		1.882	
Humedad (%)	11.5		11.5		11.5	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.876**		**1.782**		**1.688**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	103.3		107.0		99.0	
Tara+suelo seco (gr.)	92.6		96.0		88.8	
Peso de agua (gr.)	10.7		11.0		10.2	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	92.6		96.0		88.8	
Humedad (%)	11.5		11.5		11.5	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	42	1.07	0.90	53	1.35	1.15	69	1.75	1.48
	14:50	48	63	1.60	1.36	76	1.93	1.65	85	2.16	1.82
	14:50	72	75	1.91	1.62	85	2.16	1.85	92	2.34	1.97
	14:50	96	82	2.08	1.77	99	2.51	2.15	113	2.87	2.42

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		12	3.0			10	2.6			5	1.7		
0.050		17	4.0			15	3.8			12	3.0		
0.075		22	4.9			21	4.7			17	4.0		
0.100	70.455	28	6.1	6.7	9.5	25	5.5	6.0	8.5	20	4.5	4.9	7.0
0.150		43	9.3			38	8.0			31	6.6		
0.200	105.680	51	10.4	10.2	9.7	46	9.5	9.2	8.7	37	7.8	7.6	7.2
0.300		57	11.6			52	10.6			42	8.7		
0.400		59	12.0			54	11.0			45	9.3		
0.500		59	12.0			53	10.8			46	9.5		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

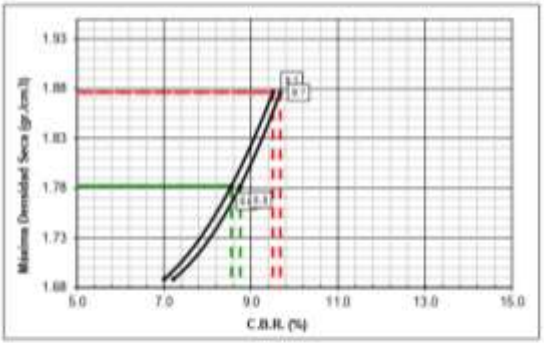
Indecopi CERTIFICADO Nº 00163810

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORUBIO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 32
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ., Bach. Jean Pierre del Aguila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 1		
Carril:		Estrato: 01	
Calicata:			
Prof. :		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

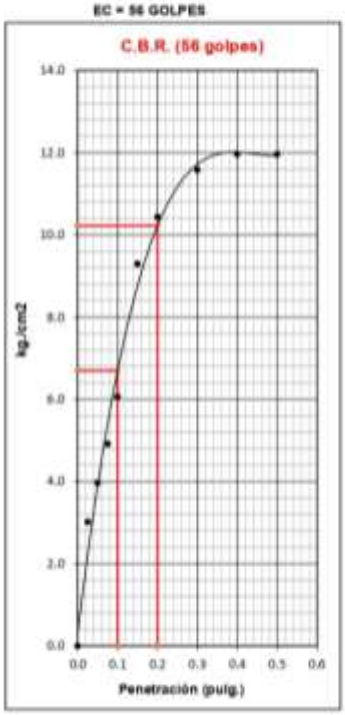


METODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.876 gr./cm³
Optima Contenido de Humedad	:	11.53 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.782 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.689 gr./cm3

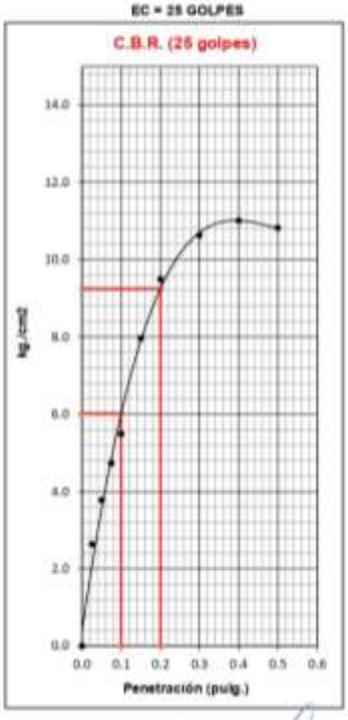
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	9.5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	8.6 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	9.7 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	8.8 %

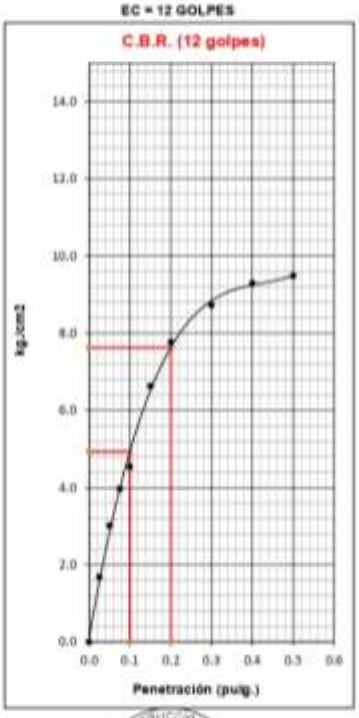
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES: GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00169610

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 2		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,240		12,365		11,992	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,538		4,235		4,136	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.118		2.012		1.906	
Humedad (%)	12.1		12.1		12.1	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.889**		**1.795**		**1.700**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	99.0		102.5		97.1	
Tara+suelo seco (gr.)	88.3		91.5		86.6	
Peso de agua (gr.)	10.7		11.1		10.5	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	88.3		91.5		86.6	
Humedad (%)	12.1		12.1		12.1	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	36	0.91	0.78	42	1.07	0.91	56	1.42	1.20
	14:50	48	42	1.07	0.90	53	1.35	1.15	69	1.75	1.48
	14:50	72	59	1.50	1.27	63	1.60	1.37	78	1.98	1.67
	14:50	96	63	1.60	1.36	78	1.98	1.70	86	2.18	1.84

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^3$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		14	3.4			12	3.0			7	2.1		
0.050		19	4.3			18	4.2			14	3.4		
0.075		24	5.3			23	5.1			19	4.3		
0.100	**70.455**	30	6.4	7.1	**10.1**	26	5.7	6.5	**9.2**	22	4.9	5.5	**7.8**
0.150		48	9.9			42	8.7			36	7.6		
0.200	**105.680**	55	11.2	11.0	**10.4**	50	10.2	9.9	**9.4**	41	8.5	8.4	**8.0**
0.300		63	12.7			56	11.4			46	9.5		
0.400		66	13.3			58	11.8			49	10.1		
0.500		66	13.3			57	11.6			50	10.2		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 262335

GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

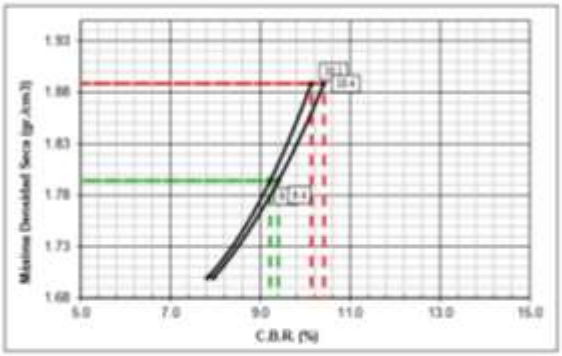
Indecopi CERTIFICADO Nº 00553633

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 2		
		Fecha de Ensayo:	08/09/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

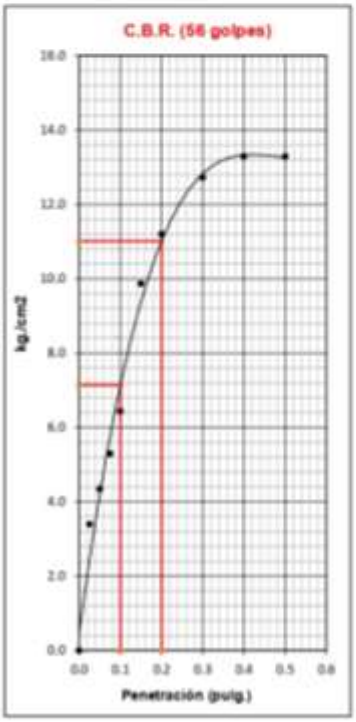


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.889** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**12.13** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.794 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.700 gr./cm3

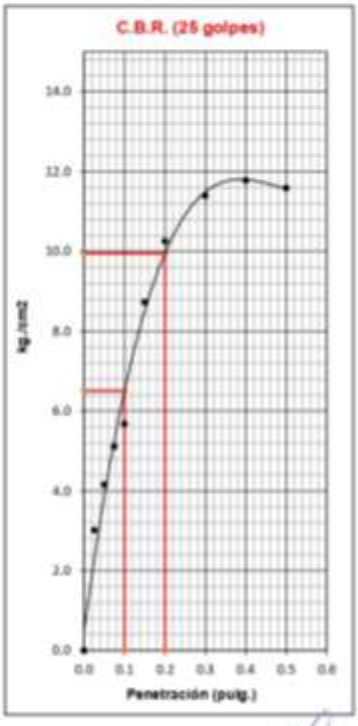
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**10.1** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**9.2** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**10.4** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**9.4** %

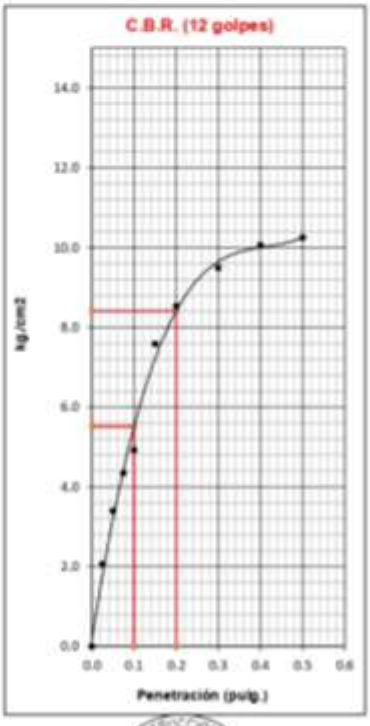
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES: GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto - Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maik Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 3		
		Fecha de Ensayo:	08/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,495		12,505		12,225	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,793		4,475		4,369	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda (gr./cm^3)	2.237		2.126		2.013	
Humedad (%)	17.9		17.9		17.9	
Densidad Seca (gr./cm^3)	**1.896**		**1.803**		**1.708**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	124.0		139.2		175.2	
Tara+suelo seco (gr.)	105.2		118.0		148.6	
Peso de agua (gr.)	18.8		21.2		26.6	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	105.2		118.0		148.6	
Humedad (%)	17.9		17.9		17.9	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	40	1.02	0.86	46	1.17	1.00	52	1.32	1.12
	14:50	48	53	1.35	1.14	59	1.50	1.28	69	1.75	1.48
	14:50	72	62	1.57	1.34	69	1.75	1.50	85	2.16	1.82
	14:50	96	69	1.75	1.49	73	1.85	1.59	92	2.34	1.97

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	(kg./cm^2)	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %
0.025		12	3.0			10	2.6			5	1.7		
0.050		17	4.0			16	3.8			12	3.0		
0.075		22	4.9			21	4.7			17	4.0		
0.100	**70.455**	28	6.1	6.8	**9.6**	24	5.3	6.1	**8.7**	20	4.5	5.1	**7.3**
0.150		46	9.5			40	8.3			34	7.2		
0.200	**105.680**	53	10.8	10.6	**10.0**	48	9.9	9.5	**9.0**	39	8.2	8.0	**7.5**
0.300		61	12.3			54	11.0			44	9.1		
0.400		64	12.9			56	11.4			47	9.7		
0.500		65	13.1			56	11.2			48	9.9		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

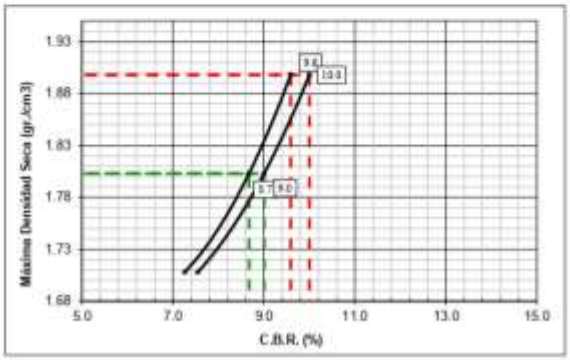
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 3		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

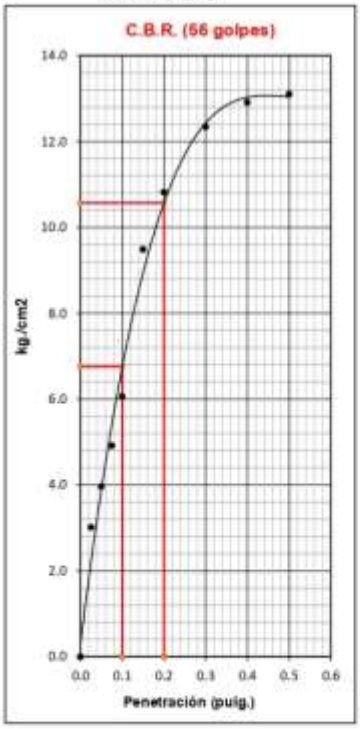


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.898** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**17.88** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.803 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.708 gr./cm3

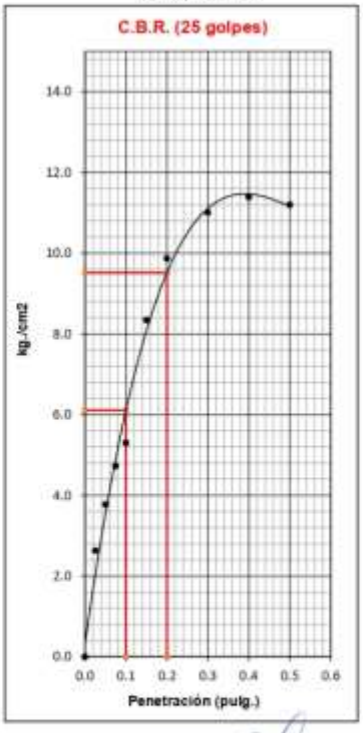
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**9.6** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**8.7** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**10.0** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**9.0** %

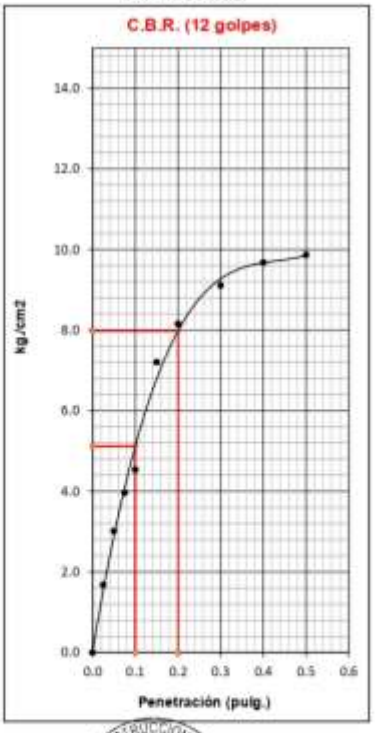
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROMURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC- 5% -1		
		Fecha de Ensayo:	08/09/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,258		12,260		11,990	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,536		4,230		4,134	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.117		2.010		1.905	
Humedad (%)	14.0		14.0		14.0	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.856**		**1.763**		**1.671**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	138.5		153.4		180.8	
Tara+suelo seco (gr.)	121.4		139.8		158.6	
Peso de agua (gr.)	17.0		19.6		22.2	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	121.4		139.8		158.6	
Humedad (%)	14.0		14.0		14.0	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	26	0.66	0.56	33	0.84	0.72	42	1.07	0.90
	14:50	48	35	0.89	0.75	42	1.07	0.91	53	1.35	1.14
	14:50	72	45	1.14	0.97	56	1.42	1.22	63	1.60	1.35
	14:50	96	53	1.35	1.14	75	1.91	1.63	82	2.08	1.76

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		22	4.9			19	4.3			13	3.2		
0.050		30	6.4			26	5.7			21	4.7		
0.075		35	7.4			31	6.6			27	5.9		
0.100	**70.455**	43	8.9	9.8	**13.9**	37	7.8	8.6	**12.1**	30	6.4	7.3	**10.3**
0.150		62	12.5			52	10.6			46	9.5		
0.200	**105.680**	79	15.6	14.9	**14.1**	69	13.9	13.0	**12.3**	57	11.6	11.1	**10.5**
0.300		87	17.3			74	14.8			63	12.7		
0.400		89	17.7			76	15.2			67	13.5		
0.500		90	17.9			75	15.0			69	13.9		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Panna
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

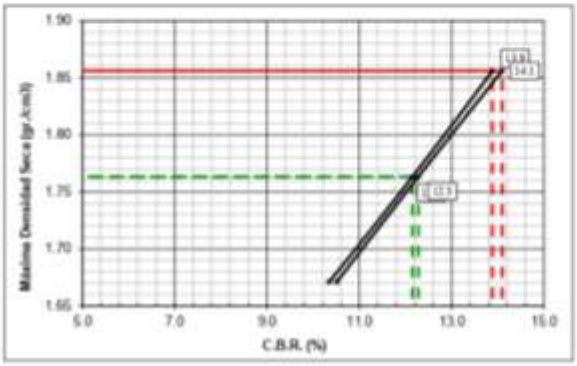
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00158810

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 23
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC- 5% -1		
		Fecha de Ensayo:	03/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

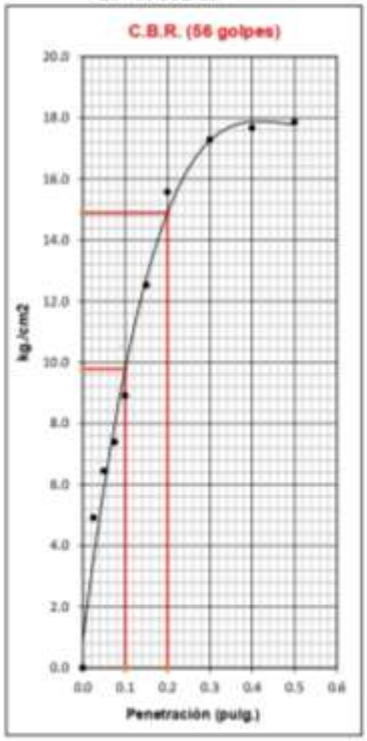


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.856** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**13.97** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.763 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.670 gr./cm3

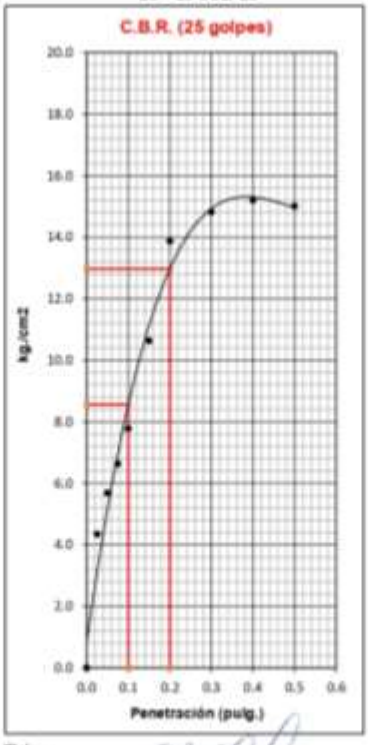
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**13.9** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**12.2** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**14.1** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**12.3** %

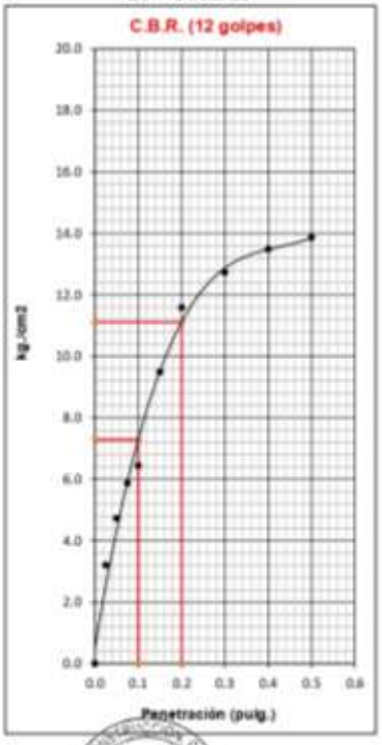
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V°B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharassi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% 2		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	**NO SATURADO**	**SATURADO**	**NO SATURADO**	**SATURADO**	**NO SATURADO**	**SATURADO**
Peso suelo + molde (gr.)	12,205		12,235		11,962	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,503		4,205		4,106	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.101		1.998		1.892	
Humedad (%)	13.5		13.5		13.5	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.851**		**1.760**		**1.666**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	233.2		221.6		196.6	
Tara+suelo seco (gr.)	205.4		195.2		173.1	
Peso de agua (gr.)	27.8		26.4		23.5	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	205.4		195.2		173.1	
Humedad (%)	13.5		13.5		13.5	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	24	0.61	0.52	31	0.79	0.67	40	1.02	0.86
	14:50	48	32	0.81	0.69	39	0.99	0.85	51	1.30	1.09
	14:50	72	42	1.07	0.90	52	1.32	1.13	61	1.55	1.31
	14:50	96	51	1.30	1.10	71	1.80	1.55	78	1.98	1.67

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		23	5.1			20	4.5			14	3.4		
0.050		31	6.6			27	5.9			22	4.9		
0.075		36	7.6			31	6.6			27	5.9		
0.100	**70.455**	45	9.3	10.1	**14.3**	37	7.8	8.7	**12.4**	32	6.8	7.6	**10.7**
0.150		64	12.9			54	11.0			48	9.9		
0.200	**105.680**	80	16.0	15.3	**14.5**	71	14.2	13.3	**12.6**	59	12.0	11.5	**10.9**
0.300		89	17.7			76	15.2			65	13.1		
0.400		91	18.1			78	15.6			69	13.9		
0.500		92	18.2			77	15.4			71	14.2		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. GARCIA INGENIERIA V° B°

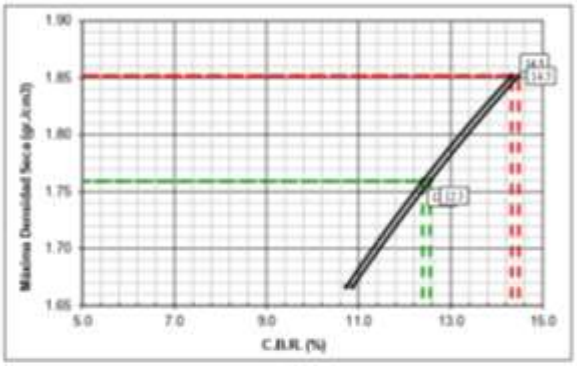
Indecopi CERTIFICADO Nº 00563650

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% 2		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

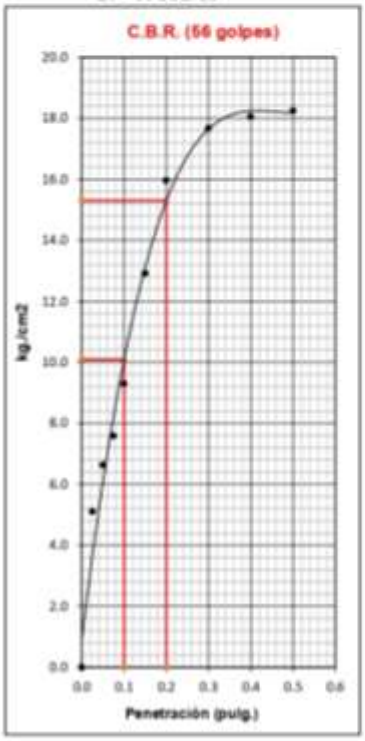


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.852** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**13.49** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.759 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.667 gr./cm3

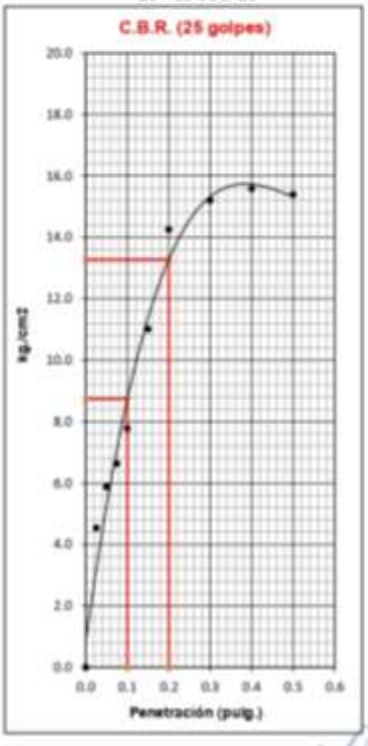
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**14.3** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**12.4** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**14.5** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**12.5** %

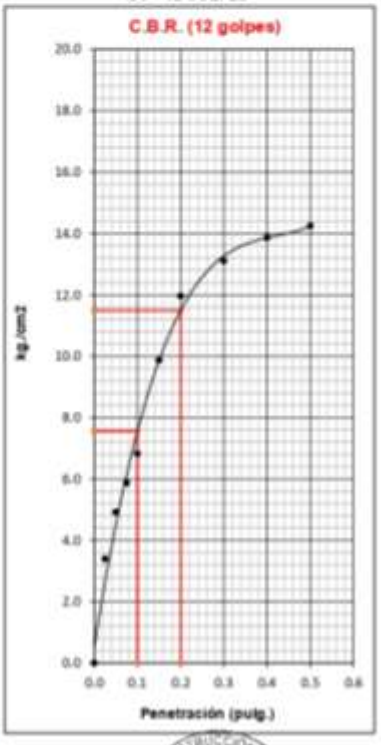
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Parida
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00140810

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Pasharasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% 3		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,390		12,405		12,125	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,688		4,375		4,269	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.188		2.078		1.967	
Humedad (%)	18.4		18.4		18.4	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.848**		**1.755**		**1.662**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	366.8		279.7		236.5	
Tara+suelo seco (gr.)	309.8		236.2		199.7	
Peso de agua (gr.)	57.0		43.5		36.8	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	309.8		236.2		199.7	
Humedad (%)	18.4		18.4		18.4	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	29	0.74	0.62	36	0.91	0.78	45	1.14	0.97
	14:50	48	37	0.94	0.80	44	1.12	0.96	56	1.42	1.20
	14:50	72	47	1.19	1.01	57	1.45	1.24	66	1.68	1.42
	14:50	96	56	1.42	1.21	76	1.93	1.65	84	2.13	1.80

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		22	4.9			19	4.3			13	3.2		
0.050		30	6.4			26	5.7			21	4.7		
0.075		35	7.4			30	6.4			26	5.7		
0.100	70.455	44	9.1	9.9	**14.00**	36	7.6	8.5	**12.1**	31	6.6	7.4	**10.5**
0.150		63	12.7			53	10.8			47	9.7		
0.200	105.680	79	15.8	15.1	**14.3**	70	14.1	13.1	**12.4**	58	11.8	11.3	**10.7**
0.300		88	17.5			75	15.0			64	12.9		
0.400		90	17.9			77	15.4			68	13.7		
0.500		91	18.1			76	15.2			70	14.1		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA GARCIA INGENIERIA E.I.R.L. V° B°

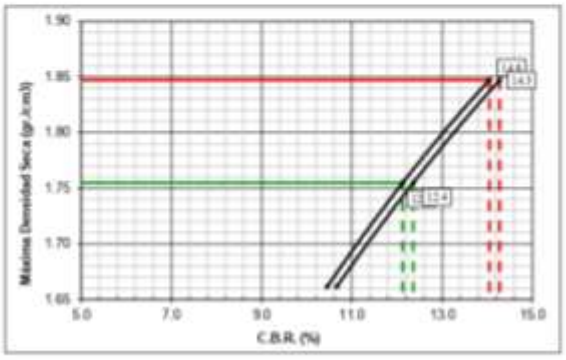
Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 23
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% 3		
		Fecha de Ensayo:	03/06/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

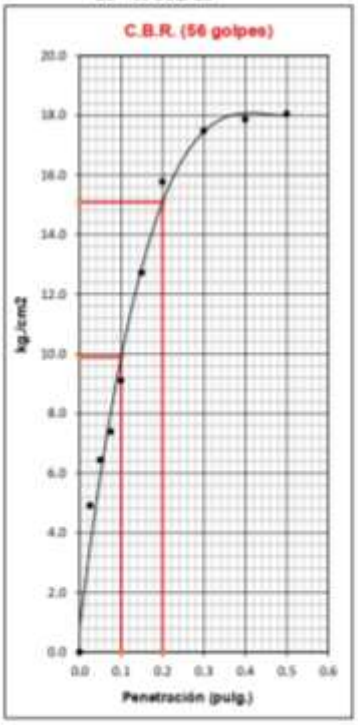


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.847** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**18.39** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.755 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.662 gr./cm3

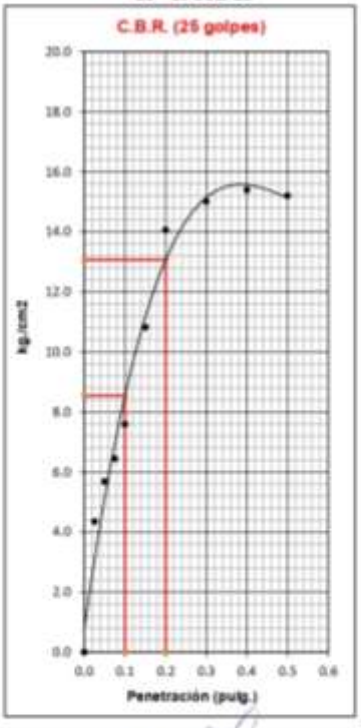
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**14.0** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**12.1** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**14.3** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**12.4** %

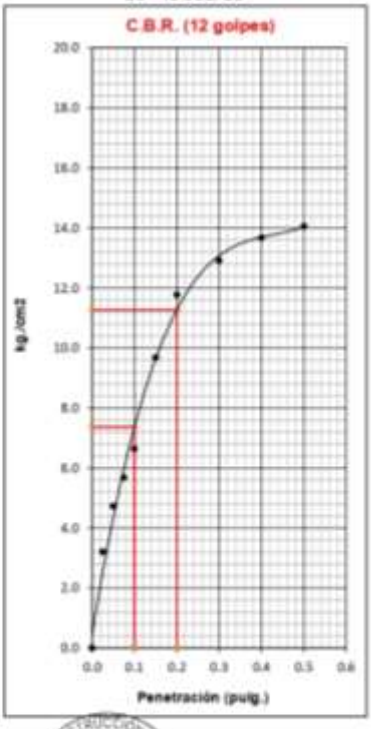
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00169610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -1		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,352		12,368		12,090	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,650		4,338		4,234	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.170		2.061		1.951	
Humedad (%)	14.4		14.4		14.4	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.897**		**1.802**		**1.706**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	99.3		104.2		100.5	
Tara+suelo seco (gr.)	86.8		91.1		87.9	
Peso de agua (gr.)	12.5		13.1		12.6	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	86.8		91.1		87.9	
Humedad (%)	14.4		14.4		14.4	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	16	0.41	0.34	23	0.58	0.50	32	0.81	0.69
	14:50	48	25	0.64	0.54	32	0.81	0.70	43	1.09	0.92
	14:50	72	35	0.89	0.75	46	1.17	1.00	53	1.35	1.14
	14:50	96	43	1.09	0.93	65	1.65	1.41	72	1.83	1.54

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		30	6.4			25	5.5			21	4.7		
0.050		38	8.0			32	6.8			29	6.2		
0.075		45	9.3			37	7.8			35	7.4		
0.100	**70.455**	53	10.8	11.9	**16.9**	52	10.6	11.2	**15.9**	42	8.7	9.7	**13.7**
0.150		72	14.4			75	15.0			62	12.5		
0.200	**105.680**	98	19.4	18.1	**17.1**	90	17.9	17.1	**16.1**	77	15.4	14.7	**13.9**
0.300		107	21.1			97	19.2			85	16.9		
0.400		109	21.5			102	20.1			86	17.1		
0.500		112	22.0			102	20.1			86	17.1		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

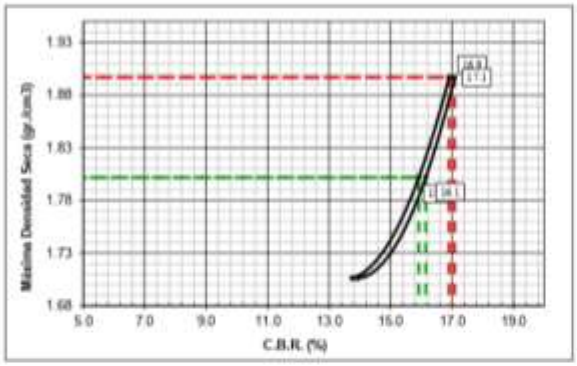
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163630

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharaes , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -1		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

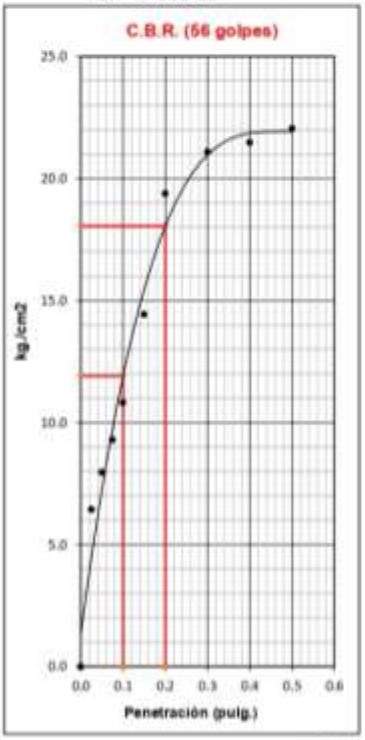


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.897** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**14.41** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.802 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.707 gr./cm3

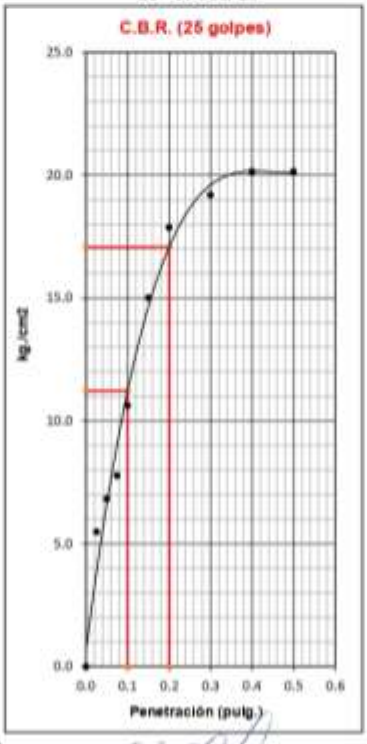
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**16.9** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**15.9** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**17.1** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.1** %

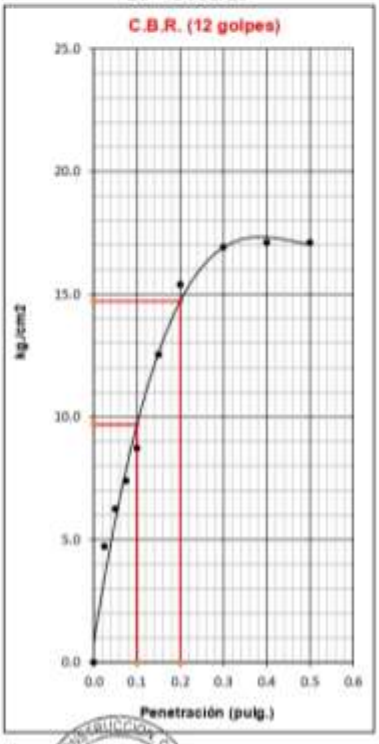
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168818

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2	Fecha de Ensayo:	08/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,260		12,285		12,010	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,558		4,255		4,154	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.127		2.021		1.914	
Humedad (%)	13.8		13.8		13.8	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.870**		**1.776**		**1.682**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	109.5		101.0		98.8	
Tara+suelo seco (gr.)	96.3		88.8		86.8	
Peso de agua (gr.)	13.3		12.2		12.0	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	96.3		88.8		86.8	
Humedad (%)	13.8		13.8		13.8	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	22	0.56	0.47	26	0.66	0.57	29	0.74	0.62
	14:50	48	29	0.74	0.62	32	0.81	0.70	34	0.86	0.73
	14:50	72	32	0.81	0.69	39	0.99	0.85	42	1.07	0.90
	14:50	96	48	1.22	1.03	52	1.32	1.13	56	1.42	1.20

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	(kg./cm²)	Dial	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	Dial	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	Dial	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		29	6.2			24	5.3			20	4.5		
0.050		37	7.8			31	6.6			28	6.1		
0.075		44	9.1			36	7.6			34	7.2		
0.100	**70.455**	52	10.6	11.7	**16.6**	51	10.4	11.0	**15.6**	41	8.5	9.5	**13.5**
0.150		71	14.2			74	14.8			61	12.3		
0.200	**105.680**	97	19.2	17.8	**16.9**	89	17.7	16.9	**15.9**	76	15.2	14.5	**13.7**
0.300		106	20.9			96	19.0			84	16.7		
0.400		108	21.3			101	20.0			85	16.9		
0.500		111	21.9			101	20.0			85	16.9		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

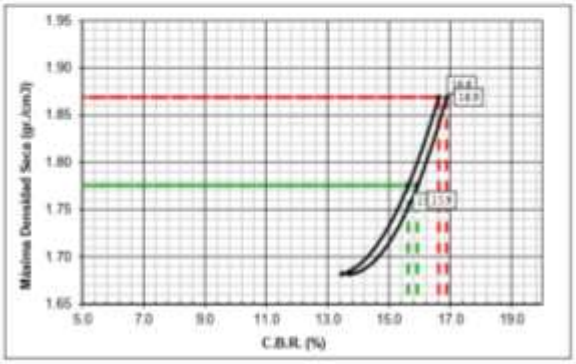
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2		
		Fecha de Ensayo:	09/06/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

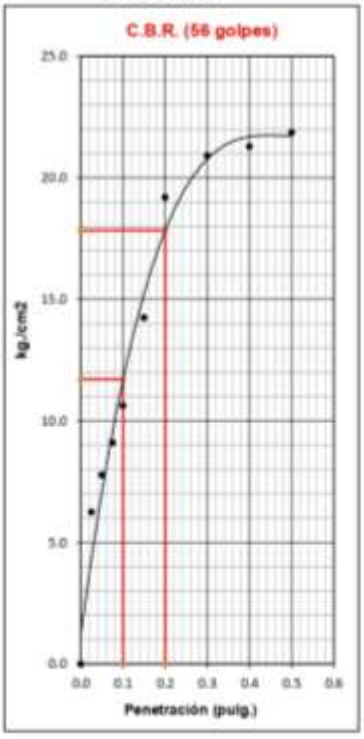


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.869** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**13.75** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.776 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.682 gr./cm3

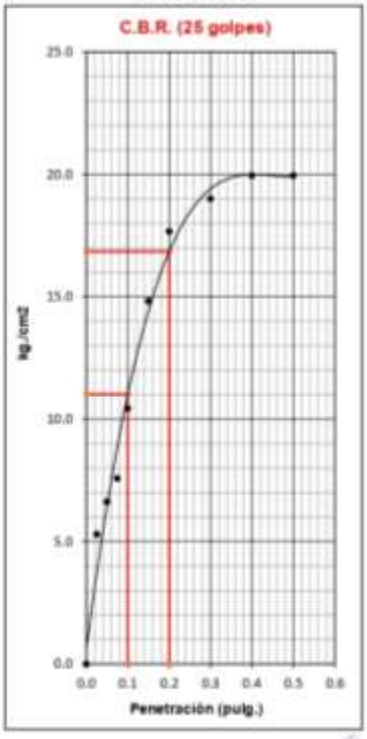
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**16.6** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**15.6** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.9** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**15.9** %

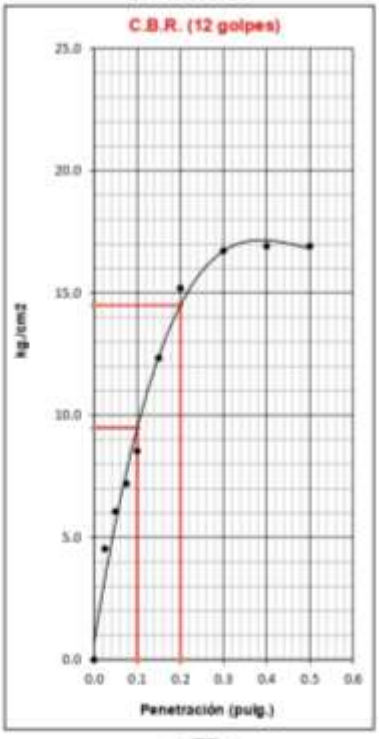
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V°. B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00169610

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharassi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3	Fecha de Ensayo:	08/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12.355		12.373		12.095	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,653		4,343		4,239	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.171		2.063		1.953	
Humedad (%)	14.7		14.7		14.7	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.892**		**1.799**		**1.703**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	175.8		157.0		133.7	
Tara+suelo seco (gr.)	153.2		136.9		116.5	
Peso de agua (gr.)	22.6		20.1		17.2	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	153.2		136.9		116.5	
Humedad (%)	14.7		14.7		14.7	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	20	0.51	0.43	24	0.61	0.52	27	0.69	0.58
	14:50	48	27	0.69	0.58	30	0.76	0.65	32	0.81	0.69
	14:50	72	30	0.76	0.65	37	0.94	0.81	40	1.02	0.86
	14:50	96	46	1.17	0.99	50	1.27	1.09	54	1.37	1.16

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		27	5.9			22	4.9			19	4.3		
0.050		35	7.4			29	6.2			27	5.9		
0.075		42	8.7			34	7.2			33	7.0		
0.100	**70.455**	50	10.2	11.3	**16.1**	49	10.1	10.6	**15.1**	40	8.3	9.3	**13.2**
0.150		69	13.9			72	14.4			60	12.1		
0.200	**105.680**	95	18.8	17.4	**16.5**	87	17.3	16.4	**15.5**	75	15.0	14.3	**13.5**
0.300		104	20.5			94	18.6			83	16.5		
0.400		106	20.9			99	19.6			84	16.7		
0.500		109	21.5			99	19.6			84	16.7		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

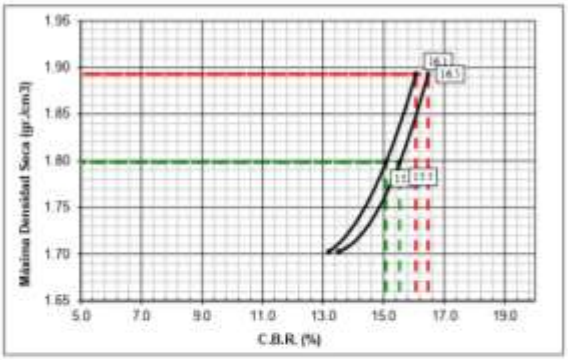
Indecopi CERTIFICADO Nº 00163810

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CERI-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3		
		Fecha de Ensayo:	08/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

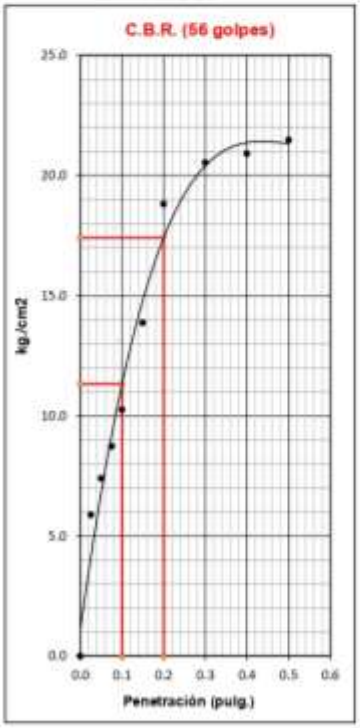


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.893** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**14.72** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.798 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.704 gr./cm3

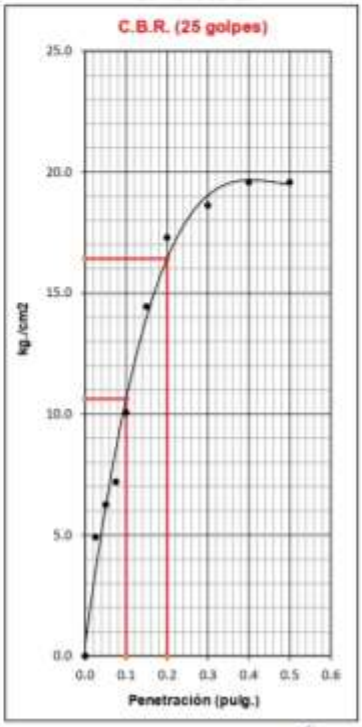
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**16.1** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**15.1** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.5** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**15.5** %

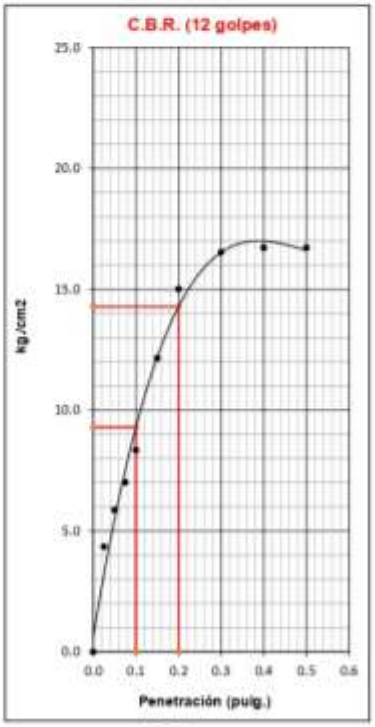
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 262335

V° B°

CALICATA N°02

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163810

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 15*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach: Mayk Bryan Sànchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Àguila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	TERRENO NATURAL	**Estrato:** 01	
Calicata:	C-02		
Prof. :	0.20 - 1.50 m.	**Fecha de Ensayo:**	29/09/2025

Tamaño Máximo	:	**3/8"**	
Peso Inicial Seco	:	500.0	g
Fracción	:	500.0	g

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350				100.0		
N° 4	4.760	0.1	0.0	0.0	100.0		
N° 8	2.360	32.9	6.6	6.6	93.4		
N° 10	2.000	3.7	0.7	7.3	92.7		
N° 16	1.100	10.6	2.1	9.5	90.5		
N° 20	0.840	4.3	0.9	10.3	89.7		
N° 30	0.590	5.7	1.1	11.5	88.5		
N° 40	0.425	5.1	1.0	12.5	87.5		
N° 50	0.297	4.3	0.9	13.3	86.7		
N° 80	0.180						
N° 100	0.149	13.7	2.7	16.1	83.9		
N° 200	0.075	8.9	1.8	17.9	82.1		
Pasante		410.8	82.1	100.0			

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

1. Clasificación

Límite Líquido (LL)	:	55.05
Límite Plástico (LP)	:	28.52
Indice Plástico (IP)	:	26.53
Clasificación (SUCS)	:	CH
Clasificación (AASHTO)	:	A-7-6 (18)

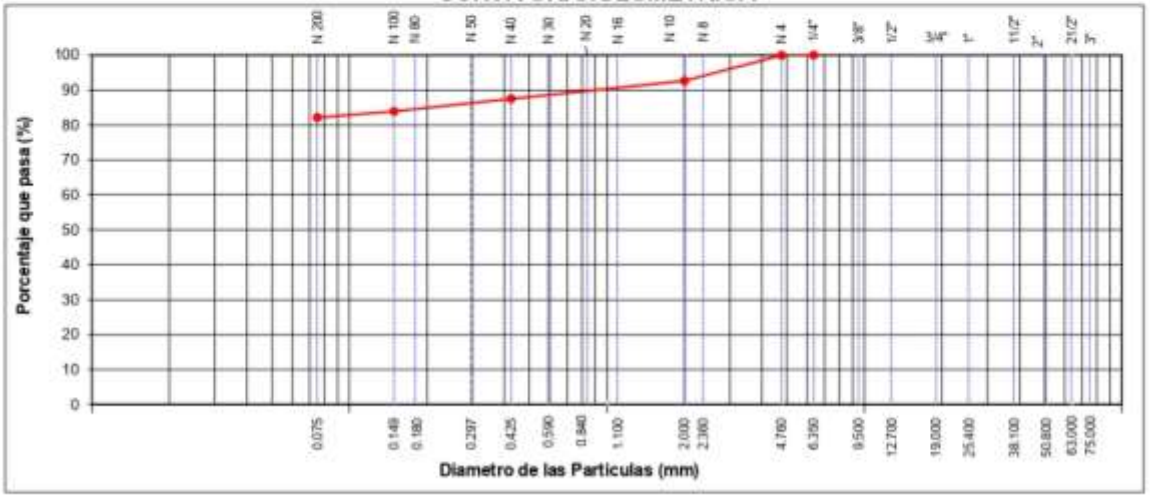
2. Caracteristicas

Max. Dens. Seca		:	1.935	
Opt. Cont. Humedad		:	12.82	
CBR 0.1" (95%)		:	52.8	
CBR 0.1" (100%)		:	69.9	
% Grava	:	0.0	Humedad (%)	
% Arena	:	17.8	22.4	
% Fino	:	82.1	Indice de Consistencia	
Cu	:	0.015		
Cc	:	2.32	1.23	
Pot. de Expansión:		Alto	Estable	

3. Observaciones (Fuente de Normalizacion)

Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2013)

CURVA GRANULOMETRICA



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS
(MTC E 108 / ASTM D 2216)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 16
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	TERRENO NATURAL		
	Estrato: 01		
Calicata:			
Prof. :		**Fecha de Ensayo:**	29/09/2025

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN	UND.	1.00		
Número de Tara	Nro.			
Peso de la muestra humeda+tara	gr.	80.8		
Peso de la muestra seca+tara	gr.	66.0		
Peso de la tara	gr.			
Peso del agua	gr.	14.8		
Peso de la muestra seca	gr.	66.0		
Contenido de humedad	%	**22.4**		
PROMEDIO	%	**22.4**		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

ENSAYO DE LCITTERBERG

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168630

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
(MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89)
(MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 17
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach: Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	TERRENO NATURAL		
Carril:	**Estrato:** 01		
Calicata:			
Prof. :		**Fecha de Ensayo:**	29/09/2025

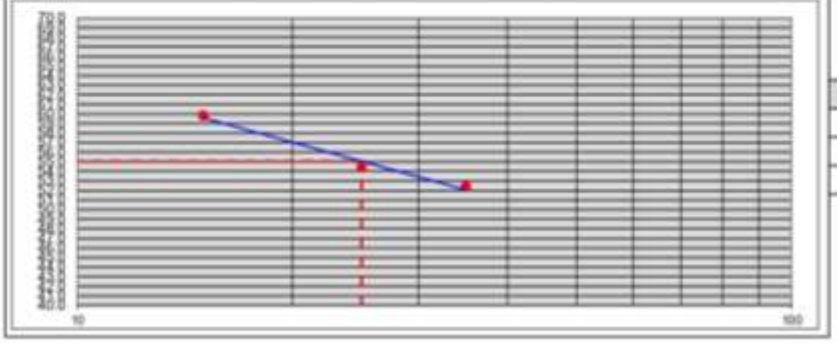
LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5	6	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	90.03	84.80	80.15	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	73.54	70.43	67.54	
Peso de Recipiente (C)	gr.	45.98	44.03	43.49	
Peso del Agua (A-B)	gr.	16.49	14.37	12.61	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	27.56	26.40	24.05	
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	59.83	54.43	52.43	**Límite Líquido**
Golpes	N°	15	25	35	**55.05**

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	38.85	37.44		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	36.34	34.80		
Peso de Recipiente (C)	gr.	27.77	25.29		
Peso del Agua (A-B)	gr.	2.51	2.64		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	8.57	9.51		**Límite Plástico**
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	29.29	27.76		**28.52**

RELACIÓN HUMEDAD - NÚMERO DE GOLPES



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	**55.05**
Límite Plástico	**28.52**
Índice de Plasticidad	**26.53**

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -1	**Fecha de Ensayo:**	31/07/2025

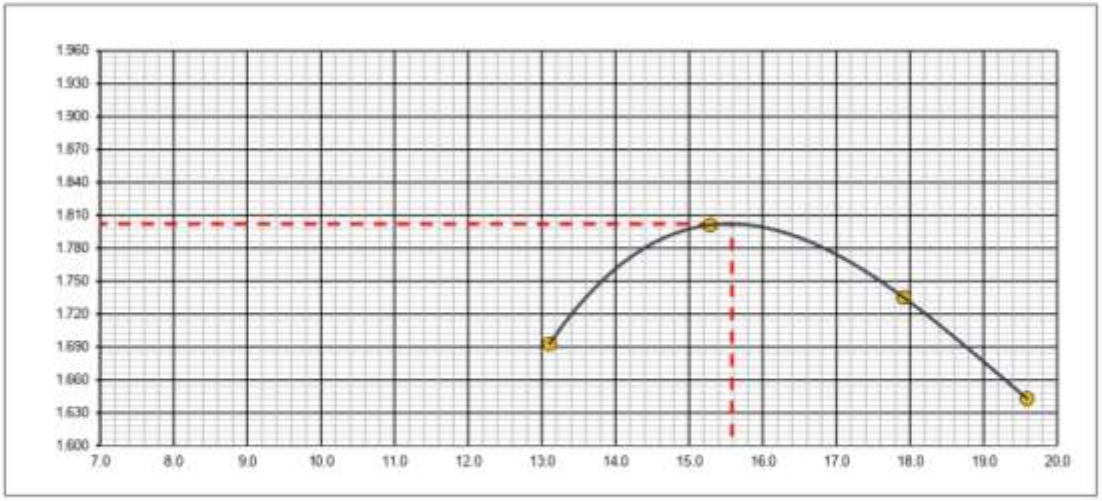
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,780	7,125	7,060	6,887	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,080	4,425	4,360	4,187	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.915	2.076	2.046	1.965	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	65.60	72.63	81.36	90.36	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	58.00	63.00	69.00	75.56	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	7.6	9.6	12.4	14.8	
Peso del suelo seco	gr.	58	63	69	76	
Contenido de agua	%	13.1	15.3	17.9	19.6	
Densidad Seca	gr/cc	1.693	1.801	1.735	1.643	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.802	(gr/cm3)	Humedad óptima	15.6	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -2		
		Fecha de Ensayo:	31/07/2025

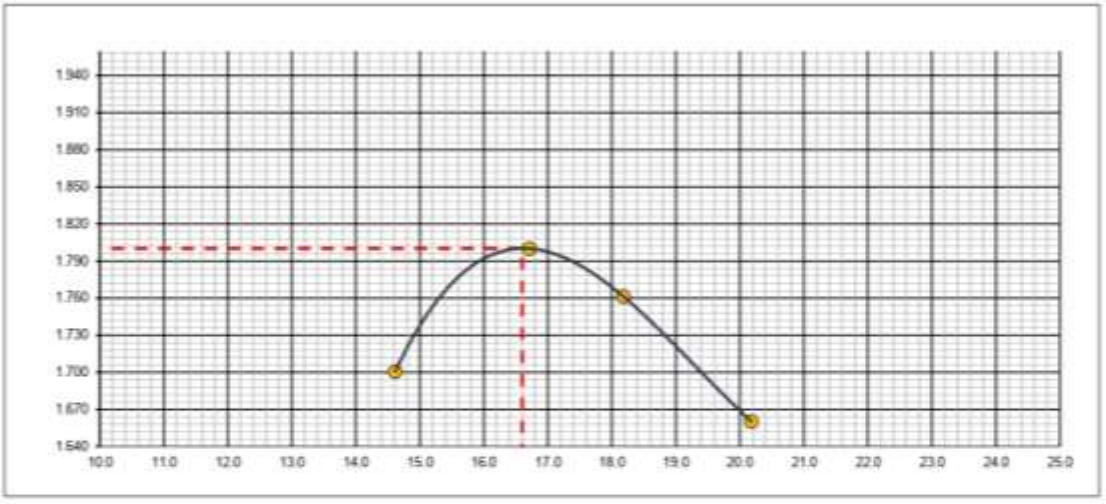
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,854	7,177	7,136	6,952	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,154	4,477	4,436	4,252	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.949	2.101	2.082	1.995	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	59.60	72.36	80.36	93.26	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	52.00	62.00	68.00	77.60	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	7.6	10.4	12.4	15.7	
Peso del suelo seco	gr.	52	62	68	78	
Contenido de agua	%	14.6	16.7	18.2	20.2	
Densidad Seca	grcc	1.701	1.800	1.761	1.660	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.800	(gr/cm3)	Humedad óptima	16.6	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168630

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -1	**Fecha de Ensayo:**	04/08/2025

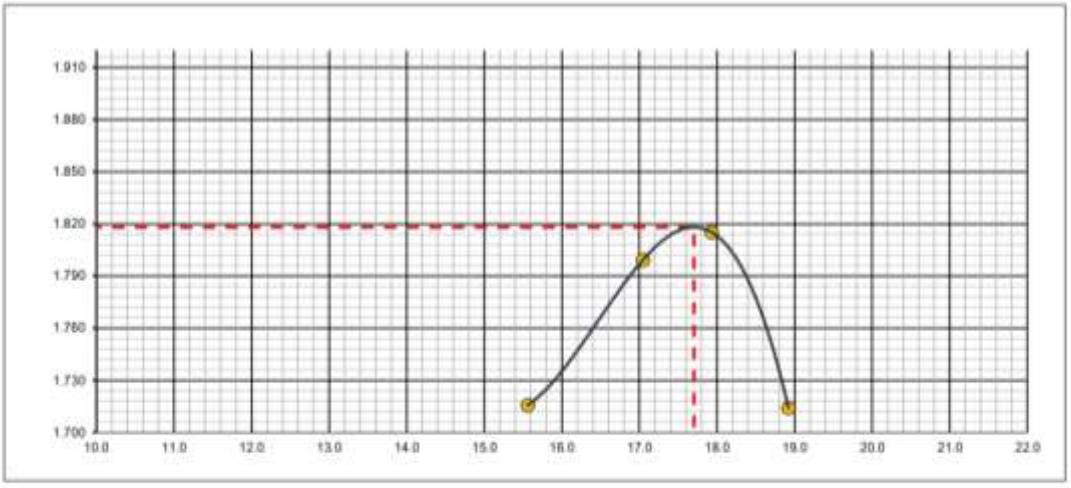
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,925	7,262	7,188	7,044	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,225	4,562	4,488	4,344	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.983	2.141	2.106	2.038	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	98.78	96.68	103.68	107.60	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	85.48	81.98	88.58	90.48	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	13.3	14.7	15.1	17.1	
Peso del suelo seco	gr.	85	82	89	90	
Contenido de agua	%	15.6	17.9	17.0	18.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.716	1.815	1.799	1.714	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.818	(gr/cm3)	Humedad óptima	17.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. GARCIA V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -2	**Fecha de Ensayo:**	04/08/2025

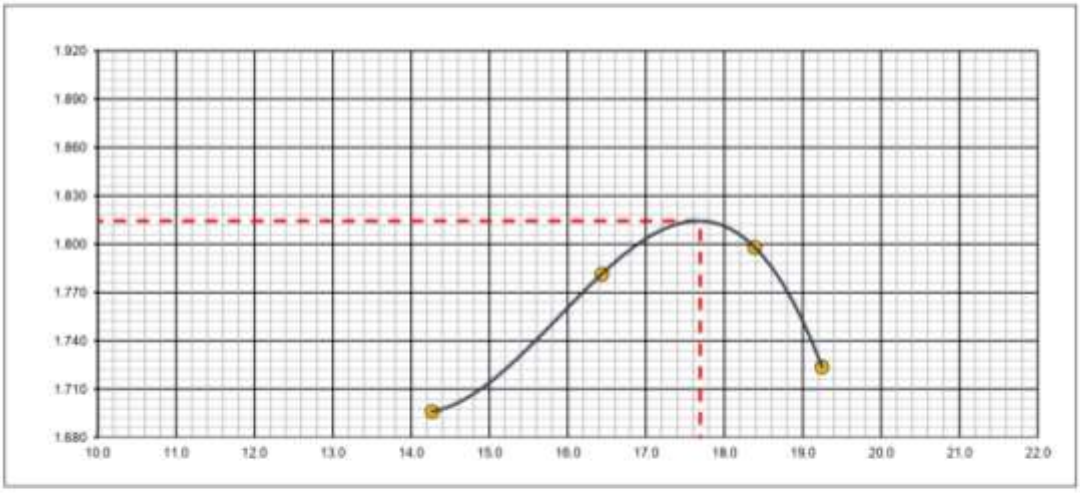
Molde Nº 1	Diametro Molde	4'''	Volumen Molde	2131	m3.	Nº de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	Nº de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,830	7,120	7,236	7,080	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,130	4,420	4,536	4,380	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.938	2.074	2.129	2.055	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	92.10	92.10	89.50	82.40	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	80.60	79.10	75.60	69.10	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	11.5	13.0	13.9	13.3	
Peso del suelo seco	gr.	81	79	76	69	
Contenido de agua	%	14.3	16.4	18.4	19.2	
Densidad Seca	gr/cc	1.696	1.781	1.798	1.724	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.814	(gr/cm3)	Humedad óptima	17.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	**"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"**	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 3	**Fecha de Ensayo:**	04/08/2025

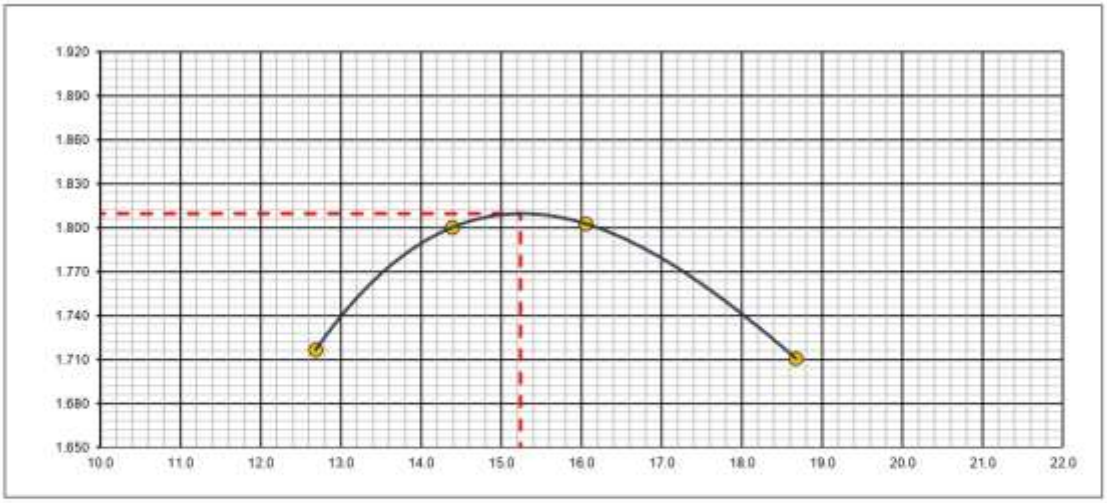
Molde N° 1	Diametro Molde	4''	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	**Und.**	**1**	**2**	**3**	**4**	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,822	7,088	7,158	7,026	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,122	4,388	4,458	4,326	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.934	2.059	2.092	2.030	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	75.50	82.36	90.36	69.65	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	67.00	72.00	77.86	58.69	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	8.5	10.4	12.5	11.0	
Peso del suelo seco	gr.	67	72	78	59	
Contenido de agua	%	12.7	14.4	16.1	18.7	
Densidad Seca	gr/cc	1.717	1.800	1.803	1.711	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.810**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**15.2**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. Garcia Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168810

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -1	**Fecha de Ensayo:**	04/08/2025

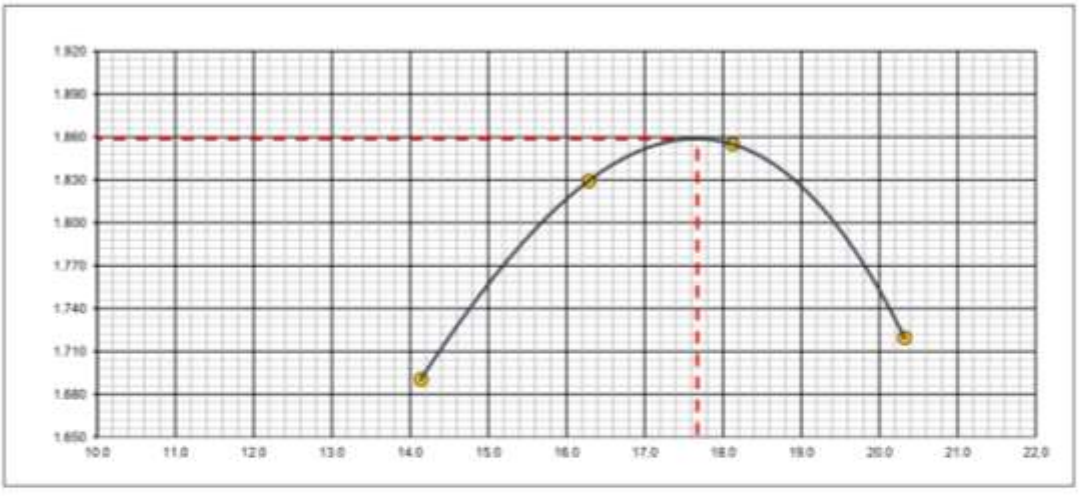
Molde Nº 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	Nº de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	Nº de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,812	7,233	7,369	7,109	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,112	4,533	4,669	4,409	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.930	2.127	2.191	2.069	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	89.60	91.40	89.30	82.30	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	78.50	78.60	75.60	68.40	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	11.1	12.8	13.7	13.9	
Peso del suelo seco	gr.	79	79	76	68	
Contenido de agua	%	14.1	16.3	18.1	20.3	
Densidad Seca	gr/cc	1.691	1.829	1.855	1.720	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.859	(gr/cm3)	Humedad óptima	17.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CERNEVAL GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -2	**Fecha de Ensayo:**	04/08/2025

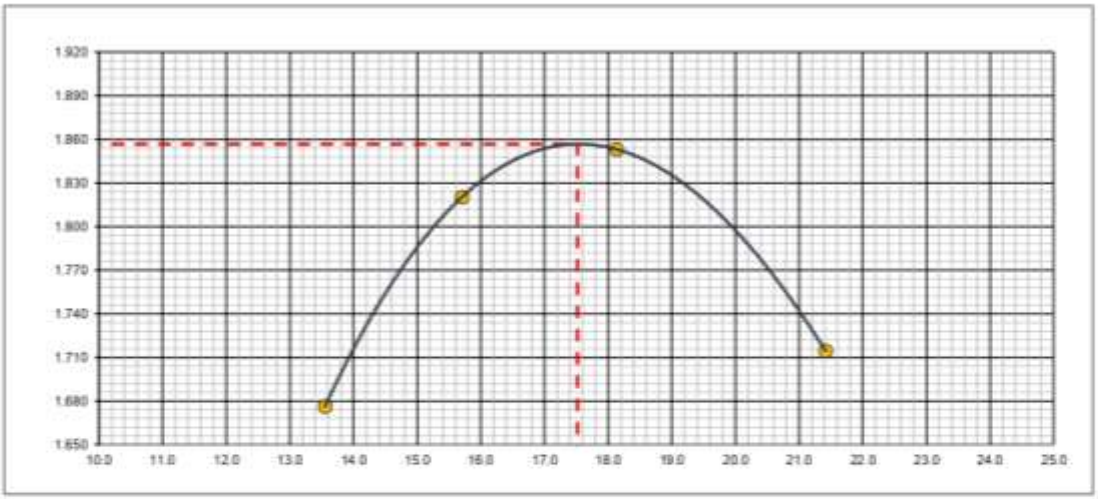
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,756	7,188	7,365	7,136	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,056	4,488	4,665	4,436	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.903	2.106	2.189	2.082	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	90.50	92.10	88.60	83.80	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	79.70	79.60	75.00	69.02	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	10.8	12.5	13.6	14.8	
Peso del suelo seco	gr.	80	80	75	69	
Contenido de agua	%	13.6	15.7	18.1	21.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.676	1.820	1.853	1.715	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.857	(gr/cm3)	Humedad óptima	17.5	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -3	**Fecha de Ensayo:**	04/08/2025

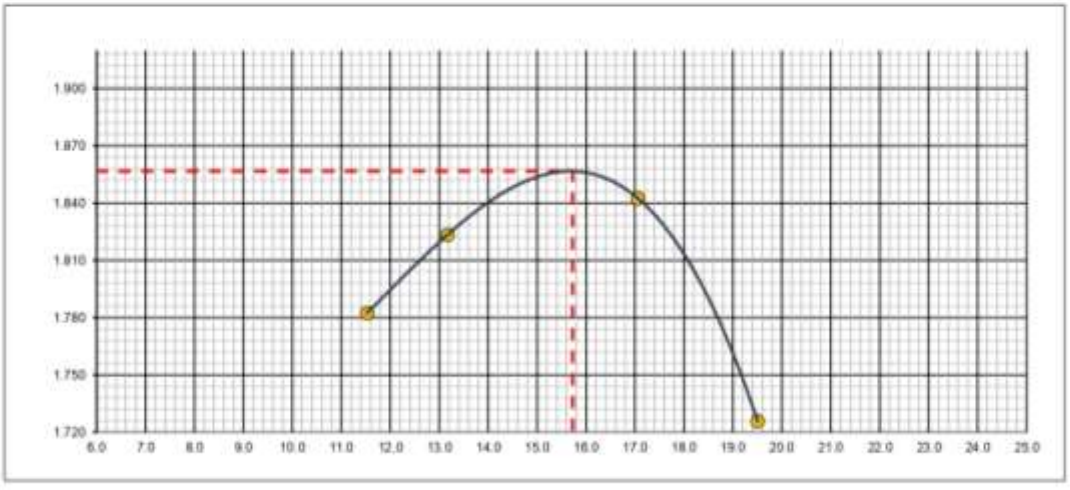
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,936	7,097	7,296	7,095	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,236	4,397	4,596	4,395	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.988	2.063	2.157	2.062	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	101.60	103.15	98.89	99.38	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	91.10	91.15	84.48	83.16	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	10.5	12.0	14.4	16.2	
Peso del suelo seco	gr.	91	91	84	83	
Contenido de agua	%	11.5	13.2	17.1	19.5	
Densidad Seca	gr/cc	1.782	1.823	1.842	1.726	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.857	(gr/cm3)	Humedad óptima	15.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. GARCIA V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% - 1	**Fecha de Ensayo:**	04/08/2025

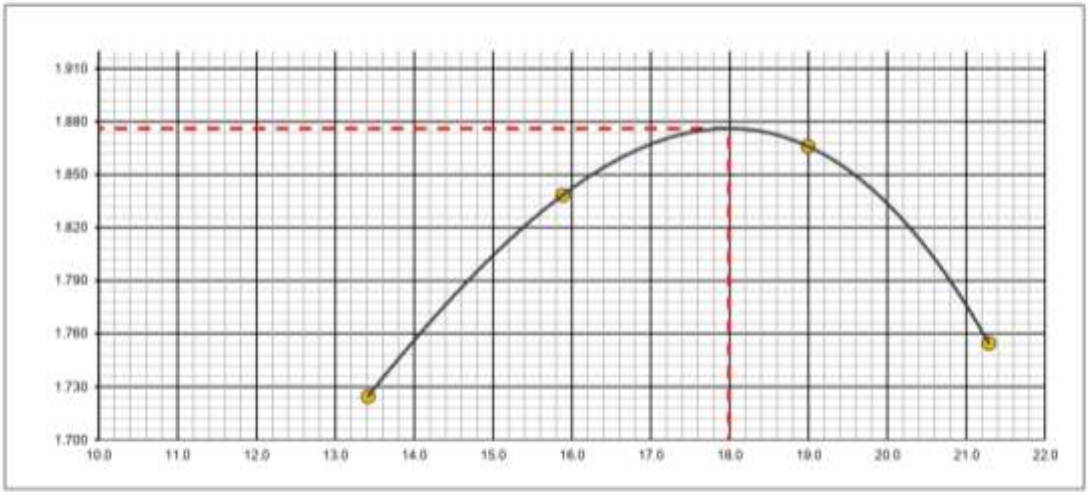
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,868	7,240	7,432	7,235	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,168	4,540	4,732	4,535	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.956	2.130	2.221	2.128	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	90.30	91.20	89.60	82.96	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	79.62	78.70	75.30	68.40	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	10.7	12.5	14.3	14.6	
Peso del suelo seco	gr.	80	79	75	68	
Contenido de agua	%	13.4	15.9	19.0	21.3	
Densidad Seca	gr/cc	1.725	1.838	1.866	1.755	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.876	(gr/cm3)	Humedad óptima	18.0	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORIURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2	**Fecha de Ensayo:**	04/08/2025

Molde N° 1	Diametro Molde	4''	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,978	7,310	7,250	7,115	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,278	4,610	4,550	4,415	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	2.008	2.163	2.135	2.072	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	89.62	91.10	90.10	83.76	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	78.62	78.90	78.38	70.36	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	11.0	12.2	13.7	13.4	
Peso del suelo seco	gr.	79	79	76	70	
Contenido de agua	%	14.0	15.5	18.0	19.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.761	1.874	1.810	1.740	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.881**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**16.0**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163810

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3	**Estrato:**	01
		Fecha de Ensayo:	04/08/2025

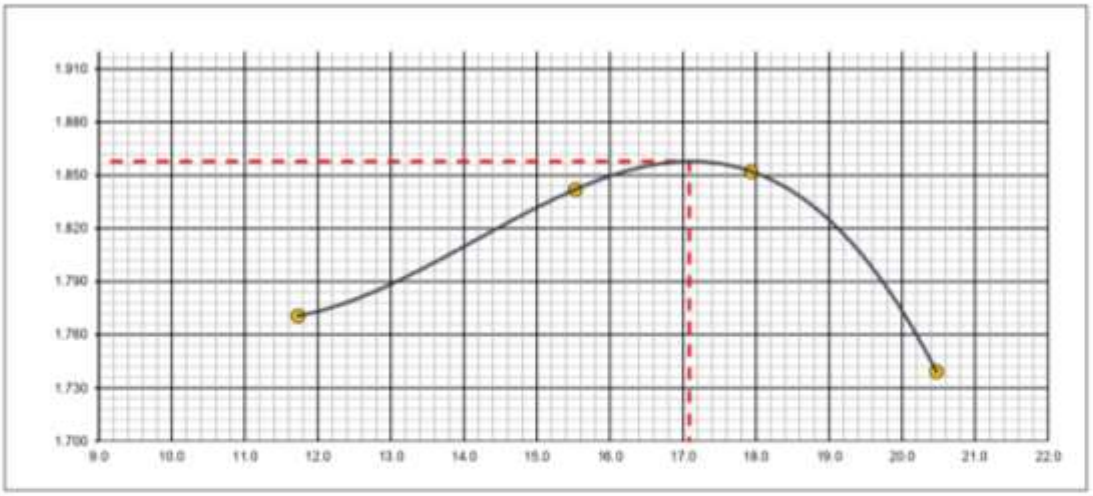
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr	6,916	7,235	7,355	7,165	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr	4,216	4,535	4,655	4,465	
Peso Volumetrico Humedo	gr	1.978	2.128	2.184	2.096	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr	87.65	90.32	90.10	86.68	
Peso Suelo Seco + Tara	gr	78.45	78.18	76.40	71.95	
Peso de la Tara	gr					
Peso del agua	gr	9.2	12.1	13.7	14.7	
Peso del suelo seco	gr	78	78	76	72	
Contenido de agua	%	11.7	15.5	17.9	20.5	
Densidad Seca	gr/cc	1.771	1.842	1.852	1.739	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.858**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**17.1**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos M. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR)

Indecopi CERTIFICADO Nº 00569613

GARCIA LABORATORIO

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra.:	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -1		
		Fecha de Ensayo:	04/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,162		12,196		11,923	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,460		4,166		4,067	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.081		1.979		1.874	
Humedad (%)	15.5		15.6		15.5	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.802**		**1.713**		**1.622**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	65.6		71.4		80.4	
Tara+suelo seco (gr.)	56.8		61.8		69.6	
Peso de agua (gr.)	8.8		9.6		10.8	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	56.8		61.8		69.6	
Humedad (%)	15.5		15.6		15.5	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	86	2.18	1.85	98	2.49	2.13	126	3.20	2.70
	14:50	48	98	2.49	2.11	136	3.45	2.96	149	3.78	3.20
	14:50	72	115	2.92	2.48	149	3.78	3.24	156	3.96	3.35
	14:50	96	136	3.45	2.93	156	3.96	3.40	165	4.19	3.54

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		1	0.9			0	0.7				0.5		
0.050		4	1.5			1	0.9			0	0.8		
0.075		6	2.3			3	1.3			1	0.9		
0.100	**70.455**	12	3.0	3.1	**4.4**	5	1.7	1.8	**2.6**	2	1.1	1.3	**1.8**
0.150		20	4.5			10	2.6			6	1.9		
0.200	**105.680**	24	5.3	5.2	**4.9**	14	3.4	3.3	**3.1**	8	2.3	2.2	**2.1**
0.300		30	6.4			20	4.5			12	3.0		
0.400		34	7.2			23	5.1			16	3.8		
0.500		36	7.6			25	5.5			20	4.5		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. Garcia Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

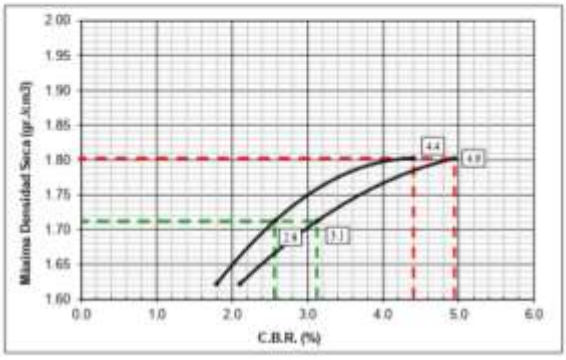
GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -1		
		Fecha de Ensayo:	04/06/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

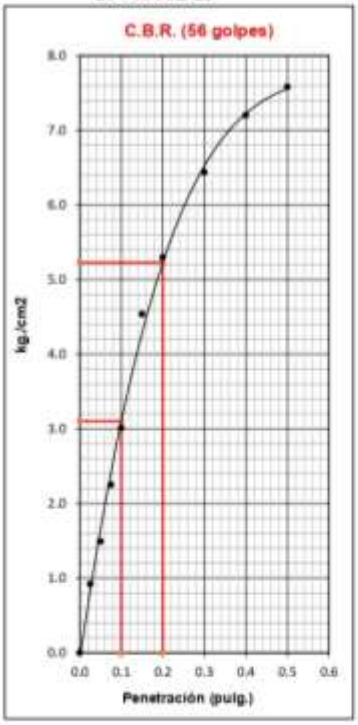


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.802** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**15.58** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.712 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.622 gr./cm3

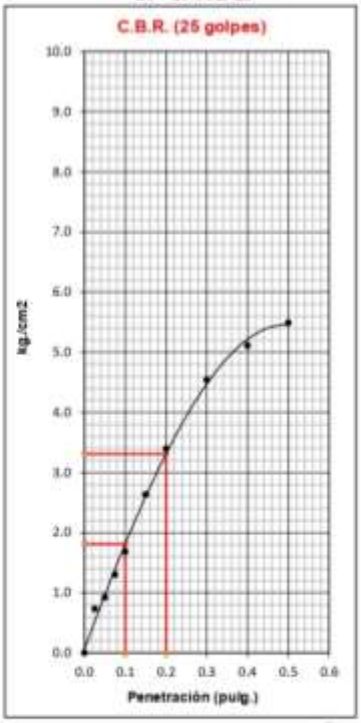
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**4.4** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**2.6** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**4.9** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**3.1** %

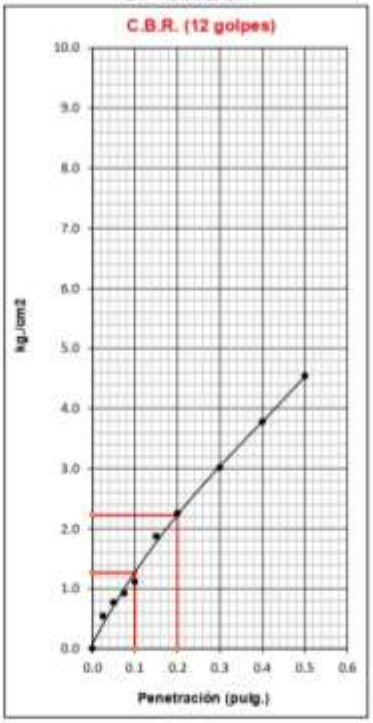
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES: GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V°B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00568818

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maik Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Joan Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -2		
		Fecha de Ensayo:	04/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,196		12,225		11,956	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,494		4,195		4,100	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.097		1.993		1.889	
Humedad (%)	16.5		16.6		16.6	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.801**		**1.710**		**1.620**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	92.4		69.4		77.4	
Tara+suelo seco (gr.)	79.3		59.5		66.4	
Peso de agua (gr.)	13.1		9.9		11.0	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	79.3		59.5		66.4	
Humedad (%)	16.5		16.6		16.6	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	96	2.44	2.07	108	2.74	2.35	136	3.45	2.92
	14:50	48	108	2.74	2.33	146	3.71	3.18	159	4.04	3.41
	14:50	72	125	3.18	2.69	159	4.04	3.46	166	4.22	3.56
	14:50	96	146	3.71	3.15	166	4.22	3.61	175	4.45	3.75

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde Nº 6				Molde Nº 7				Molde Nº 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		0	0.7				0.3				0.3		
0.050		2	1.1				0.5				0.5		
0.075		6	1.9			2	1.1			0	0.7		
0.100	70.455	10	2.6	2.7	3.9	3	1.3	1.5	2.1	1	0.9	1.0	1.4
0.150		18	4.2			8	2.3			4	1.5		
0.200	105.680	22	4.9	4.8	4.5	12	3.0	2.9	2.7	6	1.9	1.9	1.8
0.300		28	6.1			18	4.2			10	2.6		
0.400		32	6.8			21	4.7			14	3.4		
0.500		34	7.2			23	5.1			18	4.2		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

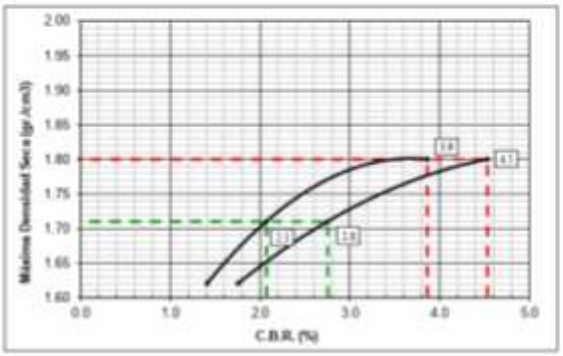
Indecopi CERTIFICADO Nº 00036832

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -2		
		Fecha de Ensayo:	04/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

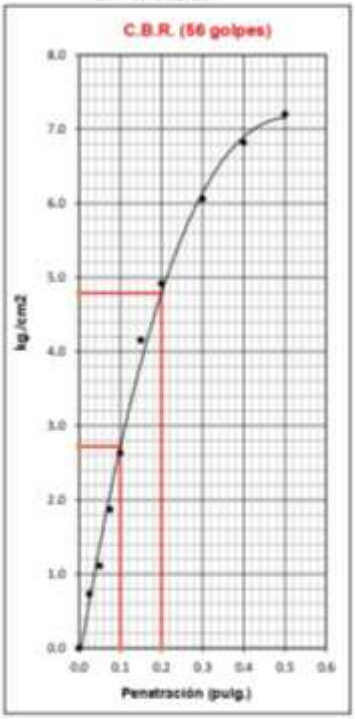


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.800** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**16.60** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.710 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.620 gr./cm3

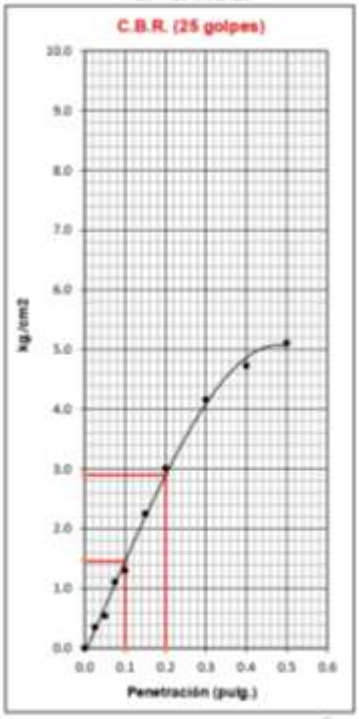
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**3.9** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**2.1** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**4.5** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**2.8** %

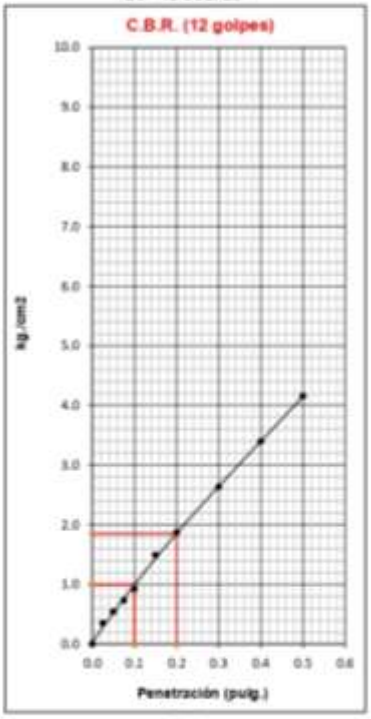
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V°B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -1		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,292		12,310		12,035	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,590		4,280		4,179	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.142		2.033		1.926	
Humedad (%)	17.7		17.7		17.7	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.819**		**1.727**		**1.636**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	267.1		253.4		211.5	
Tara+suelo seco (gr.)	226.8		215.2		179.6	
Peso de agua (gr.)	40.3		38.2		31.9	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	226.8		215.2		179.6	
Humedad (%)	17.7		17.7		17.7	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	86	2.18	1.85	98	2.49	2.13	126	3.20	2.70
	14:50	48	98	2.49	2.11	136	3.45	2.96	149	3.78	3.20
	14:50	72	115	2.92	2.48	149	3.78	3.24	156	3.96	3.35
	14:50	96	136	3.45	2.93	156	3.96	3.40	165	4.19	3.54

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		13	3.2			9	2.4			5	1.3		
0.050		18	4.2			13	3.2			6	1.9		
0.075		23	5.1			17	4.0			8	2.3		
0.100	**70.455**	27	5.9	6.5	**9.2**	21	4.7	5.0	**7.2**	10	2.6	3.0	**4.2**
0.150		39	8.2			30	6.4			17	4.0		
0.200	**105.680**	52	10.6	10.0	**9.5**	39	8.2	7.9	**7.4**	22	4.9	4.7	**4.4**
0.300		58	11.8			45	9.3			25	5.5		
0.400		62	12.5			47	9.7			28	6.1		
0.500		66	13.3			46	9.5			30	6.4		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

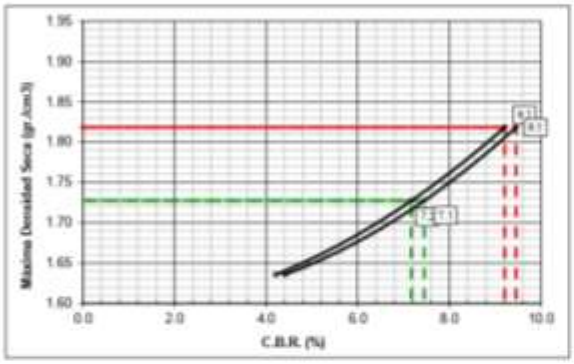
Indecopi CERTIFICADO Nº 00163810

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROBURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -1		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

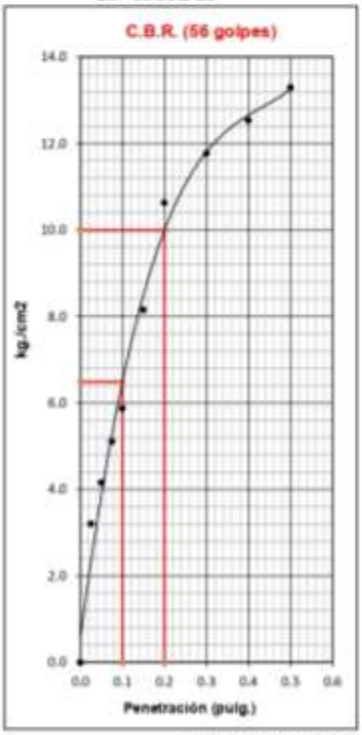


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.818** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**17.70** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.727 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.636 gr./cm3

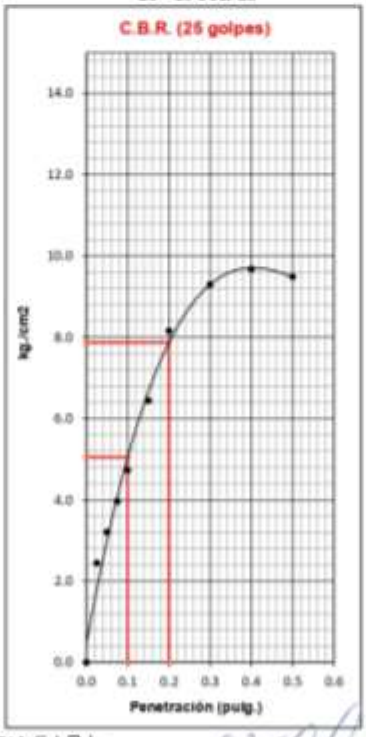
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**9.2** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**7.2** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**9.5** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**7.5** %

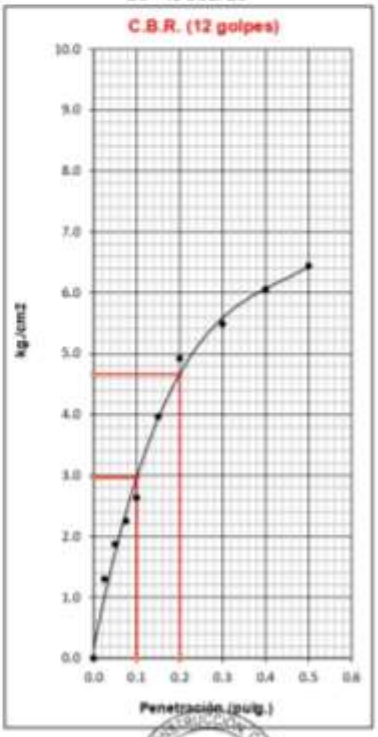
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00169610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROIRURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -2		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,280		12,302		12,028	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,578		4,272		4,172	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.136		2.029		1.923	
Humedad (%)	17.7		17.7		17.7	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.814**		**1.724**		**1.633**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	267.1		253.4		211.5	
Tara+suelo seco (gr.)	226.8		215.2		179.6	
Peso de agua (gr.)	40.3		38.2		31.9	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	226.8		215.2		179.6	
Humedad (%)	17.7		17.7		17.7	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	81	2.06	1.75	93	2.36	2.02	121	3.07	2.60
	14:50	48	93	2.36	2.00	131	3.33	2.85	145	3.68	3.11
	14:50	72	110	2.79	2.37	144	3.66	3.13	151	3.84	3.24
	14:50	96	131	3.33	2.82	151	3.84	3.29	160	4.06	3.43

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		15	3.6			11	2.8			5	1.7		
0.050		20	4.5			15	3.6			8	2.3		
0.075		25	5.5			19	4.3			10	2.6		
0.100	**70.455**	29	6.2	6.9	**9.8**	23	5.1	5.4	**7.7**	12	3.0	3.4	**4.8**
0.150		41	8.5			32	6.8			15	4.3		
0.200	**105.680**	56	11.4	10.7	**10.1**	41	8.5	8.3	**7.9**	26	5.7	5.3	**5.0**
0.300		62	12.5			47	9.7			29	6.2		
0.400		66	13.3			49	10.1			32	6.8		
0.500		68	13.7			48	9.9			34	7.2		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

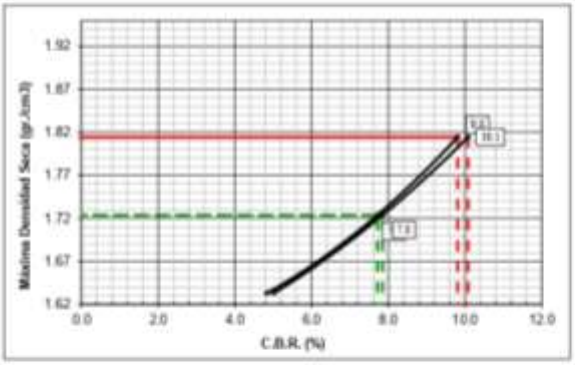
Indecopi CERTIFICADO Nº 00168830

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharassi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -2		
		Fecha de Ensayo:	10/09/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

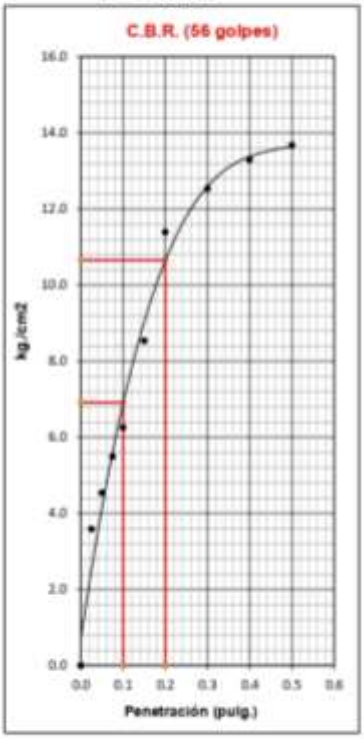


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.814** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**17.69** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.724 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.633 gr./cm3

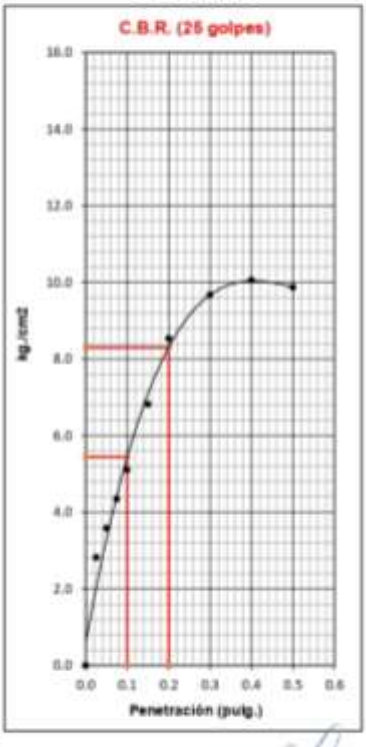
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**9.8** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**7.7** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**10.1** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**7.8** %

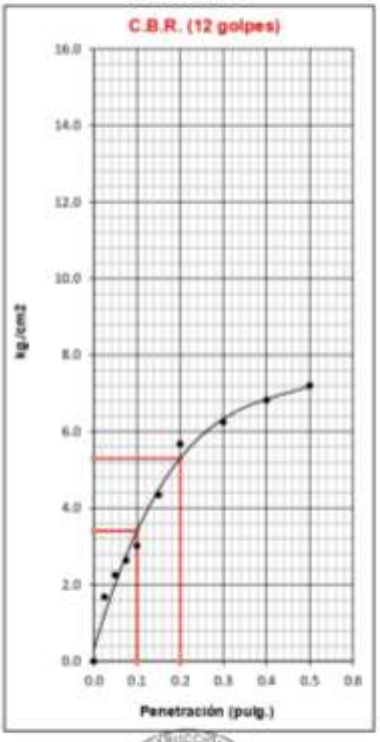
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES: GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Parra
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Joan Piere del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 3		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	**NO SATURADO**	**SATURADO**	**NO SATURADO**	**SATURADO**	**NO SATURADO**	**SATURADO**
Peso suelo + molde (gr.)	12,172		12,305		11,928	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,470		4,175		4,072	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.086		1.983		1.876	
Humedad (%)	15.2		15.3		15.2	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.810**		**1.720**		**1.629**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	77.3		87.7		95.5	
Tara+suelo seco (gr.)	67.1		76.0		82.9	
Peso de agua (gr.)	10.2		11.7		12.6	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	67.1		76.0		82.9	
Humedad (%)	15.2		15.3		15.2	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	83	2.11	1.79	95	2.41	2.07	123	3.12	2.64
	14:50	48	95	2.41	2.05	133	3.38	2.89	147	3.73	3.15
	14:50	72	112	2.84	2.41	146	3.71	3.18	153	3.89	3.28
	14:50	96	133	3.38	2.87	153	3.89	3.33	162	4.11	3.48

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		14	3.4			10	2.6			4	1.5		
0.050		19	4.3			14	3.4			7	2.1		
0.075		24	5.3			18	4.2			9	2.4		
0.100	**70.455**	28	6.1	6.7	**9.5**	22	4.9	5.2	**7.4**	11	2.8	3.2	**4.5**
0.150		40	8.3			31	6.6			16	4.2		
0.200	**105.680**	55	11.2	10.4	**9.9**	40	8.3	8.1	**7.7**	24	5.3	5.0	**4.8**
0.300		61	12.3			46	9.5			26	6.1		
0.400		65	13.1			48	9.9			31	6.6		
0.500		67	13.5			47	9.7			33	7.0		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

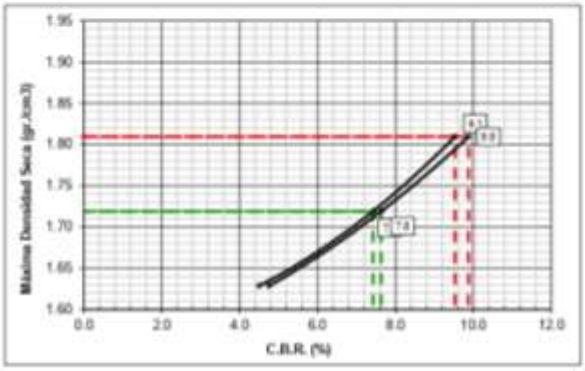
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163633

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% - 3		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

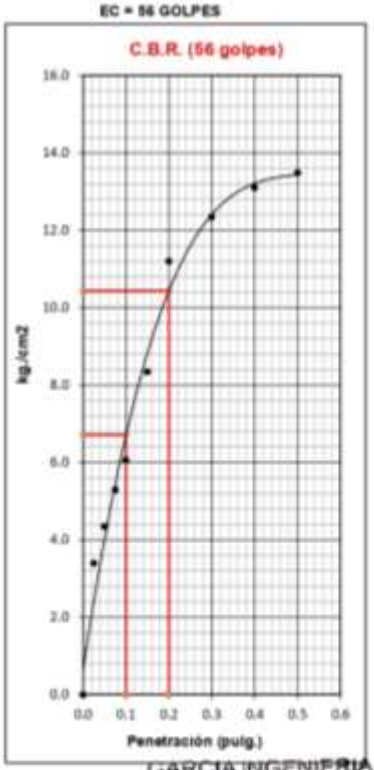


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.810 gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	15.24 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.719 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.629 gr./cm3

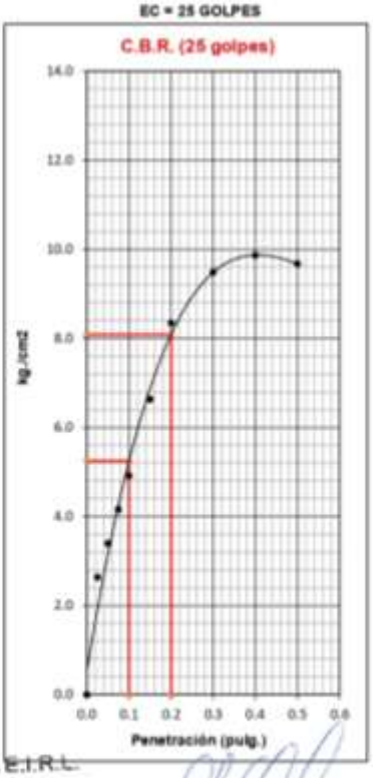
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	9.5 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	7.4 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	9.9 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	7.6 %

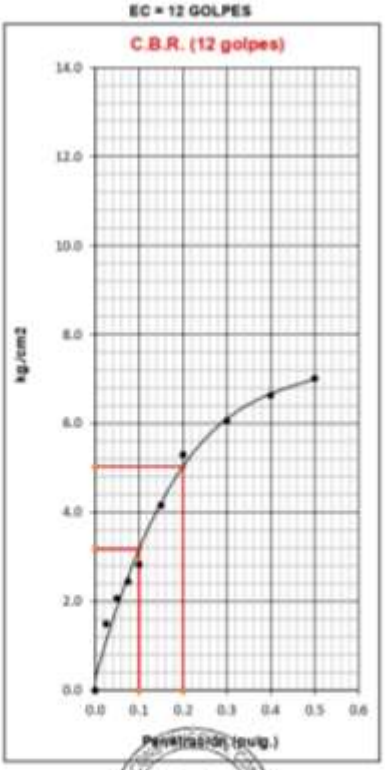
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282135

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168010

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -1		
		Fecha de Ensayo:	10/09/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	8		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,387		12,402		12,122	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,685		4,372		4,266	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.186		2.077		1.966	
Humedad (%)	17.6		17.6		17.6	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.860**		**1.767**		**1.672**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	256.7		224.3		199.3	
Tara+suelo seco (gr.)	218.3		190.8		169.5	
Peso de agua (gr.)	38.4		33.5		29.8	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	218.3		190.8		169.5	
Humedad (%)	17.6		17.6		17.6	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	76	1.93	1.64	88	2.24	1.92	116	2.95	2.49
	14:50	48	88	2.24	1.90	126	3.20	2.74	139	3.53	2.98
	14:50	72	105	2.67	2.26	139	3.53	3.03	146	3.71	3.13
	14:50	96	126	3.20	2.71	146	3.71	3.18	155	3.94	3.33

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 8				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		24	5.3			17	4.0			8	2.3		
0.050		28	6.1			22	4.9			12	3.0		
0.075		32	6.8			26	5.7			16	3.8		
0.100	**70.455**	37	7.8	9.1	**13.0**	31	6.6	7.2	**10.1**	22	4.9	5.1	**7.3**
0.150		60	12.1			42	8.7			32	6.8		
0.200	**105.680**	74	14.8	14.1	**13.4**	57	11.6	11.0	**10.5**	40	8.3	8.0	**7.6**
0.300		84	16.7			65	13.1			45	9.3		
0.400		88	17.5			68	13.7			48	9.9		
0.500		88	17.5			66	13.3			47	9.7		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 262335

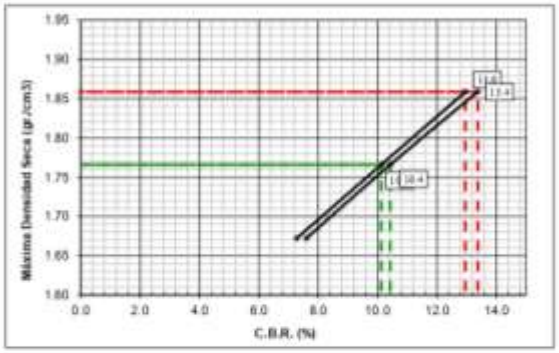
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163810

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -1		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

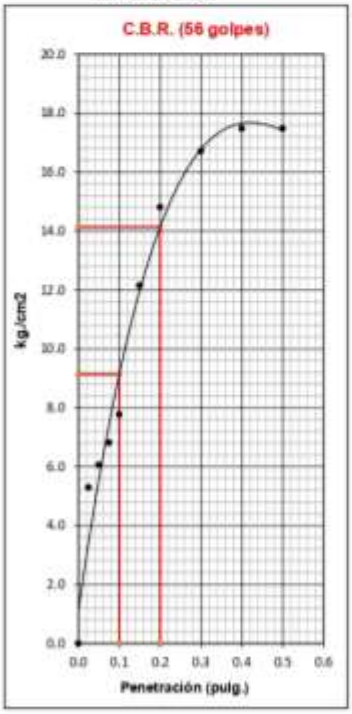


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.859** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**17.67** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.766 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.673 gr./cm3

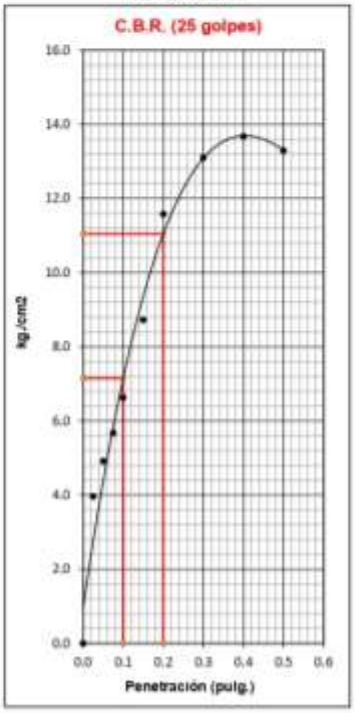
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**13.0** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**10.1** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**13.4** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**10.4** %

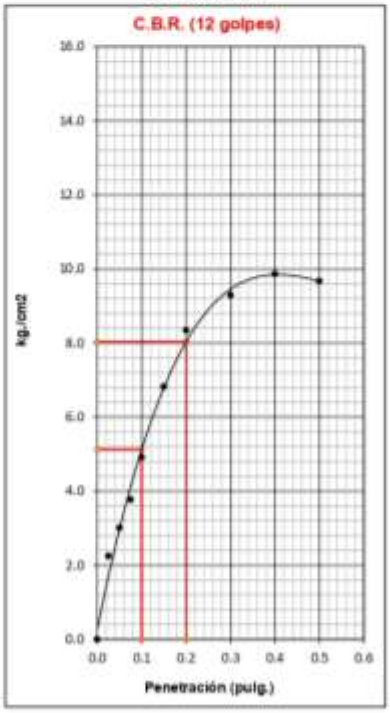
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -2		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,379		12,383		12,109	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,668		4,353		4,253	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.178		2.068		1.960	
Humedad (%)	17.3		17.3		17.3	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.857**		**1.764**		**1.671**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	90.2		89.8		83.6	
Tara+suelo seco (gr.)	76.9		76.6		71.2	
Peso de agua (gr.)	13.3		13.2		12.3	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	76.9		76.6		71.2	
Humedad (%)	17.3		17.3		17.3	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	71	1.80	1.53	83	2.11	1.81	96	2.44	2.06
	14:50	48	82	2.08	1.77	118	3.00	2.57	129	3.28	2.77
	14:50	72	99	2.51	2.13	129	3.28	2.81	136	3.45	2.92
	14:50	96	118	3.00	2.54	126	3.20	2.74	142	3.61	3.05

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		27	5.9			20	4.5			11	2.6		
0.050		31	6.6			25	5.5			15	3.6		
0.075		35	7.4			29	6.2			19	4.3		
0.100	70.455	40	8.3	9.7	**13.8**	34	7.2	7.8	**11.0**	25	5.5	5.7	**8.1**
0.150		63	12.7			45	9.3			35	7.4		
0.200	105.680	77	15.4	14.8	**14.0**	62	12.5	11.9	**11.3**	45	9.3	8.9	**8.5**
0.300		87	17.3			70	14.1			51	10.4		
0.400		91	18.1			73	14.6			54	11.0		
0.500		91	18.1			69	13.9			52	10.6		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

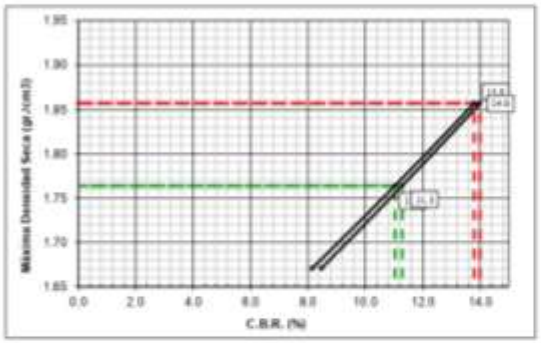
Indecopi CERTIFICADO Nº 00558010

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -2		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

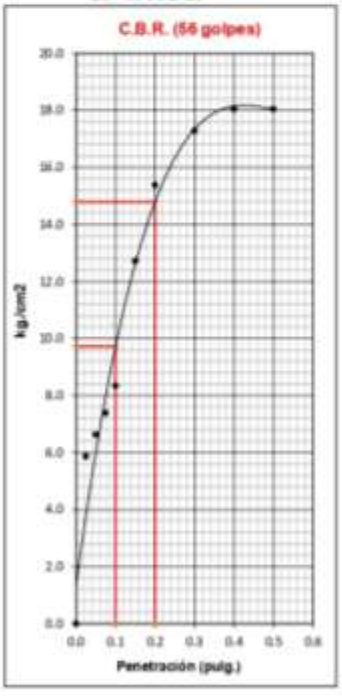


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.857** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**17.52** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.764 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.671 gr./cm3

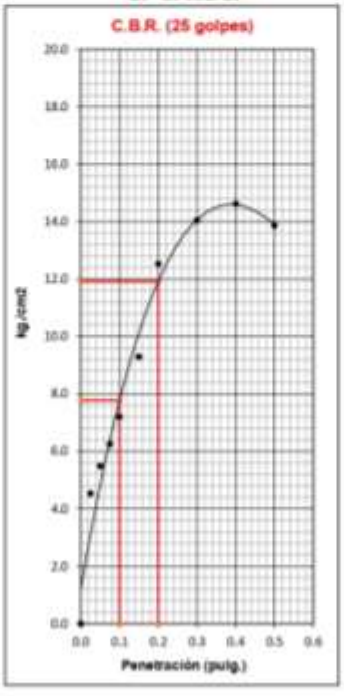
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**13.8** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**11.0** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**14.0** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**11.3** %

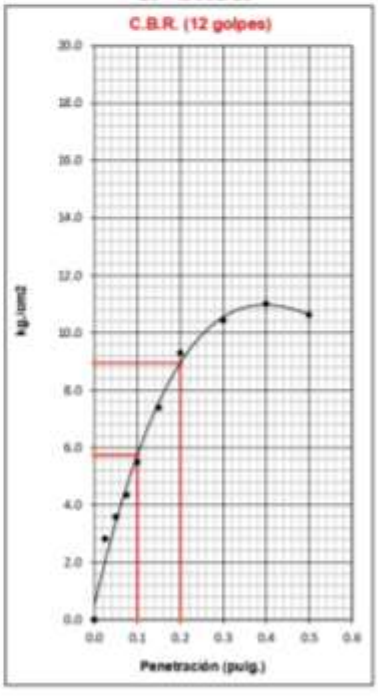
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00188610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EXAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -3		
		Fecha de Ensayo:	10/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	8		7		9	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,305		12,325		12,050	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,603		4,295		4,194	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.148		2.040		1.933	
Humedad (%)	15.7		15.7		15.7	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.857**		**1.764**		**1.670**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	100.1		91.1		87.1	
Tara+suelo seco (gr.)	86.6		78.7		75.2	
Peso de agua (gr.)	13.6		12.4		11.8	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	86.6		78.7		75.2	
Humedad (%)	15.7		15.7		15.7	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	67	1.70	1.44	78	1.98	1.70	82	2.08	1.76
	14:50	48	78	1.98	1.68	95	2.41	2.07	109	2.77	2.34
	14:50	72	92	2.34	1.98	106	2.69	2.31	116	2.95	2.49
	14:50	96	106	2.69	2.28	116	2.95	2.52	122	3.10	2.62

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 8				Molde N° 7				Molde N° 9			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		29	5.7			19	4.3			10	2.6		
0.050		33	6.4			24	5.3			14	3.4		
0.075		34	7.2			28	6.1			18	4.2		
0.100	**70.455**	39	8.2	9.5	**13.5**	33	7.0	7.6	**10.7**	24	5.3	5.5	**7.9**
0.150		62	12.5			44	9.1			34	7.2		
0.200	**105.680**	76	15.2	14.6	**13.8**	61	12.5	11.7	**11.1**	44	9.1	8.7	**8.3**
0.300		86	17.1			69	13.9			50	10.2		
0.400		90	17.9			72	14.4			53	10.8		
0.500		90	17.9			68	13.7			51	10.4		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 262335

V° B°

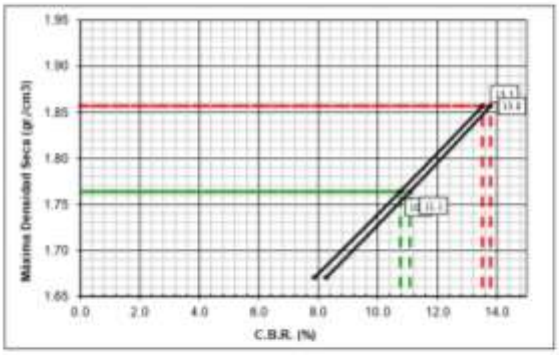
Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chávez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -3		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

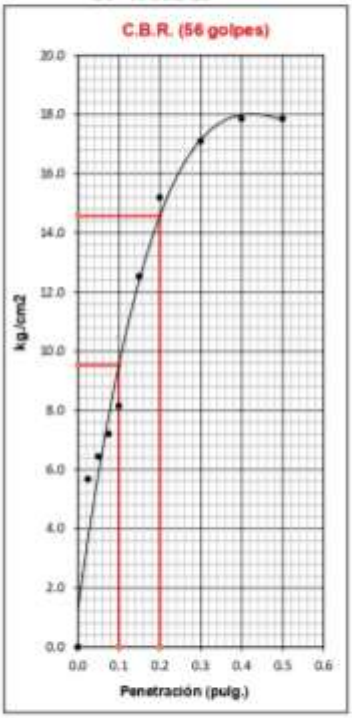


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.857** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**15.73** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.764 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.671 gr./cm3

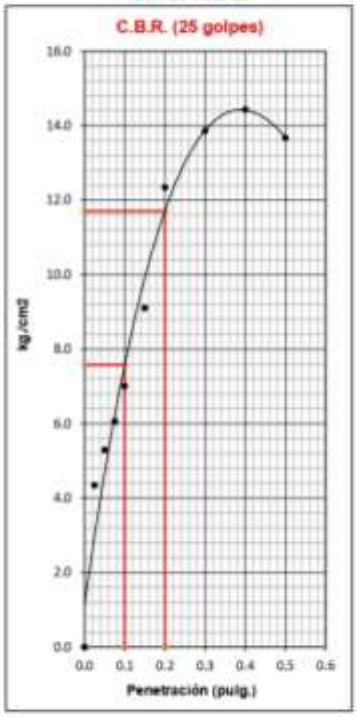
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**13.5** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**10.8** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**13.8** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**11.1** %

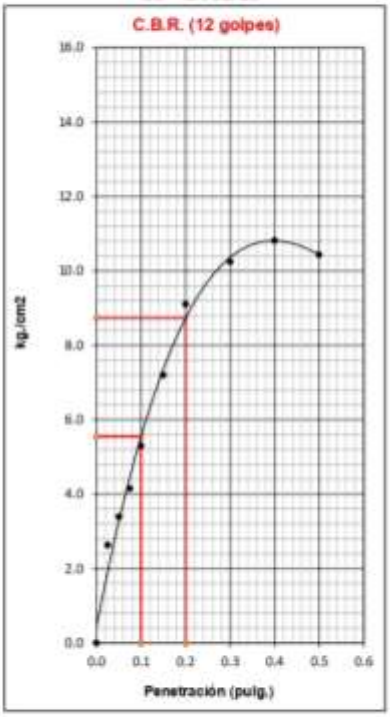
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00183610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICIRORUBO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% - 1		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,445		12,460		12,180	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,743		4,430		4,324	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.213		2.105		1.993	
Humedad (%)	18.0		18.0		18.0	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.876**		**1.783**		**1.688**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	189.1		158.3		128.2	
Tara+suelo seco (gr.)	160.3		134.2		108.6	
Peso de agua (gr.)	28.8		24.2		19.6	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	160.3		134.2		108.6	
Humedad (%)	18.0		18.0		18.0	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	56	1.42	1.21	68	1.73	1.48	96	2.44	2.06
	14:50	48	68	1.73	1.46	106	2.69	2.31	109	2.77	2.34
	14:50	72	85	2.16	1.83	119	3.02	2.59	126	3.20	2.70
	14:50	96	106	2.69	2.28	126	3.20	2.74	135	3.43	2.90

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		28	6.1			25	5.5			15	3.6		
0.050		36	7.6			30	6.4			21	4.7		
0.075		42	8.7			34	7.2			26	5.7		
0.100	**70.455**	47	9.7	11.3	**16.0**	39	8.2	9.5	**13.4**	32	6.8	7.1	**10.0**
0.150		75	15.0			60	12.1			42	8.7		
0.200	**105.680**	90	17.9	17.3	**16.4**	76	15.2	14.4	**13.6**	55	11.2	10.9	**10.3**
0.300		102	20.1			84	16.7			64	12.9		
0.400		104	20.5			87	17.3			68	13.7		
0.500		102	20.1			88	17.5			67	13.5		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

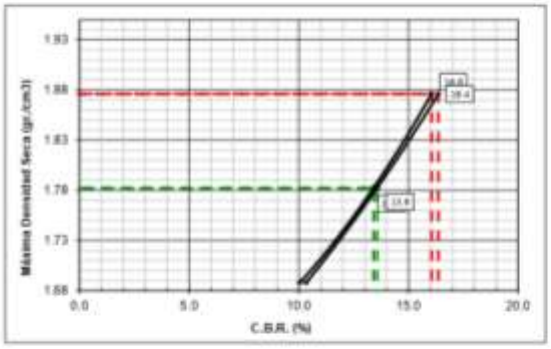
Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% - 1		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

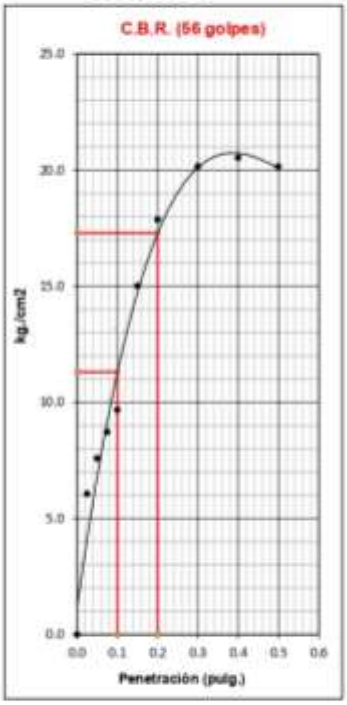


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.876** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**17.99** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.782 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.689 gr./cm3

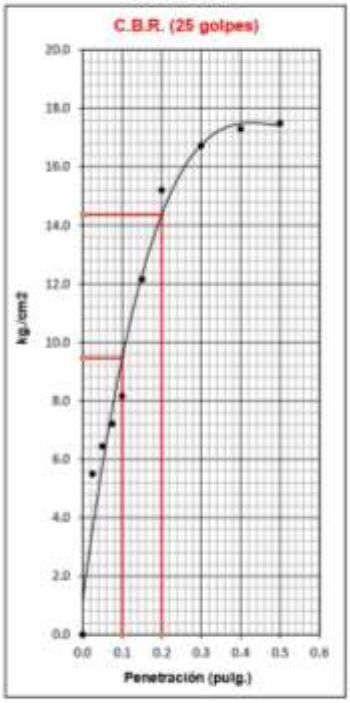
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**16.0** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**13.4** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.4** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**13.6** %

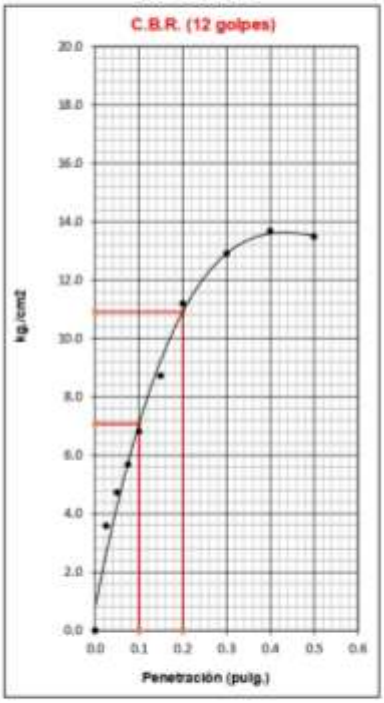
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,380		12,390		12,120	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,678		4,360		4,264	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.183		2.071		1.965	
Humedad (%)	16.0		16.0		16.0	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.882**		**1.786**		**1.693**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	219.0		205.1		196.0	
Tara+suelo seco (gr.)	188.8		176.8		168.9	
Peso de agua (gr.)	30.2		28.3		27.1	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	188.8		176.8		168.9	
Humedad (%)	16.0		16.0		16.0	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	54	1.37	1.16	66	1.68	1.44	98	2.49	2.10
	14:50	48	66	1.68	1.42	104	2.64	2.26	107	2.72	2.30
	14:50	72	83	2.11	1.79	117	2.97	2.55	124	3.15	2.66
	14:50	96	104	2.64	2.24	124	3.15	2.70	132	3.35	2.83

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	(kg./cm²)	Dial	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	Dial	kg./cm²	kg./cm²	CBR %	Dial	kg./cm²	kg./cm²	CBR %
0.025		29	6.2			26	5.7			18	4.2		
0.050		37	7.8			31	6.6			24	5.3		
0.075		42	8.7			35	7.4			29	6.2		
0.100	70.455	50	10.2	11.7	**16.6**	42	8.7	10.0	**14.1**	35	7.4	7.7	**10.9**
0.150		78	15.6			63	12.7			45	9.3		
0.200	105.680	93	18.4	17.9	**16.9**	82	16.3	15.3	**14.4**	60	12.1	11.8	**11.1**
0.300		105	20.7			90	17.9			69	13.9		
0.400		107	21.1			93	18.4			73	14.6		
0.500		105	20.7			94	18.6			72	14.4		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Parma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

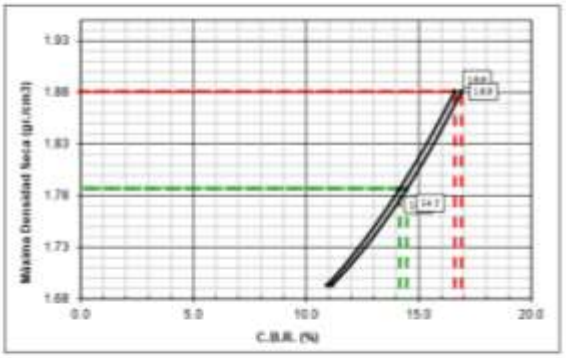
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163810

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROBURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2	Fecha de Ensayo:	10/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

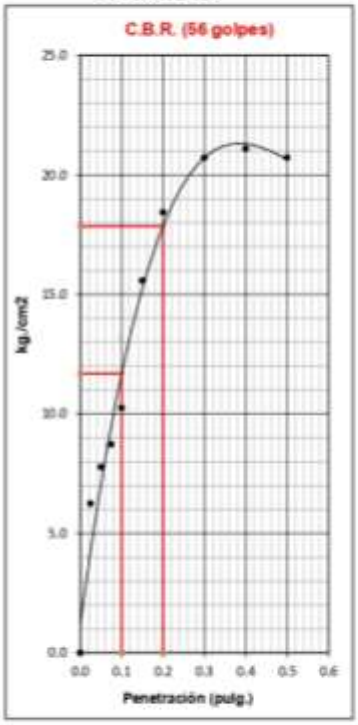


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.881** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**16.02** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.787 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.693 gr./cm3

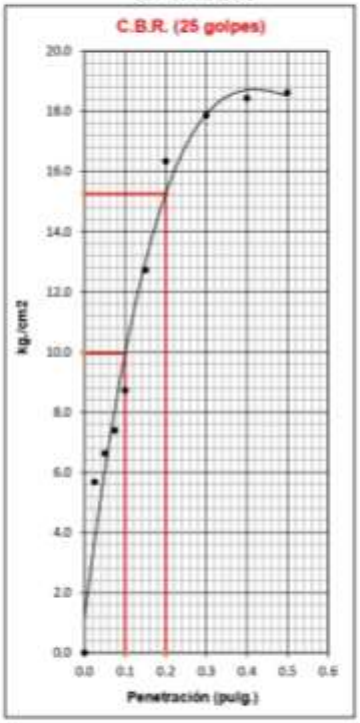
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**16.6** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**14.2** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.9** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**14.5** %

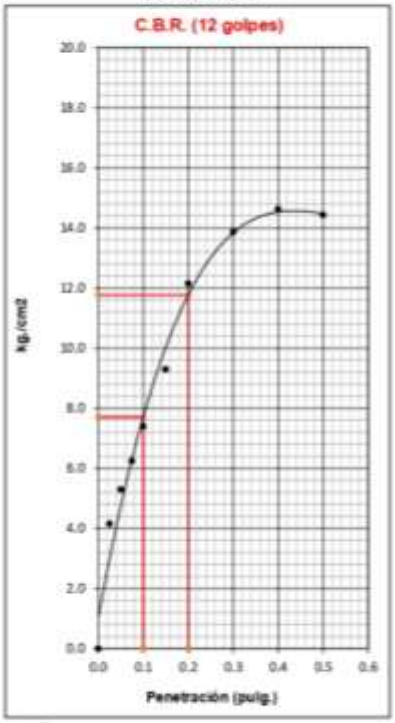
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V°B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168810

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3		
		Fecha de Ensayo:	10/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,365		12,380		12,105	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,663		4,350		4,249	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.176		2.067		1.958	
Humedad (%)	17.1		17.1		17.1	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.858**		**1.764**		**1.672**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	97.8		89.7		70.0	
Tara+suelo seco (gr.)	83.5		76.6		59.8	
Peso de agua (gr.)	14.3		13.1		10.2	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	83.5		76.6		59.8	
Humedad (%)	17.1		17.1		17.1	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	49	1.24	1.06	61	1.55	1.33	92	2.34	1.97
	14:50	48	61	1.55	1.31	99	2.51	2.15	103	2.62	2.21
	14:50	72	78	1.98	1.68	112	2.84	2.44	119	3.02	2.55
	14:50	96	98	2.49	2.11	118	3.00	2.57	122	3.10	2.62

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		28	6.1			25	5.5			17	4.0		
0.050		36	7.6			30	6.4			23	5.1		
0.075		41	8.5			34	7.2			28	6.1		
0.100	**70.455**	49	10.1	11.5	**16.3**	41	8.5	9.8	**13.9**	34	7.2	7.5	**10.7**
0.150		77	15.4			62	12.5			44	9.1		
0.200	**105.680**	92	18.2	17.6	**16.7**	81	16.1	15.0	**14.2**	59	12.0	11.6	**10.9**
0.300		104	20.5			89	17.7			68	13.7		
0.400		106	20.9			92	18.2			72	14.4		
0.500		104	20.5			93	18.4			71	14.2		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

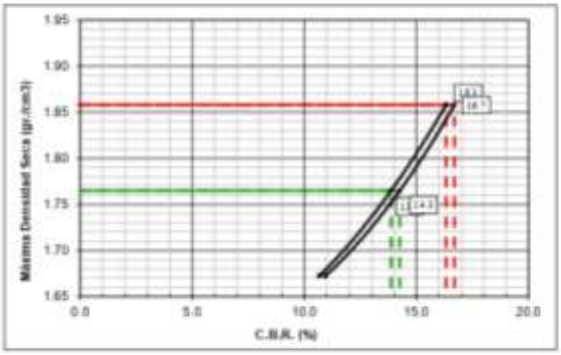
Indecopi CERTIFICADO Nº 00163650

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3		
		Fecha de Ensayo:	10/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

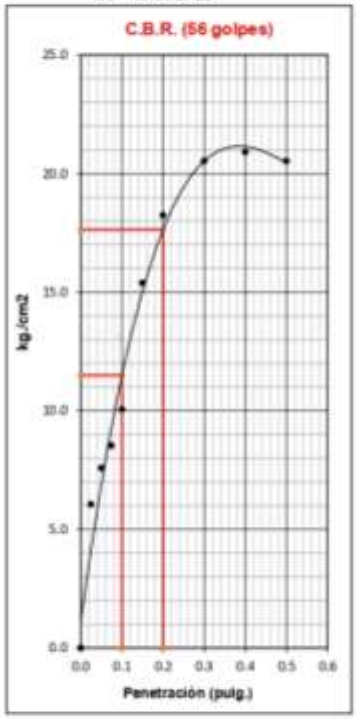


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.858** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**17.09** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.765 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.672 gr./cm3

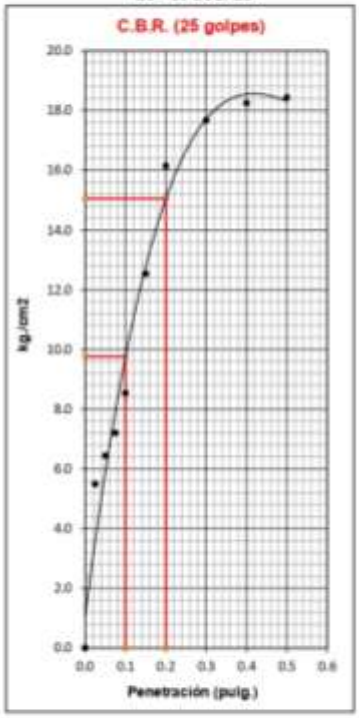
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**16.3** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**13.9** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.7** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**14.3** %

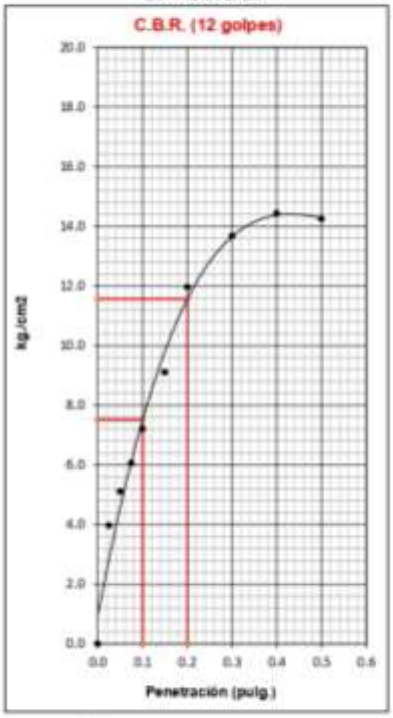
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

CALICATA N°03

ENSAYO DE GRANULOMETRIA

Indecopi CERTIFICADO Nº 0015-3610

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(MTC E-107 / ASTM D-422, C-117 / AASHTO T-27)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 15
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	TERRENO NATURAL	Estrato: 01	
Calicata:	C-03		
Prof. :	0.20 - 1.50 m	Fecha de Ensayo:	29/07/2025

Tamaño Máximo	:	3/8"	
Peso Inicial Seco	:	500.0	g
Fracción	:	500.0	g

Tamices ASTM	Abertura (mm)	Peso Retenido	Retenido Parcial	Retenido Acumulado	Porcentaje que Pasa	Material sin Especificacion	
3"	75.000						
2 1/2"	63.500						
2"	50.800						
1 1/2"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.000						
1/2"	12.700						
3/8"	9.500						
1/4"	6.350				100.0		
N° 4	4.760				100.0		
N° 8	2.360	1.3	0.3	0.3	99.7		
N° 10	2.000	2.1	0.4	0.7	99.3		
N° 16	1.100	6.7	1.3	2.0	98.0		
N° 20	0.840	2.2	0.4	2.5	97.5		
N° 30	0.590	2.5	0.5	3.0	97.0		
N° 40	0.425	2.3	0.5	3.4	96.6		
N° 50	0.297	24.6	4.9	8.4	91.6		
N° 80	0.180						
N° 100	0.149	91.3	18.3	26.6	73.4		
N° 200	0.075	12.9	2.6	29.2	70.8		
Pasante		354.1	70.8	100.0			

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

1. Clasificación

Límite Líquido (LL)	:	40.10
Límite Plástico (LP)	:	25.24
Indice Plástico (IP)	:	14.86
Clasificación (SUCS)	:	CL
Clasificación (AASHTO)	:	A-7-6 (9)

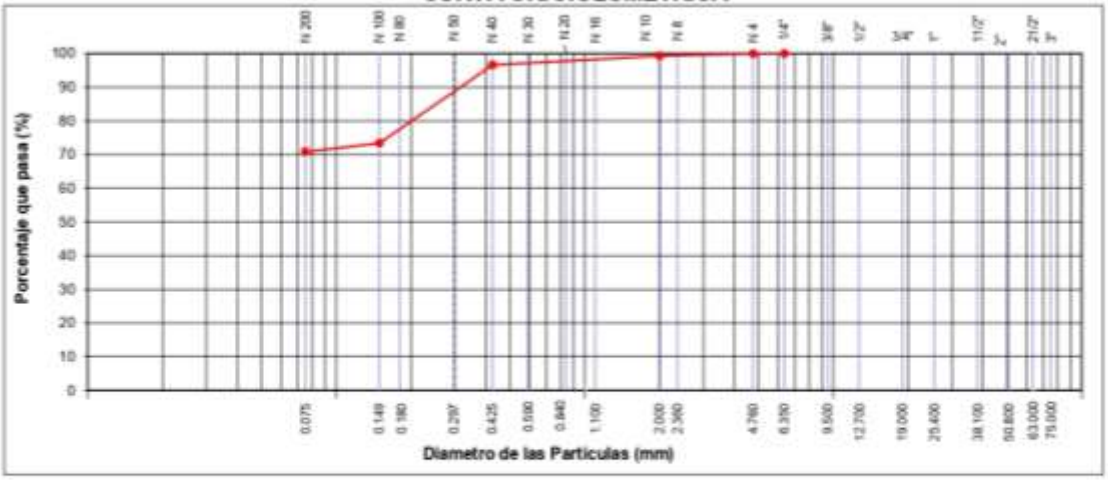
2. Caracteristicas

Max. Dens. Seca	:	1.851	
Opt. Cont. Humedad	:	14.78	
CBR 0.1" (95%)	:	52.9	
CBR 0.1" (100%)	:	69.0	
% Grava	:	0.0	Humedad (%)
% Arena	:	29.2	16.6
% Fino	:	70.8	Indice de Consistencia
Cu	:	0.008	
Cc	:	2.65	1.58
Pot. de Expansión		Medio	Estable

3. Observaciones (Fuente de Normalizacion)

Manual de carreteras "Especificaciones Tecnicas Generales para Construccion" (EG-2013)

CURVA GRANULOMETRICA



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. Garcia Paima

Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila

INGENIERA CIVIL

Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00183610

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS
(MTC E 108 / ASTM D 2216)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 16*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	TERRENO NATURAL	**Estrato:** 01	
Calicata:	C-03		
Prof. :	0.20 - 1.50 m.	**Fecha de Ensayo:**	29/07/2025

DATOS DE LA MUESTRA

DESCRIPCIÓN	UND.	1.00		
Número de Tara	Nro.			
Peso de la muestra humeda+tara	gr.	76.7		
Peso de la muestra seca+tara	gr.	65.8		
Peso de la tara	gr.			
Peso del agua	gr.	10.9		
Peso de la muestra seca	gr.	65.8		
Contenido de humedad	%	**16.6**		
PROMEDIO	%	**16.6**		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION CONSULTORIA E.I.R.L. V° B°

ENSAYO LITTERBERG

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD
(MTC E 110 / ASTM D 4318 / AASHTO T 89)
(MTC E 111 / ASTM D 4318 / AASHTO T 90)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL GAR - 17
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach: Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	TERRENO NATURAL	**Estrato:** 01	
Calicata:	C-03		
Prof. :	0.20 - 1.50 m.	**Fecha de Ensayo:**	29/07/2025

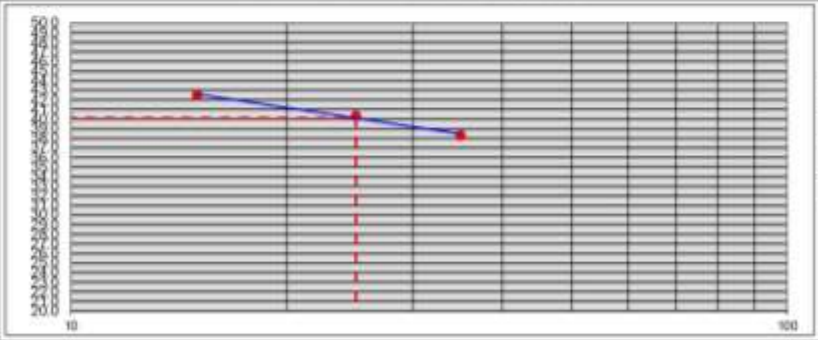
LÍMITE LÍQUIDO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5	6	
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	64.39	60.41	61.98	
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	58.90	55.70	56.86	
Peso de Recipiente (C)	gr.	45.98	44.03	43.49	
Peso del Agua (A-B)	gr.	5.49	4.71	5.12	
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	12.92	11.67	13.37	
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	42.49	40.36	38.29	**Límite Líquido**
Golpes	N°	**15**	25	35	**40.10**

LÍMITE PLÁSTICO

DESCRIPCIÓN	UND.	1	2	3	
Recipiente	N°	4	5		
Peso Recipiente + Suelo Humedo (A)	gr.	31.79	32.63		
Peso Recipiente + Suelo Seco (B)	gr.	30.98	31.15		
Peso de Recipiente (C)	gr.	27.77	25.29		
Peso del Agua (A-B)	gr.	0.81	1.48		
Peso del Suelo Seco (B-C)	gr.	3.21	5.86		**Límite Plástico**
Contenido Humedad W=(A-B)/(B-C)*100	%	25.23	25.26		**25.24**

RELACIÓN HUMEDAD - NÚMERO DE GOLPES



Resultados Obtenidos	
Límite Líquido	**40.10**
Límite Plástico	**25.24**
Índice de Plasticidad	**14.86**

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

PROCTOR MODIFICADO

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -1	**Fecha de Ensayo:**	02/08/2025

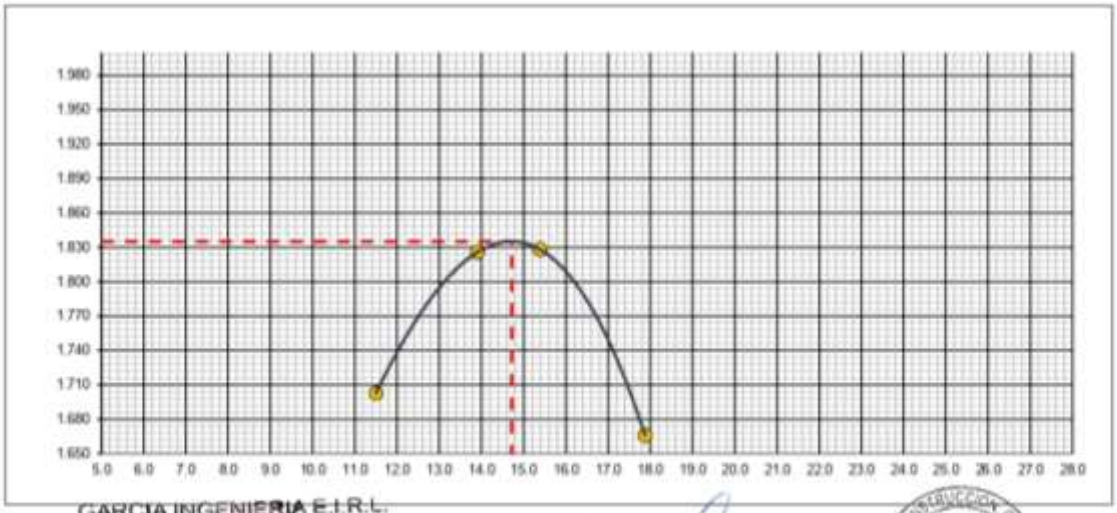
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,746	7,132	7,195	6,885	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,046	4,432	4,495	4,185	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.899	2.080	2.109	1.964	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	92.10	93.86	89.19	94.30	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	82.60	82.40	77.30	80.00	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	9.5	11.5	11.9	14.3	
Peso del suelo seco	gr.	83	82	77	80	
Contenido de agua	%	11.5	13.9	15.4	17.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.703	1.826	1.828	1.666	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.835	(gr/cm3)	Humedad óptima	14.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO N° 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -2		
		Fecha de Ensayo:	02/08/2026

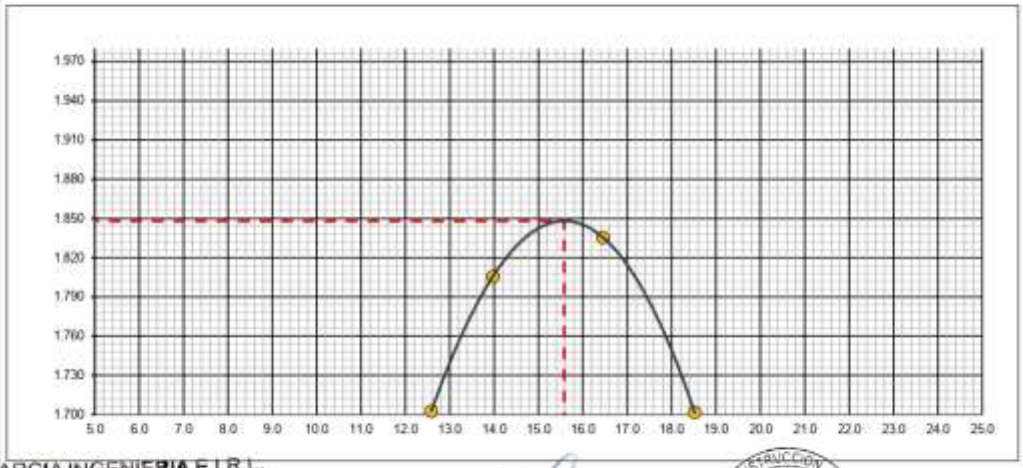
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,785	7,085	7,255	6,998	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,085	4,385	4,555	4,298	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.917	2.058	2.137	2.017	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	65.30	76.36	69.36	93.63	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	58.00	67.00	59.56	79.00	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	7.3	9.4	9.8	14.6	
Peso del suelo seco	gr.	58	67	60	79	
Contenido de agua	%	12.6	14.0	16.5	18.5	
Densidad Seca	gr/cc	1.703	1.805	1.835	1.702	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.848	(gr/cm3)	Humedad óptima	15.6	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -1		
		Fecha de Ensayo:	05/08/2025

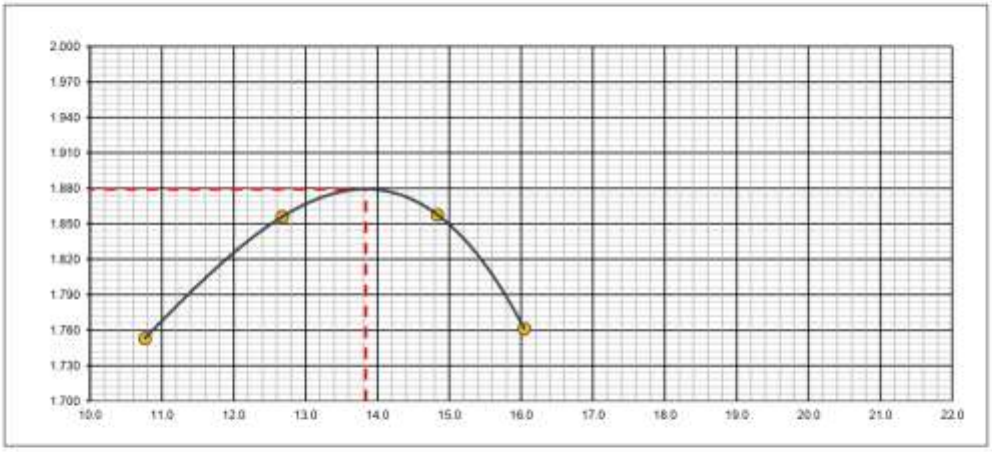
Molde N° 1	Diametro Molde	4''	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	**Und.**	**1**	**2**	**3**	**4**	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,838	7,156	7,246	7,055	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,138	4,456	4,546	4,355	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.942	2.091	2.133	2.044	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	98.58	96.90	103.58	106.78	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	80.00	86.00	90.20	92.00	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	9.6	10.9	13.4	14.8	
Peso del suelo seco	gr.	89	86	90	92	
Contenido de agua	%	10.8	12.7	14.8	16.0	
Densidad Seca	gr/cc	1.753	1.856	1.858	1.761	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.879**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**13.8**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos P. Garcia Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00169610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -2		
		Fecha de Ensayo:	05/08/2025

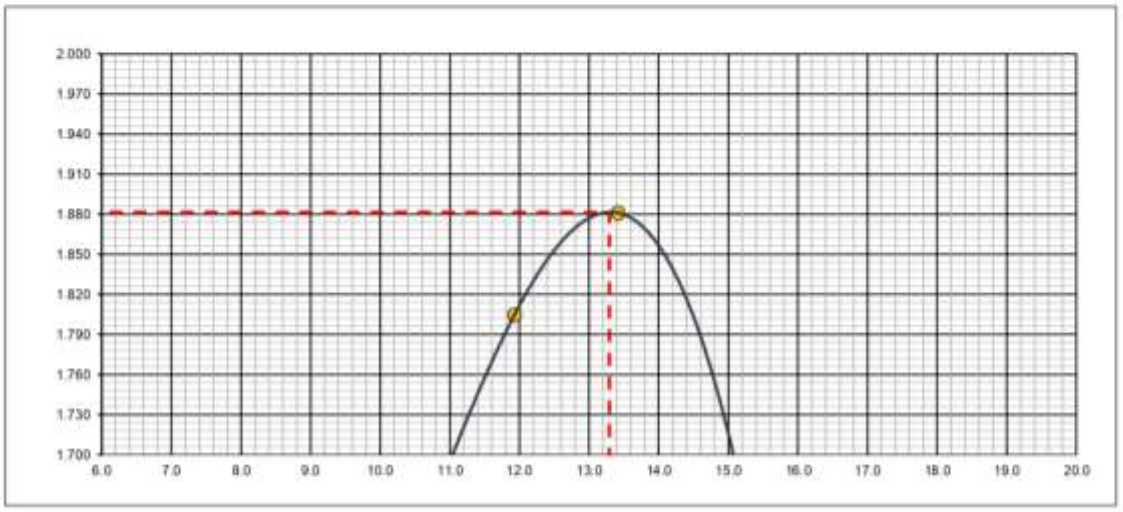
Molde N° 1	Diametro Molde	4''	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,635	7,005	7,246	6,822	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,935	4,305	4,546	4,122	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.847	2.020	2.133	1.934	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	99.00	100.49	103.15	99.80	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	89.36	89.78	90.95	86.66	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	9.6	10.7	12.2	13.1	
Peso del suelo seco	gr.	89	90	91	87	
Contenido de agua	%	10.8	11.9	13.4	15.2	
Densidad Seca	gr/cc	1.667	1.805	1.881	1.680	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.881**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**13.3**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Construcciones

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -3		
		Fecha de Ensayo:	05/08/2025

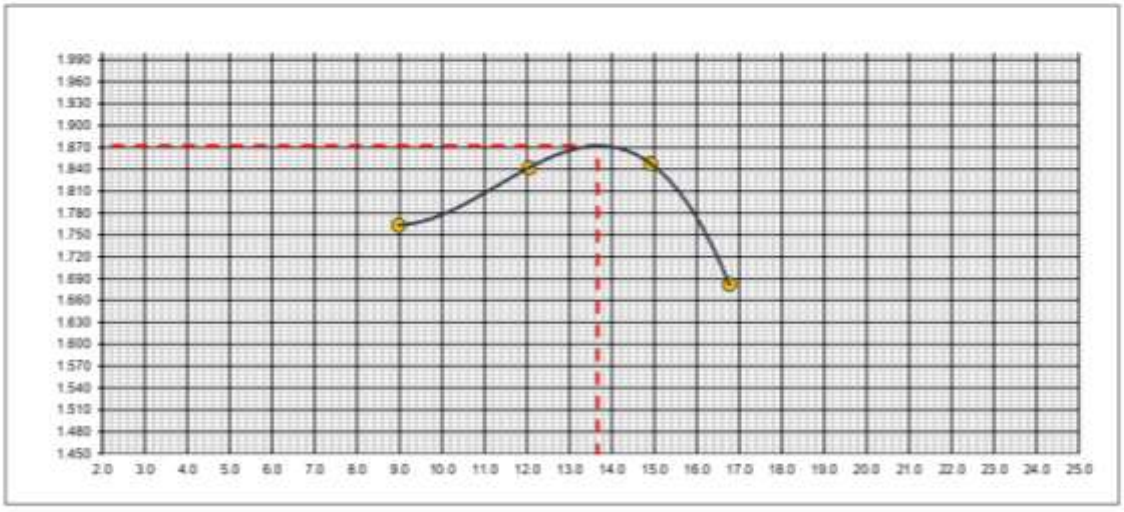
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,796	7,098	7,225	6,886	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,096	4,398	4,525	4,186	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.922	2.064	2.123	1.964	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	89.89	98.60	85.38	78.00	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	82.48	88.00	74.30	66.80	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	7.4	10.6	11.1	11.2	
Peso del suelo seco	gr.	82	88	74	67	
Contenido de agua	%	9.0	12.0	14.9	16.8	
Densidad Seca	gr/cc	1.764	1.842	1.848	1.682	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.872	(gr/cm3)	Humedad óptima	13.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Aguila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -1	**Fecha de Ensayo:**	05/08/2025

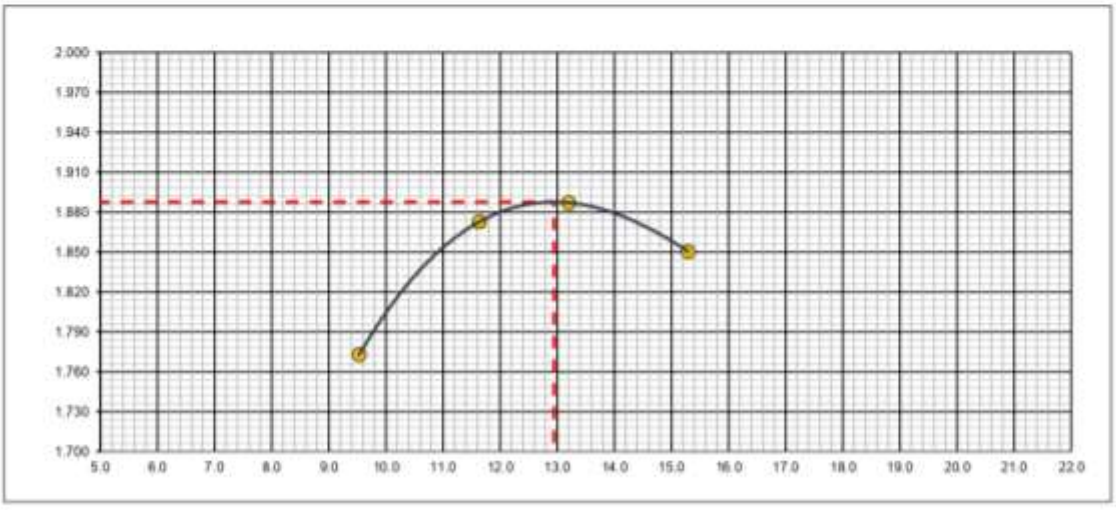
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,838	7,155	7,252	7,246	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,138	4,455	4,552	4,546	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.942	2.091	2.136	2.133	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	98.58	96.90	103.58	106.76	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	90.00	86.80	91.50	92.60	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	8.6	10.1	12.1	14.2	
Peso del suelo seco	gr.	90	87	92	93	
Contenido de agua	%	9.5	11.6	13.2	15.3	
Densidad Seca	gr/cc	1.773	1.873	1.887	1.850	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.888**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**12.9**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES: GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. Garcia Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00183610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach: Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -2	**Fecha de Ensayo:**	05/08/2025

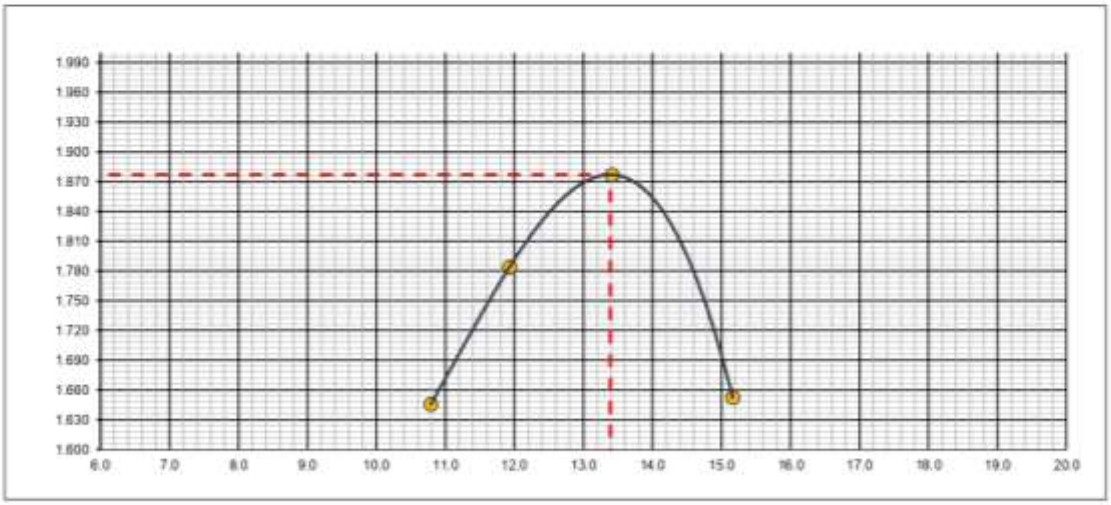
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,585	6,955	7,236	6,755	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,885	4,255	4,536	4,055	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.823	1.997	2.129	1.903	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	99.00	100.49	103.15	99.80	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	89.36	89.78	90.95	86.66	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	9.6	10.7	12.2	13.1	
Peso del suelo seco	gr.	89	90	91	87	
Contenido de agua	%	10.8	11.9	13.4	15.2	
Densidad Seca	gr/cc	1.646	1.784	1.877	1.652	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.877**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**13.4**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -3	**Fecha de Ensayo:**	05/08/2025

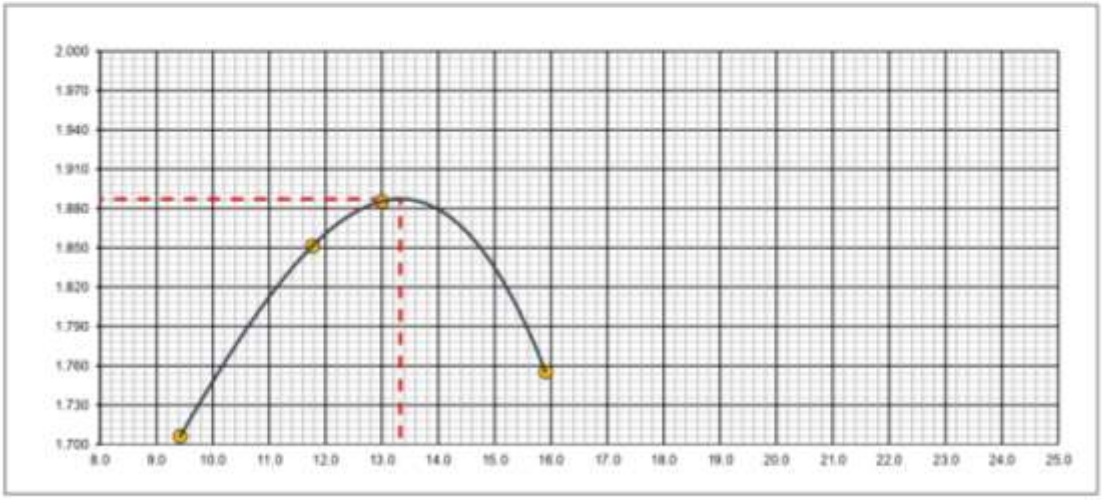
Molde N° 1	Diametro Molde	4''	Volumen Molde	2131	m3	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,678	7,110	7,240	7,036	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,978	4,410	4,540	4,336	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.867	2.069	2.130	2.035	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	71.78	87.63	77.63	96.20	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	65.60	78.40	68.70	83.00	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	6.2	9.2	8.9	13.2	
Peso del suelo seco	gr.	66	78	69	83	
Contenido de agua	%	9.4	11.8	13.0	15.9	
Densidad Seca	gr/cc	1.706	1.851	1.885	1.756	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	**1.887**	(gr/cm3)	Humedad óptima	**13.3**	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7%-1	**Fecha de Ensayo:**	05/08/2025

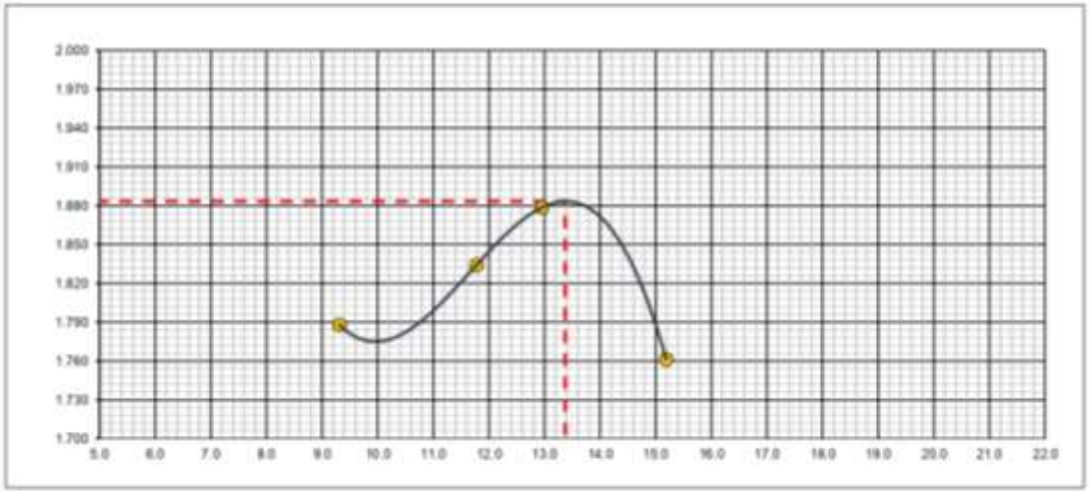
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,865	7,069	7,222	7,023	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	4,165	4,369	4,522	4,323	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.954	2.050	2.122	2.029	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	98.60	96.80	103.58	106.55	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	90.20	88.60	91.70	92.50	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	8.4	10.2	11.9	14.1	
Peso del suelo seco	gr.	90	87	92	93	
Contenido de agua	%	9.3	11.8	13.0	15.2	
Densidad Seca	gr/cc	1.788	1.834	1.879	1.761	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.883	(gr/cm3)	Humedad óptima	13.4	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)

(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	**Certificado:**	CER-EVAL. GAR - 18
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2	**Fecha de Ensayo:**	05/08/2025

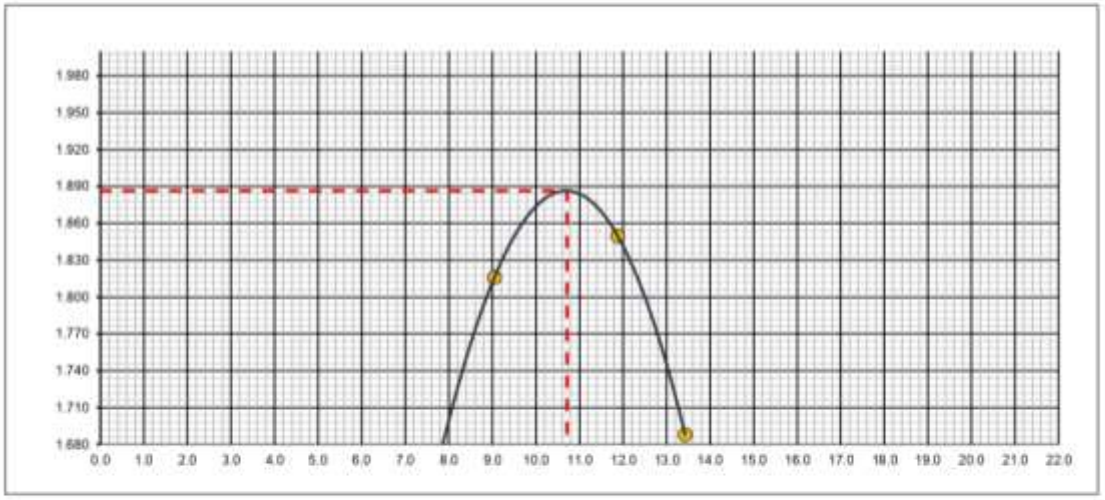
Molde N° 1	Diametro Molde	4''	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,550	6,920	7,110	6,780	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,850	4,220	4,410	4,080	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.807	1.980	2.069	1.915	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	89.50	91.60	89.50	82.80	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	83.00	84.00	80.00	73.00	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	6.5	7.6	9.5	9.8	
Peso del suelo seco	gr.	83	84	80	73	
Contenido de agua	%	7.8	9.0	11.9	13.4	
Densidad Seca	gr/cc	1.675	1.816	1.850	1.688	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.886	(gr/cm3)	Humedad óptima	10.7	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos P. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DENSIDAD/HUMEDAD (PROCTOR)
(MTC E-115, E 116 / ASTM D-1557, D 698 / AASHTO T-180)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	*Certificado:*	*CER-EVAL. GAR - 18*
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	**Ing. Responsable :**	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3	**Fecha de Ensayo:**	05/08/2025

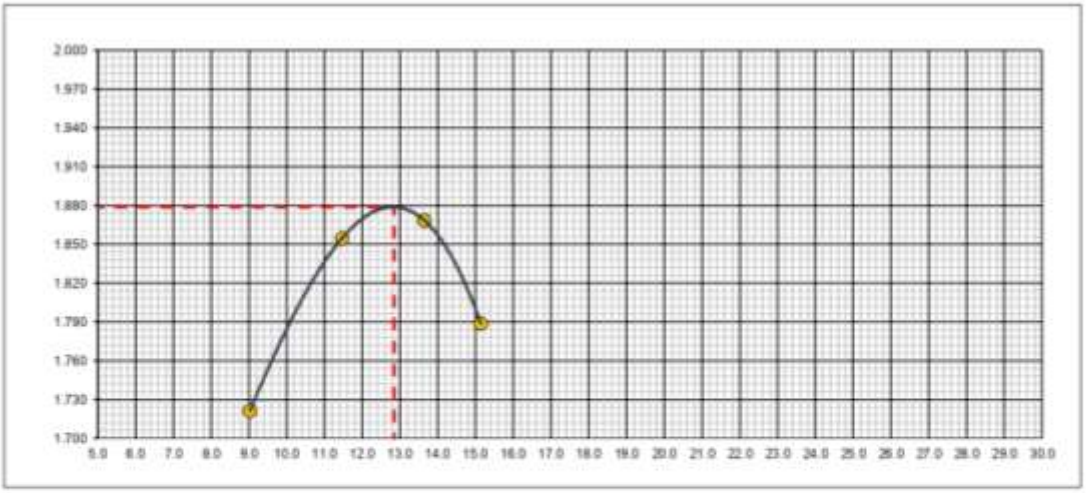
Molde N° 1	Diametro Molde	4"	Volumen Molde	2131	m3.	N° de capas	5
	Metodo	C	Peso Molde	2700	gr.	N° de golpes	25 Golp.

NUMERO DE ENSAYOS	Und.	1	2	3	4	
Peso Suelo + Molde	gr.	6,699	7,105	7,225	7,089	
Peso Suelo Humedo Compactado	gr.	3,999	4,405	4,525	4,389	
Peso Volumetrico Humedo	gr.	1.877	2.067	2.123	2.060	
Recipiente Numero		-	-	-	-	
Peso Suelo Humedo + Tara	gr.	89.40	91.40	89.78	82.90	
Peso Suelo Seco + Tara	gr.	82.00	82.00	79.00	72.00	
Peso de la Tara	gr.					
Peso del agua	gr.	7.4	9.4	10.8	10.9	
Peso del suelo seco	gr.	82	82	79	72	
Contenido de agua	%	9.0	11.5	13.6	15.1	
Densidad Seca	gr/cc	1.721	1.855	1.868	1.789	

RESULTADOS

Densidad Máxima Seca	1.879	(gr/cm3)	Humedad óptima	12.8	%

RELACION HUMEDAD - DENSIDAD SECA



OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO(CBR)

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -I		
		Fecha de Ensayo:	11/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,213		12,233		11,962	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,511		4,203		4,106	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.105		1.997		1.892	
Humedad (%)	14.7		14.6		14.6	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.836**		**1.743**		**1.651**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	89.5		81.6		83.8	
Tara+suelo seco (gr.)	78.0		71.2		73.1	
Peso de agua (gr.)	11.5		10.4		10.7	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	78.0		71.2		73.1	
Humedad (%)	14.7		14.6		14.6	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	30	0.76	0.65	34	0.86	0.74	47	1.19	1.01
	14:50	48	47	1.19	1.01	51	1.30	1.11	57	1.45	1.22
	14:50	72	54	1.37	1.16	60	1.52	1.31	64	1.63	1.37
	14:50	96	60	1.52	1.29	70	1.78	1.52	77	1.96	1.65

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		5	1.7			2	1.1				0.5		
0.050		10	2.6			7	2.1			2	1.1		
0.075		14	3.4			9	2.4			3	1.3		
0.100	**70.455**	18	4.2	4.3	**6.0**	11	2.8	2.9	**4.2**	4	1.5	1.6	**2.3**
0.150		26	5.7			16	3.8			6	2.3		
0.200	**105.680**	30	6.4	6.5	**6.2**	20	4.5	4.6	**4.4**	10	2.6	2.7	**2.5**
0.300		36	7.6			26	5.7			14	3.4		
0.400		40	8.3			29	6.2			18	4.2		
0.500		42	8.7			31	6.6			22	4.9		

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

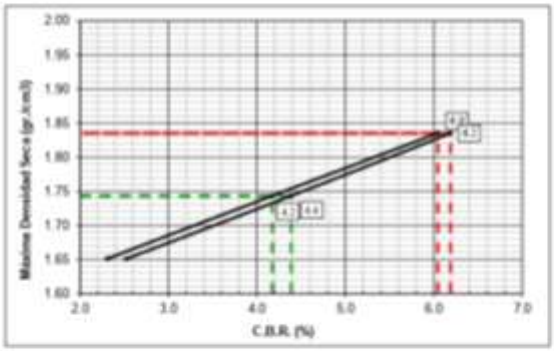
Indecopi CERTIFICADO Nº 00043633

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICLORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharassi , Bach. Juan Piero del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -1		
		Fecha de Ensayo:	10/09/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

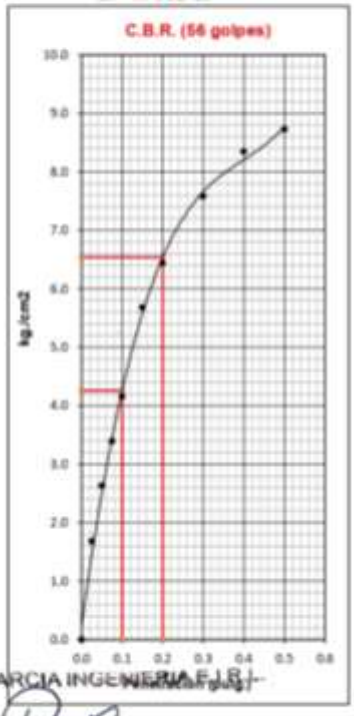


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.835** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**14.72** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.743 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.652 gr./cm3

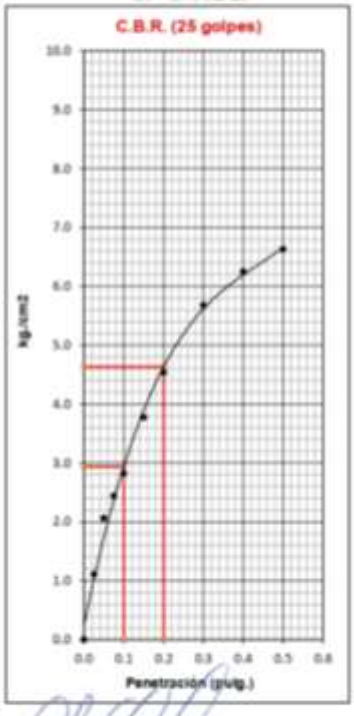
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**6.0** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**4.2** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**6.2** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**4.4** %

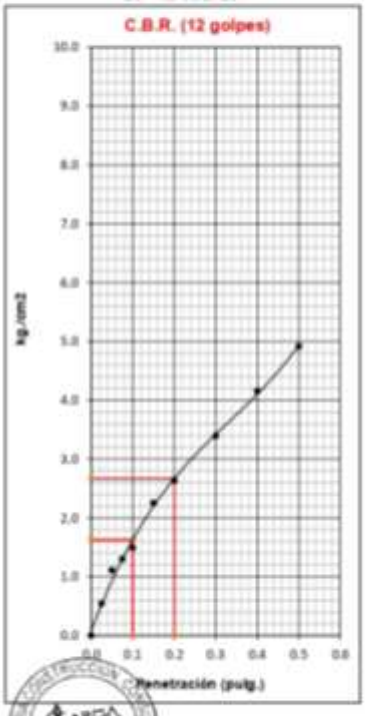
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00160810

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROBURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -2		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	5		7		9	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,281		12,299		12,026	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,579		4,269		4,172	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.137		2.028		1.923	
Humedad (%)	15.6		15.5		15.6	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.848**		**1.756**		**1.663**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	58.6		74.3		95.4	
Tara+suelo seco (gr.)	50.7		64.3		82.5	
Peso de agua (gr.)	7.9		10.0		12.9	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	50.7		64.3		82.5	
Humedad (%)	15.6		15.5		15.6	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	32	0.81	0.69	36	0.91	0.78	39	0.99	0.84
	14:50	48	39	0.99	0.84	43	1.09	0.94	49	1.24	1.05
	14:50	72	46	1.17	0.99	52	1.32	1.13	56	1.42	1.20
	14:50	96	52	1.32	1.12	62	1.57	1.35	69	1.75	1.48

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		7	2.1			4	1.5				0.5		
0.050		12	3.0			9	2.4			4	1.5		
0.075		16	3.8			11	2.8			5	1.7		
0.100	**70.455**	20	4.5	4.7	**6.6**	13	3.2	3.4	**4.8**	6	1.9	2.0	**2.9**
0.150		28	6.1			18	4.2			10	2.6		
0.200	**105.680**	34	7.2	7.2	**6.8**	24	5.3	5.3	**5.0**	14	3.4	3.3	**3.1**
0.300		40	8.3			30	6.4			18	4.2		
0.400		44	9.1			33	7.0			22	4.9		
0.500		44	9.1			36	7.6			26	5.7		

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

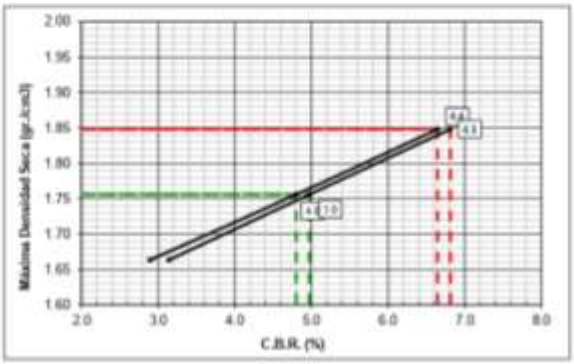
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00163610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICIORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharassi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 0% -2		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

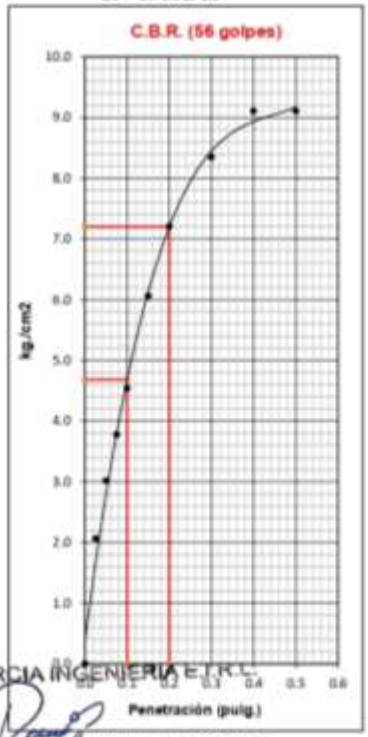


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.848** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**15.58** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.756 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.663 gr./cm3

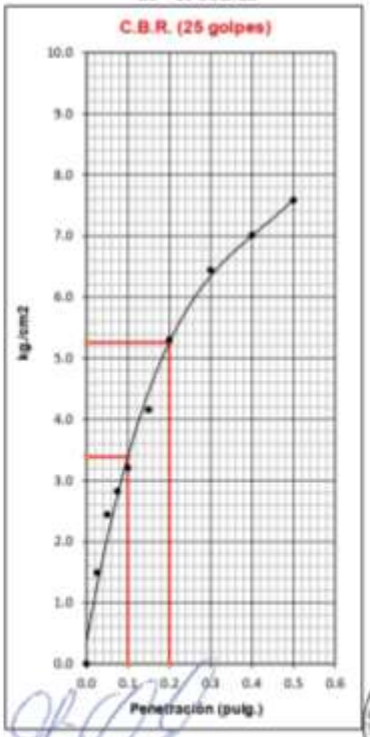
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**6.6** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**4.8** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**6.8** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**5.0** %

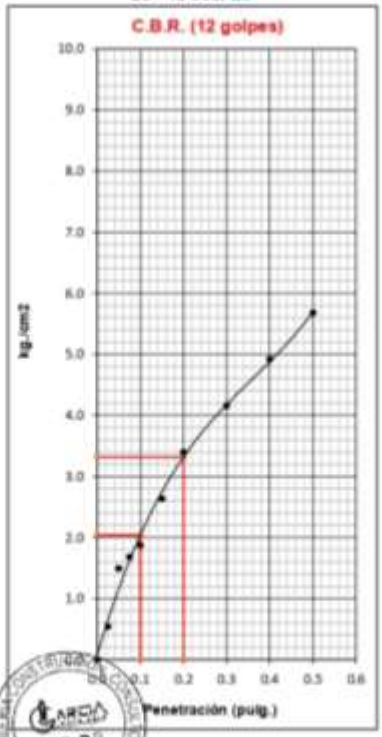
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.
Carlos H. García Palma
TÉCNICO EN CONSTRUCCIÓN

V° B°

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168619

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROIURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -1		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,282		12,310		12,026	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,580		4,280		4,170	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.137		2.033		1.922	
Humedad (%)	13.7		13.8		13.7	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.879**		**1.786**		**1.691**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	70.6		78.6		97.3	
Tara+suelo seco (gr.)	62.1		69.1		85.6	
Peso de agua (gr.)	8.5		9.6		11.7	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	62.1		69.1		85.6	
Humedad (%)	13.7		13.8		13.7	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	8	0.20	0.17	12	0.30	0.26	15	0.38	0.32
	14:50	48	15	0.38	0.32	19	0.48	0.41	25	0.64	0.54
	14:50	72	22	0.56	0.47	28	0.71	0.61	32	0.81	0.69
	14:50	96	28	0.71	0.60	38	0.97	0.83	45	1.14	0.97

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		10	2.4			8	2.3			3	1.3		
0.050		15	3.6			14	3.4			10	2.6		
0.075		20	4.5			19	4.3			15	3.6		
0.100	**70.455**	26	5.7	6.3	**8.9**	23	5.1	5.6	**8.0**	18	4.2	4.5	**6.4**
0.150		43	8.9			36	7.6			29	6.2		
0.200	**105.680**	49	10.1	9.8	**9.3**	44	9.1	8.8	**8.3**	35	7.4	7.2	**6.8**
0.300		55	11.2			50	10.2			40	8.3		
0.400		57	11.6			52	10.6			43	8.9		
0.500		57	11.6			51	10.4			44	9.1		

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

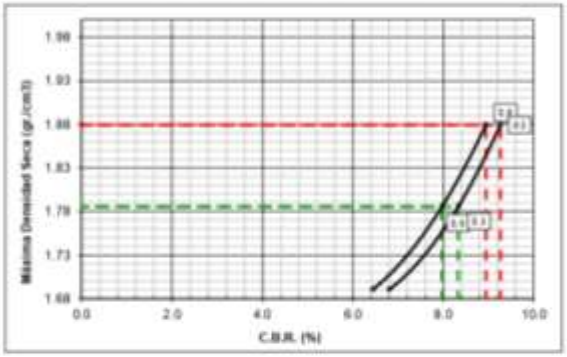
Indecopi CERTIFICADO Nº 00558810

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3%-1		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

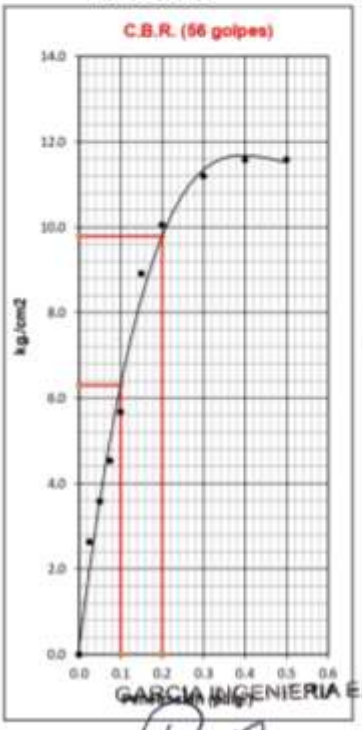


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.879** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**13.84** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.785 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.691 gr./cm3

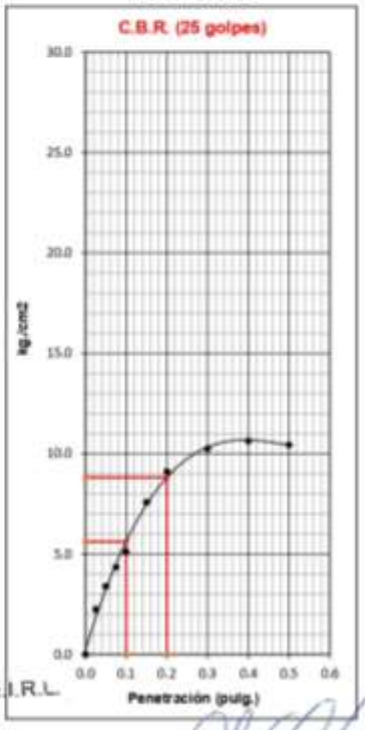
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**8.9** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**8.0** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**9.3** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**8.3** %

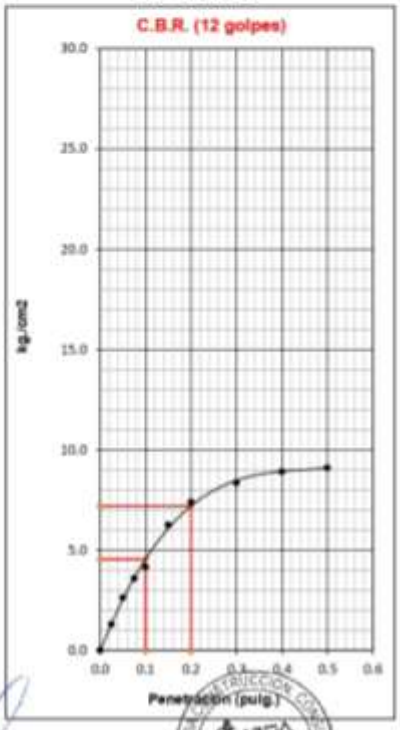
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00183610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -2		
		Fecha de Ensayo:	11/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,270		12,259		12,254	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,568		4,269		4,398	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.132		2.028		2.027	
Humedad (%)	13.2		13.4		13.4	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.882**		**1.788**		**1.788**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	362.4		321.0		300.7	
Tara+suelo seco (gr.)	320.0		283.0		265.2	
Peso de agua (gr.)	42.4		38.0		35.5	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	320.0		283.0		265.2	
Humedad (%)	13.2		13.4		13.4	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	26	0.66	0.56	30	0.76	0.65	42	1.07	0.90
	14:50	48	32	0.81	0.69	36	0.91	0.78	52	1.32	1.12
	14:50	72	39	0.99	0.84	45	1.14	0.98	59	1.50	1.27
	14:50	96	45	1.14	0.97	55	1.40	1.20	62	1.57	1.33

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		12	3.0			10	2.6			5	1.7		
0.050		17	4.0			16	3.8			12	3.0		
0.075		22	4.9			21	4.7			17	4.0		
0.100	**70.455**	28	6.1	6.7	**9.6**	24	5.3	6.1	**8.7**	20	4.5	5.1	**7.3**
0.150		46	9.5			40	8.3			34	7.2		
0.200	**105.680**	53	10.8	10.6	**10.0**	48	9.9	9.5	**9.0**	39	8.2	8.0	**7.5**
0.300		61	12.3			54	11.0			44	9.1		
0.400		64	12.9			56	11.4			47	9.7		
0.500		64	12.9			55	11.2			48	9.9		

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos Garcia Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

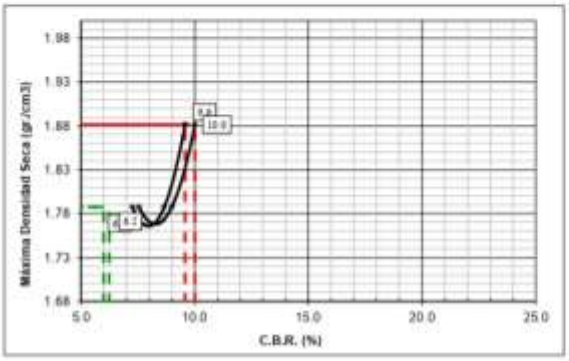
Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -2		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

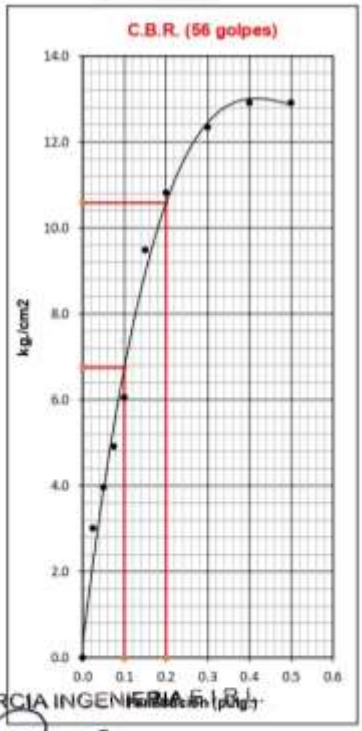


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.881** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**13.29** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.787 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.693 gr./cm3

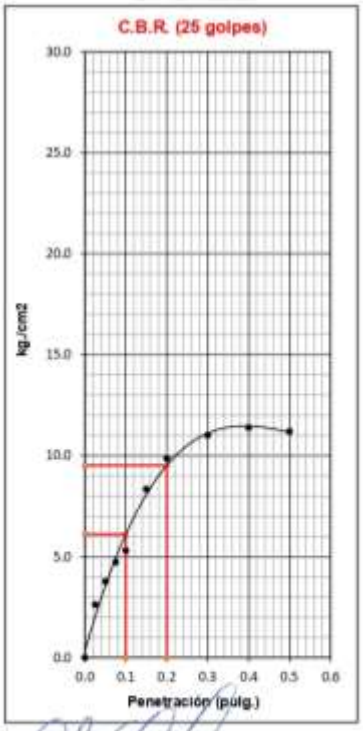
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**9.6** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**6.0** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**10.0** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**6.2** %

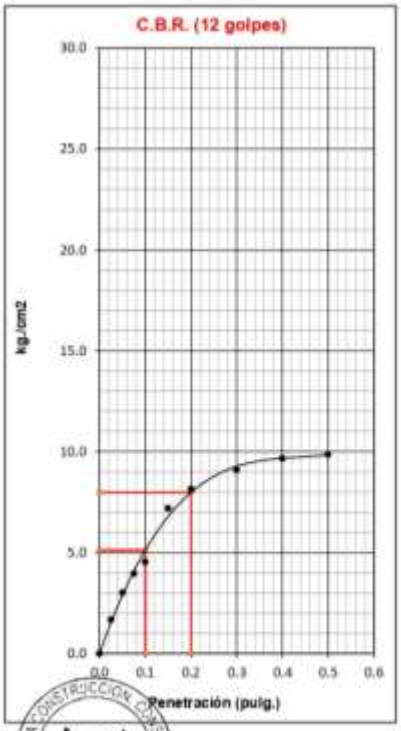
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V.º B.º

Indecopi CERTIFICADO Nº 00158610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos García P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America García del Aguila
Material:	PVC 3% -5		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,262		12,282		12,010	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,560		4,252		4,154	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda (gr./cm^3)	2.128		2.020		1.914	
Humedad (%)	13.7		13.6		13.6	
Densidad Seca (gr./cm^3)	**1.872**		**1.778**		**1.685**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	189.6		165.7		122.9	
Tara+suelo seco (gr.)	166.8		145.8		108.1	
Peso de agua (gr.)	22.8		19.9		14.7	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	166.8		145.8		108.1	
Humedad (%)	13.7		13.6		13.6	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	7	0.18	0.15	11	0.28	0.24	13	0.33	0.28
	14:50	48	13	0.33	0.28	17	0.43	0.37	23	0.58	0.49
	14:50	72	20	0.51	0.43	26	0.66	0.57	30	0.76	0.64
	14:50	96	26	0.66	0.56	36	0.91	0.78	43	1.09	0.92

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	(kg./cm^2)	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %
0.025		14	3.4			12	3.0			7	2.1		
0.050		19	4.3			18	4.2			14	3.4		
0.075		24	5.3			23	5.1			19	4.3		
0.100	**70.455**	30	6.4	7.2	**10.1**	26	5.7	6.5	**9.2**	22	4.9	5.5	**7.8**
0.150		48	9.9			42	8.7			36	7.6		
0.200	**105.680**	55	11.2	11.0	**10.4**	50	10.2	9.9	**9.4**	41	8.5	8.5	**8.0**
0.300		63	12.7			56	11.4			46	9.5		
0.400		68	13.3			58	11.8			49	10.1		
0.500		67	13.5			57	11.6			46	9.5		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V°B°

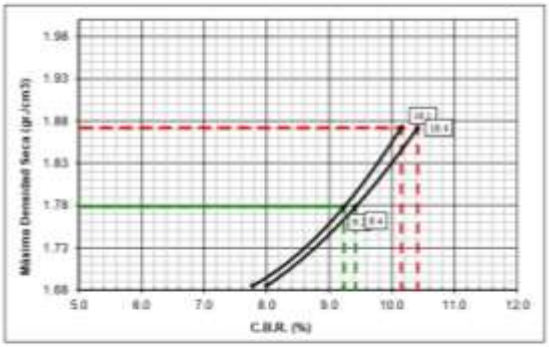
Indecopi CERTIFICADO Nº 00168810

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICORORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharassi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 3% -3		
		Fecha de Ensayo:	11/06/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

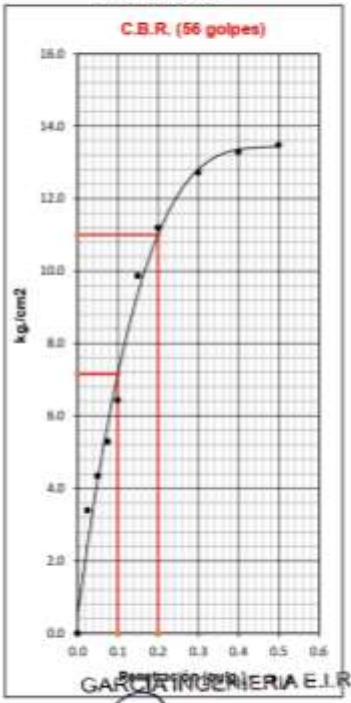


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.872** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**13.67** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.778 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.685 gr./cm3

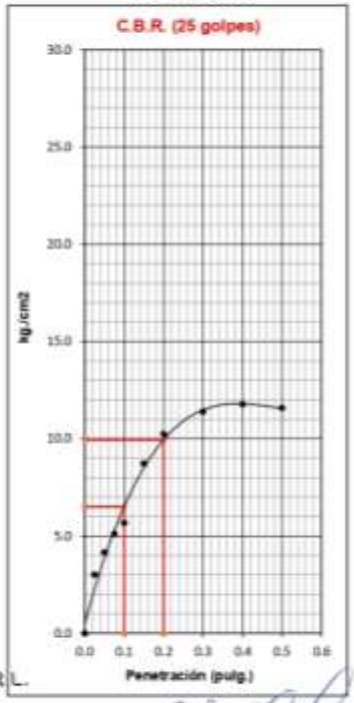
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**10.1** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**9.2** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**10.4** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**9.4** %

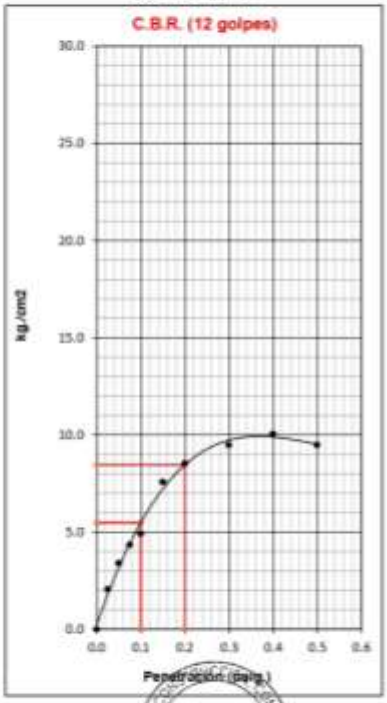
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -1		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,270		12,289		12,012	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,568		4,259		4,156	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.132		2.023		1.915	
Humedad (%)	12.9		12.8		12.8	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.888**		**1.793**		**1.699**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	270.2		225.0		197.3	
Tara+suelo seco (gr.)	239.3		199.4		175.0	
Peso de agua (gr.)	30.9		25.6		22.3	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	239.3		199.4		175.0	
Humedad (%)	12.9		12.8		12.8	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo Hr	Dial	Expansión mm	Expansión %	Dial	Expansión mm	Expansión %	Dial	Expansión mm	Expansión %
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	22	0.56	0.47	38	0.97	0.83	42	1.07	0.90
	14:50	48	32	0.81	0.69	43	1.09	0.94	52	1.32	1.12
	14:50	72	38	0.97	0.82	52	1.32	1.13	68	1.73	1.46
	14:50	96	45	1.14	0.97	68	1.73	1.48	72	1.83	1.54

PENETRACIÓN

Penetración (pulg.)	Carga Standard ($kg./cm^2$)	Molde N° 6 Carga Dial	Molde N° 6 Carga $kg./cm^2$	Molde N° 6 Corrección $kg./cm^2$	Molde N° 6 Corrección CBR %	Molde N° 7 Carga Dial	Molde N° 7 Carga $kg./cm^2$	Molde N° 7 Corrección $kg./cm^2$	Molde N° 7 Corrección CBR %	Molde N° 8 Carga Dial	Molde N° 8 Carga $kg./cm^2$	Molde N° 8 Corrección $kg./cm^2$	Molde N° 8 Corrección CBR %
0.025		20	4.5			17	4.0			11	2.8		
0.050		28	6.1			24	5.3			19	4.3		
0.075		33	7.0			29	6.2			25	5.5		
0.100	**70.455**	41	8.5	9.4	**13.3**	35	7.4	8.2	**11.6**	28	6.1	6.9	**9.8**
0.150		60	12.1			50	10.2			44	9.1		
0.200	**105.680**	76	15.2	14.5	**13.7**	67	13.5	12.5	**11.9**	55	11.2	10.7	**10.1**
0.300		85	16.9			72	14.4			61	12.3		
0.400		87	17.3			74	14.8			65	13.1		
0.500		88	17.5			73	14.6			69	13.9		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

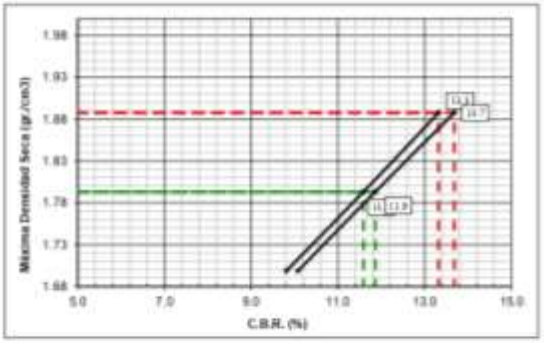
Indecopi CERTIFICADO Nº 00583633

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROBURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5%-1		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

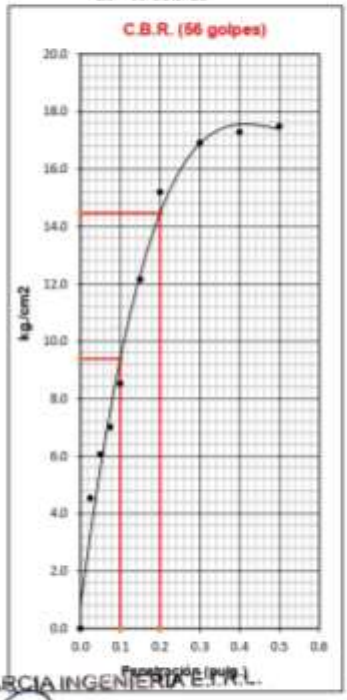


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.888** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**12.94** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.793 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.699 gr./cm3

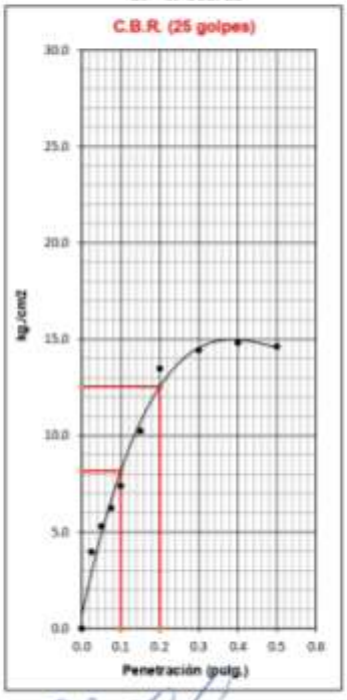
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**13.3** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**11.6** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**13.7** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**11.9** %

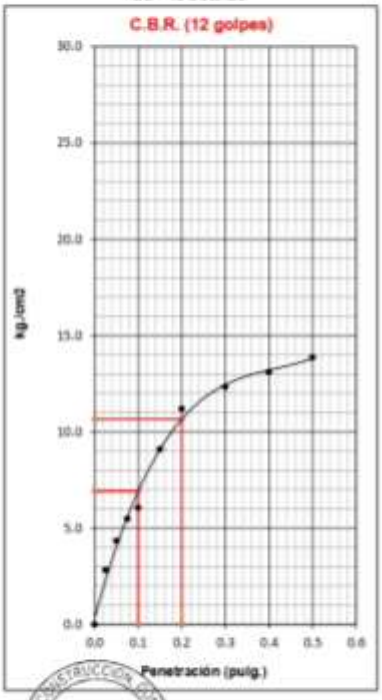
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



OBSERVACIONES:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168810

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 31
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -2		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,263		12,286		12,010	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,561		4,256		4,154	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.128		2.022		1.914	
Humedad (%)	13.4		13.4		13.3	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.877**		**1.783**		**1.689**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	362.4		321.0		300.7	
Tara+suelo seco (gr.)	319.5		283.0		265.3	
Peso de agua (gr.)	42.9		38.0		35.4	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	319.5		283.0		265.3	
Humedad (%)	13.4		13.4		13.3	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	5	0.13	0.11	8	0.20	0.17	12	0.30	0.26
	14:50	48	12	0.30	0.26	13	0.33	0.28	22	0.56	0.47
	14:50	72	18	0.46	0.39	12	0.30	0.26	28	0.71	0.60
	14:50	96	25	0.64	0.54	28	0.71	0.61	32	0.81	0.69

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		23	5.1			20	4.5			15	3.6		
0.050		31	6.6			27	5.9			23	5.1		
0.075		36	7.6			31	6.6			28	6.1		
0.100	**70.455**	46	9.5	10.5	**14.8**	36	7.6	8.7	**12.3**	33	7.0	7.8	**11.1**
0.150		65	13.1			55	11.2			49	10.1		
0.200	**105.680**	88	17.5	15.9	**15.0**	72	14.4	13.5	**12.8**	62	12.5	11.9	**11.3**
0.300		90	17.9			79	15.8			68	13.7		
0.400		92	18.2			83	16.5			72	14.4		
0.500		93	18.4			80	16.0			74	14.8		

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos R. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

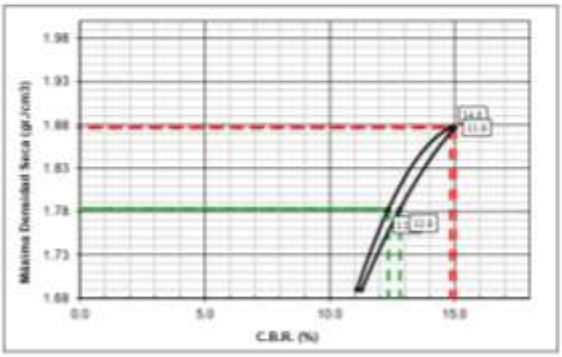
Indecopi CERTIFICADO Nº 00558655

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROBURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5%-2		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

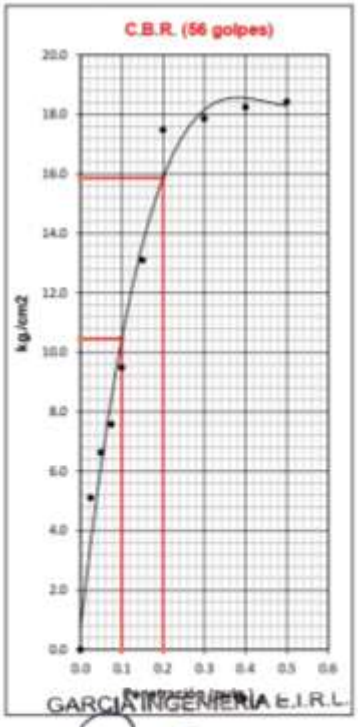


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.877** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**13.39** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.783 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.689 gr./cm3

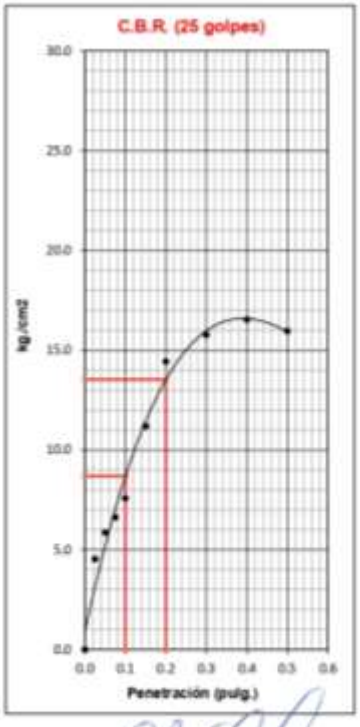
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**14.8** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**12.3** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**15.0** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**12.8** %

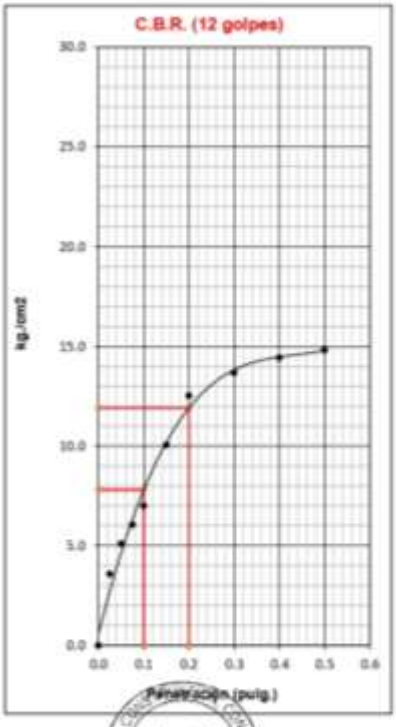
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. García Paima
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168810

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Juan Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5% -3		
		Fecha de Ensayo:	11/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	6		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,286		12,305		12,031	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,584		4,275		4,175	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.139		2.031		1.924	
Humedad (%)	13.3		13.3		13.3	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.888**		**1.792**		**1.699**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	95.8		89.9		79.4	
Tara+suelo seco (gr.)	84.5		79.2		70.1	
Peso de agua (gr.)	11.3		10.6		9.3	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	84.5		79.2		70.1	
Humedad (%)	13.3		13.3		13.3	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	36	0.91	0.78	49	1.24	1.07	53	1.35	1.14
	14:50	48	43	1.09	0.93	54	1.37	1.18	63	1.60	1.35
	14:50	72	49	1.24	1.06	63	1.60	1.37	69	1.75	1.48
	14:50	96	56	1.42	1.21	69	1.75	1.50	73	1.85	1.57

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 6				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	(kg./cm^2)	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %	Dial	kg./cm^2	kg./cm^2	CBR %
0.025		24	5.3			21	4.7			15	3.6		
0.050		32	6.8			28	6.1			23	5.1		
0.075		37	7.8			32	6.8			28	6.1		
0.100	**70.455**	45	9.3	10.3	**14.6**	38	8.0	9.0	**12.8**	33	7.0	7.8	**11.1**
0.150		64	12.9			55	11.2			49	10.1		
0.200	**105.680**	85	16.9	15.8	**15.0**	76	15.2	13.9	**13.2**	64	12.9	12.1	**11.5**
0.300		93	18.4			81	16.1			70	14.1		
0.400		95	18.8			83	16.5			74	14.8		
0.500		93	18.4			80	16.0			76	15.2		

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

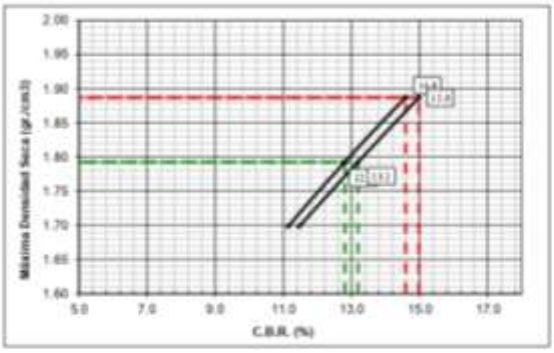
Indecopi CERTIFICADO Nº 00058510

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROMURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi ; Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 5%-3		
		Fecha de Ensayo:	11/09/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

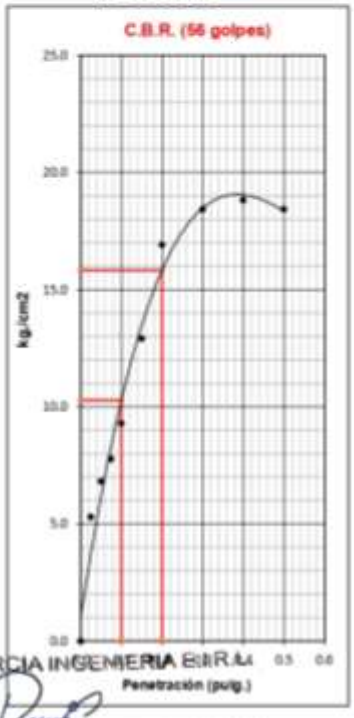


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	1.887 gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	17.59 %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.793 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.698 gr./cm3

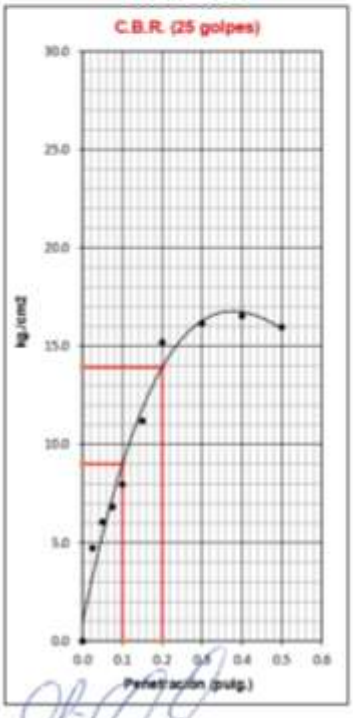
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	14.6 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	12.8 %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	15.0 %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	13.2 %

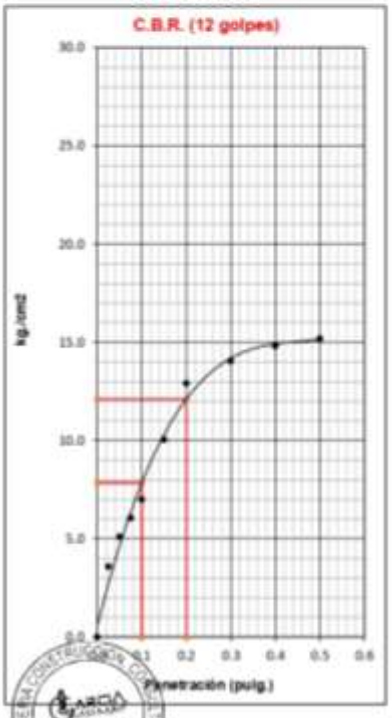
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Carlos W. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00188610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Maya Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7%-1	Fecha de Ensayo:	11/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,280		12,303		12,031	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,578		4,273		4,175	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.136		2.030		1.924	
Humedad (%)	13.4		13.4		13.5	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.883**		**1.789**		**1.696**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	267.6		232.6		187.2	
Tara+suelo seco (gr.)	235.9		205.0		165.0	
Peso de agua (gr.)	31.7		27.6		22.2	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	235.9		205.0		165.0	
Humedad (%)	13.4		13.4		13.5	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	13	0.33	0.28	25	0.64	0.54	28	0.71	0.60
	14:50	48	18	0.46	0.39	29	0.74	0.63	32	0.81	0.69
	14:50	72	23	0.58	0.50	36	0.91	0.78	38	0.97	0.82
	14:50	96	25	0.64	0.54	42	1.07	0.91	46	1.17	0.99

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^3$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		28	6.1			23	5.1			19	4.3		
0.050		36	7.6			30	6.4			27	5.9		
0.075		43	8.9			35	7.4			32	6.8		
0.100	**70.455**	51	10.4	11.5	**16.3**	50	10.2	10.8	**15.4**	40	8.3	9.3	**13.1**
0.150		70	14.1			73	14.6			60	12.1		
0.200	**105.680**	96	19.0	17.6	**16.7**	88	17.5	16.6	**15.7**	75	15.0	14.3	**13.5**
0.300		105	20.7			95	18.8			83	16.5		
0.400		107	21.1			100	19.8			84	16.7		
0.500		110	21.7			100	19.8			84	16.7		

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. N° 282335

V° B°

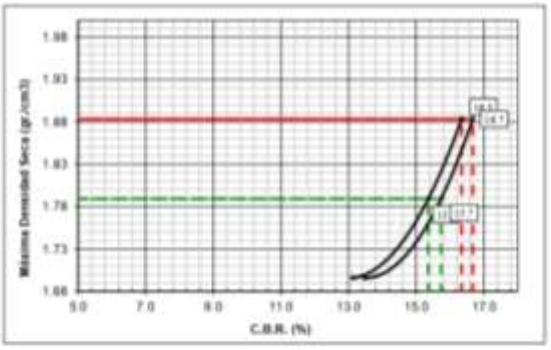
Indecopi CERTIFICADO Nº 00183610

GARCIA INGENIERIA

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7%-1		
		Fecha de Ensayo:	11/06/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

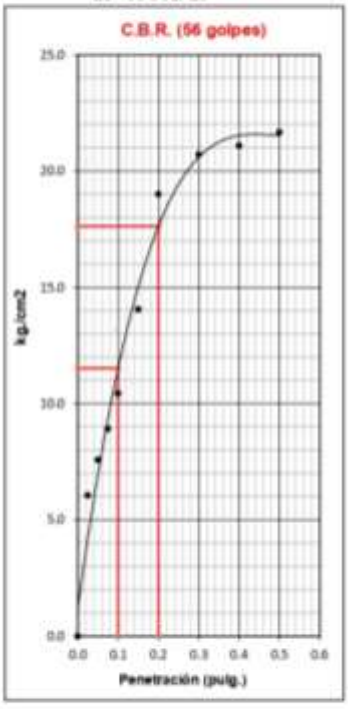


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.883** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**13.37** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.789 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.695 gr./cm3

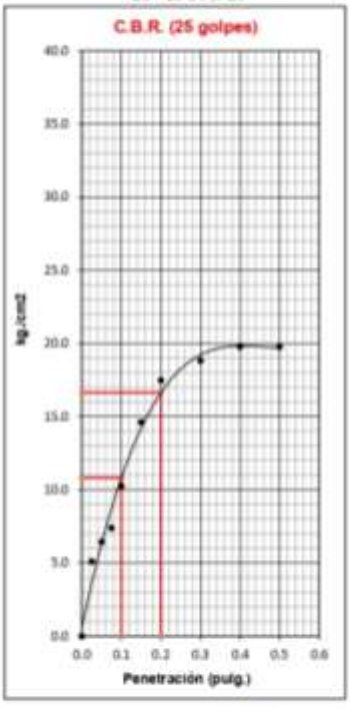
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**16.3** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**15.4** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.7** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**15.7** %

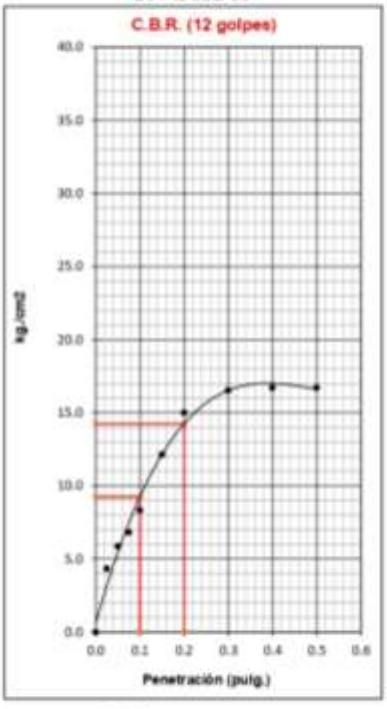
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Águila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V°B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICRORURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pasharaisi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde N°	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,182		12,207		11,936	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,480		4,177		4,080	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.091		1.984		1.880	
Humedad (%)	10.8		10.7		10.7	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.887**		**1.792**		**1.698**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	184.6		162.2		145.7	
Tara+suelo seco (gr.)	166.6		146.5		131.6	
Peso de agua (gr.)	18.0		15.7		14.1	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	166.6		146.5		131.6	
Humedad (%)	10.8		10.7		10.7	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	14	0.36	0.30	26	0.66	0.57	39	0.99	0.84
	14:50	48	19	0.48	0.41	30	0.76	0.65	43	1.09	0.92
	14:50	72	24	0.61	0.52	37	0.94	0.81	59	1.50	1.27
	14:50	96	26	0.66	0.56	43	1.09	0.94	67	1.70	1.44

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		27	5.9			22	4.9			18	4.2		
0.050		35	7.4			29	6.2			26	5.7		
0.075		42	8.7			34	7.2			32	6.8		
0.100	**70.485**	50	10.2	11.3	**16.1**	49	10.1	10.6	**15.1**	39	8.2	9.1	**12.9**
0.150		69	13.9			72	14.4			59	12.0		
0.200	**105.680**	95	18.8	17.4	**16.5**	87	17.3	16.4	**15.5**	74	14.8	14.1	**13.3**
0.300		104	20.5			94	18.6			82	16.3		
0.400		106	20.9			99	19.6			83	16.5		
0.500		109	21.5			99	19.6			83	16.5		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

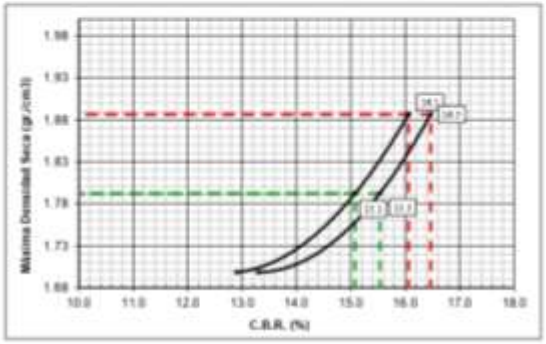
Indecopi CERTIFICADO Nº 00368650

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROBURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -2		
		Fecha de Ensayo:	11/09/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

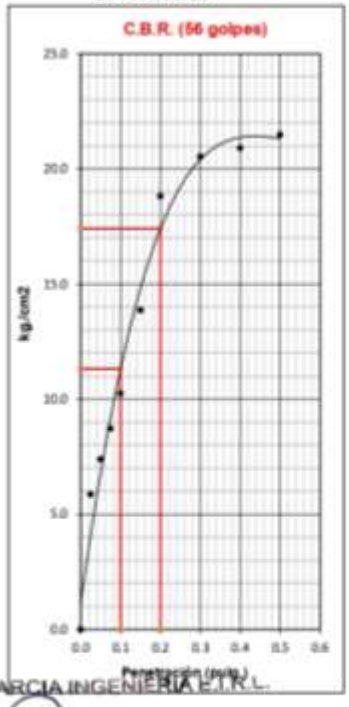


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.886** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**10.71** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.792 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.698 gr./cm3

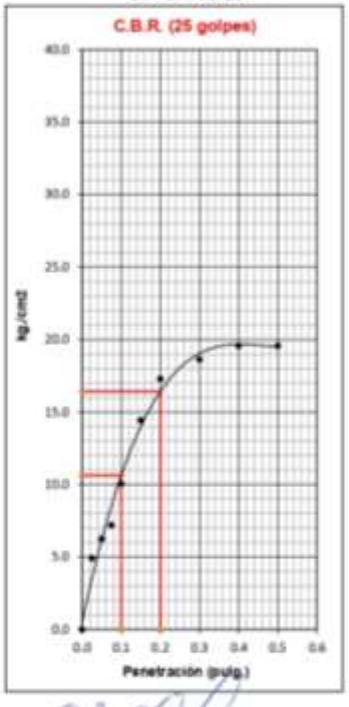
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**16.1** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**15.1** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.5** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**15.5** %

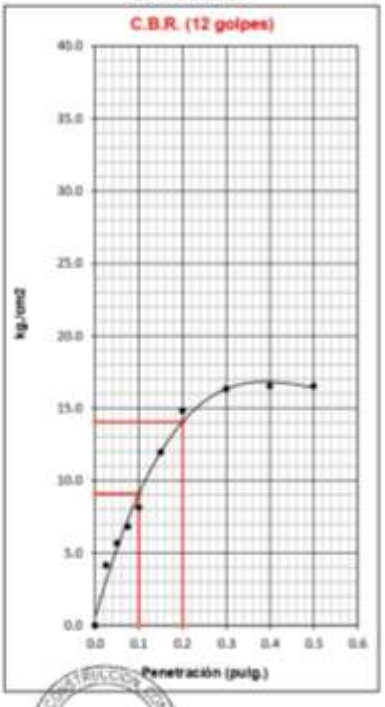
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Observaciones:

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00569010

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROROURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 21
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3		
		Fecha de Ensayo:	11/06/2025

CALCULO DE LA RELACIÓN DE SOPORTE CALIFORNIA (C.B.R.)

Molde Nº	5		7		8	
Número de capas	5		5		5	
Número de golpes	56		25		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso suelo + molde (gr.)	12,250		12,271		12,002	
Peso molde (gr.)	7,702		8,030		7,856	
Peso suelo compactado (gr.)	4,548		4,241		4,146	
Volumen del molde (cm^3)	2,143		2,105		2,170	
Densidad húmeda ($gr./cm^3$)	2.122		2.015		1.911	
Humedad (%)	12.9		12.9		12.9	
Densidad Seca ($gr./cm^3$)	**1.879**		**1.785**		**1.692**	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Tara+suelo húmedo (gr.)	184.7		162.3		145.8	
Tara+suelo seco (gr.)	163.5		143.8		129.1	
Peso de agua (gr.)	21.2		18.5		16.7	
Peso de tara (gr.)						
Peso de suelo seco (gr.)	163.5		143.8		129.1	
Humedad (%)	12.9		12.9		12.9	

EXPANSIÓN

Fecha	Hora	Tiempo	Dial	Expansión		Dial	Expansión		Dial	Expansión	
		Hr		mm	%		mm	%		mm	%
	14:50	0	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00	0	0.00	0.00
	14:50	24	12	0.30	0.26	24	0.61	0.52	37	0.94	0.79
	14:50	48	17	0.43	0.37	28	0.71	0.61	41	1.04	0.88
	14:50	72	22	0.56	0.47	35	0.89	0.76	47	1.19	1.01
	14:50	96	24	0.61	0.52	41	1.04	0.89	55	1.40	1.18

PENETRACIÓN

Penetración	Carga Standard	Molde N° 5				Molde N° 7				Molde N° 8			
		Carga		Corrección		Carga		Corrección		Carga		Corrección	
(pulg.)	($kg./cm^2$)	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %	Dial	$kg./cm^2$	$kg./cm^2$	CBR %
0.025		25	5.5			20	4.5			17	4.0		
0.050		33	7.0			27	5.9			25	5.5		
0.075		40	8.3			32	6.8			31	6.6		
0.100	**70.455**	48	9.9	10.9	**15.5**	47	9.7	10.2	**14.5**	38	8.0	8.9	**12.6**
0.150		67	13.5			70	14.1			56	11.8		
0.200	**105.680**	93	18.4	17.0	**16.1**	85	16.9	16.0	**15.1**	73	14.6	13.8	**13.1**
0.300		102	20.1			92	18.2			81	16.1		
0.400		104	20.5			97	19.2			82	16.3		
0.500		107	21.1			97	19.2			82	16.3		

OBSERVACIONES:

GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

Carlos H. García Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

América García del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

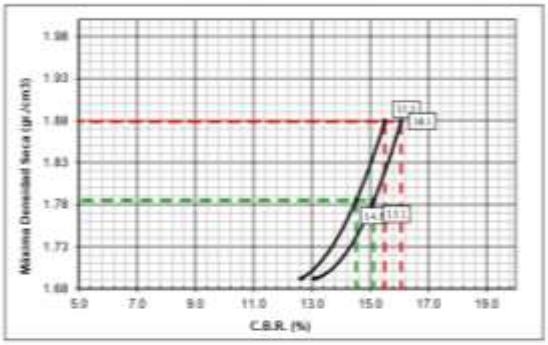
V° B°

Indecopi CERTIFICADO Nº 00168610

RELACION DE CAPACIDAD DE SOPORTE, CBR
(MTC E-132 / ASTM D-1883 / AASTHO T-193)

Obra :	"EVALUACION Y ANALISIS DEL CBR ADICIONANDO POLICROBURO DE VINILO (PVC) EN LA SUB RASANTE A NIVEL DE AFIRMADO EN LA VIA DE EVITAMIENTO, EN LA CIUDAD DE PUCALLPA"	Certificado:	CER-EVAL. GAR - 22
		Jefe de Laboratorio:	Carlos Garcia P.
Solicitante:	Bach. Mayk Bryan Sánchez Pashanasi , Bach. Jean Pierre del Águila Chavez	Ing. Responsable :	America Garcia del Aguila
Material:	PVC 7% -3		
		Fecha de Ensayo:	11/08/2025

REPRESENTACION GRÁFICA DEL CBR

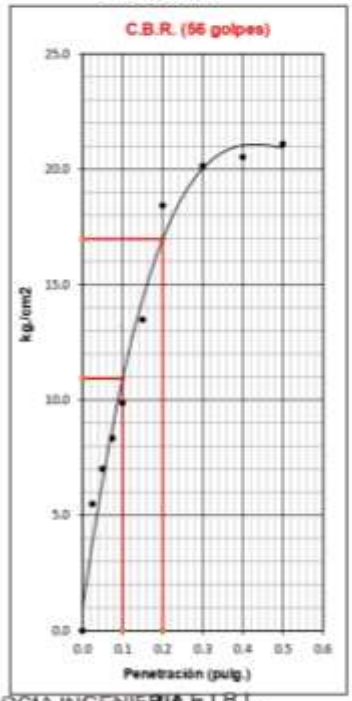


MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	AASHTO T-180
Máxima Densidad Seca	:	**1.879** gr./cm³
Optimo Contenido de Humedad	:	**12.84** %
Máxima Densidad Seca al 95%	:	1.785 gr./cm³
Máxima Densidad Seca al 90%	:	1.691 gr./cm3

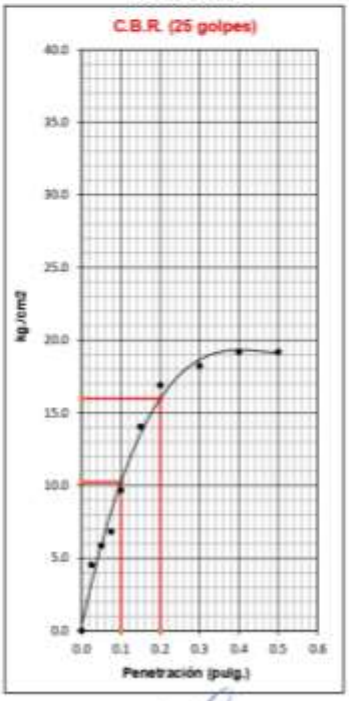
RESULTADOS: a 0,1"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,1"	=	**15.5** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,1"	=	**14.5** %

RESULTADOS: a 0,2"		
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. a 0,2"	=	**16.1** %
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. a 0,2"	=	**15.1** %

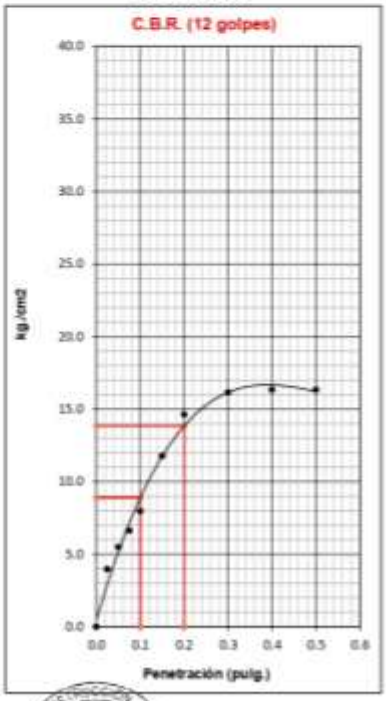
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



GARCIA INGENIERIA E.I.R.L.

OBSERVACIONES:

Carlos H. Garcia Palma
Técnico de Suelos, Concreto y Asfalto

America Garcia del Aguila
INGENIERA CIVIL
Reg. C.I.P. Nº 282335

V° B°

ANEXO N°06: CERTIFICADOS DE CALIBRACION

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 1TN4X-2025 GLM

FECHA DE EMISIÓN : 2025-07-01

1. **SOLICITANTE** : **GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA E.I.R.L.**

DIRECCIÓN : JR. JOSE GALVEZ NRO. 396 URB. CERCADO DE PUCALLPA UCAYALI - CORONEL PORTILLO - CALLERIA

2. **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : **BALANZA**

MARCA	: NO INDICA
MODELO	: BRC-30
NÚMERO DE SERIE	: NO INDICA
ALCANCE DE INDICACIÓN	: 30 kg
DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN	: 0,001 kg
DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e)	: 0,01 kg
PROCEDENCIA	: NO INDICA
IDENTIFICACIÓN	: M-2
TIPO	: ELECTRÓNICA
UBICACIÓN	: LABORATORIO
FECHA DE CALIBRACIÓN	: 2025-06-26

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

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. **PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN**
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

4. **LUGAR DE CALIBRACIÓN**
LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA
JR. JOSE GALVEZ NRO. 396 URB. CERCADO DE PUCALLPA UCAYALI - CORONEL PORTILLO - CALLERIA

SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jhon Jefferson Yoplac Villanueva
Jefe Departamento de Metrología

G&L LABORATORIO S.A.C. LABORATORIO DE METROLOGÍA MASA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima
Correos: certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
Teléfono (01) 622 - 58 - 14 **Celular** 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

G&L

Firmado digitalmente por: YOPLAC VILLANUEVA JHON JEFFERSON FIR 70812584 hard
Motivo: JEFE DEPARTAMENTO DE METROLOGÍA
Fecha: 01/07/2025 13:57:20-0500

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura	27,4 °C	27,4 °C
Humedad Relativa	71 %	69 %

6. TRAZABILIDAD

Los resultados de la calibración realizada tienen trazabilidad a los patrones nacionales del INACAL-DM, en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de **KOSSOMET**	Pesas Clase F1	PE25-C-0651
Patrones de referencia de **TOTAL WEIGHT**	Pesas Clase M2	CM-3542-2024 CM-3543-2024 CM-3544-2024

7. OBSERVACIONES

Para 30 kg. la balanza indicó 29,968 kg. Se ajustó y se procedió a su calibración.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.
Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de "CALIBRADO".
(*) Código asignado por G&L LABORATORIO S.A.C.

8. RESULTADOS DE MEDICIÓN

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SITEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	27,4	27,4

Medicion	Carga L1=	15,000 kg		Carga L2=	30,000 kg	
Nº	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)
1	15,004	0,006	-0,002	29,999	0,005	-0,006
2	15,004	0,006	-0,002	29,999	0,005	-0,006
3	15,004	0,007	-0,003	29,999	0,004	-0,005
4	15,004	0,006	-0,002	29,999	0,005	-0,006
5	15,004	0,007	-0,003	29,999	0,004	-0,005
6	15,004	0,005	-0,001	29,999	0,004	-0,005
7	15,004	0,006	-0,002	29,999	0,005	-0,006
8	15,004	0,005	-0,001	29,999	0,005	-0,006
[illegible]	15,004	0,007	-0,003	29,999	0,005	-0,006
[illegible]	15,004	0,006	-0,002	29,999	0,004	-0,005
[illegible] carga máxima			0,002			0,001
Error máximo permitido	±	0,020 kg		±	0,030 kg	

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº 1TN4X - 2025 GLM



Vista Frontal

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	27,4	27,4

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E_0(kg)	Carga (kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E_c(kg)
1	0,010	0,010	0,007	-0,007	10,000	10,003	0,006	-0,002	0,004
2		0,010	0,007	-0,007		10,005	0,006	0,000	0,006
3		0,010	0,005	-0,005		10,003	0,006	-0,002	0,002
4		0,010	0,006	-0,006		10,001	0,007	-0,006	0,000
5		0,010	0,006	-0,006		10,004	0,005	-0,001	0,005
(*) valor entre 0 y 10 e					Error máximo permitido		±	0,020 kg	

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	27,4	27,4

Carga L(kg)	CRECIENTES				DECRECIENTES				emp(**) ±(kg)
	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E_c(kg)	I(kg)	ΔL(kg)	E(kg)	E_c(kg)	
0,010	0,010	0,007	-0,007						0,010
0,020	0,020	0,007	-0,007	0,000	0,020	0,006	-0,006	0,001	0,010
0,100	0,100	0,006	-0,006	0,001	0,100	0,007	-0,007	0,000	0,010
0,500	0,500	0,007	-0,007	0,000	0,500	0,007	-0,007	0,000	0,010
1,000	1,001	0,006	-0,005	0,002	1,001	0,006	-0,005	0,002	0,010
5,000	5,002	0,007	-0,005	0,002	5,002	0,005	-0,003	0,004	0,010
10,000	10,004	0,005	-0,001	0,006	10,004	0,004	0,000	0,007	0,020
15,000	15,004	0,005	-0,001	0,006	15,004	0,006	-0,002	0,005	0,020
20,000	20,002	0,005	-0,003	0,004	20,002	0,006	-0,004	0,003	0,020
25,000	25,002	0,004	-0,002	0,005	25,002	0,005	-0,003	0,004	0,030
30,000	30,001	0,004	-0,002	0,004	30,001	0,004	-0,002	0,004	0,030

(**) error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{corregido} = R - 2{,}87E\text{-}04 \times R$$

$$U_R = 2\sqrt{1{,}04E\text{-}06\ kg^2 + 1{,}64E\text{-}08 \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza ΔL: Carga incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

Número de tipo Científico E-xx = 10^{-xx} (Ejemplo: E-05 = 10^{-5})

FIN DEL DOCUMENTO

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. MASA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14
Celular 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb Santa Elisa II Etapa.
Los Olivos - Lima

G&L LABORATORIO S.A.C
LABORATORIO DE METROLOGÍA
ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA CIVIL

CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA

Certificado de Calibración - Laboratorio de Fuerza

Calibration Certificate - Laboratory of Force

5ZODD-2025 GLF

Objeto de Prueba *Test Object*	MÁQUINA DE ENSAYOS A COMPRESIÓN
Instrumento *Instrument*	MÁQUINA PARA ENSAYOS CBR
Fabricante *Manufacturer*	HIGH WEIGHT (INDICADOR) // NO INDICA (CELDA DE CARGA TIPO "S") // NO INDICA (MARCO)
Modelo *Model*	315-X5 (INDICADOR) // NO INDICA (CELDA DE CARGA TIPO "S") // NO INDICA (MARCO)
Número de Serie *Serial Number*	0215487 (INDICADOR) // AKT5397F-5-A A (CELDA DE CARGA TIPO "S") // 37025005 (MARCO)
Identificación Interna *Internal Identification*	NO INDICA
Capacidad Máxima *Maximum Capacity*	5000 kgf
División de Escala *Scale Division*	0,1 kgf
Solicitante *Customer*	GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA E.I.R.L.
Dirección *Address*	JR. JOSE GALVEZ NRO. 396 URB. CERCADO DE PUCALLPA UCAYALI - CORONEL PORTILLO - CALLERIA
Ciudad *City*	PUCALLPA
Fecha de calibración *Date of calibration*	2025-06-26
Fecha de Emisión *Date of issue*	2025-07-01

Los resultados emitidos en este Certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este Certificado de Calibración documenta y asegura la trazabilidad de los resultados a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la Calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this Certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one.
The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the customer.

This Calibration Certificate documents and ensures the traceability of the reported results to national and internationals standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsable for Calibration the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos 6
Number of pages of the certificate and documents attached

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología G&L Laboratorio no se puede reproducir el Certificado, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del Certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the G&L Laboratorio Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the Certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO METROLOGÍA
Jhon Yoplac Villanueva
Jefe del Departamento de Metrología

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60 Urb Santa Elisa II Etapa. Los Olivos - Lima

Correos:
certificados@gylcorporation.com / laboratorio@gylcorporation.com
laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com

Teléfono (01) 622 - 58 - 14
Celular 992 - 302 - 883 / 927 - 603 - 430

DATOS TÉCNICOS

Instrumento Bajo Calibración (IBC)	
Clase según ISO 7500-1	3
Clase según ISO 376	No Identificable
Dirección de Carga	Compresión
Tipo de Indicación	Digital
División de Escala	0,1 kgf
Resolución	0,1 kgf
Intervalo de Medición Calibrado	Del 10% al 100% de la carga máxima
Límite Superior de Calibración	5000 kgf

Instrumento(s) de Referencia	
Instrumento	Celda de Carga Tipo "S" 5T
Marca	OHAUS // KELI
Modelo	T71P // A-FED
Clase ISO 7500-1	0,5
Número de Serie	B504530209 // AGB8505
Certificado de Calibración	CC – 3852 – 2024
Fecha Calibración	2024-11-08

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

La calibración se efectuó siguiendo los lineamientos establecidos en el documento de referencia ABNT NBR 8197:2021 "Materiais Metálicos - Calibração de Instrumentos de Medição de Força de Uso Geral", en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C a 35°C, con una variación máxima de 3°C durante cada serie de medición.
Se utilizó el método de comparación directa aplicando Fuerza Indicada Constante.
Se realizó una inspección general del equipo y se determina que: El equipo requiere ajuste de la indicación.

Tabla 1.
Indicaciones como se encuentra el equipo previo al ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Patrón				Errores Relativos	
		S_1	S_2	S_3	Promedio	Indicación	Repetibilidad
		Ascendente	Ascendente	Ascendente	$S_{1,2\,y\,3}$	q	b
%	kgf	kgf	kgf	kgf	kgf	%	%
20	1000,0	1096,2	1103,0	1104,6	1101,3	-9,20	0,76
60	3000,0	3076,4	3070,6	3074,0	3073,7	-2,40	0,19
100	5000,0	5083,6	5080,4	5081,2	5081,7	-1,61	0,06

Tabla 2.
Indicaciones como se entrega el equipo posterior al ajuste

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1	S_2	S_2'	S_3	S_4	Promedio
		Ascendente	Ascendente	No Aplica	Ascendente	No Aplica	$S_{1,2\,y\,3}$
%	kgf	kgf	kgf	----	kgf	----	kgf
10	500,0	517,0	518,8	—	518,2	—	518,0
20	1000,0	1025,4	1032,2	—	1030,6	—	1029,4
30	1500,0	1521,2	1523,2	—	1522,8	—	1522,4
40	2000,0	2033,2	2029,4	—	2030,2	—	2030,9
50	2500,0	2530,2	2527,4	—	2529,0	—	2528,9
60	3000,0	3029,2	3023,4	—	3026,8	—	3026,5
70	3500,0	3539,2	3538,0	—	3538,0	—	3538,4
80	4000,0	4032,4	4030,2	—	4032,0	—	4031,5
90	4500,0	4526,2	4523,8	—	4524,4	—	4524,8
100	5000,0	5022,4	5019,2	—	5020,0	—	5020,5
Ind. después de Carga		0,0	0,0	—	0,0	—	—

Técnico de Calibración: Luis Villanueva Chappa

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jhon Yoplac Villanueva
Jefe de Departamento de Metrología

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 3.
Error relativo de cero, f_0, calculado para cada serie de medición a partir de su cero residual

$f_{0,S1}$ %	$f_{0,S2}$ %	$f_{0,S3}$ %	$f_{0,S4}$ %	$f_{0,S5}$ %
0,000	-0,001	—	0,000	—

Tabla 4.
Resultados de la Calibración del instrumento para medición de fuerza

Indicación del IBC		Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida	
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios			
		q	b	v	Acces.	a	U	
%	kgf	%	%	%	%	%	kgf	%
10	500	-3,475	0,347	—	—	0,020	1,0	0,205
20	1000	-2,856	0,661	—	—	0,010	4,0	0,399
30	1500	-1,471	0,131	—	—	0,007	1,2	0,080
40	2000	-1,523	0,187	—	—	0,005	2,3	0,114
50	2500	-1,141	0,111	—	—	0,004	1,7	0,066
60	3000	-0,875	0,192	—	—	0,003	3,3	0,111
70	3500	-1,085	0,034	—	—	0,003	2,3	0,066
80	4000	-0,782	0,055	—	—	0,003	2,6	0,066
90	4500	-0,548	0,053	—	—	0,002	3,0	0,066
100	5000	-0,409	0,064	—	—	0,002	3,3	0,066



CONDICIONES AMBIENTALES

La Calibración fue ejecutada en el LAB. DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS DE GARCIA INGENIERIA CONSTRUCCION Y CONSULTORIA ubicado en la ciudad de PUCALLPA. Durante la Calibración se presentaron las siguientes condiciones ambientales.

Temperatura Ambiente Máxima:	29,9°C	**Temperatura Ambiente Mínima:**	29,8°C
Humedad Relativa Máxima:	64% HR	**Humedad Relativa Mínima:**	64% HR

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO Jhon Yoplac Villanueva Jefe Departamento de Metrología METROLOGÍA

G&L LABORATORIO S.A.C. LABORATORIO DE METROLOGÍA FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

Tabla 5.
Coeficientes para el cálculo de la fuerza en función de su deformación y su R^2, el cual refleja la bondad del ajuste del modelo a la variable.

A_0	A_1	A_2	A_3	—	R^2
1,9144E+01	1,0023E+00	2,3301E-06	-5,4628E-10		9,9999E-01

Ecuación 1: donde F (kgf) es la fuerza calculada y X (kgf) es el valor de deformación evaluado.

$$F = A_0 + (A_1 * X) + (A_2 * X^2) + (A_3 * X^3)$$

Tabla 6.
Valores calculados en función de la fuerza aplicada (kgf)

Indicación kgf	0,0	50,0	100,0	150,0	200,0
500,0	520,8	571,0	621,2	671,4	721,7
750,0	771,9	822,2	872,4	922,7	972,9
1000,0	1023,2	1073,5	1123,7	1174,0	1224,3
1250,0	1274,5	1324,8	1375,1	1425,4	1475,7
1500,0	1525,9	1576,2	1626,5	1676,8	1727,0
1750,0	1777,3	1827,6	1877,8	1928,1	1978,4
2000,0	2028,6	2078,9	2129,1	2179,3	2229,6
2250,0	2279,8	2330,0	2380,2	2430,4	2480,6
2500,0	2530,8	2581,0	2631,2	2681,3	2731,5
2750,0	2781,6	2831,8	2881,9	2932,0	2982,1
3000,0	3032,1	3082,2	3132,3	3182,3	3232,3
3250,0	3282,4	3332,3	3382,3	3432,3	3482,2
3500,0	3532,2	3582,1	3632,0	3681,9	3731,7
3750,0	3781,6	3831,4	3881,2	3931,0	3980,8
4000,0	4030,5	4080,2	4129,9	4179,6	4229,3
4250,0	4278,9	4328,5	4378,1	4427,7	4477,2
4500,0	4526,7	4576,2	4625,7	4675,1	4724,5
4750,0	4773,9	4823,3	4872,6	4921,9	4971,2
5000,0	5020,4				

Tabla 7.
Valores Residuales

Indicación del IBC kgf	Promedio $S_{1,2\,y\,3}$ kgf	Por Interpolación kgf	Residuales kgf
500,0	518,0	520,8	2,8
1000,0	1029,4	1023,2	-6,2
1500,0	1522,4	1525,9	3,5
2000,0	2030,9	2028,6	-2,3
2500,0	2528,9	2530,8	2,0
3000,0	3026,5	3032,1	5,7
3500,0	3538,4	3532,2	-6,2
4000,0	4031,5	4030,5	-1,0
4500,0	4524,8	4526,7	1,9
5000,0	5020,5	5020,4	-0,1

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C
SUPERVISOR DE LABORATORIO
Jhan Yoplac Villanueva
Departamento de Metrología
METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN Continuación...

La Tabla 8 y Tabla 9 de este Certificado de Calibración se generan debido a que las unidades de la indicación del equipo bajo Calibración no coinciden con los Newton que son las unidades definidas en el Sistema Internacional de Unidades para la magnitud derivada fuerza. Los valores aquí presentados corresponden a la multiplicación de los resultados plasmados en la Tabla 2 y Tabla 4 de este Certificado de Calibración por el factor de conversión correspondiente. Cabe aclarar que los resultados mostrados como valores relativos no se modifican al realizar la conversión de unidades.

El factor de conversión utilizado para los calculos fue: (kgf) a (kN) = 0,00980665 , tomado del documento NIST SPECIAL PUBLICATION 811: Gue for the use of the International System of Units (SI) - Anexo B8.

Tabla 8.
Indicaciones obtenidas durante la Calibración para cada valor de carga aplicado en kN.

Indicación del IBC		Indicaciones Registradas del Equipo Patrón para Cada Serie					
		S_1 Ascendente	S_2 Ascendente	S_2' No Aplica	S_3 Ascendente	S_4 No Aplica	Promedio $S_{1,2\,y\,3}$
%	kN	kN	kN	----	kN	----	kN
10	4,90	5,07	5,09	—	5,08	—	5,08
20	9,81	10,06	10,12	—	10,11	—	10,09
30	14,71	14,92	14,94	—	14,93	—	14,93
40	19,61	19,94	19,90	—	19,91	—	19,92
50	24,52	24,81	24,79	—	24,80	—	24,80
60	29,42	29,71	29,65	—	29,68	—	29,68
70	34,32	34,71	34,70	—	34,70	—	34,70
80	39,23	39,54	39,52	—	39,54	—	39,54
90	44,13	44,39	44,36	—	44,37	—	44,37
100	49,03	49,25	49,22	—	49,23	—	49,23
Ind. después de Carga		0,00	0,00	—	0,00	—	—

Tabla 9.
Resultados de la Calibración del instrumento para medición de fuerza.

Indicación del IBC		Errores Relativos				Resolución Relativa	Incertidumbre Expandida	
		Indicación	Repetibilidad	Reversibilidad	Accesorios			
		q	b	v	Acces.	a	U	
%	kN	%	%	%	%	%	kN	%
10	4,90	-3,475	0,347	—	—	0,020	0,01	0,205
20	9,81	-2,856	0,661	—	—	0,010	0,04	0,399
30	14,71	-1,471	0,131	—	—	0,007	0,01	0,080
40	19,61	-1,523	0,187	—	—	0,005	0,02	0,114
50	24,52	-1,141	0,111	—	—	0,004	0,02	0,066
60	29,42	-0,875	0,192	—	—	0,003	0,03	0,111
70	34,32	-1,085	0,034	—	—	0,003	0,02	0,066
80	39,23	-0,782	0,055	—	—	0,003	0,03	0,068
90	44,13	-0,548	0,053	—	—	0,002	0,03	0,066
100	49,03	-0,409	0,064	—	—	0,002	0,03	0,066

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO Jhon Yoplac Villanueva Jefe Departamento de Metrología METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k=2,013 y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor. La incertidumbre expandida fue estimada bajo los lineamientos del documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN DEL EQUIPO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una clase de instrumento de medición de fuerza de acuerdo con la sección 7 de la Norma ISO 7500-1:2018 y la sección 8 de la Norma ISO 376:2011.

ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 7500-1:2018					
Clase	Indicación	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad	Resolución Relativa
0,5	0,50	0,50	0,05	0,75	0,25
1	1,00	1,00	0,10	1,50	0,50
2	2,00	2,00	0,20	3,00	1,00
3	3,00	3,00	0,30	4,50	1,50

ERRORES MAXIMOS PERMITIDOS SEGÚN NORMA ISO 376:2011				
Clase	Reproducibilidad	Repetibilidad	Cero	Reversibilidad
0	0,05	0,025	0,012	0,07
0,5	0,10	0,050	0,025	0,15
1	0,20	0,100	0,050	0,30
2	0,40	0,200	0,100	0,50

OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento.
2. Los certificados de calibración sin las firmas no tienen validez.
3. El usuario es responsable de la recalibración de los instrumentos de medición. "En circunstancias normales, la calibración debe realizarse a intervalos de no más de 12 meses. Este rango puede variar según el tipo de instrumento de medición de fuerza de propósito general, el mantenimiento y la severidad del uso." (ABNT NBR 8197:2021)
4. En cualquier caso, la máquina debe calibrarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes.
5. Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No podrá ser reproducido parcialmente, excepto cuando se haya obtenido permiso previamente por escrito del laboratorio que lo emite.
6. Los resultados contenidos parcialmente en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos.
7. Se emplea la coma (,) como separador decimal.
8. Con el presente Certificado de Calibración se adjunta la etiqueta de Calibración **No. 5ZODD-2025 GLF**

Firmas que Autorizan el Certificado
Signatures Authorizing the Certificate

G&L LABORATORIO S.A.C. SUPERVISOR DE LABORATORIO Juan Yoplac Villanueva Departamento de Metrología METROLOGÍA

LABORATORIO DE METROLOGÍA G&L LABORATORIO S.A.C. FUERZA

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE G&L LABORATORIO S.A.C.