

U
N
S
A
A
C
C
U
S
C
O

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD
DEL CUSCO**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS DE INVESTIGACION:

**“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL
TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO
SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO
DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO**

2018”

Presentado por:

Bach. PIZARRO YAÑAC Jhon

Bach. HUALLPA CHURAPA Hugo Elmer

Dictaminantes:

Dr. Ing. MARIN LOAYZA José Felipe

Mgt. Ing. FERNANDEZ BACA VIDAL Carlos

M.Sc. Ing. AGUILAR HUERTA José Ronald

Tesis presentada para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

CUSCO, ENERO 2020.

DEDICATORIA

A mis padres Tula Yañac Alvarez y Martin Pizarro Amau a quiénes considero mi motivo e inspiración de mi vida, por ser las personas que me transmitieron las ganas y su confianza para luchar y seguir adelante, por ser ejemplo de fortaleza, perseverancia y superación. Esta tesis de investigación es el resultado de las enseñanzas y valores que me brindaron, personas que siempre fueron entregadas a su trabajo con honestidad y liderazgo, pero sobre todo por ser grandes seres humanos.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional.

Atte: Jhon P.Y

DEDICATORIA

Sobre todas las cosas, a Dios quien me da la vida y la fortaleza espiritual para seguir superándome.

A mis padres Santusa Churapa Ccallo y Agripino Huallpa Castillo, las dos personas más importantes de mi vida, quienes fueron el motivo e inspiración de mi vida, por brindarme su confianza para seguir adelante, y por el apoyo que me brindaron durante mis estudios, determinando mi formación académica y profesional. Este trabajo de investigación es producto de las buenas enseñanzas y valores que me inculcaron para lograr mis metas.

A mis hermanos por su apoyo incondicional en todas las etapas del proyecto de tesis.

Atte. Hugo Elmer H. Ch.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darnos las fuerzas necesarias para superarnos e iluminarnos en el camino correcto.

A nuestra alma mater, la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, que nos acogió en nuestra formación profesional.

A la comisión dictaminadora de tesis al Dr. Ing. José Felipe Marín Loayza, Mgt. Ing. Carlos Fernández Baca Vidal y M.Sc. Ing. Jose Ronald Aguilar Huerta, por su tiempo, recomendaciones y apoyo en la elaboración de la investigación.

Al ingeniero Abelardo Abarca Ancori, por apoyarnos con dedicación y compromiso, además de facilitarnos la disponibilidad integra de las instalaciones de su laboratorio de investigación GEOTEST PERU SAC.

A mis padres Tula Y.A, Martin P.A y mis familiares por ser el motor silencioso de mis éxitos y compartirme sus consejos de liderazgo y humildad.

A mis Padres Santusa Churapa C, Agripino Huallpa C y familiares, por su apoyo incondicional durante todas las etapas de mi vida e hicieron factible la elaboración de este proyecto de tesis.

A todos nuestros amigos por brindarnos su apoyo incondicional en nuestra etapa universitaria, y que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

RESUMEN

La presente tesis de investigación nace desde la problemática que presenta gran parte de las carreteras de la red vial vecinal o rural, cuya superficie de rodadura en su mayoría de tierra o terreno natural no cuentan con una estructura de pavimento debido al bajo porcentaje de CBR que presentan < 6%. La investigación propuso atender esta realidad tomando como tramo de prueba la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay; planteándose como objetivo principal, mostrar los efectos que produce la adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo (PS), hasta alcanzar una categoría de subrasante buena, sobre la variedad de suelos identificados y expuestas a tránsito vehicular.

La recolección de datos se obtuvo a través de ensayos técnicos de laboratorio como: Análisis granulométrico de suelos, límites de consistencia, determinación de la máxima densidad seca (MDS), California Bearing Ratio (CBR) y ensayo de durabilidad de suelos. La adición de pegamento sintético se realizó en los cuatro tipos de suelo identificados del total de 10 calicatas en proporciones entre 3% a 15%, con respecto al total de humedad óptima de compactación; esto permitió analizar, discutir e interpretar los resultados mediante cuadros comparativos y estadísticos.

La adición de PS influyó favorablemente en las propiedades físico-mecánicas y mejoró la capacidad de soporte CBR de los suelos identificados en la vía de estudio. Mencionar también que la presencia de polivinil acetato en emulsión acuosa, facilitó el mezclado con las partículas de suelo logrando una trabajabilidad homogénea de la mezcla respecto a la combinación sin PS, obteniendo una compactación en condiciones favorables. La interpretación de costos unitarios y elaboración del presupuesto fue desarrollada de acuerdo al diseño de pavimentos rígido y flexible, ambos expuesto a las mismas condiciones de tránsito y los parámetros de diseño, cuyos resultados llevaron a la culminación satisfactoria de este proyecto.

Es importante mencionar y destacar que la presente investigación, no desarrolló la aplicación de PS en capas de subbase y base de pavimentos, ni efectuó el análisis químico del aditivo que describa la interacción con partículas de suelo, por lo que postula abordar cualquier nueva alternativa de investigación para estos apartados.

Palabras claves: Subrasante, Pegamento sintético (PS), Adición.

ABSTRACT

This research thesis arises from the problematical that presents a large part of roads of the network neighborhood road or rural, whose road surface mostly of land or natural ground does not have a pavement structure, due to the low percentage of CBR that represents < 6%. The following research proposed to address this reality by taking as a test section the route that connects Agua Buena with The Community of Huilcarpay; considering as main target, to show the effects produced by the addition of synthetic glue based on vinyl polyacetate (PS), until reaching a good subgrade category, on the variety of soils identified and exposed to vehicular traffic.

Data collection was obtained through technical laboratory tests such as: Granulometric analysis of soils, consistency limits, determination of maximum dry density (MDS), California Bearing Ratio (CBR) and soil durability test. The addition of synthetic glue was made in the four types of soil identified from the total of 10 calicatas in proportions between 3% to 15%, in regard to the total optimum humidity of compaction; that allowed us to analyze, discuss and interpret the results through comparative and statistical tables.

The addition of PS influenced favorably into the physical-mechanical properties and improved the CBR support capacity of the soils identified on the following research. Furthermore, have to emphasize that the presence of polyvinyl acetate in aqueous emulsion, allowed the mixing with the soil particles achieving a homogeneous workability of the mixture in regard to the combination without PS, obtaining a compaction under favorable conditions. The interpretation of unit costs and budgeting were developed according to the rigid and flexible pavement design, both exposed to the same traffic conditions and design parameters, whose results led to the successful completion of this project.

It is important to mention and emphasize that this research did not develop the application of PS in layers of subbase and pavement base, nor did the chemical analysis of the additive which describes the interaction with soil particles, so it is proposed to address whatever new alternative of research for these sections.

Keywords: Subgrade, Synthetic glue (PS), Addition.

CONTENIDO

| | |
|---------------------------------------------|---|
| CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES | 1 |
| 1.1. Planteamiento del problema | 1 |
| 1.1.1. Situación problemática..... | 1 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 2 |
| 1.2.1. Problema general..... | 2 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 2 |
| 1.3. Objetivos de la investigación..... | 2 |
| 1.3.1. Objetivo general | 2 |
| 1.3.2. Objetivos específicos..... | 2 |
| 1.4. Hipótesis de la investigación | 3 |
| 1.4.1. Hipótesis general | 3 |
| 1.4.2. Hipótesis específicos | 3 |
| 1.5. Identificación de variables..... | 3 |
| 1.5.1. Variable Independiente (X)..... | 3 |
| 1.5.2. Variable Dependiente (Y) | 3 |
| 1.5.3. Operacionalización de Variables..... | 4 |
| 1.6. Justificación | 5 |
| 1.7. Delimitación | 5 |
| 1.7.1. Conceptual..... | 5 |
| 1.7.2. Espacial | 6 |
| 1.7.3. Temporal | 6 |
| 1.8. Alcance de la investigación | 6 |
| 1.9. Metodología de la investigación..... | 6 |
| 1.9.1. Enfoque de la investigación | 6 |
| 1.9.2. Nivel de la investigación | 6 |
| 1.9.3. Diseño de la investigación..... | 6 |
| 1.9.4. Unidad de análisis | 7 |
| 1.9.5. Población | 7 |
| 1.9.6. Muestra..... | 7 |
| 1.9.7. Tamaño de la muestra | 7 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.9.8. Recolección e interpretación de datos | 8 |
| CAPITULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL | 11 |
| 2.1. Antecedentes de la investigación..... | 11 |
| 2.1.1. Antecedentes a nivel nacional | 11 |
| 2.1.2. Antecedentes a nivel internacional..... | 12 |
| 2.2. Marco conceptual | 12 |
| 2.2.1. Redes viales..... | 12 |
| 2.2.2. Clasificación de caminos por tipo de superficie de rodadura..... | 13 |
| 2.3. Tráfico vehicular..... | 15 |
| 2.3.1. Clasificación de carreteras según su demanda vehicular | 16 |
| 2.4. Exploración de suelos y rocas para pavimentación de carreteras..... | 18 |
| 2.5. Subrasante..... | 19 |
| 2.5.1. Capacidad de soporte CBR de la subrasante..... | 20 |
| 2.5.2. Espesor de subrasante..... | 22 |
| 2.5.3. Propiedades físicas de la subrasante..... | 23 |
| 2.5.4. Propiedades mecánicas de la subrasante | 33 |
| 2.6. Estabilización y mejoramiento de suelos..... | 36 |
| 2.6.1. Tipo de estabilizadores de suelo..... | 36 |
| 2.6.2. Factores para determinar el tipo de estabilización | 38 |
| 2.7. Pegamento sintético a base de poliacetato de vinilo-COLA EXTRA | 38 |
| 2.7.1. Poliacetato de vinilo | 40 |
| 2.7.2. Estructura química y síntesis..... | 40 |
| 2.7.3. Proceso de fabricación | 41 |
| 2.8. Método de guía AASHTO 93 de diseño para pavimento flexible..... | 42 |
| 2.8.1. Periodo de diseño | 42 |
| 2.8.2. Variables..... | 42 |
| 2.9. Método de guía AASHTO 93 de diseño para pavimento rígido | 48 |
| 2.9.1. Periodo de diseño | 48 |
| 2.9.2. Variables..... | 48 |
| CAPITULO III: RECOLECCION DE DATOS | 53 |
| 3.1. Proceso de la recolección e interpretación de datos del proyecto | 53 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.1.1. | Ubicación del proyecto de investigación | 53 |
| 3.1.2. | Descripción del tramo de estudio | 54 |
| 3.1.3. | Visita preliminar de campo | 55 |
| 3.1.4. | Extracción de muestras a través de la excavación de calicatas | 56 |
| 3.1.5. | Ensayos de laboratorio | 64 |
| CAPITULOS IV: ANALISIS, INTERPRETACION Y DISCUSIÓN DE DATOS | | 81 |
| 4.1. | Resultados de los ensayos realizados | 81 |
| 4.1.1. | Propiedades físicas del suelo..... | 81 |
| 4.1.2. | Propiedades mecánicas del suelo | 84 |
| 4.2. | Análisis y discusión de resultados | 88 |
| 4.2.1. | Análisis granulométrico | 88 |
| 4.2.2. | Límites de consistencia | 90 |
| 4.2.3. | Contenido de humedad natural de los suelos | 91 |
| 4.2.4. | Compactación Proctor Modificado y Estándar | 92 |
| 4.2.5. | CBR (California Bearing Ratio)..... | 97 |
| 4.2.6. | Compresión NO confinada..... | 101 |
| 4.3. | Valores óptimos de CBR | 103 |
| 4.4. | Costo unitario por metro cubico de suelo | 105 |
| CAPÍTULOS V: DISEÑO ESTRUCTURAL Y PRESUPUESTO | | 107 |
| 5.1. | Diseño estructural de pavimento rígido y flexible..... | 107 |
| 5.1.1. | Metodología de diseño de pavimento flexible | 107 |
| 5.1.2. | Diseño de pavimento flexible método AASHTO 93 | 109 |
| 5.1.3. | Metodología de diseño de pavimento Rígido | 118 |
| 5.1.4. | Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO-93 | 120 |
| 5.2. | Elaboración de hoja de presupuesto | 129 |
| 5.3. | Ventajas de aplicar pegamento sintético en el proceso constructivo..... | 134 |
| 5.4. | Proceso de aplicación de pegamento sintético | 135 |
| CAPÍTULOS VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | | 136 |
| 4.1. | Conclusiones..... | 136 |
| 4.2. | Recomendaciones | 137 |
| Referencias bibliográficas..... | | 138 |

| | |
|-------------|-----|
| ANEXOS..... | 140 |
|-------------|-----|

Lista de Cuadros

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Cuadro N° 1 Número de calicatas para exploración de suelos | 19 |
| Cuadro N° 2 Funciones y características de la subrasante..... | 20 |
| Cuadro N° 3 Número de ensayos de CBR | 21 |
| Cuadro N° 4 Categorías de subrasante..... | 21 |
| Cuadro N° 5 Valores de coeficiente estructural para subrasante mejorada | 22 |
| Cuadro N° 6 Tipo de suelo y tamaño de granos..... | 23 |
| Cuadro N° 7 Tamaño de tamices del análisis granulométrico. | 24 |
| Cuadro N° 8 Plasticidad de los suelos..... | 26 |
| Cuadro N° 9 Método SUCS para clasificación de suelos de grano grueso..... | 27 |
| Cuadro N° 10 Método SUCS para clasificación de suelos de grano fino | 28 |
| Cuadro N° 11 Método AASHTO para clasificación de suelos | 30 |
| Cuadro N° 12 Descripción de materiales granular y limos-arcillosos según grupos | 31 |
| Cuadro N° 13 Valores de Índice de grupo (IG) | 32 |
| Cuadro N° 14 Comparación de simbología entre los métodos AASHTO y SUCS | 33 |
| Cuadro N° 15 Especificaciones para el ensayo Proctor Modificado | 34 |
| Cuadro N° 16 Especificaciones para el ensayo Proctor Estándar | 34 |
| Cuadro N° 17 Normas técnicas peruanas que rigen los adhesivos sintéticos | 39 |
| Cuadro N° 18 Propiedades físico-químicas del pegamento TEKNO | 40 |
| Cuadro N° 19 Niveles de confiabilidad (R) para diferentes clasificaciones funcionales de carretera..... | 43 |
| Cuadro N° 20 Valores de la desviación estándar normal (Zr) correspondiente a niveles seleccionados de confiabilidad..... | 44 |
| Cuadro N° 21 Clasificación de Índice de serviciabilidad | 45 |
| Cuadro N° 22 Coeficientes de capas estructurales..... | 46 |
| Cuadro N° 23 Clasificación de la calidad de drenaje..... | 47 |
| Cuadro N° 24 Valores de coeficiente de drenaje (mi), para Base y Sub Base..... | 47 |
| Cuadro N° 25 Condición de Drenaje para determinar el porcentaje de saturación..... | 51 |
| Cuadro N° 26 Coeficiente de drenaje de capas granulares Cd..... | 52 |
| Cuadro N° 27 Resumen general de la extracción de calicatas | 63 |
| Cuadro N° 28 Normas que rigen los ensayos realizados | 64 |
| Cuadro N° 29 Número de ensayos realizados para determinar las propiedades físicas..... | 65 |
| Cuadro N° 30 Número de ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas ... | 65 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro N° 31 Datos de ensayo Granulométrico por tamizado | 67 |
| Cuadro N° 32 Datos de ensayo Granulométrico por tamizado | 67 |
| Cuadro N° 33 Datos del ensayo de humedad-C-1 | 69 |
| Cuadro N° 34 Datos del ensayo de densidad (MTC E 116 – 2000) | 74 |
| Cuadro N° 35 Datos del ensayo de humedad (MTC E 116 – 2000) | 74 |
| Cuadro N° 36 Valores del esfuerzo patrón | 78 |
| Cuadro N° 37 Resumen de datos de penetración y fuerza de la C-1 | 78 |
| Cuadro N° 38 Resultados de CBR para la C-1, sin PS | 78 |
| Cuadro N° 39 Pesos de los especímenes con aditivo después de sumergir sucesivamente | 80 |
| Cuadro N° 40 Pesos de los especímenes sin aditivo después de sumergir sucesivamente | 80 |
| Cuadro N° 41 Análisis granulométrico por tamizado de todas las calicatas..... | 81 |
| Cuadro N° 42 Límites de consistencia y clasificación por método AASHTO | 82 |
| Cuadro N° 43 Fracciones granulométricas para todas las calicatas | 82 |
| Cuadro N° 44 Resumen de clasificación final de métodos SUCS y AASHTO de subrasante | 83 |
| Cuadro N° 45 Resumen de agrupación de suelos | 84 |
| Cuadro N° 46 Porcentaje óptimo de agua y MDS-Suelo tipo II Sin PS | 84 |
| Cuadro N° 47 Porcentaje óptimo de agua y MDS-Suelo tipo II con PS..... | 85 |
| Cuadro N° 48 Resumen de porcentajes óptimos de agua y MDS-Suelo tipo I, III, IV sin PS | 85 |
| Cuadro N° 49 Resumen de porcentajes óptimos de agua y MDS-Suelo tipo I, III, IV con PS | 86 |
| Cuadro N° 50 Resumende valores de CBR sin adición de aditivo-0.1” | 87 |
| Cuadro N° 51 Resumen de CBR entre 3% a 15% de adición de pegamento-0.1”..... | 87 |
| Cuadro N° 52 Valores de carga última y cohesión en especímenes con aditivo | 88 |
| Cuadro N° 53 Valores de carga última y cohesión en especímenes sin aditivo | 88 |
| Cuadro N° 54 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS..... | 90 |
| Cuadro N° 55 Comparación de contenidos de humedad. | 91 |
| Cuadro N° 56 Comparación de MDS de los suelos sin aditivo y con adición de PS..... | 92 |
| Cuadro N° 57 Comparación de CBR a 95% MDS-0.1” | 97 |
| Cuadro N° 58 Comparación de CBR a 100% MDS-0.1” | 98 |
| Cuadro N° 59 Incremento porcentual de CBR con adición de pegamento sintético | 98 |
| Cuadro N° 60 Comparación de carga y esfuerzo cortante entre muestras sin PS y con PS... <td>101</td> | 101 |
| Cuadro N° 61 Valores de CBR óptimos. | 105 |
| Cuadro N° 62 Cantidad y costos unitarios de PS | 105 |
| Cuadro N° 63 Comparación de costos unitarios en partidas a nivel de subrasante | 106 |
| Cuadro N° 64 Módulo de resiliencia de la subrasante a partir de valores de CBR..... | 107 |
| Cuadro N° 65 Espesor de subrasante en estado natural-Suelo Tipo III y IV | 109 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Cuadro N° 66 Espesor de subrasante en estado mejorado de los Suelos Tipo I, II, III y IV . | 109 |
| Cuadro N° 67 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo I..... | 110 |
| Cuadro N° 68 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo I | 111 |
| Cuadro N° 69 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo II..... | 112 |
| Cuadro N° 70 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo II | 113 |
| Cuadro N° 71 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo III | 114 |
| Cuadro N° 72 Diseño de pavimento flexible con adición de PS-Suelo Tipo III..... | 115 |
| Cuadro N° 73 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo IV | 116 |
| Cuadro N° 74 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo IV..... | 117 |
| Cuadro N° 75 Módulo de resiliencia de la subrasante a partir de CBR | 119 |
| Cuadro N° 76 Obtención de módulo de reacción de la subrasante K según la figura N°7 | 119 |
| Cuadro N° 77 Diseño de pavimento rígido en estado Natural-Tipo I..... | 120 |
| Cuadro N° 78 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo I..... | 121 |
| Cuadro N° 79 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo II | 122 |
| Cuadro N° 80 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo II..... | 123 |
| Cuadro N° 81 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo III | 124 |
| Cuadro N° 82 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo III | 125 |
| Cuadro N° 83 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo IV | 126 |
| Cuadro N° 84 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo IV | 127 |
| Cuadro N° 85 Resumen de espesores de pavimento flexible para cada tipo de suelo | 128 |
| Cuadro N° 86 Resumen de espesores totales de pavimento flexible para cada tipo de suelo | 128 |
| Cuadro N° 87 Resumen de espesores de capas de pavimento rígido para cada tipo de suelo | 129 |
| Cuadro N° 88 Resumen de espesores totales de pavimento rígido para cada tipo de suelo .. | 129 |
| Cuadro N° 89 Hoja de presupuesto de Pavimento Flexible sin adición de PS. | 130 |
| Cuadro N° 90 Hoja de presupuesto de Pavimento Flexible con adición de PS. | 131 |
| Cuadro N° 91 Hoja de presupuesto de Pavimento Rígido sin adición de PS. | 132 |
| Cuadro N° 92 Hoja de presupuesto de Pavimento Rígido con adición de PS | 133 |
| Cuadro N° 93 Resumen de presupuesto de los pavimentos..... | 133 |

Lista de figuras

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura N° 1 Estructura y comportamiento de un pavimento flexible (a) y rígido (b)..... | 15 |
| Figura N° 2 Relación para determinar el valor de CBR..... | 35 |
| Figura N° 3 Presentación del pegamento sintético COLA EXTRA. | 39 |
| Figura N° 4 Grupos estructurales-vinilacetato | 40 |
| Figura N° 5 Radicales libres del monómero | 41 |
| Figura N° 6 Número estructural de cada capa del pavimento..... | 45 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura N° 7 Cuadro de correlación de CBR y clasificación de suelos para obtener el módulo de reacción del suelo (K) | 50 |
| Figura N° 8 Ubicación geográfica del proyecto de investigación..... | 54 |
| Figura N° 9 Corte transversal del ensayo de límite líquido | 70 |
| Figura N° 10 Curva de CBR para C-1 | 79 |
| Figura N° 11 Curva granulométrica de las calicatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5..... | 88 |
| Figura N° 12 Curva granulométrica de las calicatas C-6, C-7, C-8, C-9 y C-10..... | 89 |
| Figura N° 13 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS | 90 |
| Figura N° 14 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS. | 90 |
| Figura N° 15 Grafico de comparación de humedad natural y contenido óptimo de agua | 91 |
| Figura N° 16 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo I..... | 93 |
| Figura N° 17 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo II. | 93 |
| Figura N° 18 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo III..... | 94 |
| Figura N° 19 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo IV..... | 95 |
| Figura N° 20 Comparación de la MDS de los suelos Tipo I, II, III y IV..... | 96 |
| Figura N° 21 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo I a 95% y 100% MDS..... | 99 |
| Figura N° 22 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo II a 95% y 100% MDS. | 99 |
| Figura N° 23 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo III a 95% y 100% MDS..... | 100 |
| Figura N° 24 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo IV a 95% y 100% MDS..... | 100 |
| Figura N° 25 Gráfico de comparación de carga última y esfuerzo cortante-Suelo Tipo III .. | 102 |
| Figura N° 26 Gráfico de comparación de carga última y esfuerzo cortante-Suelo Tipo IV .. | 102 |
| Figura N° 27 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo I..... | 103 |
| Figura N° 28 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo II | 103 |
| Figura N° 29 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo III | 104 |
| Figura N° 30 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo IV | 104 |
| Figura N° 31 Costos unitarios por metro cubico con adición de PS | 106 |
| Figura N° 32 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo I | 110 |
| Figura N° 33 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo I..... | 111 |
| Figura N° 34 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo II | 112 |
| Figura N° 35 Diseño de pavimento flexible con adición de PS-Suelo Tipo II | 113 |
| Figura N° 36 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo III..... | 114 |
| Figura N° 37 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo III..... | 115 |
| Figura N° 38 Diseño de pavimento flexible-estado natural-Suelo Tipo IV | 116 |
| Figura N° 39 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo IV..... | 117 |
| Figura N° 40 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo I..... | 120 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Figura N° 41 Diseño de pavimento rígido con adición de PS-Suelo Tipo I | 121 |
| Figura N° 42 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo II..... | 122 |
| Figura N° 43 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Suelo Tipo II | 123 |
| Figura N° 44 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo III | 124 |
| Figura N° 45 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo III..... | 125 |
| Figura N° 46 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo IV | 126 |
| Figura N° 47 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Suelo Tipo IV | 127 |
| Figura N° 48 Espesores de pavimento para suelo de tipo I, II, III y IV | 128 |
| Figura N° 49 Espesores de pavimento para suelo de tipo I, II, III y IV | 129 |
| Figura N° 50 Comparación de presupuestos de pavimento flexible y rígido | 134 |

Lista de diagramas

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Diagrama N° 1 Operacionalización de variables. | 4 |
| Diagrama N° 2 Desarrollo general de la investigación..... | 8 |
| Diagrama N° 3 Proceso de la primera fase de ensayos de laboratorio..... | 9 |
| Diagrama N° 4 Proceso de la segunda fase de ensayos de laboratorio | 10 |
| Diagrama N° 5 Proceso de fabricación y obtención de PS a base de poliacetato de vinilo.... | 41 |
| Diagrama N° 6 Proceso de recolección de datos | 53 |
| Diagrama N° 7 Ensayo de análisis granulométrico..... | 66 |
| Diagrama N° 8 Contenido de humedad | 68 |
| Diagrama N° 9 Ensayo de límite líquido | 69 |
| Diagrama N° 10 Ensayo de Límite plástico | 71 |
| Diagrama N° 11 Ensayo de Compactacion Proctor estándar | 72 |
| Diagrama N° 12 Ensayo de proctor modificado | 75 |
| Diagrama N° 13 Ensayo de CBR | 77 |
| Diagrama N° 14 Ensayo de durabilidad..... | 79 |

Lista de fotografías

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fotografías N° 1 Tramo de carretera en estudio y áreas confluentes..... | 55 |
| Fotografías N° 2 Ubicación de las Calitas C-1 y C-2, según sus características y estrato..... | 56 |
| Fotografías N° 3 Excavación y extracción de la muestra de la Calicata C-1 | 57 |
| Fotografías N° 4 Excavación y extracción de la muestra de la Calicata C-2..... | 58 |
| Fotografías N° 5 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-3..... | 58 |
| Fotografías N° 6 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-4..... | 59 |
| Fotografía N° 7 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-5 | 60 |
| Fotografía N° 8 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-6 | 60 |
| Fotografía N° 9 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-7 | 61 |

**"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE
PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA,
DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"**

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------|----|
| Fotografía N° 10 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-8 | 62 |
| Fotografía N° 11 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-9 | 62 |
| Fotografía N° 12 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-10 | 63 |
| Fotografías N° 13 Ensayo de análisis granulométrico por tamizado | 66 |
| Fotografía N° 14 Ensayo de Contenido de humedad | 68 |
| Fotografías N° 15 Ensayo de Límite líquido..... | 70 |
| Fotografías N° 16 Ensayo de Límite plástico | 71 |
| Fotografías N° 17 Ensayo de Compactación Proctor Estándar..... | 73 |
| Fotografías N° 18 Ensayo compactación Proctor Modificado..... | 76 |
| Fotografías N° 19 Ensayo de CBR..... | 77 |
| Fotografías N° 20 Ensayo de Durabilidad | 80 |

CAPITULO I: ASPECTOS GENERALES

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Situación problemática

El libro titulado “Caminos Andinos” publicado por el Ing. Orlando Barreto Jara en el año (2016), menciona que los medios de comunicación se han convertido en una de las fuentes más importantes para conectar la sociedad con la modernidad, prosperidad y desarrollo de la calidad de vida de sus habitantes, por ello las carreteras constituyen obras civiles de gran importancia.

La realidad actual de vías pavimentadas en el Perú no son tan alentadoras, según la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (M.T.C.) al presente año 2019 la red vial nacional se encuentra pavimentada en un 80%, así mismo la red vial departamental solo se encuentra pavimentada en un 13%, requiriendo la construcción de más de 23425 Km de pavimento, por último en la provincia de Cusco se han pavimentado solo el 10.87% de su red vial vecinal o rural faltando intervenir más de 360 Km.

Según el Instituto de Manejo de Agua y Medio Ambiente (IMA) entre los años 2006 y 2018 el parque automotor de la ciudad de cusco se ha incrementado en unos 145000 vehículos que representa un crecimiento promedio de 34.3% anual.

El “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” publicado por el M.T.C. en el año 2009, establece parámetro mínimo para que un suelo a nivel de subrasante garantice la estabilidad de los cimientos y soporte las cargas de una estructura civil como los pavimentos rígidos y flexibles, por ejemplo el terreno de fundación deberá cumplir con la relación $CBR \geq 6\%$ si se quiere construir una estructura de pavimento, caso contrario este manual exige el mejoramiento o reemplazo del terreno de fundación por cualquier método de estabilización, en la actualidad se puede utilizar como estabilizadores del suelo el cemento, cal, cenizas, sal, cloruro de calcio, cloruro de sodio, geosintéticos, etc. En la presente investigación se plantea otra alternativa de estabilización con la aplicación de un adhesivo sintético en base a poliacetato de vinilo, con el objetivo de mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo subrasante y cumplir con el parámetro de resistencia.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Según la inspección visual preliminar, se observó que la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, el terreno de fundación está conformado básicamente de suelos arcillosos, limosos y con presencia de gravas en el tramo inicial que es un indicativo y el propósito para estudiar su capacidad de soporte CBR, la presente investigación solo focalizo en estudiar los suelos identificados en la vía de estudio.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

PG: ¿Cómo influye el pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018?

1.2.2. Problemas específicos

PE1: ¿Cuál es la dosificación necesaria del pegamento sintético, para alcanzar una capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en categoría (BUENA) en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018?

PE2: ¿Cuánto difiere el costo directo para pavimento rígido y flexible, con la aplicación del pegamento sintético respecto al mejoramiento con material de préstamo, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018?

PE3: ¿Cómo influye la aplicación del pegamento sintético en las propiedades físicomecánicas del terreno de fundación en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

OG: Evaluar la influencia del pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo en la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

1.3.2. Objetivos específicos

OE1: Determinar la dosificación necesaria del pegamento sintético, para alcanzar una capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en categoría (BUENA) en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

OE2: Determinar la diferencia porcentual de los costos directos para pavimento rígido y flexible, con la aplicación del pegamento sintético respecto al mejoramiento con material de préstamo, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

OE3: Evaluar la influencia del pegamento sintético en las propiedades físico-mecánicas en el terreno de fundación, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco 2018.

1.4. Hipótesis de la investigación

1.4.1. Hipótesis general

HG: La adición del pegamento sintético influye directamente en el mejoramiento de capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

1.4.2. Hipótesis específicos

HE1: Mediante ensayos con la adición necesaria de pegamento sintético se determina una dosificación para alcanzar un (CBR) de la subrasante de categoría (BUENA) en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

HG2: Los costos directos para pavimento rígido y flexible con la aplicación de pegamento sintético difieren en 8% y 10% con respecto al mejoramiento con material de préstamo, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco - 2018.

HG3: Debido a la reacción química y la consistencia obtenida, el pegamento sintético si influye indirectamente en las propiedades físico-mecánicas del terreno de fundación, en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay, en la ciudad de Cusco 2018.

1.5. Identificación de variables

1.5.1. Variable Independiente (X)

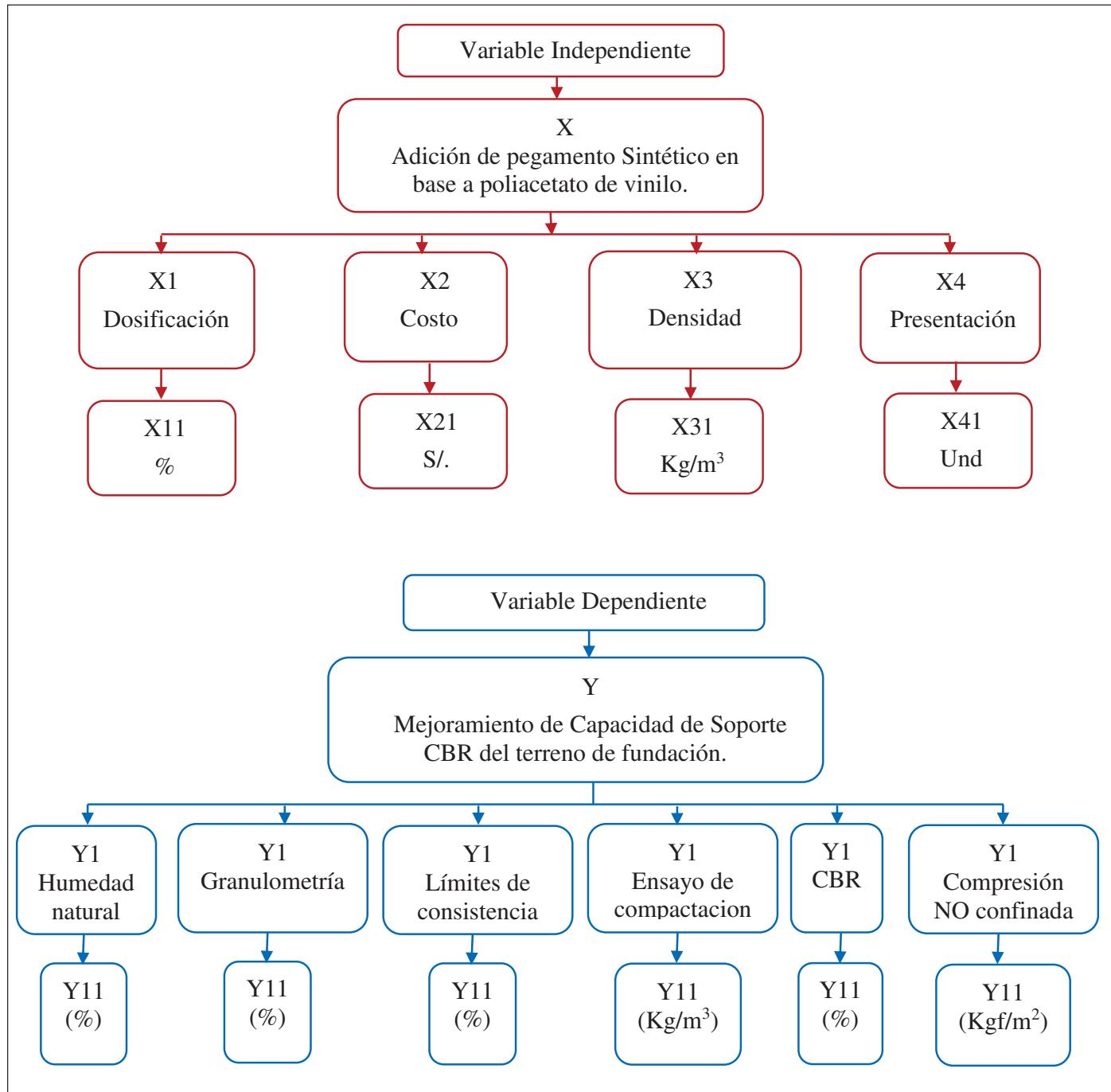
Adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo.

1.5.2. Variable Dependiente (Y)

Mejoramiento de la capacidad de soporte CBR del terreno de fundación.

1.5.3. Operacionalización de Variables

Diagrama N° 1 Operacionalización de variables.



Fuente: Elaboración propia

1.6. Justificación

La elaboración de expedientes y proyectos de pavimentación se refleja en la demanda de construcción de carreteras en la región de Cusco, considerada dentro de los problemas más importantes para la región según establece las estadísticas de la “Dirección General de Caminos y Ferrocarriles del M.T.C”, el uso del pegamento sintético como alternativa de estabilizar los suelos a nivel de subrasante se basa a las condiciones favorables que alcanza debido a su consistencia homogénea con el suelo.

La aplicación del pegamento sintético como un aditivo estabilizante puede competir como alternativa en el mercado actual de la región para la construcción de pavimentos rígidos o flexibles.

La presencia importante de limos y arcillas influye en algunas propiedades que conlleva a una baja capacidad de soporte CBR de la subrasante, la aplicación de pagamento sintético busca mejorar estas propiedades físico-mecánicas hasta alcanzar un CBR de categoría BUENA.

1.7. Delimitación

1.7.1. Conceptual

Esta investigación se basa únicamente en el estudio y evaluación del comportamiento del pegamento sintético en el terreno de fundación (subrasante), enmarcado en el ámbito de la ingeniería civil, área de transportes y geotecnia.

El proceso de recolección e interpretación de datos estuvo relacionado y focalizado solamente con las normas y reglamentos vigentes del área de transportes y geotecnia.

Esta investigación solo considera aplicar pegamento sintético a nivel de subrasante, excluyendo su evaluación a nivel de base y subbase de pavimentos.

El análisis enfatiza solo aplicar pegamento sintético en todos aquellos pavimentos que consideren una categoría de sub drenaje bueno, excluyendo claramente su uso en afirmados.

La investigación no aplico el uso de pegamento sintético en campo u obra, debido a la alta demanda de recursos económicos en maquinarias, equipos y personal.

Se investigó la durabilidad de las muestras en condiciones extremas únicamente como un ensayo complementario.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

1.7.2. Espacial

La presente investigación se realizó para muestras extraídas pertenecientes únicamente a la vía que une Agua Buena y la comunidad de Huilcarpay, sobre las progresivas 0+00 KM- 2+500 KM.

1.7.3. Temporal

El proceso de investigación se realizó en un periodo de 12 meses, desde enero del 2018 hasta enero del 2019

1.8. Alcance de la investigación

Ámbito Geográfico : San Sebastián-Cusco

Unidad de Análisis : Subrasante (vía que une Agua Buena-Huilcarpay)

1.9. Metodología de la investigación

1.9.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación es cuantitativa porque busca demostrar la influencia del pegamento sintético en la subrasante del tramo de estudio, a través de mediciones numéricas, visitas de campo, ensayos de laboratorio, cuadros comparativos y estadísticos.

1.9.2. Nivel de la investigación

Esta investigación presenta un nivel descriptivo ya que menciona y detalla cada parte del proceso, centrándose en mostrar y validar toda la información que rodea el efecto que produce añadir pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo en la subrasante a través de la recolección de datos estadísticos. Además vale mencionar que esta investigación no se centra ni busca conocer el origen del fenómeno producido.

1.9.3. Diseño de la investigación

Según el diseño, esta investigación es de tipo experimental ya que se realizó la exploración en campo y ensayos técnicos de laboratorio para cuantificar el efecto que genera la adición de pegamento sintético en la subrasante, hasta alcanzar su capacidad de soporte CBR como BUENA.

1.9.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis de la presente investigación está dada por la subrasante (terreno de fundación o terreno natural) que une la vía entre Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay.

1.9.5. Población

Está enmarcado por los 2.5 kilómetros del nivel de toda la subrasante (terreno de fundación o terreno natural) de la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay.

1.9.6. Muestra

Tomando en cuenta que cada elemento de la subrasante tiene la misma probabilidad de ser tomada o extraída, la muestra de esta investigación es de tipo probabilístico.

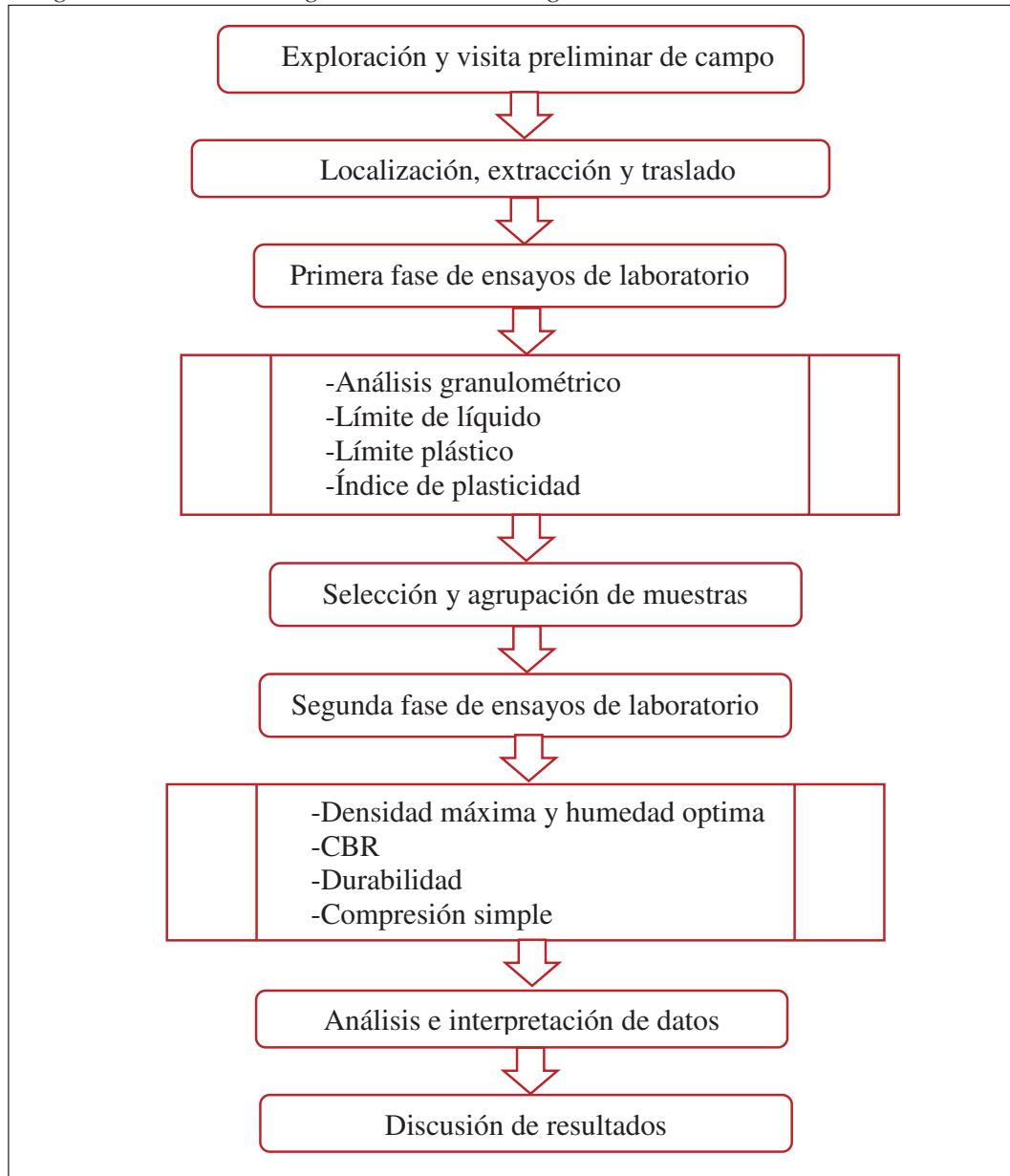
1.9.7. Tamaño de la muestra

De acuerdo al manual del M.T.C. titulado (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014), estima la extracción de una calicata por cada kilómetro si se trata de una vía expuesta a bajo volumen de tránsito o un tránsito rural, sin embargo; en esta investigación se estableció la extracción de 10 calicatas distantes 250 metros aproximadamente, tomando en cuenta la evidencia de un cambio significativo de las características de suelo y la confianza de resultados obtenidos en una variedad de suelos considerable, la equidistancia antes mencionada se ajusta a la varianza de suelos identificados en la exploración visual mas no por el tamaño de granos que presentan.

1.9.8. Recolección e interpretación de datos

El desarrollo de la presente investigación toma como referencia el siguiente diagrama 2.

Diagrama N° 2 Proceso general de la investigación



Fuente: Elaboración propia

1.9.8.1. Exploración y visita preliminar de campo

Se realizó una inspección y visualización en la vía estudiada, con el propósito de identificar aspectos geográficos y geológicos del área de interés que significaron el punto de partida para la investigación.

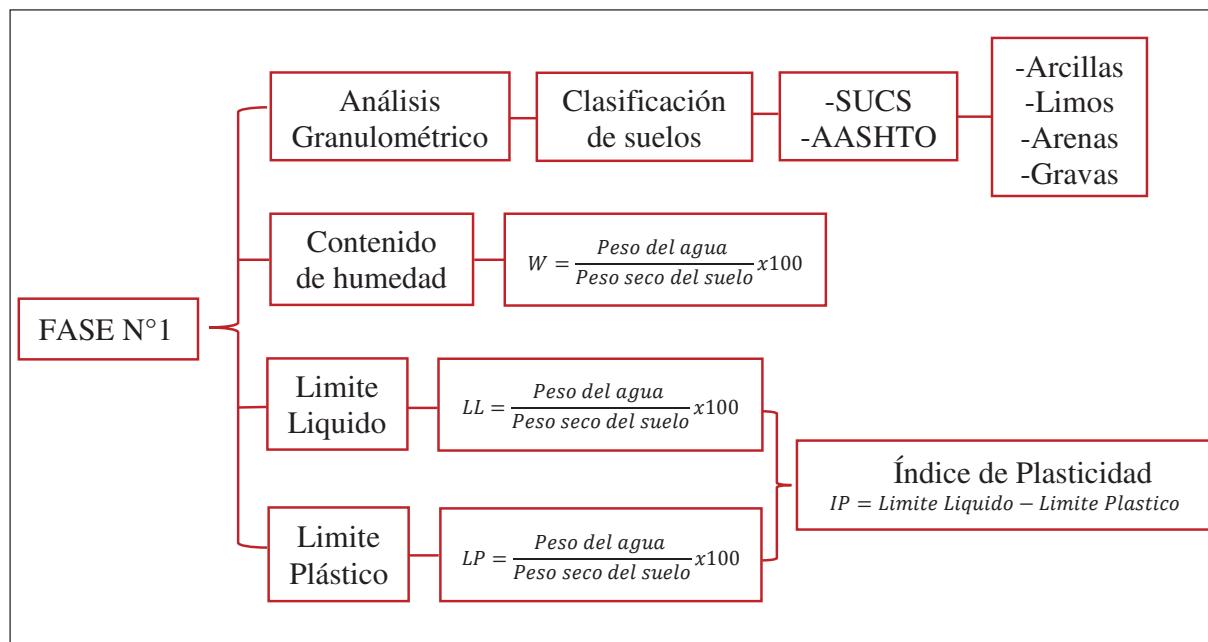
1.9.8.2. Localización, extracción y traslado

Se localizó la subrasante de la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay para la extracción de muestras con uso de maquinaria pesada (retroexcavadora) de un total de 10 calicatas que se transportaron y almacenaron en las instalaciones del laboratorio de suelos.

1.9.8.3. Primera fase de ensayos de laboratorio

Esta primera etapa de ensayos de laboratorio se realizó con el fin de conocer la clasificación o tipos de suelo que se encontró de cada calicata, ver diagrama N° 3.

Diagrama N° 3 Proceso de la primera fase de ensayos de laboratorio



Fuente: Elaboración propia

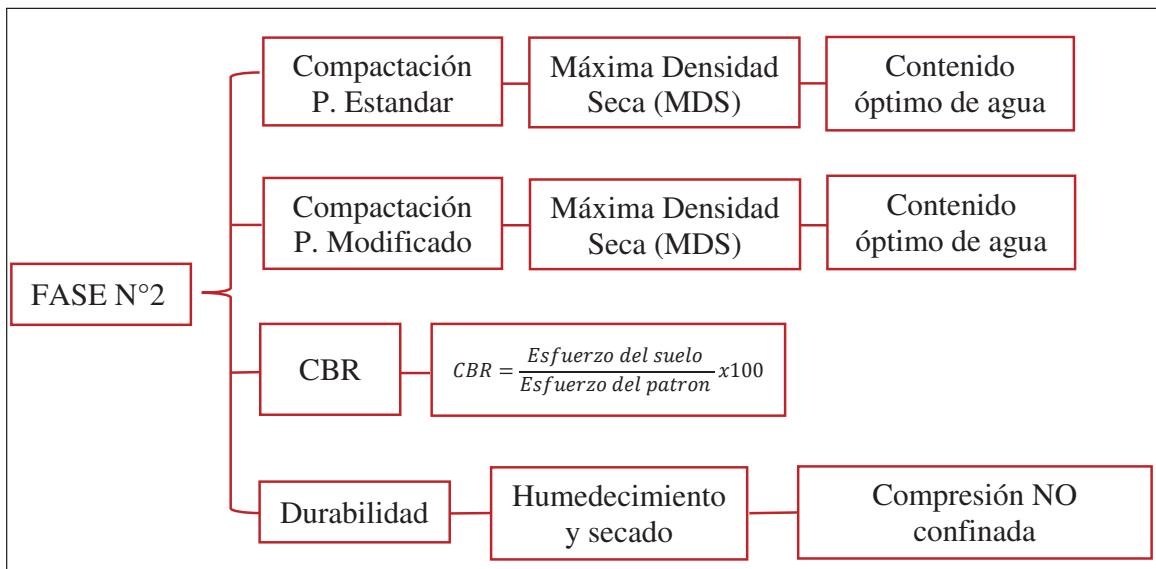
1.9.8.4. Selección y agrupación de muestras

Se designó como suelos tipo I, II, III y IV a la selección y agrupación de las muestras extraída de acuerdo al tamaño de sus partículas, obtenida de los ensayos de análisis granulométrico y límites de consistencia, vale decir si son finos, arenas o gravas.

1.9.8.5. Segunda fase de ensayos de laboratorio

Consistió en realizar los ensayos que tuvieron relación directa con la adición de pegamento sintético en las muestras de suelo, ver diagrama N° 4.

Diagrama N° 4 Proceso de la segunda fase de ensayos de laboratorio



Fuente: Elaboración propia

1.9.8.6. Análisis e interpretación de datos

A través de los ensayos de laboratorio, entrevistas, consultas y validación de información se analizó y descifró cada elemento o dato recolectado para finalmente deducir y presentar las conclusiones de la investigación relacionadas con los objetivos.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes a nivel nacional

Bach. Ramos Hinojosa Gabriel Paúl (2014) “MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE DE BAJA CAPACIDAD PORTANTE MEDIANTE EL USO DE POLÍMEROS RECICLADOS EN CARRETERAS, PAUCARÁ HUANCAVELICA 2014”

El objetivo fue mejorar la capa subrasante de baja capacidad portante mediante uso de polímeros reciclados y determinar las propiedades físicas-mecánicas de la carretera no pavimentada Paucara – Paccho Molinos.

Concluyo que la subrasante con presencia importante de arcilla y limos presenta algunas características particulares que conlleven a tener una baja capacidad portante e inestabilidad volumétrica. Además la adición de estos polímeros reciclados (PR), obtenidos de las botellas descartables PET, solo mejora las propiedades físicas-mecánicas del suelo como material para subrasante, el cual se obtiene adicionando los PR al 1.5% del peso seco del suelo, con dimensiones entre 5 y 10 mm de forma rectangular, se aprecia un incremento porcentual en promedio del CBR en 26% debido a adicionar al suelo hace que tenga mayor fricción y por ende presente mayor resistencia al corte.

Bach. Roly Roberth Leiva Gonzales (2016) “UTILIZACIÓN DE BOLSAS DE POLIETILENO PARA EL MEJORAMIENTO DE SUELO A NIVEL DE LA SUBRASANTE EN EL JR. AREQUIPA, PROGRESIVA 0+000- KM 0+100, DISTRITO DE ORCOTUNA, CONCEPCION, HUANCAYO”.

El objetivo fue determinar la influencia de las bolsas de polietileno en el suelo a nivel de subrasante del Jr. Arequipa progresiva 0+000- km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción.

Concluyo que el uso de bolsas de polietileno fundido en forma de grumos influyó en el mejoramiento de la Subrasante, así mismo mejoró las propiedades físicas y mecánicas, realizó diferentes proporciones entre 2% y 10 % logrando un aumento de CBR en promedio de 7.98%, superior al permisible.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

2.1.2. Antecedentes a nivel internacional

Perret, Henry Germán (2015)“ESTABILIZACIÓN DE LOESS CON SILICATO PARA USO VIAL, CÓRDOBA ARGENTINA 2015”

El objetivo fue alcanzar un suelo para uso vial con capacidad portante aceptable para incremento de la vida útil de la superficie de rodamiento, teniendo en cuenta la interacción física y mecánica del loess – silicato, utilizando las proporciones de suelo- silicato- agua necesarias para obtener una mezcla estabilizada.

Concluyo que las muestras de suelo estudiados y ubicadas en el campus de la Universidad Católica de Córdoba para el ensayo CBR fueron bajo en promedio del 2%. Esto indica un comportamiento pobre como material de la subrasante, siendo la muestra compactada a la energía proctor estándar (T-99) por lo tanto, la adición de silicato no modificó la clasificación del suelo, pero si mejora la capacidad de soporte, en un 5 %.

Angie Daniela Tirano Martínez, Cesar Dario Moyano Cobos (2016)“ANALISIS DE RESISTENCIA Y DURABILIDAD DE UN SUELO-CEMENTO ADICIONANDO MATERIAL NO BIODEGRADABLE POLIETILENO MALLA RASHEL (POLISOMBRA) RECICLADA EN DIFERENTES PORCENTAJES EN RELACION DEL PESO DEL SUELO”

El objetivo fue determinar la resistencia y durabilidad de un suelo-cemento adicionando material no biodegradable polietileno malla Rashell (polisombra) en diferentes porcentajes, en relación con el peso del suelo.

Concluyo que la adición de material no degradable polietileno malla Rashell cumple con los requisitos mínimos de resistencia mínima con un valor de 2.1Mpa y ofrece una mejora en los costos de la mezcla, ya que se requiere menos porcentaje de cemento para una adición del 1% de polisombra, lo cual genera beneficios de resistencia, durabilidad y económicos.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Redes viales

Según el “Ministerio de Transportes y Comunicaciones” (M.T.C. M. d., 2013), en su publicación (Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial), considera red vial a toda superficie terrestre, pública o privada, por donde circulan peatones

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

y vehículos, que está señalizada y bajo jurisdicción de las autoridades nacionales y/o provinciales, responsables de la aplicación de las leyes de tránsito, a través de las cuales se puede lograr establecer relaciones comerciales entre productores y consumidores, entre vendedores y compradores y entre los diferentes pueblos.

Red vial nacional: Corresponde a las carreteras de interés nacional, conformadas por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras departamentales o regionales y de las carreteras vecinales o rurales. (M.T.C. M. d., 2013, pág. 41)

Red vial departamental o regional: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional. Articula básicamente a la red vial nacional con la red vial vecinal o rural. (M.T.C. M. d., 2013, pág. 41)

Red vial vecinal o rural: Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, estas entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacionales y departamentales o regionales. (M.T.C. M. d., 2013, pág. 41)

2.2.2. Clasificación de caminos por tipo de superficie de rodadura

Según la D.G.C.F¹ del M.T.C. más del 40% de vías a nivel nacional carece de una estructura de pavimento con una superficie de rodadura que ofrezca comodidad y satisfacción en los usuarios, sin embargo, más del 85% de zonas rurales se encuentran conectadas con vías con acceso vehicular a nivel de todo el Perú. Este proyecto se plantea en atender estos sectores que no cuentan con un pavimento adecuado que sea capaz de facilitar, mejorar y desarrollar la calidad de vida de los peruanos que habitan en los sectores más lejanos del Perú.

2.2.2.1. Caminos con superficie de rodadura no pavimentada

De acuerdo al “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos (M.C.S.G.G.P)” (M.T.C., 2014) estos caminos se clasifican como:

¹ D.G.C.F: Dirección General de Caminos y Ferrocarriles

Caminos de tierra: Constituidos por suelo natural y mejorado con grava seleccionado por zarandeo. (M.T.C., 2014, pág. 11)

Caminos de Gravas: Constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo, seleccionados manualmente o por zarandeo de tamaño máximo de 75 mm. (M.T.C., 2014, pág. 11)

Caminos afirmados: Constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificados naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuestos por una combinación apropiada de tres tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo de 25 mm. (M.T.C., 2014, pág. 11)

Caminos afirmados con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales

- Afirmados con grava tratada con materiales como asfalto, cemento, cal, aditivos químicos y otros.
- Suelos naturales estabilizados con material granular y finos ligantes, asfalto, cal, aditivos químicos y otros. (M.T.C., 2014, pág. 11)

2.2.2.2. Caminos pavimentados

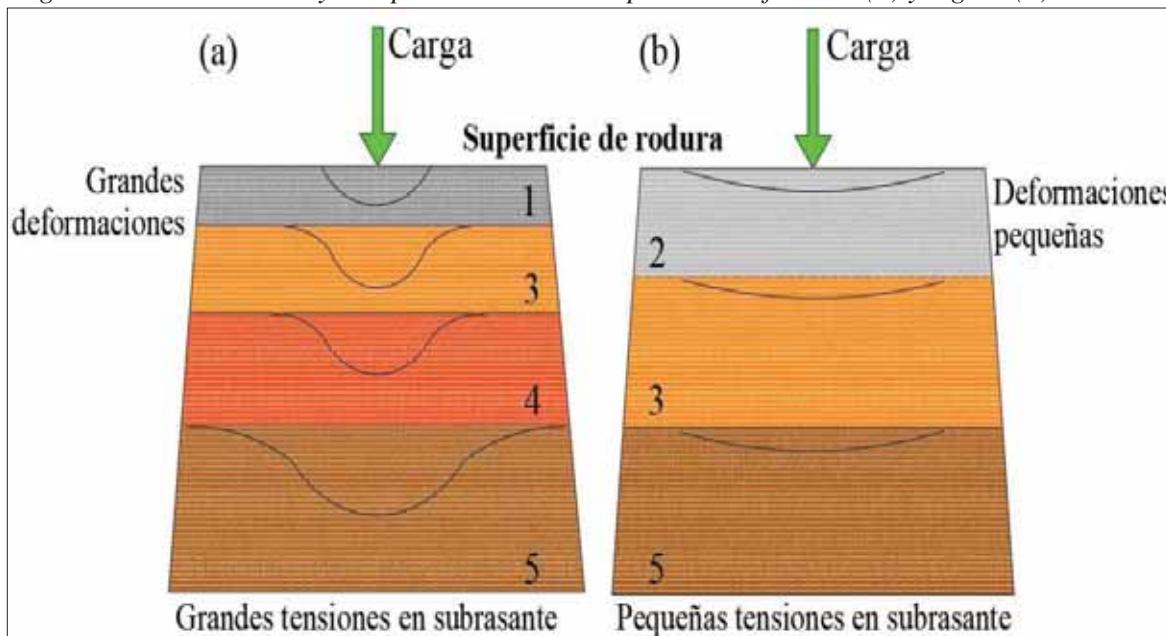
Estos caminos están clasificados de la siguiente manera.

Pavimentos flexibles: Es una estructura compuesta por capas granulares (subbase, base) y como capa de rodadura una carpeta constituida con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el caso aditivos. Principalmente se considera como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares. Ver Figura N° 1 (a). (M.T.C., 2014, pág. 22)

Pavimentos semirrígidos: Es una estructura de pavimento compuesta básicamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); también se considera como pavimento semirrígido la estructura compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se ha incluido los pavimentos adoquinados. (M.T.C., 2014, pág. 22)

Pavimentos rígidos: Es una estructura de pavimento compuesta específicamente por una capa de base granular, no obstante, esta capa puede ser estabilizada y una capa de rodadura de losa de concreto, ver Figura N°1 (b). (M.T.C., 2014, pág. 22)

Figura N° 1 Estructura y comportamiento de un pavimento flexible (a) y rígido (b)



1: Carpeta asfáltica, 2: Losa de concreto, 3: Base, 4: Subbase y 5: Subrasante

Fuente: Elaboración propia basado a Minaya y Ordoñez

La figura N° 1 muestra que la deformación en la estructura de un pavimento flexible es más evidente y pronunciada con respecto al de un pavimento rígido, además la subrasante en un pavimento rígido recibe en menos intensidad la trasmisión de cargas debido a la rigidez de su carpeta de rodadura.

2.3. Tráfico vehicular

Según el M.C.S.G.G.P del (M.T.C., 2014), menciona que la demanda del tráfico es un aspecto esencial que se debe conocer con relativa y suficiente precisión, para planificar y diseñar con éxito muchos aspectos de la vialidad, entre ellos el diseño del pavimento y el de la plataforma del camino.

En lo que corresponde a la sección de suelos y pavimentos, la necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista, el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta qué límites de volúmenes de tráfico se

estima que crecerá la demanda que afectará a la estructura vial, durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del Índice Medio Diario Anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los términos de referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos.

El efecto del tránsito se mide en la unidad definida por AASHTO², como Ejes Equivalentes (EE) acumulados durante el periodo de diseño tomado en el análisis. AASHTO definió como un EE, al efecto de deterioro causado sobre el pavimento por un eje simple de dos ruedas convencionales cargados con 8.2 tn de peso, con neumáticos a la presión de 80 Ibs/pulg². Los Ejes Equivalentes (EE) son factores de equivalencia que representan el factor destructivo de las distintas cargas, por tipo de eje que conforman cada tipo de vehículo pesado, sobre la estructura del pavimento. (M.T.C., 2014, pág. 66)

2.3.1. Clasificación de carreteras según su demanda vehicular

En el Perú el nivel y categoría de las carreteras están directamente relacionadas con la cantidad de vehículos que circulan por día, por semana, por mes y por todo el año. En el diseño de pavimentos esta cuantificación de vehículos se denota como ESALS en cuyo análisis representa la cantidad de vehículos que circulan en tiempo real además de las cargas que transmiten los neumáticos proyectado a una edad útil del pavimento, según el “Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018” publicado por el MTC, las vías de acuerdo a su demanda vehicular se clasifican como:

2.3.1.1. Autopistas de primera clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.6m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

² AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

2.3.1.2. Autopistas de segunda clase

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6 m. hasta 1m., en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular. Cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.6 m. de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

2.3.1.3. Carreteras de primera clase

Son carreteras con un IMDA entre 4000 y 2001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.6 m. de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

2.3.1.4. Carreteras de segunda clase

Son carreteras con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.3 m. de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

2.3.1.5. Carreteras de tercera clase

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3 m. de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.5 m, contando con el sustento técnico correspondiente. (MTC D. G., 2018, pág. 12)

2.3.1.6. Trochas carrozables

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4 m., en cuyo caso se construirán ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. (MTC D. G., 2018, pág. 13)

2.4. Exploración de suelos y rocas para pavimentación de carreteras

Según el M.C.S.G.G.P del (MTC, 2014, pág. 25), menciona que la exploración e investigación del suelo es muy importante, tanto para la determinación de las características del suelo, como para el correcto diseño de la estructura del pavimento.

Para este proceso primero deberá efectuarse un reconocimiento del terreno y como resultado de ello un programa de exploración e investigación de campo a lo largo de la vía, de esta manera identificar los diferentes tipos de suelos que pueden presentarse.

El reconocimiento del terreno permitirá identificar los cortes naturales y/o artificiales, definir los principales estratos de suelos superficiales, delimitar las zonas en las cuales los suelos presentan características similares, asimismo identificar las zonas de riesgo o poco recomendables paraemplazar el trazo de la vía.

La exploración e investigación de campo incluirá la ejecución de calicatas o pozos exploratorios, cuyo espaciamiento dependerá fundamentalmente de las características de los materiales subyacentes en el trazo de la vía. Generalmente están espaciadas entre 250 m y 2000 m, pero pueden estar más próximas dependiendo de puntos singulares, como en los siguientes casos:

- Cambio de la topografía de la zona en estudio
- Por la naturaleza de los suelos o cuando los suelos se presentan en forma errática o irregular
- Delimitar las zonas en que se detecten suelos que se consideren pobres o inadecuados
- Zonas que soportaran terraplenes o rellenos de altura mayor a 5.0 m.
- Zonas donde la rasante se ubica muy próxima al terreno natural ($h < 0.6$ m.)
- Zonas de corte, donde se ubicarán los puntos de cambio de corte a terraplén o de terraplén a corte, para conocer el material a nivel de subsistema.

De las calicatas o pozos exploratorios deberán obtenerse de cada estrato muestras representativas en número y cantidades suficientes de suelo, de cada material que sea importante para el diseño y la construcción. El tamaño y tipo de la muestra requerida depende de los ensayos que se vayan a efectuar y del equipo de ensayo a ser usado.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Con las muestras obtenidas en la forma descrita, se efectuarán ensayos en laboratorio y finalmente con los datos obtenidos se pasará a la fase de gabinete, para consignar en forma gráfica y escrita los resultados obtenidos, asimismo se determinará un perfil estratigráfico de los suelos (eje y bordes), espesores y tipos de suelos de terraplén y los del terreno natural.

El cuadro N° 1 indica el número mínimo de calicatas que deberán ser exploradas por cada kilómetro longitudinal y por tipo de carretera.

Cuadro N° 1 Número de calicatas para exploración de suelos

| TIPO DE CARRETERA | PROFUNDIDAD (m) | NUMERO MINIMO DE CALICATAS | OBSERVACION |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| <i>Autopista</i> IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles. | 1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto. | -Calzada 2 a 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km. x sentido - Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km. x sentido | Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada |
| <i>Carreteras de primera clase</i> IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto. | - 4 calicatas x km. | |
| <i>Carreteras de segunda clase</i> IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto. | - 3 calicatas x km. | Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada |
| <i>Carreteras de tercera clase</i> IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles. | 1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto. | - 2 calicatas x km. | |
| <i>Carreteras de bajo volumen de tránsito</i> IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada. | 1.50 m. respecto al nivel de subrasante del proyecto. | - 1 calicata x km. | |

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos - (M.T.C., 2014, pág. 26)

Debido a los criterios propios adoptados, la presente investigación consideró el tamaño de muestra la extracción de una calicata distante cada 250m aproximadamente con el propósito de cumplir los objetivos de la investigación.

2.5. Subrasante

Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado, constituye también la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones en terreno natural, que soportará la estructura del pavimento, y está conformada por suelos seleccionados de características aceptables y compactados por capas para constituir un cuerpo estable en óptimo estado, de

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

tal manera que no se vea afectada por la carga de diseño que proviene del tránsito. Su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento. En la etapa constructiva, los últimos 0.30m de suelo debajo del nivel superior de la subrasante, deberán ser compactados al 95% de la máxima densidad seca (MDS) obtenida del ensayo proctor modificado. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014, pág. 20)

Los suelos por debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad no menor de 0.60 m, deberán ser suelos adecuados y estables con $CBR \geq 6\%$. En caso el suelo, debajo del nivel superior de la subrasante, tenga un $CBR < 6\%$ (subrasante pobre o subrasante inadecuada), corresponde estabilizar los suelos, para lo cual se deberá analizar según la naturaleza del suelo alternativas de solución, como la estabilización mecánica, el reemplazo del suelo de cimentación, estabilización química de suelos, elevación de la rasante, cambiar el trazo vial, eligiéndose la más conveniente técnica y económica. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014, pág. 21)

Cuadro N° 2 Funciones y características de la subrasante.

| FUNCIONES | CARACTERISTICAS |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Soporte vehicular durante la construcción | Expansión Máxima de 5% |
| Apropriada cimentación para la compactación de capas de la estructura | Grado de compactación min de 95 % |
| Adecuado soporte de cargas durante su vida útil | Espesor mínimo de 30 cm para caminos de bajo tránsito y 50 cm para caminos con un $TPDA >$ de 2000 vehículos |

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos - (M.T.C., 2014)

2.5.1. Capacidad de soporte CBR de la subrasante.

El manual titulado “Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito (M.D.C.P.B.V.T)” (MTC, 2008) establece el estudio para la determinación del CBR de la subrasante, a las capas superficiales de terreno natural o capa de la plataforma en relleno, constituida por los últimos 1.50 m de espesor debajo del nivel de la subrasante proyectada, salvo que se muestre especificaciones especiales que indiquen un espesor diferente. Su capacidad de soporte constituye una de las variables básicas para el diseño de la estructura del pavimento que se colocará encima.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

De los estratos encontrados en cada una de las calicatas se obtendrán muestras representativas, las que deben ser descritas e identificadas mediante una tarjeta con la ubicación de la calicata (con coordenadas UTM – WGS84), numero de muestra y profundidad y luego colocadas en bolsas de polietileno para su traslado al laboratorio. (M.T.C., 2014, págs. 27, 28)

La cantidad de ensayos de CBR a realizar dependerá del tipo de carretera, ver cuadro N°3.

Cuadro N° 3 Número de ensayos de CBR

| TIPO DE CARRETERA | Nº de CBR |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| Carreteras de primera clase: carreteras con un IMDA entre 4000 - 2001 veh/día, de una calzada de dos carriles. | – 1 CBR cada 1 km. |
| Carreteras de segunda clase: carreteras con un IMDA entre 2000 - 401 veh/día, de una calzada de dos carriles. | – Cada 1.5 km. se realizará un CBR |
| Carreteras de tercera clase: carreteras con un IMDA entre 400 - 201 veh/día, de una calzada de dos carriles. | – Cada 2 km. se realizará un CBR |
| Carreteras con un IMDA \leq 200 veh/día, de una calzada. | – Cada 3 km. se realizará un CBR |

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos - (M.T.C., 2014, pág. 28)

En el cuadro N° 4 se aprecia la clasificación de categorías de la subrasante en función al CBR representativo para diseño de pavimentos.

Cuadro N° 4 Categorías de subrasante.

| CLASIFICACIÓN | CBR_{diseño} |
|---------------------------------------|-----------------------------|
| S ₀ : Subrasante muy pobre | CBR < 3% |
| S ₁ : Subrasante pobre | 3% \leq CBR < 6% |
| S ₂ : Subrasante regular | 6% \leq CBR < 10% |
| S ₃ : Subrasante buena | 10% \leq CBR < 20% |
| S ₄ : Subrasante muy buena | 20% \leq CBR < 30% |
| S ₅ : Subrasante excelente | CBR > 30% |

Fuente: M.C.S.G.G.P - (M.T.C., 2014, pág. 40)

2.5.2. Espesor de subrasante

En general, si se presentan subrasante clasificadas como muy pobre y pobre ($CBR < 6\%$), se procederá a eliminar el material inadecuado y a colocar un material granular de reemplazo con CBR mayor a 10% e IP menor a 10; con lo cual se permite el uso de una amplia gama de materiales naturales locales de bajo costo, que cumplan la condición. La función principal de la capa mejorada será dar resistencia a la estructura del pavimento. M.D.C.P.B.V.T³ (MTC, 2008)

Calculo de espesor de la subrasante

El espesor de una capa de subrasante mejorada no debe ser menor del espesor determinado mediante el método que describe a continuación:

- ✓ La ecuación de número estructural (SN), según AASHTO está dado por la siguiente.

- ✓ Se añade a la ecuación SN la capa subrasante mejorada, expresada en términos de a_4
 $x m_4 x d_4$ donde:
a4: Coeficiente estructural de la capa de subrasante mejorada, se recomienda los siguientes valores que muestra el cuadro N° 5.

Cuadro N° 5 Valores de coeficiente estructural para subrasante mejorada

| a₄ | DESCRIPCION | CBR |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0.024 | Reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante buena | 6–10 % |
| 0.030 | Reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante buena | 11–19 % |
| 0.037 | Reemplazar la subrasante muy pobre y pobre, por una subrasante buena | ≥ 20 %. |
| 0.035 | para mejorar la subrasante muy pobre y pobre a una subrasante regular, con la adición mínima de 3% de cal en peso de los suelos | |

Fuente: (Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de tránsito, 2008)

d₄: Espesor de la capa de subrasante mejorada (cm).

³M.D.C.P.B.V.T: Manual para el diseño de carreteras pavimentadas de bajo volumen de tránsito

m_4 : Coeficiente que refleja el drenaje de la capa 4, según el cuadro N° 24 se determina el valor de m_4 .

Nueva ecuación:

$$SN_r = a_{1x}d_1 + a_{2x}m_2d_2 + a_{3x}m_3d_3 + a_{4x}m_4d_4 = SN_T + a_{4x}m_4d_4 \quad \dots\dots\dots (2)$$

- ✓ Con los valores determinados a_4 y m_4 , se puede calcular el espesor efectivo d_4 de la subrasante mejorada con la siguiente expresión:

Donde:

SN_r = Número estructural requerido del pavimento con subrasante regular, buena, o muy buena, según se requiera.

SN_T = Número estructural del pavimento con subrasante muy pobre o pobre.

2.5.3. Propiedades físicas de la subrasante

Son propiedades relacionadas con el tipo de material a utilizar y las características constructivas de los mismos.

2.5.3.1. Granulometría

Referencia normativa: NTP 339.128 y Según el Manual de Ensayo de Materiales en su sección de suelos MTC E 107 de Análisis granulométrico por tamizado.

Es la distribución de las partículas de un suelo de acuerdo a su tamaño, que es determinada por los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleado en el ensayo, hasta el tamiz 0.075 mm de abertura cuadrada ($N^{\circ} 200$). (M.T.C., 2014, pág. 30)

En el cuadro N°6 muestra la relación del tipo de suelo para cada tipo de grano con respecto al tamaño de sus partículas.

Cuadro N° 6 Tipo de suelo y tamaño de granos.

| TIPO DE SUELO | TAMAÑO DE LAS PARTÍCULAS |
|----------------------|-----------------------------------------|
| Gravas | 75 mm – 4.75 mm |
| | Arena Gruesa: 4.75 mm – 2.00 mm |
| Arenas | Arena Media: 2.00 mm – 0.425 mm |
| | Arena Fina: 0.425 mm – 0.075 mm |
| Material Fino | Limo Arcilla |
| | 0.075 mm – 0.005 mm Menor a 0.005 mm |

Fuente: M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014, pág. 31)

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Una buena distribución granulométrica garantiza un buen comportamiento de suelo ante el efecto de las cargas. El suelo requiere de un porcentaje importante de grava para soportar las cargas, un porcentaje de arena para llenar los vacíos entre las gravas y necesariamente de finos plásticos para cohesionar los materiales del suelo. La curva Granulometrica puede proporcionar información acerca del comportamiento del suelo. (M.T.C, 2016).

El siguiente cuadro N°7 muestra la distribución de tamices con relación a su abertura que se utilizó en la presente investigación.

Cuadro N° 7 Tamaño de tamices del análisis granulométrico.

| TAMIZ | ABERTURA (mm) |
|-------|---------------|
| 2” | 50 |
| 1 ½” | 37.5 |
| 1” | 25 |
| ¾” | 19 |
| 3/8” | 9.5 |
| Nº4 | 4.75 |
| Nº10 | 2 |
| Nº20 | 0.85 |
| Nº40 | 0.424 |
| Nº60 | 0.25 |
| Nº100 | 0.15 |
| Nº200 | 0.075 |

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales (M.T.C, 2016)

Formulas

$$\% \text{ Pasa } 0.0074\text{mm} = \frac{\left[\begin{array}{l} \text{Peso} \\ \text{total} \end{array} \right] - \left[\begin{array}{l} \text{Peso retenido en} \\ \text{el tamiz N°200} \end{array} \right]}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad (4)$$

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100 \quad (5)$$

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado} \quad (6)$$

2.5.3.2. Plasticidad del suelo

Es la propiedad que presentan algunos suelos de modificar su consistencia o su resistencia al corte en función de la humedad. Existe una correspondencia entre la plasticidad de un suelo y su cohesión. La plasticidad es una propiedad exclusiva de los suelos finos (arcillas y limos), siendo producto de las relaciones electroquímicas que se establecen entre las superficies de los elementos que forman el agregado que compone el suelo (partículas elementales de limo o arcilla). Los suelos granulares, formados exclusivamente por elementos de granulometría gruesa (arena, gravilla, grava) no presentan plasticidad. (FRANKIE, 2013)

2.5.3.3. Límites de consistencia o de Atterberg

Establece cuan sensible es el comportamiento de un suelo en relación con su contenido de humedad (agua), definiéndose los límites correspondientes a los tres estados de consistencia según su humedad y de acuerdo a ello puede presentarse un suelo: líquido, plástico o sólido. Estos límites de Atterberg que miden la cohesión del suelo son: Límite Líquido (LL, según ensayo MTC E 110), Límite Plástico (LP, según ensayo MTC E 111) y Límite de contracción (LC, según ensayo MTC E 112). M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

Límite Líquido (LL): Según el Manual de Ensayo de Materiales en su sección de suelos MTC E 110, indica que es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm, este ensayo se determina mediante la Cuchara de Casagrande. NTP 339.129

Formula

$$LL = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100 \quad \dots \dots \dots \quad (7)$$

Límite Plástico (LP): Según el Manual de Ensayo de Materiales en su sección de suelos MTC E 111 indica que es el contenido de agua más baja en el cual el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe, o empieza a agrietarse al formarse barritas de suelo de 3.20 mm de diámetro. NTP 339.129

Formula

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| $LP = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100$ | (8) |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|

Índice de Plasticidad (IP): Según el MTC E 111 indica que es la magnitud de intervalo de humedades en el cual el suelo posee consistencia plástica y permite clasificar bastante bien un suelo. Un IP muy grande corresponde a un suelo muy arcilloso, por el contrario, un IP pequeño es característico de un suelo poco arcilloso. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

Formula

| | |
|-------------------------------------------------------|-----------|
| $IP = \text{Limite Liquido} - \text{Limite Plastico}$ | (9) |
|-------------------------------------------------------|-----------|

En el cuadro N°8 se parecía la plasticidad y las características de los suelos con relación a su índice de plasticidad.

Cuadro N° 8 Plasticidad de los suelos

| ÍNDICE DE PLASTICIDAD | PLASTICIDAD | CARACTERÍSTICAS |
|-----------------------|------------------|--------------------------------------|
| IP > 20 | Alta | Suelos Muy Arcillosos |
| 7 < IP ≤ 20 | Media | Suelos Arcillosos |
| IP < 7 | Baja | Suelo Poco Arcillosos plasticidad |
| IP = 0 | No Plástico (NP) | Suelos exentos de arcilla |

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos - (M.T.C., 2014, pág. 32)

2.5.3.4. Clasificación de los suelos por método SUCS

El “Sistema unificado de clasificación de suelos” (SUCS) se basa en las normas (NTP 339.134 y ASTM D-2487) que describe los suelos para propósitos ingenieriles en base a la determinación en laboratorio del tamaño de partículas, generando así dos grandes grupos de suelos que a continuación se presenta.

Suelo de grano fino: si el 50% o más del peso seco de la muestra pasa por el tamiz N° 200 (75 - μm).

Suelo de grano grueso: si más del 50% del peso seco de la muestra se retiene en el tamiz N° 200 (75 μm).

Los cuadros N°9 y N°10 muestran el significado de los grupos y siglas de la representación del método SUCS para suelos de grano grueso y fino respectivamente.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 9 Método SUCS para clasificación de suelos de grano grueso

| DIVISIONES PRINCIPALES | | SÍMBOLOS DEL GRUPO | NOMBRES TÍPICOS | IDENTIFICACIONES DEL LABORATORIO |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm) | Gravas limpias (sin o con pocos finos) | GW | Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | Cu = D60/D10 > 4 Cc = (D30)^2/D10xD60 entre 1 y 3 |
| | | GP | Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos. | No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. |
| | Gravas con finos (apreciable cantidad de finos) | GM | Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo. | Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). |
| | | GC | Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla. | Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). |
| | | GW-GC, GW-GM DOBLE | -Gravas bien graduada con limo y con arcilla o (arcilla limosa) -Grava mal graduada con arcilla y con arcilla o (arcilla limosa) | % que pasa la malla N° 200, está entre 5 y 12 % y cumple los criterios GW Y 'GC, GM' |
| | | GP-GC, GP-GM | -Grava bien graduada con arcilla y con arcilla o (arcilla limosa) | % que pasa la malla N° 200, está entre 5 y 12 % y cumple los criterios GP Y 'GC, GM' |
| | SUELOS DE GRANO GRUESO Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200. | SW | Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | Cu = D60/D10 > 6 Cc = (D30)^2/D10xD60 entre 1 y 3 |
| | | SP | Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos. | Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW |
| | ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm) | SM | Arenas limosas, mezclas de arena y limo. | <5% - GW, GP, SW, SP. >12% - GM, GC, SM, SC. |
| | | SC | Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla. | 5 al 12% - casos límite que requieren usar doble símbolo. |
| | | SC-SW, SM-SW DOBLE | -Arena bien graduada con limo y con arcilla o (arcilla limosa) | Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. |
| | | SC-SP, SM-SP | -Arena mal graduada con arcilla y con arcilla o (arcilla limosa) | Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7. |

Fuente: NTP 339.134

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Cuadro N° 10 Método SUCS para clasificación de suelos de grano fino

| DIVISIONES PRINCIPALES | SÍMBOLOS | NOMBRES TÍPICOS | IDENTIFICACIONES DEL LABORATORIO |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| LIMOS Y ARCILLAS: Límite líquido menor de 50 | ML CL | Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad. | G = Grava, S = Arena, O = Suelo Orgánico, P = Turba M = Limo, C = Arcilla, W = Bien Graduada, P = Mal Graduada, L = Baja Comprensibilidad, H = Alta Comprensibilidad |
| SUELOS DE GRANO FINO Más de la mitad del material pasa en el tamiz número 200. | OL MH | Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas. Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad. | Gráfica de plasticidad del USCS |
| LIMOS Y ARCILLAS: Límite líquido mayor de 50 | CH OH | Limos arenosos finos o limos con mica o diatomeas, limos elásticos. Arcillas inorgánicas de plasticidad alta. | Límite Líquido (LL) |
| DOBLE SIMBOLOGIA Punto sobre línea A | CL-CH CL-ML | Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos. | 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 |
| DOBLE SIMBOLOGIA Punto debajo línea A | ML-OL MH-OH | Arcillas inorgánicas en zona sombreada Inorgánico | Límite Líquido (LL) |
| SUELOS MUY ORGANICOS | PT | Limos inorgánicos elásticos Limos inorgánicos u orgánicos | Turba y otros suelos de alto contenido orgánico. |

Fuente: NTP 339.134

2.5.3.5. Clasificación de los suelos por método AASHTO

El método AASHTO⁴ es la clasificación que mejor describe y determina las propiedades de un suelo a usarse como su subrasante, las primeras variables son: la granulometría y la plasticidad. En términos generales, un suelo conforme a su granulometría o tamaño de sus partículas que forman los suelos, se clasificó como:

Grava: de un tamaño menor a 76.20 mm (3'') hasta un tamiz N° 10 (2mm).

Arena Gruesa: de un tamaño menor a 2 mm hasta tamiz N° 40 (0.425mm).

Arena Fina: de un tamaño menor a 0.425 mm hasta tamiz N° 200 (0.075mm).

Limos: varían de tamaños 0.075mm hasta tamaños 0.005 mm.

Arcillas: tamaños menores de 0.005 mm.

(M.T.C. M. d., 2013, pág. 46)

La norma AASHTO M-145, clasifica los suelos basándose principalmente en sus propiedades mecánicas, los divide en siete grupos diferentes, designados desde el A-1 hasta A-7, como a continuación se presenta en el siguiente cuadro N°11.

⁴ AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 11 Método AASHTO para clasificación de suelos

| Clasificación | Materiales granulares (35 % o menos pasa por el tamiz N° 200) | | | | | | | Materiales Limoso arcilloso (más del 35 % pasa el tamiz N° 200) | | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------|----------------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------------|-----------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| | GRUPO | | A-1 | | A-2 | | | | | | |
| SUB-GRUPO | A-1-a | A-1-b | A-3 | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 |
| Porcentaje que pasa: | | | | | | | | | | | |
| N° 10 (2mm) | 50 máx. | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| N° 40 (0.425mm) | 30 máx. | 50 máx. | 51 máx. | - | - | - | - | - | - | - | - |
| N° 200 (0.075 mm) | 15 máx. | 25 máx. | 10 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. | 35 máx. |
| Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 | | | | | | | | | | | |
| Límite Líquido | - | - | - | 40 máx. | 41 min. | 40 máx. | 41 min. | 40 máx. | 41 min. | 40 máx. | 41 min. |
| Índice de Plasticidad | 6 máx. | NP (1) | 10 máx. | 10 máx. | 11 máx. | 11 mín. | 11 mín. | 10 máx. | 10 máx. | 11 mín. | 11 mín. |
| Constituyentes Principales | Fragmentos de roca, grava y arena | Arena fina | Grava y arena arcillosa o limosa | | Suelos Limosos | | Suelos arcillosos | | | | |
| Características como subgrado | | | Excelente a Bueno | | Pobre o malo | | | | | | |
| | | | ** A - 7 - 5 : IP ≤ (Ll - 30) | | ** A - 7 - 6 : IP > (Ll - 30) | | | | | | |

Fuente: Manual de ensayo de materiales (M.T.C, 2016) y la NTP 339.135

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Teniendo en cuenta el método AASHTO para la clasificación de suelo en el Cuadro N°11 se describe lo siguiente: El suelo A-1, es un suelo de propiedades óptimas para ser usado en las capas que conforman la estructura de un pavimento y en su orden ascendente hasta llegar al suelo A-7, cuya aplicación en carreteras no es recomendable. En el cuadro N° 12 se describe los grupos y subgrupos contemplados en las normas AASHTO M-145 y NTP 339.135.

Cuadro N° 12 Descripción de materiales granular y limos-arcillosos según grupos

| MATERIALES GRANULARES | MTAERIALES LIMO - ARCILLOSOS |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A-1: Son suelos bien graduados de tamaños gruesos y finos, con un débil aglomerante plástico. | A-4: Son suelos muy comunes, predominan los limos con ligeros porcentajes de material gruesos y pequeñas cantidades de arcillas. |
| A-1-a: En estos se incluyen materiales predominantes de fracción de rocas o grava, con o sin aglomerante | A-5: Estos suelos se encuentran en muy pocas ocasiones, son muy parecidos a los grupos A-4, excepto por contienen mica y diatomas que los vuelven muy elásticos e inestables aun en estado seco, lo que los hace tenaces a la compactación. |
| A-1-b: El material predominante es arena gruesa, con o sin un buen aglomerante. Algunos suelos del A-1 carecen de finos, de manera que deberá agregar cantidad de finos para formar subbase de buena calidad. | A-6: El típico material de este grupo es un suelo arcilloso plástico, que tienen el 35 % o más de material que pasa el tamiz de 0.075 mm (N° 200). Los materiales de este grupo suelen tener gran cambio volumétrico, cuando se tiene de humedades altas en el suelo, debido a la presencia de arcillas. |
| A-2: Estos se componen por una amplia porción de materiales granulares que pueden clasificar en el grupo A-1 por su contenido de finos y plasticidad. Contienen materiales granulares con cantidades considerables de arcillas, los suelos del grupo A-2 son inferiores a los del grupo A-1 debido a su gradación de menos aglomerantes. | A-7: Estos suelos están compuestos de arcilla como son el grupo A-6, pero se diferencia de estos por la presencia de partículas uniformes de limo, materia orgánica y mica, que hace muy elásticos. |
| A-2-4 y A-2-5: Incluyen diversos materiales granulares que contienen un 35 % máximo de material que pasa el tamiz 0.075 mm (N° 200). | A-7-5: Estos suelos del grupo A-7 tienen índices de plasticidad moderados en relación con límites líquidos, y pueden ser elásticos y expansivos. |
| A-2-6 y A-2-7: Incluye materiales similares a los descritos en los grupos A-2-4 y A-2-5, excepto que la porción fina del suelo cuenta con arcilla plástica similar a los grupos A-6 o A-7. | A-7-6: Son suelos expansivos con altos índices de plasticidad en relación a los límites líquidos. |
| A-3: Estos suelos están compuestos de arenas deficientes en aglomerantes, como la arena de las playas. Se encuentra a menudo y son muy inestables excepto cuando están húmedos. Cuando se encuentran confinados son apropiados como bases para cualquiera tipo de pavimentos. | |

Fuente: Manual de ensayo de materiales (M.T.C, 2016) y la NTP 339.135

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

El Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del (M.T.C., 2014) menciona que la clasificación de un suelo en un determinado grupo se basa en su plasticidad y porcentaje de material fino que pasa el tamiz N° 200. Cada grupo se identifica con un determinado número, encerrado entre paréntesis, llamado índice de grupo, el cual se determina mediante la siguiente formula:

$$IG = 0.20 \text{ (a)} + 0.005 \text{ (a)(c)} + 0.01 \text{ (b)(d)} \quad \dots \quad (10)$$

Donde:

- a:** Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 35% como mínimo y 75 % como máximo. Se representa únicamente en número entero y varia de 0 a 40, por lo tanto, todo porcentaje igual o menor que 35 será igual a 0 y todo porcentaje igual o superior a 75 será igual a 40.
 - b:** Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, comprendido entre 15 como mínimo y 55 como máximo. Se representa en número entero y variara de 0 a 40.
 - c:** Para el límite líquido comprendido entre 40 como minino y 60 como máximo, esta parte se representará solo en número entero y variara de 0 a 20.
 - d:** Parte del Índice de plasticidad, comprende entre 10 como mínimo y 30 como máximo. Esta se representará solo en número entero y variará de 0 a 20. (M.T.C., 2014)

El cuadro N° 13 relaciona la calidad del suelo en función de los valores de Índice de Grupo (IG)

Cuadro N° 13 Valores de Índice de grupo (IG)

| INDICE DE GRUPO | CARACTERISTICAS |
|---------------------|-----------------|
| IG > 9 | Muy Malo |
| IG está entre 4 a 9 | Pobre |
| IG está entre 2 a 4 | Regular |
| IG está entre 1 a 2 | Bueno |
| IG está entre 0 a 1 | Muy bueno |

Fuente: M.C.S.G.G.P. Sección Suelos y Pavimentos (M.T.C., 2014, pág. 33)

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

La clasificación de los suelos se efectuará bajo el sistema mostrado en el cuadro N° 14 compara la nomenclatura y simbología de los suelos en función del método de clasificación elegido. Esta clasificación permite predecir el comportamiento aproximado de los suelos, que contribuirá a delimitar los sectores homogéneos desde el punto de vista geotécnico. (M.T.C., 2014)

Cuadro N° 14 Comparación de simbología entre los métodos AASHTO y SUCS

| CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO (AASHTO M-145) | CLASIFICACIÓN DE SUELOS SUCS (ASTM D-2487) |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| A-1-a | GW, GP, GM, SW, SP, SM |
| A-1-b | GM, GP, SM, SP |
| A-2 | GM, GC, SM, SC |
| A-3 | SP |
| A-4 | CL, ML |
| A-5 | ML, MH, CH |
| A-6 | CL, CH |
| A-7 | OH, MH, CH |

Fuente: US Army Corps of Engineers. (M.T.C., 2014, pág. 33)

2.5.4. Propiedades mecánicas de la subrasante

2.5.4.1. Compactación

Es el proceso de densificación realizado generalmente por medios mecánicos, el cual obliga a las partículas del suelo estar más en contacto entre sí, liberando la cantidad de aire presente en su composición. Esto implica mejorar su resistencia y estabilidad volumétrica, afectando la permeabilidad.

En los ensayos de laboratorio, se realizaron dos procesos mecánicos de compactación con el objetivo de determinar la Máxima Densidad Seca (MDS) y el Contenido de agua óptimo de los suelos, estos dos procesos se describen a continuación. (Villarroel C, 2016)

Proctor Modificado: Según la NTP 339.142 y MTC E 115, indica que este ensayo utiliza la energía modificada (2700KN/m²) para la compactación y determinación del contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca que se obtiene de una curva de compactación. Para elegir el método apropiado se deberá cumplir con las especificaciones del cuadro N° 15.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 15 Especificaciones para el ensayo Proctor Modificado

| DESCRIPCION | METODO A | METODO B | METODO C |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diámetro del molde | 101.6 mm | 101.6 mm | 152.4 mm |
| Volumen del molde | 943.3 cm ³ | 943.3 cm ³ | 2124 cm ³ |
| Peso del pisón | 4.54 Kg | 4.54 Kg | 4.54 Kg |
| Altura de caída del pisón | 45.60 cm | 45.60 cm | 45.60 cm |
| Numero de capas | 5 | 5 | 5 |
| Numero de golpes por capa | 25 | 25 | 56 |
| Energía de Compactación y uso | 2700 KN-m/m ³ Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 | 2700 KN-m/m ³ más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 y 20% menos de peso del material es retenido en el tamiz N° 4 | 2700 KN-m/m ³ Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 3/8” y menos 30% de peso del material es retenido en el tamiz 3/8”. |

Fuente: Manual de ensayo de materiales- (M.T.C, 2016, págs. 105,106)

Proctor Estándar: Según la NTP 339.142 y MTC E 116, indica que este ensayo utiliza la energía estándar (600KN/m²) para la compactación y determinación del contenido de humedad para el cual el suelo alcanza su máxima densidad seca que se obtiene de una curva de compactación. Para elegir el método apropiado se deberá cumplir con las especificaciones del cuadro N° 16.

Cuadro N° 16 Especificaciones para el ensayo Proctor Estándar

| DESCRIPCION | METODO A | METODO B | METODO C |
|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diámetro del molde | 101.6 mm | 101.6 mm | 152.4 mm |
| Volumen del molde | 943.3 cm ³ | 943.3 cm ³ | 2124 cm ³ |
| Peso del pisón | 2.50 Kg | 2.50 Kg | 2.5 Kg |
| Altura de caída del pisón | 30.48 cm | 30.48 cm | 30.48 cm |
| Numero de capas | 3 | 3 | 3 |
| Numero de golpes por capa | 25 | 25 | 56 |
| Energía de Compactación y uso | 600 KN-m/m ³ Cuando el 20% o menos del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 | 600 KN-m/m ³ más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 4 y 20% menos de peso del material es retenido en el tamiz N° 4 | 600 KN-m/m ³ Cuando más del 20% del peso del material es retenido en el tamiz N° 3/8” y menos 30% de peso del material es retenido en el tamiz 3/8”. |

Fuente: Manual de ensayo de materiales- (M.T.C, 2016, págs. 119,120)

2.5.4.2. Relación de Soporte California (CBR)

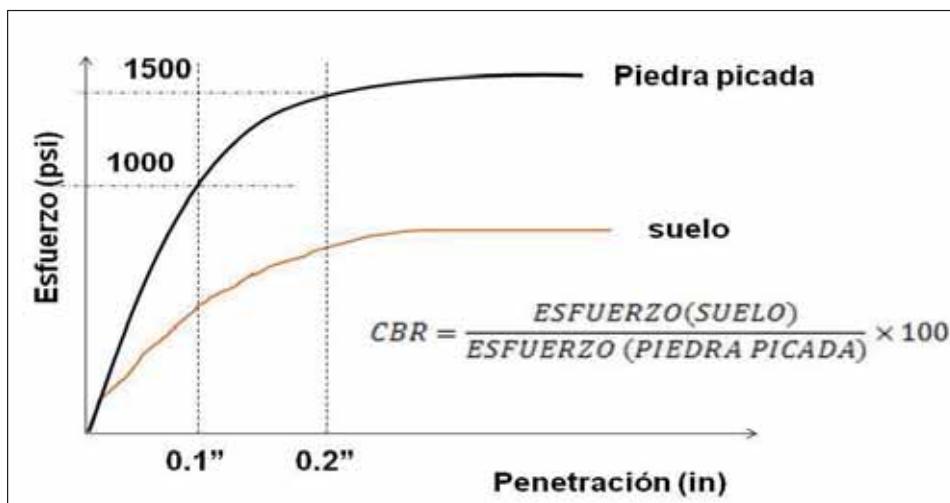
Según la NTP 339.145 y MTC E 132, se determina el CBR como el ensayo que evalúa la resistencia potencial de la subrasante, subbase y base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimentos.

En la figura N° 2, se detalla la obtención del valor de CBR como la relación entre el esfuerzo de un suelo entre un patrón (Piedra picada bien gradada estándar).

Formula

$$\% Expansion = \frac{Lectura\ final - Lectura\ inicial}{127} \times 100 \quad (11)$$

Figura N° 2 Relación para determinar el valor de CBR



Fuente: Civilgeeks

2.5.4.3. Durabilidad de suelos

Este ensayo tiene como finalidad determinar un factor que indique la resistencia al intemperismo, a la erosión o abrasión del tráfico. La prueba de humedecimiento y secado permite de manera cualitativa determinar esta propiedad. (M. Fonseca , 2006)

2.5.4.4. Compresión NO confinada en muestras de suelo

Según la NTP 339.155 y MTC E 121, se determina la resistencia a la compresión de suelos que poseen la suficiente cohesión para poder ser ensayados en el estado NO confinado aplicando una carga axial uniforme.

Formula

$$Def. \text{ Unitaria } (\varepsilon) = \frac{\text{Cambio de longitud de la muestra } (\Delta L)}{\text{Longitud Inicial de la muestra } (L_0)} \quad (13)$$

$$Esfuerzo (\sigma) = \frac{Carga\ aplicada\ (P)}{Area\ de\ la\ sección\ promedio\ (A)} \quad (14)$$

2.6. Estabilización y mejoramiento de suelos

Estabilizar un suelo consiste en mejorar sus propiedades físicas y dotar a los mismos, de resistencia mecánica y permanencia de tales propiedades en el tiempo. Cualquiera sea el mecanismo de estabilización, es seguido de un proceso de compactación, sin embargo, debe destacarse la significación que adquiere contar con ensayos de laboratorio, que demuestren la aptitud y tramos construidos que ratifiquen el buen resultado. Además, se debe garantizar que tanto la construcción como la conservación vial, puedan realizarse en forma simple, económica y con el equipamiento disponible. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014, pág. 92)

2.6.1. Tipo de estabilizadores de suelo

Se considera lo más importante los siguientes:

2.6.1.1. Estabilización por combinación de suelos

Este tipo de estabilización considera la combinación o mezcla de los materiales del suelo existente con materiales de préstamo escarificado 15cm como mínimo, esta combinación deberá ser compactada al 95% de MDS. (M.T.C., 2014, pág. 98)

2.6.1.2. Estabilización por sustitución de suelos

Se aplica cuando se prevea la construcción de la subsanante mejorada solamente con material adicionado, pueden presentarse dos casos, que se construya la capa directamente sobre el suelo natural existente o que éste deba ser excavado previamente y reemplazado por el material de adición.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

En el primer caso, el suelo existente se deberá escarificar, conformar y compactar a la densidad especificada para el espesor de la subrasante en una profundidad de 15 cm.

En el segundo caso, el mejoramiento con material totalmente adicionado implica la remoción total del suelo natural existente, de acuerdo al espesor de reemplazo. (M.T.C., 2014, pág. 98)

2.6.1.3. Estabilización con cal

El efecto de aplicar suelo-cal radica en cambiar la plasticidad de los suelos, es decir aumentan el valor del límite líquido y plástico, así como su humedad óptima de compactación, generando un aumento significativo en la resistencia del suelo a las solicitudes de carga. (M.T.C., 2014, pág. 101)

2.6.1.4. Estabilización con cemento

Consiste en mezclar cemento con el suelo suficientemente disperso, al compactar y curar adecuadamente se obtiene un material endurecido mucho más resistente a las solicitudes de carga, se debe tener en cuenta que la ejecución, tipo de curado y la dosificación de cemento, suelo y agua influenciará en el comportamiento final. (M.T.C., 2014, pág. 102)

2.6.1.5. Estabilización con cloruro de sodio

En términos comunes es el mejoramiento de la subrasante con sal, cuya función fundamental es absorber la humedad del aire y de los materiales que lo rodean, se recomienda estabilizar con sal todos aquellos suelos que no deben contener más de 3% de materia orgánica, la capa de suelo estabilizado será de 15 o 20cm según se especifique el requerimiento. (M.T.C., 2014, pág. 104)

2.6.1.6. Estabilización con asfalto

La mezcla de asfalto y suelo aumenta su estabilidad gracias a sus características de ligante e impermeabilización, existen diferentes tipos de material asfáltico, sin embargo, su elección dependerá de la granulometría del suelo, su humedad y de las condiciones climáticas. (M.T.C., 2014, pág. 107)

2.6.1.7. Estabilización con geosintéticos

La resistencia a la tracción que ofrecen los geosintéticos es relevante para el mejoramiento de la subrasante, es así por ejemplo que los geotextiles y geomallas que funcionan como: separadores, filtros y con una resistencia al esfuerzo es aprovechado para la estabilización mecánica de los suelos. Las arenas, limos y arcillas orgánicas son los tipos de suelo adecuado para su aplicación. (M.T.C., 2014, pág. 109)

2.6.2. Factores para determinar el tipo de estabilización

Se consideran como materiales aptos para las capas de subrasante suelos con CBR $\geq 6\%$. En caso de ser menor (subrasante pobre o subrasante inadecuado), se deberá mejorar o seleccionar el método adecuado de estabilizador. Los factores que se consideran al seleccionar el método más conveniente de estabilización son:

- Tipo de suelo a estabilizar
- Uso propuesto de suelo estabilizado
- Tipo de aditivo estabilizador de suelo
- Experiencia en el tipo de estabilizador que se aplicara
- Disponibilidad del tipo del aditivo estabilizador
- Disponibilidad del equipo adecuado
- Costos comparativos.

(M.T.C., 2014, págs. 92, 94)

2.7. Pegamento sintético a base de poliacetato de vinilo-COLA EXTRA

Es un adhesivo sintético de color blanco a base de poliacetato de vinilo, de alta concentración, con aditivos de gran poder adhesivo, apto para procesos que requieran cortos tiempo de secado. (TEKNOQUIMICA, 2011)

En la Figura N°3 se observa la presentación del pegamento sintético COLA EXTRA a base de poliacetato de vinilo.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 3 Presentación del pegamento sintético COLA EXTRA.



- 1.- Contenido Neto: 4 Kg; 2.- Tipo: Balde Plástico; 3.- Marca: TEKNO
Fuente: Ficha Técnica de Teknoquimica S.A.

Su fabricación se rige estrictamente en las normas técnicas peruanas (NTP) que se detallan en el siguiente cuadro N° 17.

Cuadro N° 17 Normas técnicas peruanas que rigen los adhesivos sintéticos

| NORMA | DESCRIPCION |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NTP 319.180:1981 | ADHESIVOS. Determinación de resistencia a la tracción en uniones adhesivas en madera. 1 ^a Edición |
| NTP 319.194:1982 | ADHESIVOS. Determinación de la vida útil. 1 ^a Edición |
| NTP 319.195:1982 | ADHESIVOS. Determinación de la resistencia al pelado de los ensambles de fuerte cohesión. Método de rodillos móviles. 1 ^a Edición |
| NTP 319.197:1984 | ADHESIVOS. Determinación del efecto de la humedad y temperatura sobre uniones adhesivas. 1 ^a Edición |

Fuente: Normas Legales, diario El Peruano.

Vale destacar que el pegamento sintético COLA EXTRA se comercializa en la actualidad como una cola adhesiva adecuada para la unión de todo tipo de material entre sí, maderas, ensamblaje, fabricación de muebles e incluso en trabajos a temperaturas muy bajas. En el cuadro N° 18 se muestra las propiedades físico-químicas del pegamento sintético EXTRA. (TEKNOQUIMICA, 2011)

Cuadro N° 18 Propiedades físico-químicas del pegamento TEKNO

| COLA SINTÉTICA EXTRA | PROPIEDADES |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo de adhesivo | Acuoso |
| Base | Polivinil acetato en emulsión acuosa |
| Color | Blanco |
| Contenido de sólidos en peso | 49.50 – 51.50 % |
| Densidad | 1.01 – 1.06 gr/ml |
| Viscosidad de entrega | 10000 – 16000 cps (Brookfield RVT spin 4/5 rpm 23°C) |
| Película | Incolora |
| Tiempo útil de almacenaje | En lugares ventilados, bajo sombra a temperaturas entre 15° - 25 °C hasta 9 meses en su envase original sellado |

Fuente: Ficha Técnica de Teknoquimica S.A.

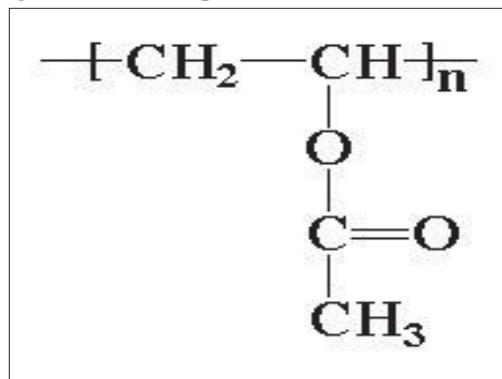
2.7.1. Poliacetato de vinilo

El poliacetato de vinilo, acetato de polivinilo, PVA, PVAc o poli (etenil etanoato) es un polímero sintético gomoso con formula abreviada $(C_4H_6O_2)_n$. Pertenece a una familia de los polímeros polivinil éster más fácilmente obtenible y de más amplio uso. Con fórmula general $(R-COOCHCH_2)$, se trata de un tipo de termoplástico. (Wallace Billmeyer, 2012)

2.7.2. Estructura química y síntesis

El acetato de polivinilo es un componente de un tipo ampliamente usado de adhesivo, que se refiere indistintamente como cola para madera, cola blanca, cola de carpintero, cola escolar o cola vinílica. La estructura química del polímero se compone sucesiones de los grupos vinilacetato. Ver Figura N° 4

Figura N° 4 Grupos estructurales-vinilacetato



Fuente: Wallace Billmeyer, Ciencia de los polímeros.

El acetato de polivinilo es preparado por radicales libres del monómero acetato de vinilo. El monómero de acetato de vinilo, fue a escala industrial producido por primera vez por la

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

adicción de ácido acético al acetileno con una sal mercurio, ahora está compuesta principalmente por la adición oxidativa catalizado con paladio de ácido acético al etileno.

En la figura N° 5 se observa que la ligadura de vinilo es activada ya que ella tiene un electrón sin unir con el otro átomo de carbono, iniciándose una reacción en cadena de radicales libres. (Wallace Billmeyer, 2012)

Figura N° 5 Radicales libres del monómero

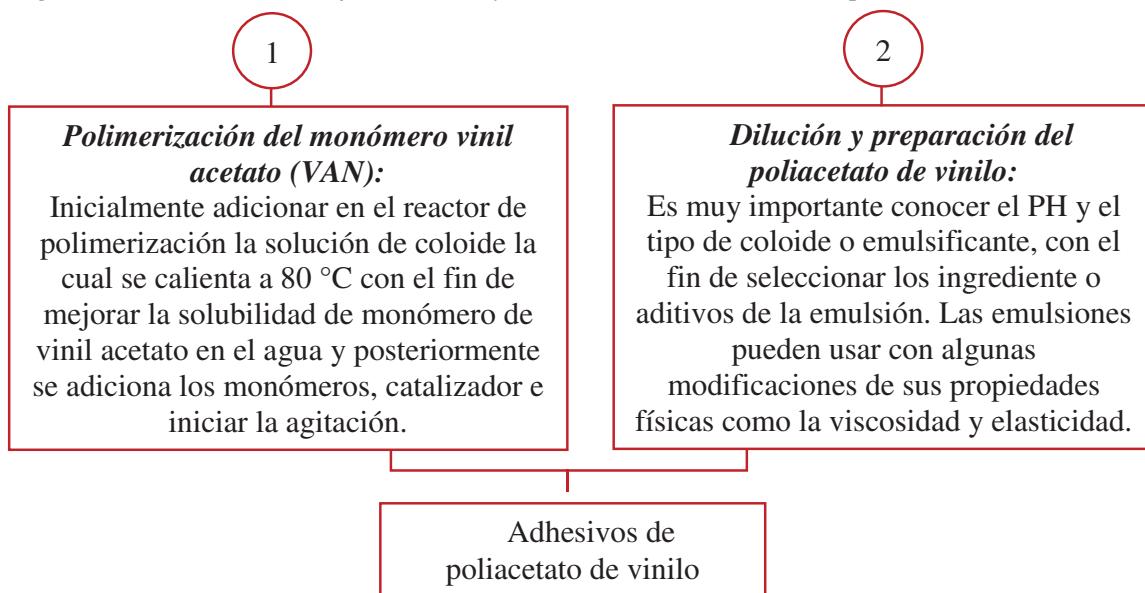


Fuente: (Wallace Billmeyer, 2012)

2.7.3. Proceso de fabricación

Según Wallace Billmeyer (2012), indica que el poliacetato de vinilo se obtiene mediante la industria de los adhesivos por los métodos convencionales de polimerización y dilución que muestra en el diagrama N° 5.

Diagrama N° 5 Proceso de fabricación y obtención de PS a base de poliacetato de vinilo



Fuente: Elaboración propia basado a Wallace Billmeyer, ciencia de los polímeros

2.8. Método de guía AASHTO 93 de diseño para pavimento flexible

Este procedimiento de estimación de espesores del pavimento está basado en modelos de la performance del pavimento, las cargas vehiculares y resistencia de la subrasante. El propósito es determinar el Número Estructural (SN), que permite determinar un conjunto de espesores de cada capa de la estructura del pavimento, además toma el nivel de suelo subrasante como base de la estructura para soportar las cargas vehiculares asignado a una serviciabilidad durante el periodo de diseño. M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

2.8.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño a ser empleado para pavimentos flexibles será hasta de 10 años para caminos de bajo volumen de tránsito, periodos de diseños por dos etapas de 10 años y periodo de una etapa de 20 años, según el manual de M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

2.8.2. Variables

La ecuación básica para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

$$\boxed{Log(W_{18}) = Z_R S_0 + 9.36 Log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\frac{Log}{\Delta PSI}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 Log M_R - 8.07} \dots\dots (15)$$

Donde:

W_{18} : El tránsito en ejes equivalentes acumulados para el periodo diseño (Tn).

Z_R : Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal

R: El parámetro de confiabilidad (%)

S_0 : Error estándar combinado

M_R : El módulo de resiliencia efectivo, del material usado de la subrasante (psi).

ΔPSI : La pérdida o diferencia entre índices de serviciabilidad inicial y final.

SN: Número estructural

2.8.2.1. Trafico W_{18}

La metodología AASHTO 93 considera la vida útil de un pavimento relacionado al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de serviciabilidad final predeterminada para la vida.

El método AASHTO 93 utiliza en su fórmula el número de repeticiones esperadas de carga de ejes equivalentes, es decir que antes de entrar a las fórmulas de diseño, se deberá de

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

transformar los ejes de pesos normales de los vehículos que circularan por la vía a ejes sencillos equivalentes de 18 kips (8.2 tn) conocido también como ESAL's (equivalent single axle load, por sus siglas en inglés). M.C.S.G.G.P (M.T.C., 2014)

Para el tráfico del diseño de pavimento flexible, el M.C.S.G.G.P de MTC define tres categorías.

- a) Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150,001 hasta 1'000,000 EE, del carril de periodo de diseño.
- b) Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 hasta 30'000,000 EE, del carril de periodo de diseño.
- c) Caminos que tienen un tránsito mayor de 30'000,00 del carril de periodo de diseño.

2.8.2.2. Módulo de resiliencia de la subrasante (M_R)

Es una medida de la rigidez del suelo subrasante, se calcula mediante una relación que correlaciona con el CBR, recomendada por el MEPDG⁵. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

2.8.2.3. Confiabilidad (R)

El método AASHTO incorpora el criterio de la confiabilidad (R) que representa la probabilidad que una determinada estructura se comporta, durante su periodo de diseño. Esta probabilidad está en función de la variabilidad de los factores que influyen sobre la estructura del pavimento y su comportamiento. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

El cuadro N°19 presenta niveles recomendados de confiabilidad para diversas clasificaciones funcionales. (AASHTO, 1993)

Cuadro N° 19 Niveles de confiabilidad (R) para diferentes clasificaciones funcionales de carretera

| CLASIFICACIÓN FUNCIONAL | NIVEL RECOMENDADO DE CONFIABILIDAD | |
|----------------------------------------|------------------------------------|----------------|
| | URBANO | RURAL |
| Autopistas Interestatales y autopistas | 85 – 99.90 | 80 – 99.90 |
| Arteria Principales | 80 – 99 | 75 – 95 |
| Colectoras | 80 – 95 | 75 – 95 |
| Local | 50 - 80 | 50 – 80 |

Fuente: Guide for design of pavements structures de (AASHTO, 1993)

⁵ MEPDG: Mechanistic Empirical Pavement Design Guide

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

El cuadro N°20 muestra valores de desviación estándar normal (Z_r) correspondiente a la confiabilidad determinada expresado en porcentajes.

Cuadro N° 20 Valores de la desviación estándar normal (Z_r) correspondiente a niveles seleccionados de confiabilidad.

| CONFIABILIDAD R (%) | DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (Z_r) |
|---------------------|-----------------------------------------|
| 50 | -0.000 |
| 60 | -0.253 |
| 70 | -0.524 |
| 75 | -0.674 |
| 80 | -0.841 |
| 85 | -1.037 |
| 90 | -1.282 |
| 91 | -1.340 |
| 92 | -1.405 |
| 93 | -1.476 |
| 94 | -1.555 |
| 95 | -1.645 |
| 96 | -1.751 |
| 97 | -1.881 |
| 98 | -2.054 |
| 99 | -2.327 |
| 99.9 | -3.090 |
| 99.99 | -3.750 |

Fuente: Guide for design of pavements structures de (AASHTO, 1993)

2.8.2.4. Desviación estándar combinada (S_o)

Es un valor que toma en cuenta la variabilidad esperada de la predicción del tránsito y de los otros factores que afectan el comportamiento del pavimento como por ejemplo construcción, medio ambiente, incertidumbre del modelo. La guía AASHTO recomienda adoptar para los pavimentos flexibles, valores S_o comprendidos entre 0.40 y 0.50, en la presente investigación se adoptó $S_o = 0.45$ para el diseño del pavimento flexible según el manual el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

2.8.2.5. Índice de serviciabilidad (PSI)

Es la comodidad de circulación ofrecida al usuario, su valor varía de 0 a 5. Un valor de 5 refleja la mejor comodidad teórica (difícil de alcanzar) y por el contrario un valor 0 refleja el

peor. Cuando la condición de la vía decrece por deterioro, el PSI también decrece. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

El cuadro N°21 indica el índice de serviciabilidad para determinar la clasificación.

Cuadro N° 21 Clasificación de Índice de serviciabilidad

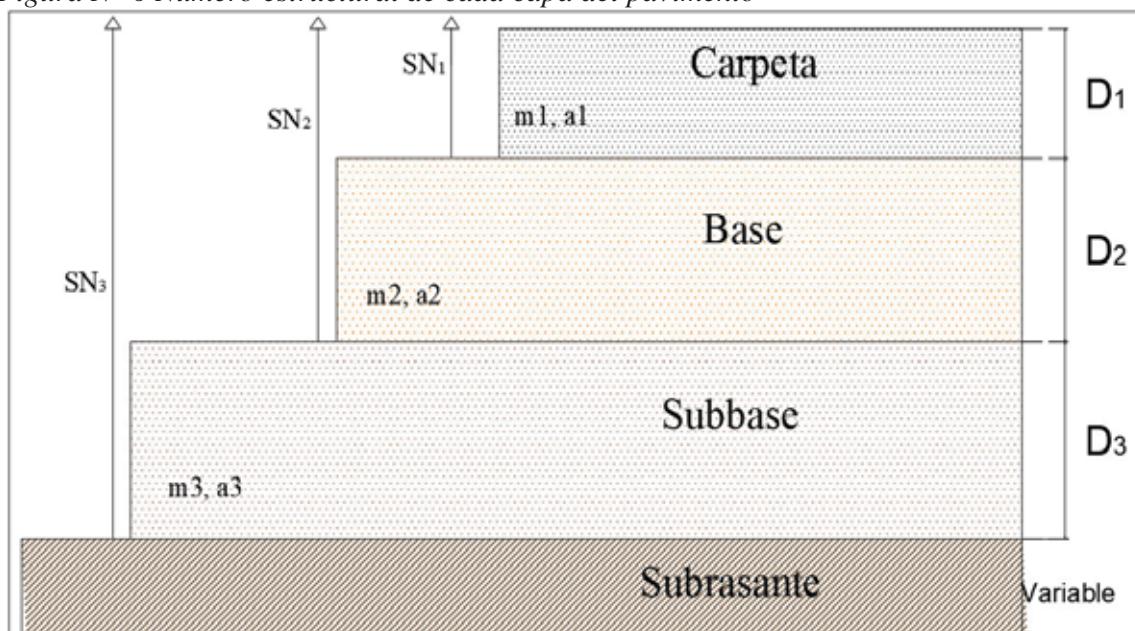
| ÍNDICE DE SERVICIABILIDAD (P) | CALIFICACIÓN |
|-------------------------------|--------------|
| 0 – 1 | Muy Mala |
| 1 – 2 | Mala |
| 2 – 3 | Regular |
| 3 – 4 | Buena |
| 4 - 5 | Muy Buena |

Fuente: Guide for design of pavements structures de (AASHTO, 1993)

2.8.2.6. Número estructural requerido (SNR)

Los datos obtenidos se aplican a la ecuación de diseño AASHTO y se obtiene el número estructural que representa el espesor total del pavimento a colocar y debe ser transformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituirán como la carpeta de rodadura, base y subbase, mediante el uso de los coeficientes estructurales como muestra la figura N° 6, esta conversión se obtiene aplicando la siguiente fórmula N° 16. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Figura N° 6 Número estructural de cada capa del pavimento



Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Formula:

Donde:

SNT = Numero estructural total

a₁, a₂, a₃ = Coeficientes estructurales de las capas de los materiales de la superficie de rodadura, base, subbase, respectivamente.

d₁, d₂, d₃ = Espesores (en centímetros) de las capas, superficial, base, subbase respectivamente.

m₂, m₃ = Coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase respectivamente.

I. Coeficientes estructurales de las capas

El M.C.S.G.G.P⁶ del MTC considera diversos coeficientes de capa (subrasante, Subbase y base) basado en la guía AASHTO 93. El cuadro N°22 menciona los coeficientes de las capas estructurales

Cuadro N° 22 Coeficientes de capas estructurales

| COMPONENTE DEL PAVIMENTO | CBR (%) | COEFICIENTE | VALOR COEFICIENTE ESTRUCTURAL a_i (cm) |
|-----------------------------------------------------------------------|---------|-------------|---------------------------------------------|
| Carpeta asfáltica en caliente con módulo 430,000 PSI a 20 °C (68 o F) | | a_1 | 0.30/pulg (0.17/cm) |
| Base granular compactada a 100% de la MDS | 100 | a_2 | 0.14 pulg (0.054/cm) |
| Sub Base Granula compactada 100% de la MDS | 40 | a_3 | 0.13/pulg (0.047/cm) |

Fuente: Guide for design of pavements structures de (AASHTO, 1993)

⁶ M.C.S.G.G.P: Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos sección de suelos y pavimentos

II. Coeficientes de drenaje

La ecuación AASHTO indica que el drenaje está considerado dentro del diseño como un factor que afecta directamente el coeficiente de capa y se estima en función del porcentaje de tiempo que la estructura está próxima a la saturación y de acuerdo a la calidad de drenaje.

La saturación de la estructura está en función de las características de la granulometría de los componentes del pavimento y de la porosidad, así como del caudal del agua que pueda ingresar por precipitaciones pluviales, capilaridad o nivel freático. El valor del coeficiente de drenaje está dado por dos variables que muestra el cuadro N°23 y cuadro N°24. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Cuadro N° 23 Clasificación de la calidad de drenaje

| CALIDAD DE DRENAJE | TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA |
|---------------------------|----------------------------------------------------|
| Excelente | 2 horas |
| Buena | 1 día |
| Regular | 1 semana |
| Pobre | 1 mes |
| Deficiente | Agua no drena |

Fuente: Guide for design of pavements structures de (AASHTO, 1993)

Cuadro N° 24 Valores de coeficiente de drenaje (mi), para Base y Sub Base.

| CALIDAD DE DRENAJE | % DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO QUE ESTÁ EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA SATURACION (P) | | | |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| | < 1% | 1% - 5% | 5% - 25% | > 25% |
| Excelente | 1.40 – 1.35 | 1.35 – 1.30 | 1.30 – 1.20 | 1.20 |
| Bueno | 1.35 – 1.25 | 1.25 – 1.15 | 1.15 – 1.00 | 1.00 |
| Regular | 1.25 – 1.15 | 1.15 – 1.05 | 1.00 – 0.80 | 0.80 |
| Pobre | 1.15 – 1.05 | 1.05 – 0.80 | 0.80 – 0.60 | 0.60 |
| Muy pobre | 1.05 – 0.95 | 0.95 – 0.75 | 0.75 – 0.40 | 0.40 |

Fuente: Guide for design of pavements structures de (AASHTO, 1993)

2.9. Método de guía AASHTO 93 de diseño para pavimento rígido

El método AASHTO 93 estima que para una construcción nueva de pavimento comienza a ofrecer un servicio de alto nivel a medida transcurre el tiempo y con las repeticiones de carga de tránsito, el nivel de servicio baja. El método impone un nivel de servicio final que se debe mantener al concluir el periodo de diseño, y se calculará mediante la siguiente fórmula N° 17. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Formula:

$$Log(W_{8.2}) = Z_R S_0 + 7.35 Log(D + 1) - 0.06 + \frac{Log \left[\frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 \times 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 P_t) \log \left[\frac{M_r C_d (0.09 D^{0.75} - 1.132)}{1.51 x J (0.09 D^{0.75} - \frac{7.38}{(\frac{E_c}{k})^{0.25}})} \right] \dots (17)$$

Donde:

W_{8.2}: Número previsto de ejes equivalentes de 8.2 tn. para el periodo diseño (Tn).

Z_R: Coeficiente estadístico de la desviación estándar normal

R: El parámetro de confiabilidad (%)

S_o: Error estándar combinado

D: Espesor del pavimento de concreto (mm)

ΔPSI : La pérdida o diferencia entre índices de serviciabilidad inicial y final.

P_t: Índice de serviciabilidad o servicio final.

M_r: Resistencia media de concreto en (Mpa) a flexo tracción a 28 días.

C_d: Coeficiente de drenaje.

J: Coeficiente de transmisión de carga en las juntas.

E_c: Modulo de Elasticidad de concreto en (Mpa).

K: Modulo de reacción, dado en Mpa/m de la superficie (base, subbase y subrasante)

2.9.1. Periodo de diseño

El periodo de diseño para pavimento rígido será mínimo de 20, esto lo establece el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

2.9.2. Variables

2.9.2.1. Tránsito o ESAL's (W_{8.2})

El método AASHTO 93, indica que es la transformación de cargas de ejes de todo tipo de vehículo en ejes simples equivalentes de 8.2 tn. de peso comúnmente llamado ESAL's.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimento rígido, en el M.C.S.G.G.P del (M.T.C., 2014), define tres categorías.

- d) Caminos de bajo volumen de tránsito, de 150, 001 hasta 1'000,000 EE, del carril de periodo de diseño.
- e) Caminos que tienen un tránsito, de 1'000,001 hasta 30'000,000 EE, del carril de periodo de diseño.
- f) Caminos que tienen un tránsito mayor de 30'000,00 del carril de periodo de diseño.

2.9.2.2. *Serviciabilidad*

El AASHTO 93 caracteriza el servicio con dos parámetros como índice de servicio inicial (P_i) e índice de servicio final o terminal (P_t). En la ecuación del diseño entra la diferencia de los índices de servicio (ΔPSI) según el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

2.9.2.3. *Confiabilidad (R) y la desviación estándar (S_o)*

La confiabilidad ha sido incorporada con el propósito de cuantificar la variabilidad propia de los materiales y procesos constructivos. La confiabilidad es en cierta manera un factor de seguridad que equivale incrementar en una proporción el transito previsto al periodo de diseño según el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

El rango para S_o esta sugerido por AASHTO y está comprendida entre $0.30 < S_o < 0.40$, el M.C.S.G.G.P recomienda un $S_o = 0.35$.

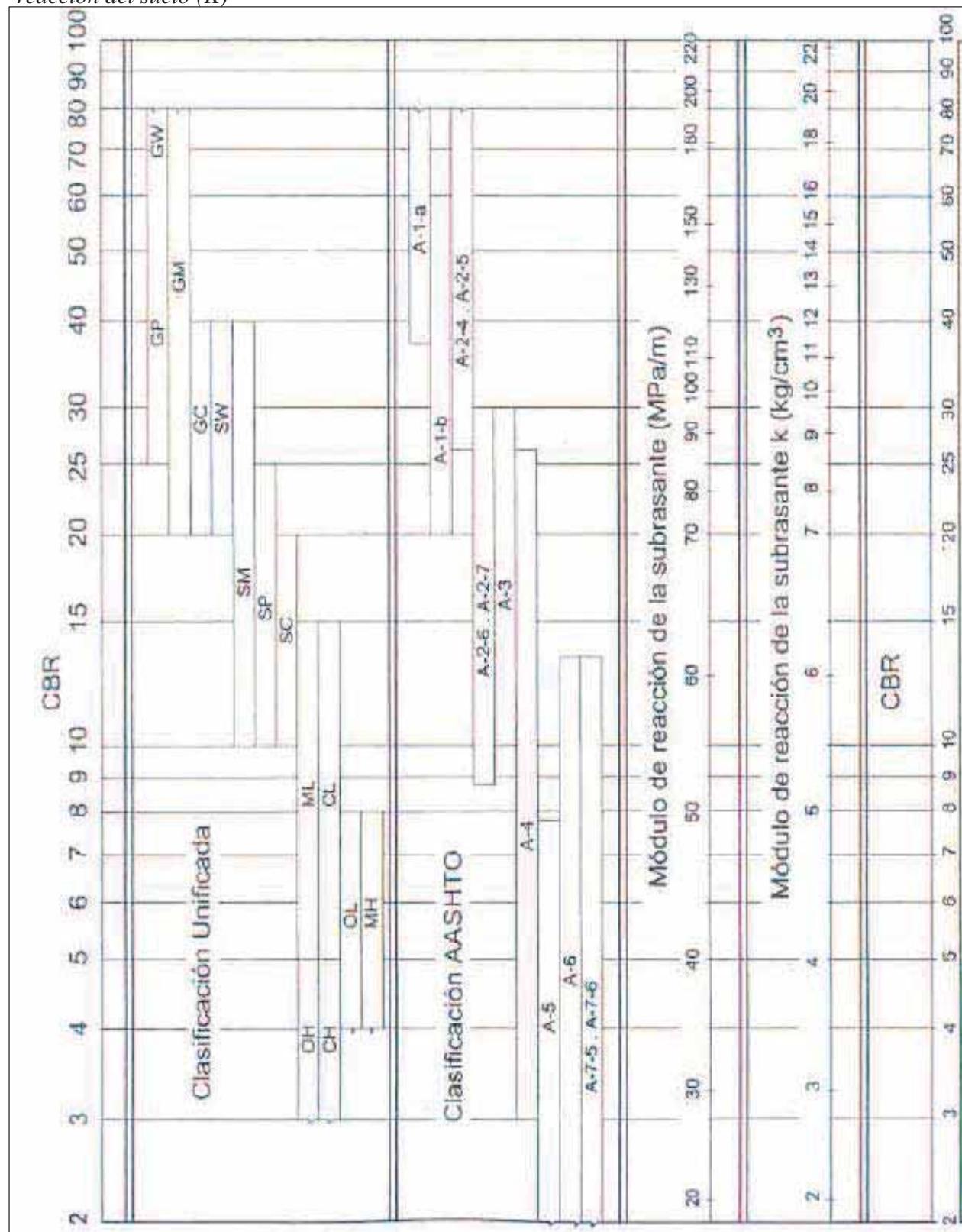
2.9.2.4. *Módulo de reacción de la subrasante (Kc)*

En un parámetro que caracteriza al tipo de subrasante y es el módulo de la subrasante (K). Adicionalmente se contempla una mejora en el nivel de soporte de la subrasante con la colocación de capas intermedias granulares o tratadas, efecto que mejora las condiciones de apoyo y puede llegar a reducir el espesor calculado del concreto. Esta mejora se introduce con el módulo de reacción combinado (Kc). M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

La investigación utilizará la alternativa que da AASHTO de utilizar correlaciones directas que permiten obtener el coeficiente de reacción K, en función de la clasificación de suelos y el CBR, para lo cual se muestra la gráfica N°7.

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Figura N° 7 Cuadro de correlación de CBR y clasificación de suelos para obtener el módulo de reacción del suelo (K)



Fuente: "Manual de Carreteras, Suelos, Geotecnia, Geología y pavimentos (MTC -2014)"

2.9.2.5. Resistencia a flexotracción del concreto M_r ($S'c$)

Debido a que los pavimentos de concreto trabajan principalmente a flexión es que se introduce este parámetro en la ecuación AASHTO 93.

El módulo de rotura ($S'c$) del concreto se correlaciona con el módulo de compresión ($f'c$) del concreto mediante la siguiente ecuación:

Los valores de “a” varían entre 8 y 10 según el (AASHTO, 1993)

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ transformando la unidad a (psi) es $F'c = 2986.89 \text{ psi}$

2.9.2.6. Modulo elástico del concreto (Ec)

El módulo de elasticidad del concreto es un parámetro particularmente importante para el dimensionamiento de estructuras de concreto armado. La predicción del mismo se puede efectuar a partir de la resistencia a compresión o flexotraccion, a través de correlaciones establecidas. AASHTO indica que el módulo elástico puede ser estimado usando una correlación, recomendada por ACI, obtenido mediante el ensayo ASTM C – 469. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ transformando la unidad a (psi) es $F'c = 2986.89 \text{ psi}$

2.9.2.7. Coeficiente de drenaje (C_d)

La metodología AASHTO incorpora el coeficiente de drenaje (C_d) para considerarlo en el diseño y para su cálculo se tiene los siguientes datos como muestra el cuadro N°25 y 26 según el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Cuadro N° 25 Condición de Drenaje para determinar el porcentaje de saturación

| CALIDAD DE DRENAJE | 50% DE SATURACIÓN EN: | 80% DE SATURACIÓN EN |
|--------------------|-----------------------|-----------------------|
| Excelente | 2 horas | 2 horas |
| Buena | 1 día | 2 a 5 horas |
| Regular | 1 semana | 5 a 10 horas |
| Pobre | 1 mes | más de 10 horas |
| Deficiente | Agua no drena | Mucho más de 10 horas |

Fuente: (Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014)

Cuadro N° 26 Coeficiente de drenaje de capas granulares Cd

| CALIDAD DE DRENAGE | % DEL TIEMPO EN QUE EL PAVIMENTO QUE ESTA EXPUESTO A NIVELES DE HUMEDAD CERCANOS A LA SATURACION (P) | | | |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------|
| | < 1% | 1% - 5% | 5% - 25% | > 25% |
| Excelente | 1.25 – 1.20 | 1.20 – 1.15 | 1.15 – 1.10 | 1.10 |
| Bueno | 1.20 – 1.15 | 1.15 – 1.10 | 1.10 – 1.00 | 1.00 |
| Regular | 1.15 – 1.10 | 1.10 – 1.00 | 1.00 – 0.90 | 0.90 |
| Pobre | 1.10 – 1.00 | 1.00 – 0.90 | 0.90 – 0.80 | 0.80 |
| Muy pobre | 1.00 – 0.90 | 0.90 – 0.80 | 0.80 – 0.70 | 0.70 |

Fuente: Guide for design of pavements structures de (AASHTO, 1993)

2.9.2.8. Coeficiente de transito de cargas (J)

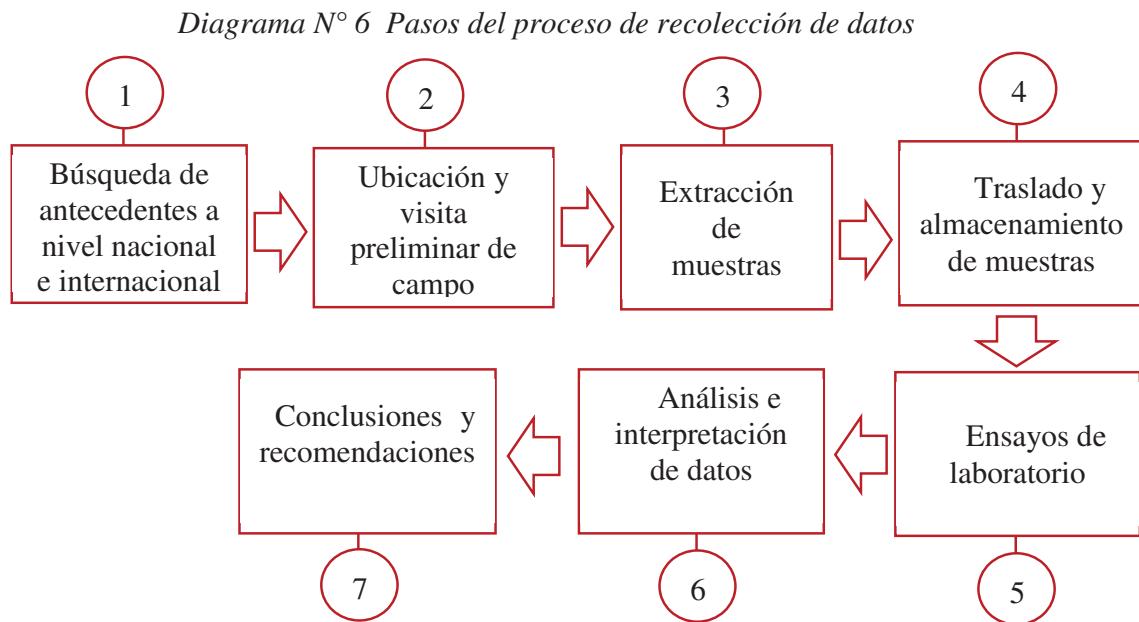
Es un parámetro empleado para el diseño de pavimentos del concreto que expresa la capacidad de la estructura como transmisoras de cargas entre juntas y fisuras. El valor de J es directamente proporcional al valor final del espesor de la losa de concreto. Es decir, a menor valor de J, menor espesor de concreto. M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

Para pavimentos rígidos que llevaran juntas reforzadas se tomó **J = 3.2** según M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014).

CAPITULO III: RECOLECCION DE DATOS

3.1. Proceso de la recolección e interpretación de datos del proyecto

El siguiente diagrama N°6 muestra el resumen del desarrollo general de la obtención e interpretación de datos.



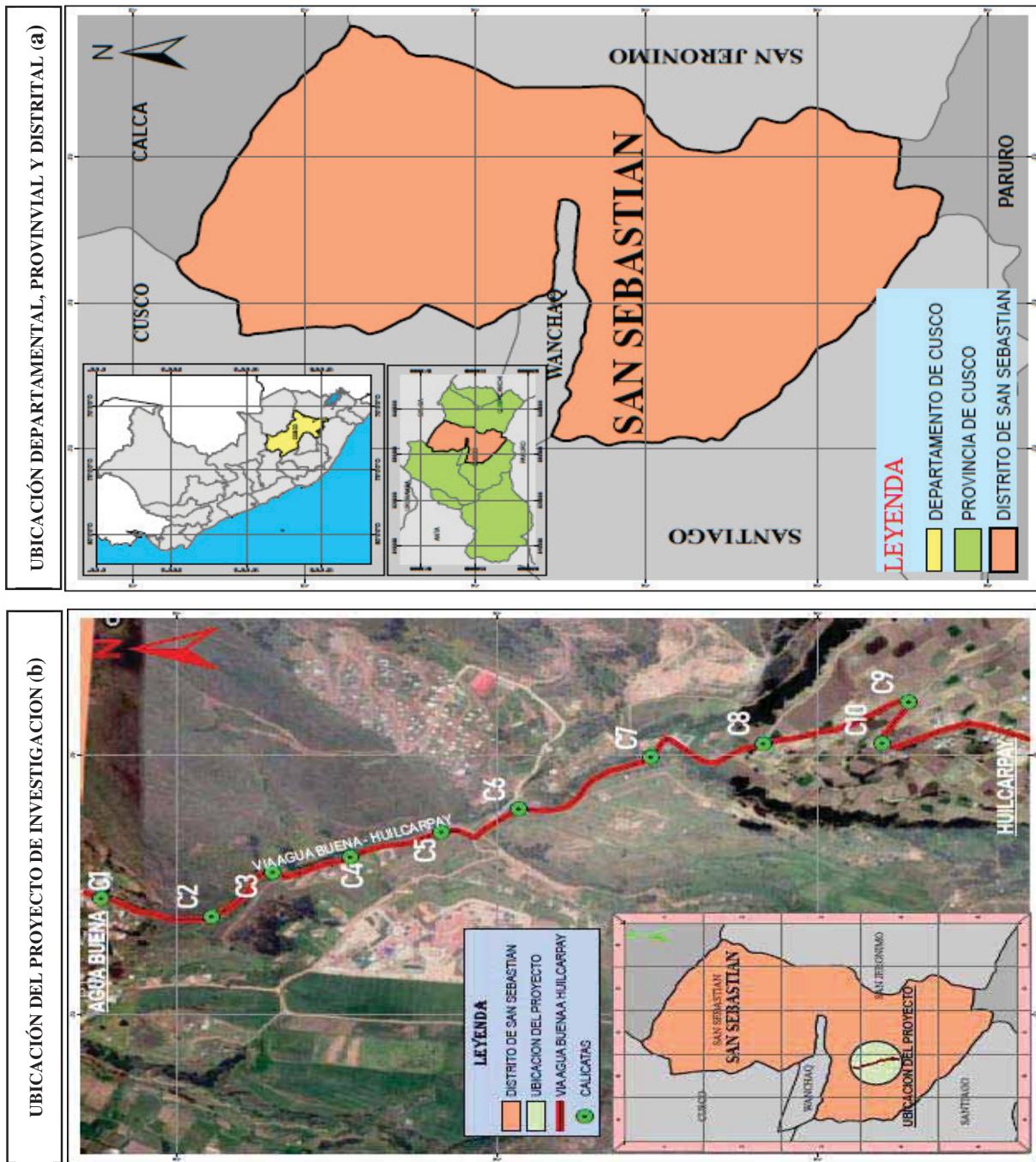
Fuente: Elaboración propia

3.1.1. Ubicación del proyecto de investigación

El proyecto de investigación está ubicado entre las progresivas 0+00 Km y 2+500 Km que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay perteneciente al distrito de San Sebastián, provincia, departamento de Cusco. La figura N°8, (a) muestra la ubicación departamental, provincial y distrital, (b) muestra la ubicación de la vía de estudio.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 8 Ubicación geográfica del proyecto de investigación



Fuente: Elaboración propia

3.1.2. Descripción del tramo de estudio

El tramo de estudio cuenta con 2500 m de longitud y presenta un ancho promedio de 5.60 m, esta carretera considerada como red vial vecinal o rural básicamente está destinada a conectar el centro poblado de Huilcarpay con la ciudad del Cusco, contribuyendo al

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

desarrollo económico, social y cultural de los pobladores, el área que cubre este tramo de carretera está básicamente cubierta de cultivos de cereales, papas, maíz y terrenos destinados a lotizaciones urbanas. Vale destacar que este tramo presenta cambios de relieve, geología y conforma una cuenca cuyo cauce es el principal medio de riego para la agricultura que es la principal actividad económica del sector, según los pobladores de la zona se estima que casi el 70% de los habitantes de Huilcarpay se debe a esta actividad. Las fotografías N° 1, (a) muestra parte del tramo de carretera y la cuenca que conforma el valle, (b) muestra las áreas confluyentes con terrenos lotizados y campos de cultivo.

Fotografía N° 1 Tramo de carretera en estudio y áreas confluyentes



Fuente: Elaboración propia

3.1.3. Visita preliminar de campo

La visita e inspección visual preliminar de la vía de interés se hizo con el propósito de identificar y distinguir los puntos en los cuales se realizó la excavación de calicatas, el procedimiento consistió en la observación visual de taludes, donde se apreció suelos con distinta formación geológica, se observaron gravas y arenas en un tramo inicial hasta la progresiva 0+500 Km aproximadamente y se identificó limos y arcillas en el tramo restante.

El resultado de la visita preliminar logró identificar 10 puntos de exploración a través de calicatas, las fotografías N°2, (a) y (b) muestran la localización de los puntos 1 y 2 respectivamente.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 2 Ubicación de las Calitas C-1 y C-2, según sus características y estrato.



(a)

(b)

El Registro e identificación de calicatas se muestra en el Anexo A.1 y fotografías en el anexo D.1

Fuente: Elaboración propia

3.1.4. Extracción de muestras a través de la excavación de calicatas

Se utilizó equipo mecánico (retroexcavadora) para la excavación de calicatas, debido a que la investigación no requirió la extracción de muestras inalteradas, la cantidad de calicatas exploradas fueron 10.

La ubicación y excavación de las 10 calicatas se realizó en forma alternada distantes cada 250 m aproximadamente como muestra en la figura N°8 (b) con una profundidad mínima de 1.50 m que establece el “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del MTC”.

Las muestras fueron recolectadas en cuatro costales de color blanco, con un peso promedio de 45Kg por costal. Cada unidad fue minuciosamente marcada con su respectivo código de identificación que detalló el nombre del proyecto de investigación, nombre de la calicata extraída, características del suelo, norma que rige el muestreo de suelos y la fecha de extracción. Las descripciones de las características de muestras extraídas en cada calicata se detallan a continuación.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

CALICATA C-01: Se ubicó en la progresiva 0+00 km a una profundidad de 1.60m en la vía Agua buena a Huilcarpay, excavado del lado izquierdo de la calzada, presento dos estratos:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 0.40m se encontró un suelo arcilla plástica de color blanco.
- Estrato 02: hasta 1.20m se detectó un suelo limo arcilloso de color marrón.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 0.40 m | | |
| 02 | 1.20 m | | |

Las fotografías N° 3 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-1.

Fotografía N° 3 Excavación y extracción de la muestra de la Calicata C-1



(a)

(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-02: Se ubicó en la progresiva 0+260 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado derecho de la calzada, se presenció dos estratos:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 0.50m se observó arcillas con presencia de grava de color rojizo.
- Estrato 02: hasta 1m se notó arenas con presencia de grava y piedras con coloración marrón.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 0.50 m | | |
| 02 | 1.00 m | | |

Las fotografías N° 4 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-2.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 4 Excavación y extracción de la muestra de la Calicata C-2



(a)

(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-03: Se ubicó en la progresiva 0+460 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado izquierdo de la calzada, se presenció solamente un estrato:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 1.50m se identificó gravas y piedras con suelo marrón oscuro.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 1.50 m | | |

Las fotografías N° 5 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-3.

Fotografía N° 5 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-3



(a)

(b)

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

CALICATA C-04: Se ubicó en la progresiva 0+680 km a una profundidad de 1.60m, excavado del lado derecho de la calzada, se presenció dos estratos:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 0.20m se apreció arcillas de color rojizo.
- Estrato 02: hasta 1.40m se halló suelo arcilla-limoso de color marrón oscuro además de pequeñas porciones de materia orgánica.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 0.20 m | | |
| 02 | 1.40 m | | |

Las fotografías N° 6 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-4.

Fotografía N° 6 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-4



(a)

(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-05: Se ubicó en la progresiva 0+920 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado izquierdo de la calzada.

- Estrato 01: Se presenció arcilla de color rojo a 0.60m de profundidad.
- Estrato 02: hasta 0.90m se descubrió suelo de tipo arcilla de color marrón.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 0.60 m | | |
| 02 | 0.90 m | | |

Las fotografías N° 7 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-5.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 7 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-5



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

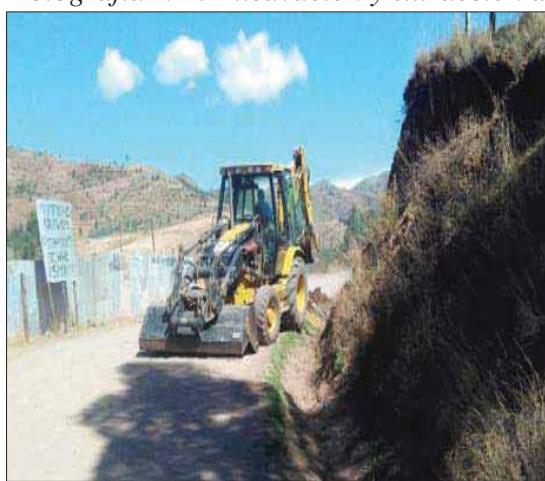
CALICATA C-06: Se ubicó en la progresiva 1+180 km a una profundidad de 1.60m, excavado del lado derecho de la calzada.

- Estrato 01: Se detectó suelo orgánico oscuro a 1.00 m de profundidad.
- Estrato 02: hasta 0.60m se observó suelo arcilloso de coloración marrón oscuro.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 1.00 m | | |
| 02 | 0.60 m | | |

Las fotografías N° 8 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-6.

Fotografía N° 8 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-6



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-07: Se ubicó en la progresiva 1+450 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado izquierdo de la calzada.

- Estrato 01: Solamente se notó suelo limo-arcilloso color marrón, hasta una profundidad de 1.50m.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 1.50 m | | |

Las fotografías N° 9 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra de la calicata C-7.

Fotografía N° 9 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-7



Fuente: Elaboración propia

CALICATA C-08: Se ubicó en la progresiva 1+690 km, a una profundidad de 1.50m excavado del lado derecho de la calzada.

- Estrato 01: hasta una profundidad de 1.50m solamente se distinguió arcilla con presencia de arenilla de color marrón.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 1.50 m | | |

Las fotografías N° 10 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-8.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 10 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-8



Fuente: Elaboración propia

NOTA: Se debe aclarar el error en la descripción de calicata N°9 en lugar del N°8.

CALICATA C-09: Se ubicó en la progresiva 1+990 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado izquierdo de la calzada, se resalta solamente un estrato:

- Estrato 01: hasta una profundidad de 1.50m se halló presencia de suelo arcilla-limosa con mezcla de arenilla en suelo de coloración marrón oscuro.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 1.50 m | | |

Las fotografías N° 11 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra respectivamente de la calicata C-9.

Fotografía N° 11 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-9



Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

CALICATA C-10: Se ubicó en la progresiva 2+140 km a una profundidad de 1.50m, excavado del lado derecho de la calzada.

- Estrato 01: hasta una profundidad de 0.50m se descubrió suelo orgánico de color negro.
- Estrato 02: hasta una profundidad de 1m se encontró suelo arcilloso de color marrón.

| EST. | PROF. | COLOR | SIMB. |
|------|--------|-------|-------|
| 01 | 0.50 m | | |
| 02 | 1.00 m | | |

Las fotografías N° 12 (a) y (b) muestran la excavación y extracción de muestra de la calicata C-10.

Fotografía N° 12 Excavación y extracción de muestra de la Calicata C-10



(a)

(b)

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N°27 resumen la profundidad y ubicación de las calicatas extraídas

Cuadro N° 27 Resumen general de la extracción de calicatas

| CALICATA | PROF. (m) | PROGRESIVA | LADO | COORDENADAS UTM (WGS84) | |
|----------|--------------|------------|-----------|-------------------------|---------------|
| | | | | NORTE | ESTE |
| C -01 | 1.6 | 0+000 | Izquierdo | 8500293.39 m S | 181421.19 m E |
| C-02 | 1.5 | 0+260 | Derecho | 8500070.00 m S | 181371.03 m E |
| C-03 | 1.5 | 0+460 | Izquierdo | 8499928.76 m S | 181496.77 m E |
| C-04 | 1.6 | 0+680 | Derecho | 8499797.57 m S | 181514.23 m E |
| C-05 | 1.5 | 0+920 | Izquierdo | 8499587.33 m S | 181594.45 m E |
| C-06 | 1.5 | 1+180 | Derecho | 8499404.89 m S | 181655.62 m E |
| C-07 | 1.5 | 1+450 | Izquierdo | 8499132.38 m S | 181794.00 m E |
| C-08 | 1.5 | 1+690 | Derecho | 8498887.94 m S | 181823.73 m E |
| C-09 | 1.6 | 1+990 | Izquierdo | 8498605.07 m S | 181917.47 m E |
| C-10 | 1.5 | 2+140 | Derecho | 8498658.31 m S | 181831.05 m E |

Fuente: Elaboración propia

3.1.5. Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio que condujeron a la determinación de las propiedades físico-mecánicas de los suelos extraídos, se detalla en la descripción del manual de ensayos de materiales para carreteras del MTC (EM-2000). En el cuadro N° 28 se puede observar la relación de los ensayos realizados y su respectiva norma vigente que las rige.

Cuadro N° 28 Normas que rigen los ensayos realizados

| ENSAYOS | NORMA NACIONAL | NORMAS INTERNACIONALES | |
|---------------------------------------|----------------|------------------------|--------------|
| <i>Propiedades físicas</i> | | | |
| Análisis granulométrico por Tamizado | NTP 339.128 | ASTM D 422 | AASHTO T 88 |
| Contenido de humedad | NTP 339.127 | ASTM D 2216 | --- |
| Límite líquido | NTP 339.129 | ASTM D 4318 | AASHTO T 89 |
| Límite plástico | NTP 339.129 | ASTM D 4318 | AASHTO T 90 |
| Clasificación de suelos método SUCS | NTP 339.134 | ASTM D 2487 | --- |
| Clasificación de suelos método AASHTO | NTP 339.135 | ASTM D 3282 | AASHTO-145 |
| <i>Propiedades mecánicas</i> | | | |
| Proctor modificado | NTP 339.141 | ASTM D 1557 | AASHTO T 180 |
| Proctor estándar | NTP 339.142 | ASTM D 698 | AASHTO T 99 |
| Relación de soporte (CBR) | NTP 339.145 | ASTM D 1883 | AASHTO T 193 |
| Durabilidad de suelos | --- | --- | --- |
| Compresión NO confinada | NTP 339.167 | ASTM D 2166 | AASHTO T 208 |

Fuente: Elaboración propia basado al Manual de ensayo de materiales EM 2000

En los cuadros N° 29 y 30 muestran la cantidad de ensayos realizados para determinar las propiedades físicas y mecánicas para el proyecto de investigación.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 29 Número de ensayos realizados para determinar las propiedades físicas

| ENSAYOS <i>Propiedades físicas</i> | CALICHTAS DE ESTUDIO | | | | | | | | | | Sub total |
|-------------------------------------------|----------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|----------------------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | C-4 | C-5 | C-6 | C-7 | C-8 | C-9 | C-10 | |
| Análisis | | | | | | | | | | | |
| granulométrico por Tamizado | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Contenido de humedad | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 10 |
| Límite líquido | 1 | --- | 1 | 1 | 1 | 1 | --- | --- | 1 | 1 | 7 |
| Límite Líquido con PS | 5 | --- | 5 | 5 | 5 | 5 | --- | --- | 5 | 5 | 35 |
| Límite plástico | 1 | --- | 1 | 1 | 1 | 1 | --- | --- | 1 | 1 | 7 |
| Límite Plástico con PS | 5 | --- | 5 | 5 | 5 | 5 | --- | --- | 5 | 5 | 35 |
| Número total de ensayos Realizados | | | | | | | | | | 104 | |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 30 Número de ensayos realizados para determinar las propiedades mecánicas

| ENSAYOS <i>Propiedades mecánicas</i> | TIPO I <i>C-1, C-8</i> | TIPO II <i>C-2, C-3</i> | TIPO III <i>C-4, C-6, C-7, C-9, C.10</i> | TIPO IV <i>C-5</i> | Sub total |
|-------------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|------------------|
| | | | | | |
| Proctor modificado | --- | 6 | --- | --- | 6 |
| Proctor estándar | 6 | --- | 6 | 6 | 18 |
| Relación de soporte (CBR) | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Durabilidad de suelos | 4 | 4 | 4 | 4 | 16 |
| Compresión NO confinada | --- | --- | 4 | 3 | 7 |
| Número total de ensayos Realizados | | | | | 71 |

Fuente: Elaboración propia

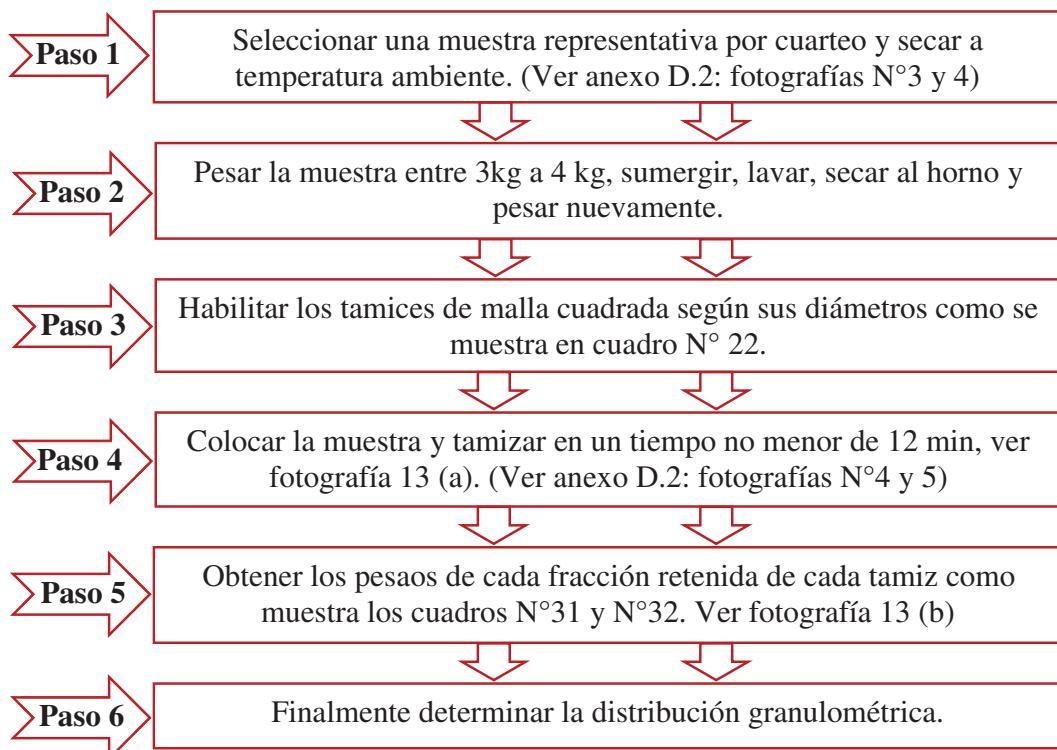
3.1.5.1. Análisis granulométrico

La norma MTC E 107⁷ del manual de ensayo de materiales en su sección de suelos, describe el proceso del ensayo. Para esta investigación el diagrama N° 7 detalla los pasos que se realizó.

⁷ SUELOS: Análisis granulométrico de suelo por tamizado

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Diagrama N° 7 Pasos para el ensayo de análisis granulométrico



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 13 Ensayo de análisis granulométrico por tamizado



El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.2

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

En los cuadros N° 31 y 32, muestra datos de los pesos retenidos para cada abertura del tamiz hasta la malla (N° 200), para todas las calicatas exploradas.

Cuadro N° 31 Datos de ensayo Granulométrico por tamizado

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO C-1 (gr) | PESO RETENIDO C-2 (gr) | PESO RETENIDO C-3 (gr) | PESO RETENIDO C-4 (gr) | PESO RETENIDO C-5 (gr) |
|---------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1½" | 37.5 | 0.00 | 261.66 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1" | 25 | 203.24 | 895.28 | 106.72 | 0.00 | 0.00 |
| 3/4" | 19 | 80.16 | 250.52 | 202.70 | 0.00 | 21.54 |
| 3/8" | 9.5 | 136.68 | 717.46 | 261.82 | 15.94 | 54.51 |
| Nº 4 | 4.75 | 98.36 | 245.82 | 201.55 | 10.97 | 41.07 |
| Nº 10 | 2 | 67.46 | 217.48 | 170.30 | 18.93 | 36.95 |
| Nº 20 | 0.850 | 51.54 | 162.08 | 96.03 | 20.12 | 29.73 |
| Nº 40 | 0.425 | 82.74 | 260.58 | 85.73 | 21.42 | 31.70 |
| Nº 60 | 0.250 | 296.44 | 1207.08 | 81.60 | 37.91 | 58.20 |
| Nº 100 | 0.150 | 888.35 | 732.82 | 202.36 | 78.58 | 178.81 |
| Nº 200 | 0.075 | 132.20 | 313.56 | 175.27 | 76.94 | 143.29 |
| Cazuela | - | 6.08 | 35.32 | 10.06 | 1.37 | 2.42 |
| Lavado | - | 1606.00 | 1354.00 | 790.00 | 972.000 | 1133.000 |
| | | 2043.25 | 2043.25 | 1594.14 | 282.18 | 598.22 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 32 Datos de ensayo Granulométrico por tamizado

| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO C-6 (gr) | PESO RETENIDO C-7 (gr) | PESO RETENIDO C-8 (gr) | PESO RETENIDO C-9 (gr) | PESO RETENIDO C-10 (gr) |
|---------|---------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|
| 2" | 50 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1½" | 37.5 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1" | 25 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 3/4" | 19 | 0.00 | 54.17 | 17.36 | 0.00 | 30.23 |
| 3/8" | 9.5 | 1.63 | 57.81 | 41.14 | 4.25 | 15.08 |
| Nº 4 | 4.75 | 7.26 | 42.74 | 84.98 | 25.49 | 11.62 |
| Nº 10 | 2 | 11.25 | 45.25 | 86.59 | 50.16 | 17.55 |
| Nº 20 | 0.850 | 14.75 | 43.90 | 62.87 | 33.43 | 24.99 |
| Nº 40 | 0.425 | 14.44 | 36.58 | 64.84 | 38.24 | 32.58 |
| Nº 60 | 0.250 | 20.22 | 65.62 | 107.08 | 96.02 | 67.74 |
| Nº 100 | 0.150 | 27.60 | 339.83 | 204.46 | 230.81 | 187.29 |
| Nº 200 | 0.075 | 32.90 | 186.21 | 148.96 | 169.96 | 196.81 |
| Cazuela | - | 0.70 | 4.88 | 4.59 | 8.95 | 8.98 |
| Lavado | - | 1320.000 | 1080.000 | 794.000 | 1023.000 | 961.000 |
| | | 130.75 | 876.99 | 822.87 | 657.31 | 592.87 |

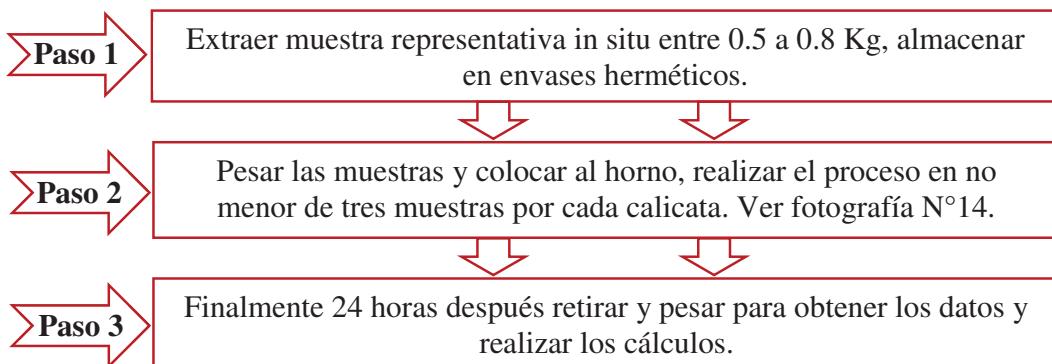
Los cálculos y resultados de todas las calicatas se muestran en el Anexo B.1

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.2. Contenido de Humedad

La norma MTC E 108⁸ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. Para esta investigación el diagrama N° 8 detalla los pasos que se realizó.

Diagrama N° 8 Pasos del ensayo de contenido de agua



Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 33 detalla los datos obtenidos para contenido de humedad natural de la calicata C-1, así mismo se determinó con la fórmula (20).

Fotografía N° 14 Ensayo de Contenido de humedad



Cálculos

$$W(\%) = \frac{\text{Peso del agua}}{\left[\frac{\text{Peso del suelo}}{\text{seco al horno}} \right]} \times 100 \quad \dots (20)$$

Dónde:

W: Contenido de humedad

Fuente: Elaboración propia

⁸ SUELOS: Determinación del contenido de humedad de un suelo

Cuadro N° 33 Datos del ensayo de humedad-C-1

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 32.39 | 40.67 | 31.85 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 341.95 | 363.07 | 404.39 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 315.18 | 335.77 | 372.36 |
| Peso del Agua (gr) | 26.77 | 27.30 | 32.03 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 282.79 | 295.10 | 340.51 |
| Humedad | 9.47% | 9.25% | 9.41% |
| PROMEDIO DE HUMEDAD | | 9.37% | |

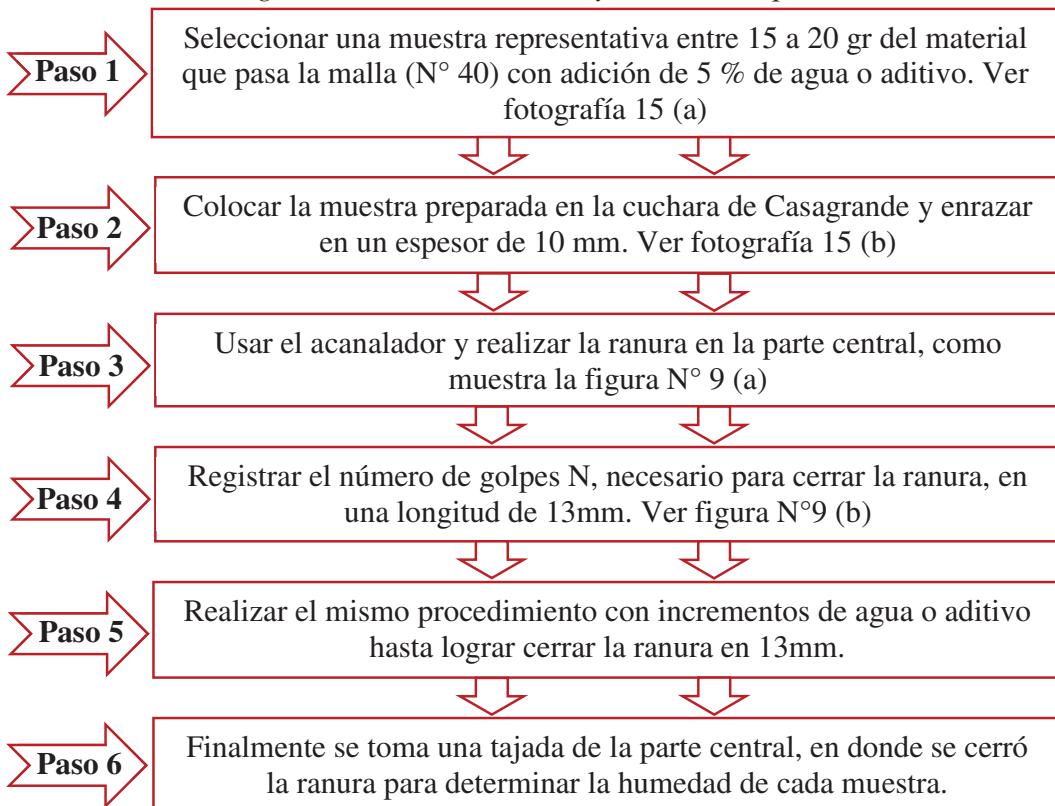
Los cálculos y resultados de todas las calicatas se muestran en el Anexo B.5

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.3. Límite Líquido (LL)

La norma MTC E 110⁹ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. Para esta investigación el diagrama N° 9 detalla los pasos que se realizó.

Diagrama N° 9 Pasos del ensayo de límite líquido



Los cálculos y resultados obtenidos se muestran en el anexo B.2 y B.4

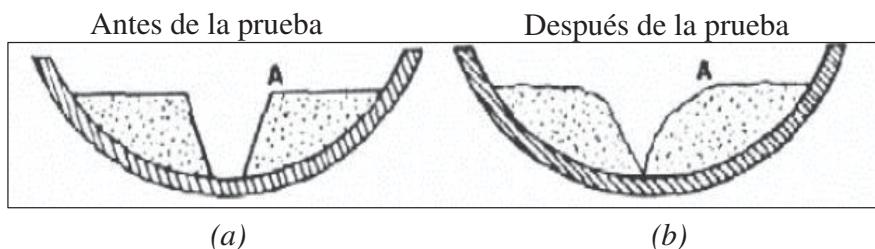
Fuente: Elaboración propia

⁹ SUELOS: Determinación del límite líquido de los suelos

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 9 Corte transversal del ensayo de límite líquido

Muestras de suelos



Fuente: Elaboración propia

Cálculos

Fotografía N° 15 Ensayo de Límite líquido



(a) (b)
El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.3

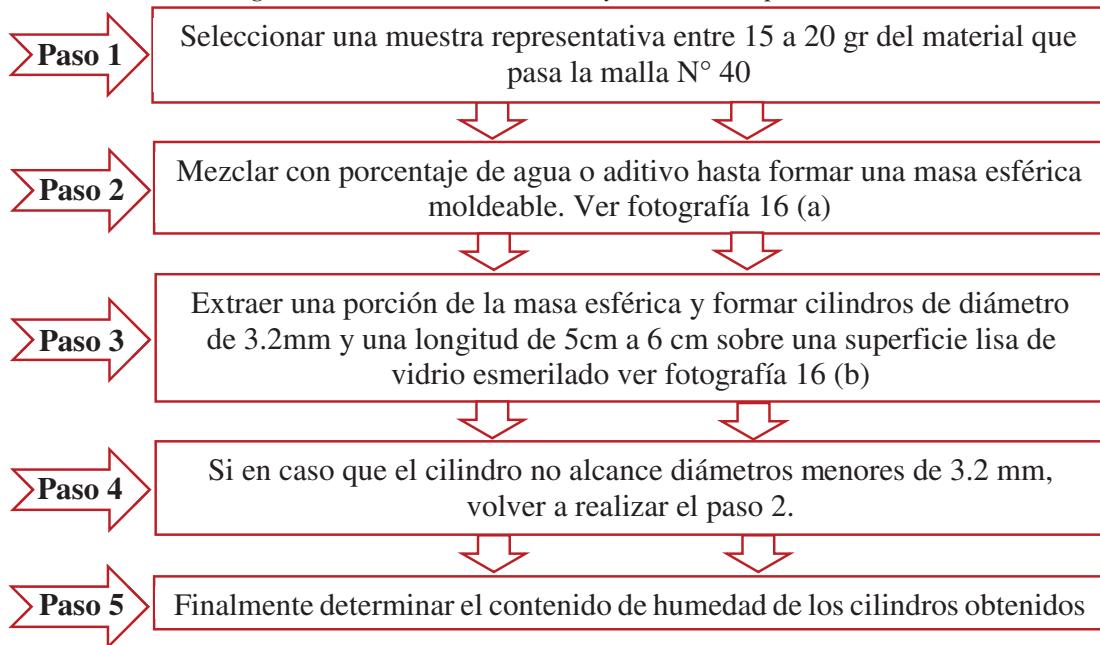
3.1.5.4. List of P14.3 - (LR)

La norma MTC E 111¹⁰ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. Para este investigación el diagrama N° 10 detalla los pasos que se realizó.

¹⁰ SUELOS: Determinación del límite plástico de los suelos e índice de plasticidad

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Diagrama N° 10 Pasos del ensayo de Límite plástico



Los cálculos y resultados obtenidos se muestran en el anexo B.3 y B.4

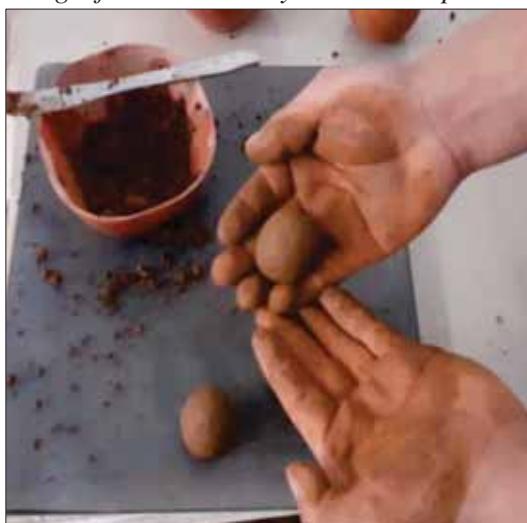
Fuente: Elaboración propia

NOTA: Del total de calicatas ensayadas se descubrió que las calicatas C-2, C-7 y C-8 no presentan plasticidad, al presentarse imposible formar cilindros de 3mm de diámetro.

Cálculos

$$LP = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso seco del suelo}} \times 100 \quad \quad (22)$$

Fotografía N° 16 Ensayo de Límite plástico



(a)

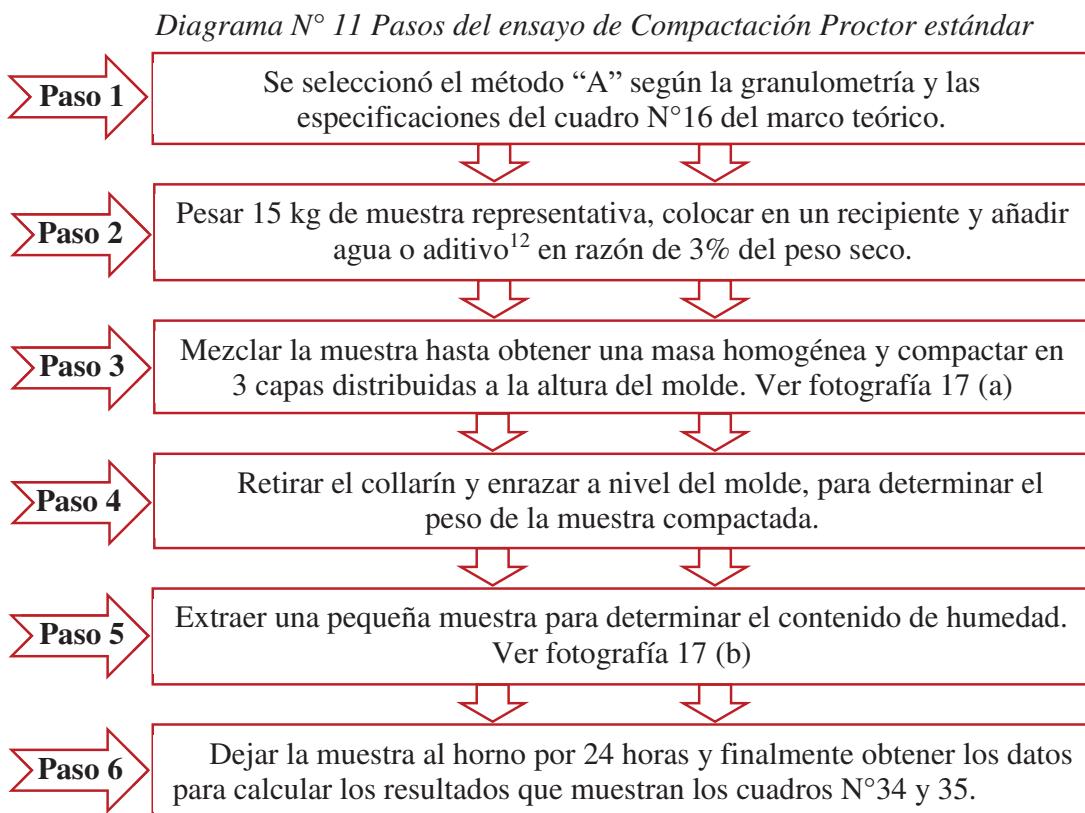


(b)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.4
Fuente: Elaboración propia

3.1.5.5. Ensayo de compactación Proctor Estándar

La norma MTC E 116¹¹ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. La cantidad de muestra representativa utilizada fue entre 14 kg a 16 kg para representar cinco puntos en la curva de compactación. Para esta investigación el diagrama N° 11 detalla los pasos que se realizó.



Fuente: Elaboración propia

NOTA: Las calicatas compactadas con energía estándar corresponden las siguientes: C-1, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9 y C-10, y las calicatas C-2, C-3, fue mediante el ensayo de proctor modificado.

Peso volumétrico húmedo

$$\rho h = \frac{W_{me} - W_e}{V_c} = \frac{W_m}{V_c} \quad \dots \dots \dots \quad (23)$$

¹¹ SUELOS: Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (Proctor estándar)

¹² ADITIVO: Agua + Pegamento Sintético

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Donde:

ρ_h : Peso volumétrico húmedo

W_m : Peso de la muestra compactada

W_e : Peso del molde del cilindro

V_c : Volumen del cilindro

W_{me} : Peso de la muestra compactada + peso del cilindro

Peso volumétrico seco

Donde:

ρ_d : Peso volumétrico seco

W_m : Contenido de humedad al tanto por uno

Fotografía N° 17 Ensayo de Compactación Proctor Estándar



(a)



(b)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.5

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

En el cuadro N° 34 se muestra los datos obtenidos para determinar la densidad seca de cinco muestras, así mismo se calcula con la fórmula N°24 para la calicata C-1 y el cuadro N° 35 detalla los datos para contenido de humedad de las mismas muestras para la calicata C-1.

Cuadro N° 34 Datos del ensayo de densidad (MTC E 116 – 2000)

| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA |
|------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 01 | 02 | 03 | 04 | 05 |
| Número de Proctor Utilizado | P-1 | P-1 | P-1 | P-1 | P-1 |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 | 10.3 |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 |
| Volumen del Molde (cm ³) | 969.88 | 969.88 | 969.88 | 969.88 | 969.88 |
| Peso del Molde (gr) | 3836 | 3848 | 3843 | 3829 | 3830 |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5536 | 5744 | 5961 | 5898 | 5824 |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1700 | 1896 | 2118 | 2069 | 1994 |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.75 | 1.95 | 2.18 | 2.13 | 2.06 |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.64 | 1.78 | 1.97 | 1.85 | 1.76 |

Cuadro N° 35 Datos del ensayo de humedad (MTC E 116 – 2000)

| HUMEDAD | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | MUESTRA 03 | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | |
|---------------------------------------|--------------|--------|--------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
| | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 38.52 | 37.6 | 39.02 | 39.4 | 37.26 | 38.22 | 23.74 | 23.86 | 23.74 | 23.96 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 102.92 | 110.92 | 101.58 | 107.38 | 104.36 | 110.42 | 131.58 | 99.9 | 107.9 | 94.16 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 99.00 | 106.33 | 96.21 | 101.19 | 98.11 | 102.86 | 118.28 | 89.16 | 95.99 | 83.66 |
| Peso del Agua (gr) | 3.92 | 4.59 | 5.37 | 6.19 | 6.25 | 7.56 | 13.3 | 10.74 | 11.91 | 10.5 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 60.48 | 68.73 | 57.19 | 61.79 | 60.85 | 64.64 | 94.54 | 65.3 | 72.25 | 59.70 |
| Humedad | 6.48% | 6.68% | 9.39% | 10.02% | 10.27% | 11.70% | 14.07% | 16.45% | 16.48% | 17.59% |
| Humedad Promedio | 6.58% | | 9.70% | | 10.98% | | 15.26% | | 17.04% | |

Los cálculos y resultados de todas las calicatas se muestran en el Anexo B.7

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.6. Ensayo de compactación Proctor Modificado

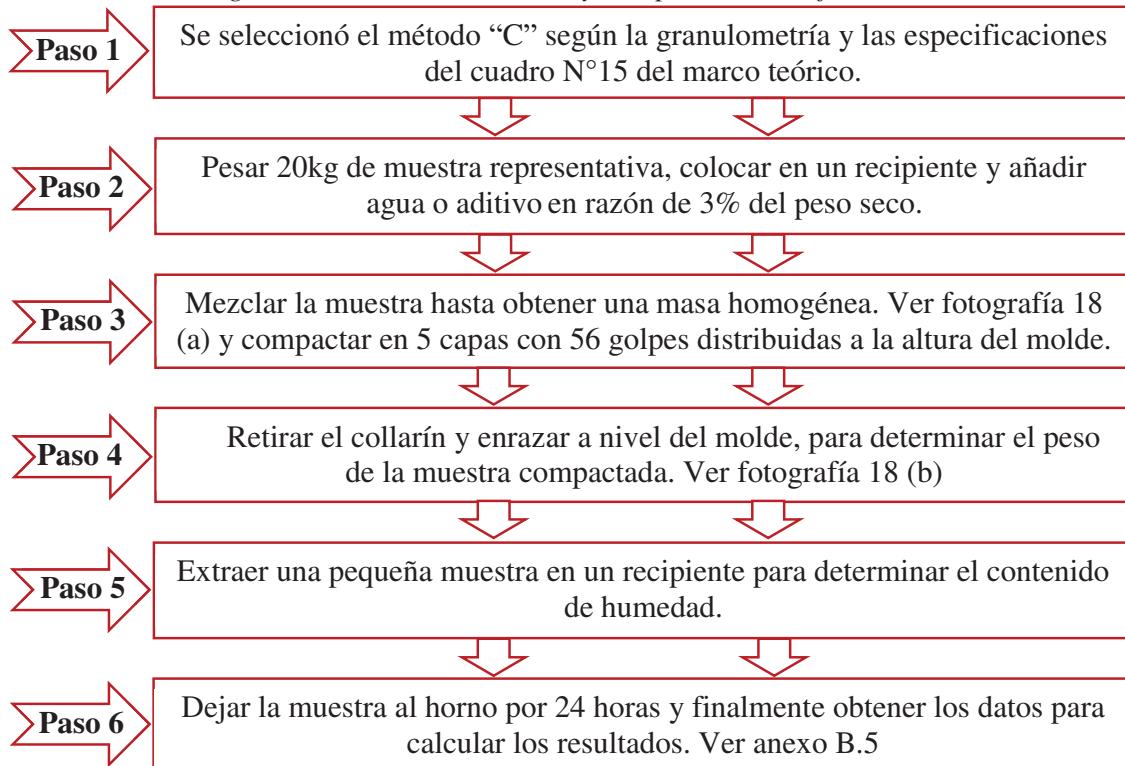
La norma MTC E 115¹³ del manual de ensayo de materiales-sección suelos, describe el proceso del ensayo. La cantidad de muestra representativa utilizada fue entre 18 kg a 22 kg

¹³ SUELOS: Análisis granulométrico de suelo por tamizado

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

para representar cinco puntos en la curva de compactación. Para esta investigación el diagrama N° 12 detalla los pasos que se realizó.

Diagrama N° 12 Pasos del ensayo de proctor modificado



Fuente: Elaboración propia

NOTA: Las calicatas compactadas con energía modificada corresponden las siguientes:
C-2, C-3.

Densidad seca

Donde:

γd = Densidad seca

$$\gamma_m = \text{Densidad húmeda} = W_{\text{suelo}} / \text{Volumen}$$

w ≡ Contenido de humedad

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 18 Ensayo compactación Proctor Modificado



(a)

(b)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.5

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.7. Ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

La norma MTC E 132¹⁴ del manual de ensayo de materiales en su sección de suelos, describe el proceso del ensayo y menciona realizar tres especímenes de 12, 26 y 55 golpes respectivamente en cinco capas distribuidas según la altura del molde estandarizado. La cantidad de muestra representativa utilizada fue entre 14 kg a 16kg. Para esta investigación el diagrama N° 13 detalla los pasos que se realizó.

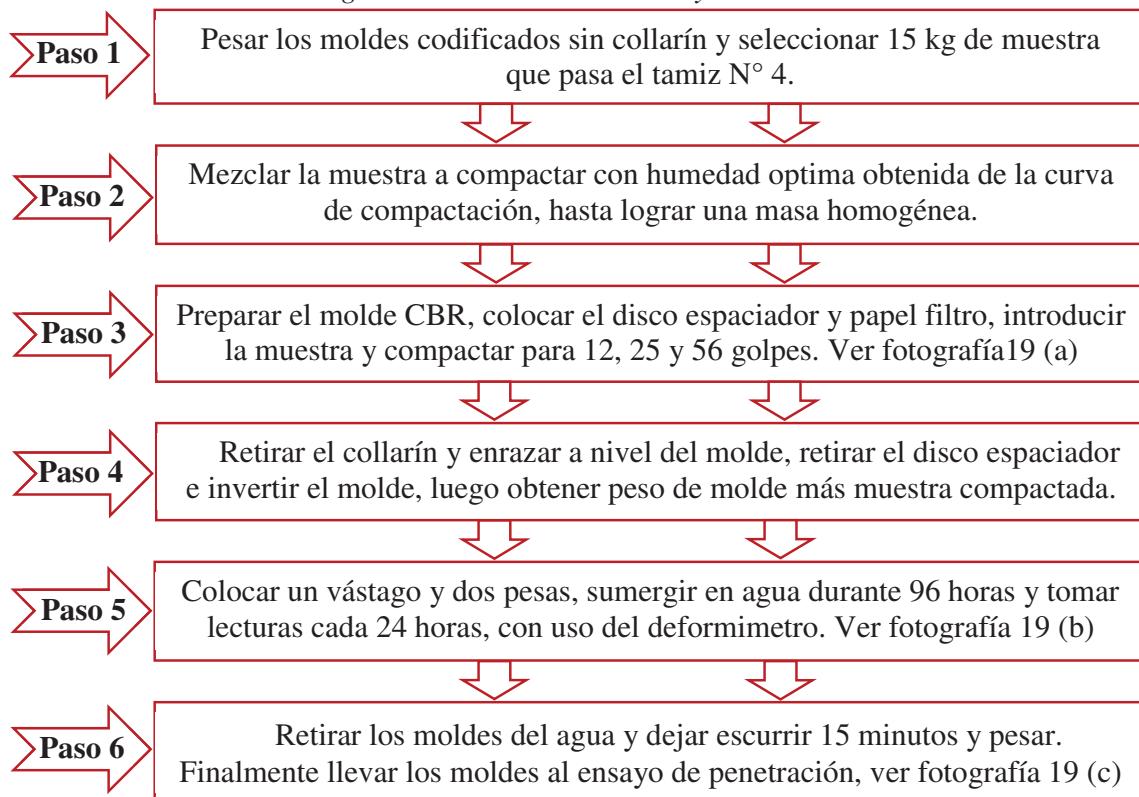
Cálculos

$$\% \text{ Expansion} = \frac{\text{Lectura final} - \text{Lectura inicial}}{127} \times 100 \quad (26)$$

¹⁴ SUELOS: Compactación de suelos en laboratorio utilizando una energía estándar (Proctor estándar)

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Diagrama N° 13 Pasos del ensayo de CBR



Fuente: Elaboración propia

Fotografía N° 19 Ensayo de CBR



El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.6
Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Ensayo de penetración

La norma MTC E 132, indica que la compresión entre la base y el cabezal se debe poder regular a una velocidad uniforme de 0,05" por minuto, tomando lecturas y datos del dial de carga a valores de deformación controlada hasta un tiempo mínimo entre 10 a 15 minutos hasta que la carga sea constante.

En el cuadro N° 36 se observa el esfuerzo patrón para 0.1" y 0.2". En el cuadro N° 37 muestra el resumen de los datos de penetración (dial) y el esfuerzo del ensayo de CBR para la calicata C-1. En el cuadro N° 38 muestra los resultados del ensayo de CBR para la calicata C-1 sin PS. En la figura N° 10 se observa la gráfica de CBR para calicata C-1.

Cuadro N° 36 Valores del esfuerzo patrón

| PENETRACIÓN | | PRESIÓN | | |
|-------------|----------|-------------------|----------------------|---------------------|
| Centímetros | pulgadas | MN/m ² | Kg-f/cm ² | Lb/plg ² |
| 2.54 | 0.1" | 6.9 | 70.31 | 1000 |
| 5.08 | 0.2" | 10.35 | 105.46 | 1500 |

Fuente: Manual de ensayos de materiales, (M.T.C, 2016, pág. 255)

Cuadro N° 37 Resumen de datos de penetración y fuerza de la C-1

| Dial | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | MUESTRA 03 | | | | |
|------------|---------------------------|---------------------------|---------------|-------------|---------------|---------------|-------------|---------------|---------------|
| | Nro. Golpes por capa (12) | Nro. Golpes por capa (26) | Dial | Fuerza (kg) | Esfuerzo (kg) | Dial | Fuerza (kg) | Esfuerzo (kg) | |
| *0.001" | Dial | Fuerza (kg) | Esfuerzo (kg) | Dial | Fuerza (kg) | Esfuerzo (kg) | Dial | Fuerza (kg) | Esfuerzo (kg) |
| 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| 25 | 60 | 84.58 | 4.17 | 50 | 71.04 | 3.51 | 12 | 19.60 | 0.97 |
| 50 | 106 | 146.81 | 7.24 | 85 | 118.41 | 5.84 | 21 | 31.78 | 1.57 |
| 75 | 150 | 206.31 | 10.18 | 120 | 165.75 | 8.18 | 28 | 41.26 | 2.04 |
| 100 | 195 | 267.13 | 13.18 | 155 | 213.07 | 10.51 | 35 | 50.74 | 2.50 |
| 125 | 245 | 334.67 | 16.51 | 204 | 279.29 | 13.78 | 44 | 62.92 | 3.10 |
| 150 | 315 | 429.16 | 21.17 | 250 | 341.42 | 16.85 | 50 | 71.04 | 3.51 |
| 200 | 465 | 631.37 | 31.15 | 300 | 408.92 | 20.18 | 58 | 81.87 | 4.04 |
| 300 | 690 | 934.01 | 46.08 | 380 | 516.83 | 25.50 | 88 | 122.46 | 6.04 |
| 400 | 908 | 1226.47 | 60.51 | 440 | 597.69 | 29.49 | 115 | 158.99 | 7.84 |
| 500 | 1145 | 1543.55 | 76.16 | 485 | 658.30 | 32.48 | 146 | 200.91 | 9.91 |

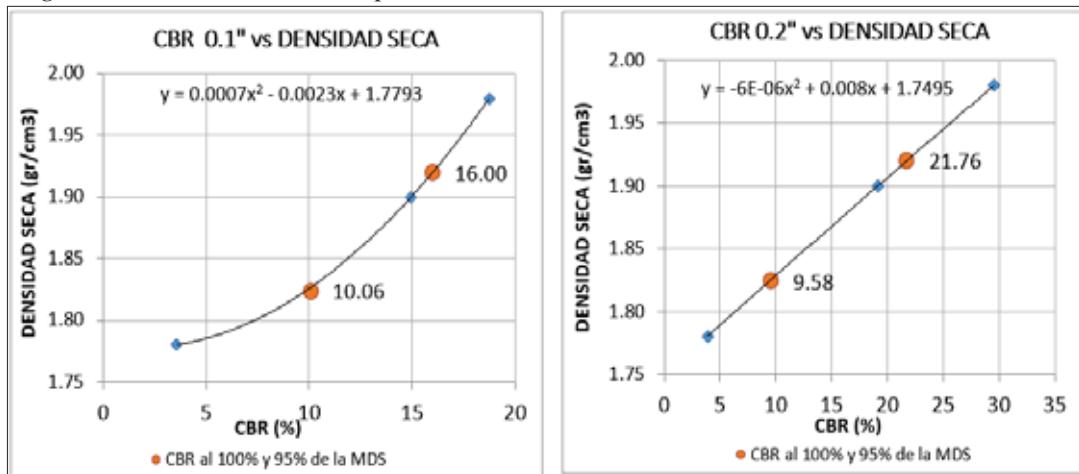
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 38 Resultados de CBR para la C-1, sin PS.

| NÚMERO DE GOLPES | CBR (0.1") | CBR (0.2") |
|------------------|------------|------------|
| 55 | 18.75% | 29.54% |
| 26 | 14.95% | 19.13% |
| 12 | 3.56% | 3.83% |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 10 Curva de CBR para C-1

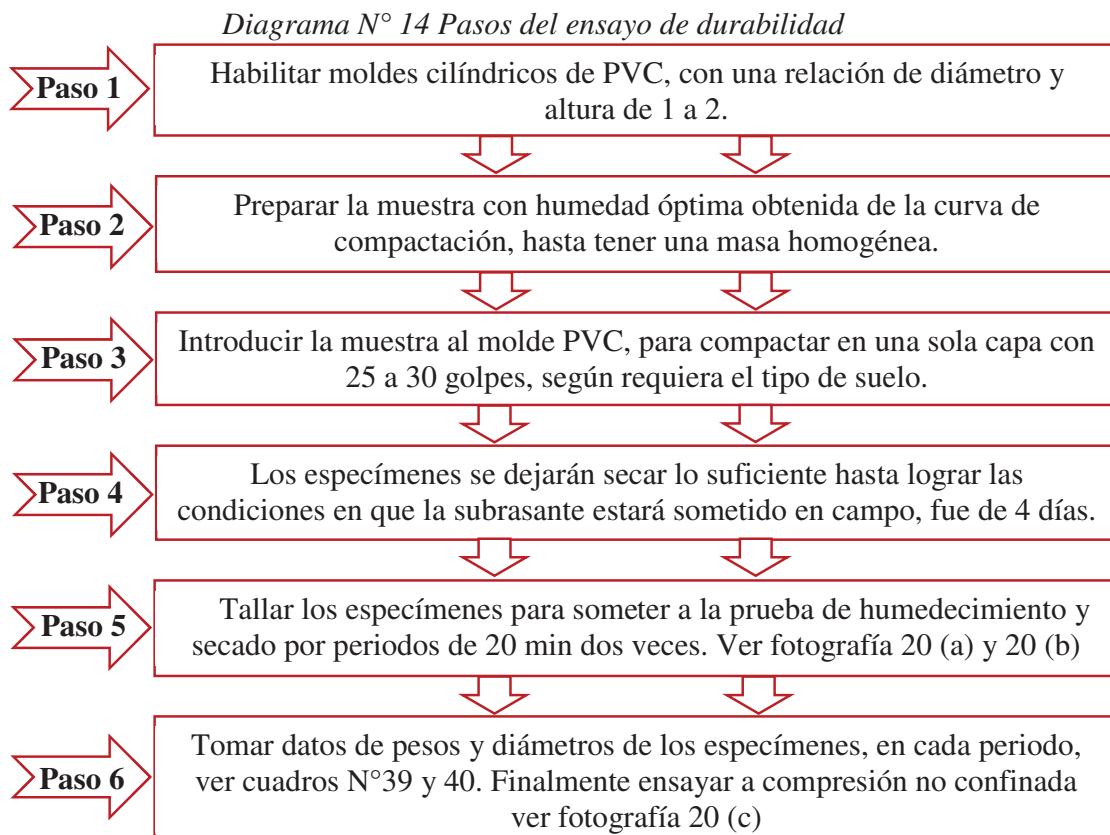


Los cálculos y resultados de todas las calicatas se muestran en el Anexo B.8

Fuente: Elaboración propia

3.1.5.8. Ensayo de durabilidad

El diagrama N° 14 muestra el proceso del ensayo y la evaluación cualitativamente.



Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografía N° 20 Ensayo de Durabilidad



(a)

(b)

(c)

El registro de fotografías del ensayo se ilustra en el Anexo D.7

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N° 39 y 40, muestran las relaciones de los pesos de especímenes con y sin adición de PS respectivamente después de sumergir sucesivamente en un periodo de 20 min.

Cuadro N°39 Pesos de los especímenes con aditivo después de sumergir sucesivamente

| DATOS | TIPO I | | TIPO II | | TIPO III | | TIPO IV | |
|----------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|-------------|-----------|
| | ADICION 3% | M-01 M-02 | ADICION 6% | M-01 M-02 | ADICION 9% | M-01 M-02 | ADICION 10% | M-01 M-02 |
| Diámetro espécimen (cm) | 5.34 | 5.16 | 5.01 | 4.96 | 4.63 | 4.54 | 4.21 | 4.28 |
| Altura de espécimen (cm) | 9.56 | 9.50 | 9.86 | 10.02 | 9.12 | 9.17 | 8.10 | 8.25 |
| W antes de sumergir (gr) | 380.43 | 370.37 | 300.04 | 304.10 | 308.82 | 288.91 | 220.55 | 243.30 |
| W después de sumergir (gr) | ... | ... | ... | ... | 321.20 | 302.18 | 225.20 | 248.80 |
| W después de secado (gr) | ... | ... | ... | ... | 301.37 | 282.45 | 213.54 | 230.30 |
| W después de sumergir (gr) | ... | ... | ... | ... | 326.05 | 300.40 | 225.83 | 247.50 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N°40 Pesos de los especímenes sin aditivo después de sumergir sucesivamente

| DATOS | TIPO I | | TIPO II | | TIPO III | | TIPO IV | |
|----------------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | ADICION 0% | M-01 M-02 |
| Diámetro espécimen (cm) | 5.45 | 5.39 | 5.15 | 4.99 | 4.45 | 4.58 | 3.78 | 3.83 |
| Altura de espécimen (cm) | 10.49 | 10.49 | 10.4 | 10.42 | 8.22 | 8.3 | 7.15 | 6.62 |
| W antes de sumergir (gr) | 511.83 | 500.4 | 320.49 | 311.4 | 257.36 | 272.58 | 171.53 | 127.8 |
| W después de sumergir (gr) | ... | ... | ... | ... | 230 | 245.36 | 168 | 115 |
| W después de secado (gr) | ... | ... | ... | ... | 214.63 | 234.4 | 154.51 | 105.46 |
| W después de sumergir (gr) | ... | ... | ... | ... | 124.38 | 201.4 | 123.33 | ----- |

Fuente: Elaboración propia

CAPITULOS IV: ANALISIS, INTERPRETACION Y DISCUSIÓN DE DATOS

4.1. Resultados de los ensayos realizados

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos de la investigación, los ensayos realizados fueron íntegramente practicados en las muestras extraídas del tramo que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay.

4.1.1. Propiedades físicas del suelo

4.1.1.1. Clasificación de suelos y límites de consistencia

El cuadro N° 41 muestra los resultados de la cantidad de material que pasa el tamiz N° 200, el cual define su clasificación según el método SUCS (NTP 339.135), además de valores del límite líquido (LL) e índice de plasticidad (IP). La descripción del proceso de ensayo y aplicación del método se detalla en el capítulo III (3.1.5.1 Análisis granulométrico).

Cuadro N° 41 Análisis granulométrico por tamizado de todas las calicatas

| CALICATA | PORCENTAJE (%) QUE PASA EL TAMIZ N° 200 | LIMITE LIQUIDO LL (%) | INDICE DE PLASCTICIDAD IP (%) | CLASIFICACION POR METODO SUCCS |
|----------|-----------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
| C-1 | 44.19 | 18 | 1 | SM |
| C-2 | 20.90 | NP | NP | SM |
| C-3 | 33.64 | 22 | 2 | SM |
| C-4 | 77.61 | 31 | 6 | ML |
| C-5 | 65.60 | 27 | 6 | CL-ML |
| C-6 | 91.04 | 33 | 2 | ML |
| C-7 | 55.48 | NP | NP | ML |
| C-8 | 49.43 | NP | NP ¹⁵ | SM |
| C-9 | 61.43 | 28 | 3 | ML |
| C-10 | 62.40 | 30 | 5 | ML |

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 42 muestra los resultados de los ensayos de límites de consistencia, que se toma en cuenta para la clasificación por el método AASHTO.

¹⁵ NP: No presenta plasticidad

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 42 Límites de consistencia y clasificación por método AASHTO

| CALICATA | LIMITE LIQUIDO | LIMITE PLASTICO | INDICE DE PLASTICIDAD | CLASIFICACION POR METODO AASHTO |
|----------|-------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| | (%) | (%) | (%) | |
| C-1 | 18 | 17 | 1 | A-4(2) |
| C-2 | NP | NP | NP | A-2-4(0) |
| C-3 | 22 | 20 | 2 | A-2-4(0) |
| C-4 | 31 | 25 | 6 | A-4(8) |
| C-5 | 27 | 21 | 6 | A-4(6) |
| C-6 | 33 | 31 | 2 | A-4(8) |
| C-7 | NP | NP | NP | A-4(4) |
| C-8 | NP | NP | NP | A-4(3) |
| C-9 | 28 | 25 | 3 | A-4(5) |
| C-10 | 30 | 25 | 5 | A-4(5) |

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 43 muestra los porcentajes de las fracciones granulométricas de finos, arenas y gravas de las muestras ensayadas para todas las calicatas.

Cuadro N° 43 Fracciones granulométricas para todas las calicatas

| CALICATA | PORCENTAJE (%) DE FINOS | PORCENTAJE (%) DE ARENA | PORCENTAJE (%) DE GRAVA |
|----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| C-1 | 44.19 | 41.61 | 14.2 |
| C-2 | 20.9 | 43.48 | 35.62 |
| C-3 | 33.64 | 33.99 | 32.37 |
| C-4 | 77.61 | 20.25 | 2.14 |
| C-5 | 65.6 | 27.64 | 6.76 |
| C-6 | 91.04 | 8.35 | 0.61 |
| C-7 | 55.48 | 36.62 | 7.9 |
| C-8 | 49.43 | 41.71 | 8.86 |
| C-9 | 61.43 | 36.8 | 1.77 |
| C-10 | 62.4 | 33.93 | 3.67 |

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 44 muestra el resumen final de la clasificación de suelos empleando los métodos SUCS y AASHTO en todas las calicatas, se detalla además las características de cada tipo de suelo.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 44 Resumen de clasificación final de métodos SUCS y AASHTO de subrasante

| CALICATA | CLASIFICACION SEGÚN SUCS | CLASIFICACION SEGÚN AASHTO |
|-----------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| C1 | SM Arena limosa | A-4(2) Principalmente partículas finas limosas |
| C2 | SM Arena limosa con grava | A-2-4(0) Materiales granulares con partículas finas limosas |
| C3 | SM Arena limosa con grava | A-2-4(0) Materiales granulares con partículas finas limosas |
| C4 | ML Limo con baja plasticidad con arena | A-4(8) Principalmente partículas finas limosas |
| C5 | CL-ML Arcilla limosa de baja plasticidad con arena | A-4(6) Principalmente partículas finas limosas |
| C6 | ML Limo con baja plasticidad con arena | A-4(8) Principalmente partículas finas limosas |
| C7 | ML Limo con baja plasticidad con arena | A-4(4) Principalmente partículas finas limosas |
| C8 | SM Arena limosa | A-4(3) Principalmente partículas finas limosas |
| C9 | ML Limo con baja plasticidad con arena | A-4(5) Principalmente partículas finas limosas |
| C10 | ML Limo con baja plasticidad con arena | A-4(5) Principalmente partículas finas limosas |

Fuente: Elaboración propia

El ensayo de clasificación de suelos empleando el método SUCS y AASHTO constituye el punto de partida más importante para la elaboración de la presente investigación, con los resultados obtenidos mostrados.

Los ensayos de Compactación Proctor estándar, Proctor modificado, CBR y Durabilidad se realizaron tomando en cuenta la agrupación adoptada. El cuadro N° 45 muestra la agrupación de los tipos de suelos que se encontró en la vía de estudio.

Cuadro N° 45 Resumen de agrupación de suelos

| AGRUPACION ADOPTADA | CLASIFICACION SEGÚN SUCS | CARACTERISTICA | CALICATAS AGRUPADAS |
|------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|
| TIPO I | SM | Arena limosa | C-1 y C-8 |
| TIPO II | SM | Arena limosa con grava | C-2 y C-3 |
| TIPO III | ML | Limo con baja plasticidad con arena | C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10 |
| TIPO IV | CL-ML | Arcilla limosa de baja plasticidad con arena | C-5 |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Propiedades mecánicas del suelo

4.1.2.1. Compactación Proctor Modificado

El ensayo de compactación proctor modificado se utilizó para determinar el contenido de agua óptimo y la máxima densidad seca (MDS) en las calicatas C-2 y C-3 reclasificados y agrupados como Suelo Tipo II, principalmente debido a que ambas muestras extraídas poseen presencia de gravas como se muestra en los resultados de clasificación de suelos, además de determinar el porcentaje del material retenido en el tamiz N° 3/4 antes de realizar el ensayo de compactación el cual mostró un 23% de muestra retenida.

La descripción del proceso de ensayo se detalla en el capítulo III (3.1.5.6 Ensayo de compactación proctor modificado)

El cuadro N° 46 muestra los resultados obtenidos de contenido óptimo de agua y la máxima densidad seca en el suelo Tipo II sin adición de aditivo.

Cuadro N° 46 Porcentaje óptimo de agua y MDS¹⁶-Suelo tipo II Sin PS¹⁷

| TIPO DE SUELO | % DE PEGAMENTO ADICIONADO | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) | CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%) |
|------------------|---------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| II | 0 | 1.98 | 10.20 |

Fuente: Elaboración propia

¹⁶ MDS: Máxima Densidad Seca

¹⁷ PS: Pegamento Sintético

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

El cuadro N° 47 muestra los resultados obtenidos de agua óptima y la máxima densidad seca en el suelo Tipo II con adición de pegamento sintético en porcentajes de 3%, 6% 9%, 12% y 15% con respecto a la humedad de compactación adicionada.

Cuadro N° 47 Porcentaje óptimo de agua y MDS-Suelo tipo II con PS

| TIPO DE SUELO | % DE PEGAMENTO ADICIONADO | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) | CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%) |
|---------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| II | 3 | 1.95 | 10.25 |
| | 6 | 1.95 | 10.82 |
| | 9 | 1.97 | 11.74 |
| | 12 | 1.97 | 11.18 |
| | 15 | 1.93 | 11.08 |

La curva de compactación y su respectivo porcentaje de adición de pegamento sintético se muestra en el Anexo B.5.

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.2. Compactación Proctor Estándar

El ensayo de compactación proctor estándar se utilizó para obtener el contenido de agua óptimo y la máxima densidad seca en los suelos reclasificados y agrupados como Suelo Tipo I, Suelo Tipo III y Suelo Tipo IV, se eligió la energía de compactación estándar debido a que el 85%, 89% y 92% del material pasa el tamiz N° 4 respectivamente. La descripción del proceso de ensayo se detalla en el capítulo III (3.1.5.5 Ensayo de compactación proctor estándar).

El cuadro N° 48 muestra los resultados obtenidos de humedad óptima y la máxima densidad seca en los suelos Tipo I, III y IV sin adición de aditivo.

Cuadro N° 48 Resumen de porcentajes óptimos de agua y MDS-Suelo tipo I, III, IV sin PS

| TIPO DE SUELO | % DE PEGAMENTO ADICIONADO | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) | CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%) |
|---------------|---------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| I | 0 | 1.92 | 12.54 |
| III | 0 | 1.63 | 14.69 |
| IV | 0 | 1.88 | 14.02 |

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 49 muestra los resultados obtenidos de humedad óptima y la máxima densidad seca de los suelos Tipo I y Tipo III con adición de pegamento sintético en porcentajes de 3%, 6% 9%, 12% y 15% , mientras que en el suelo Tipo IV los porcentajes

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

adicionados fueron: 5%, 10% y 15% con respecto a la humedad de compactación adicionada, la variación de porcentajes adicionados en el suelo Tipo IV radica básicamente en la cantidad de material disponible y la distribución granulométrica cuya notación CL-ML “Arcilla limosa de baja plasticidad con arena” constituye un suelo fino cuyas pretensiones de mejorar su calidad son muy remotas, sin embargo se sometió a los ensayos mecánicos cuyos resultados de calidad se detallan más adelante.

Cuadro N° 49 Resumen de porcentajes óptimos de agua y MDS-Suelo tipo I, III, IV con PS

| TIPO DE SUELO | % DE PEGAMENTO ADICIONADO | MAXIMA DENSIDAD SECA (gr/cm3) | CONTENIDO OPTIMO |
|---------------|---------------------------|----------------------------------|------------------|
| | | | DE AGUA (%) |
| I | 3 | 1.89 | 13.06 |
| | 6 | 1.90 | 12.64 |
| | 9 | 1.85 | 13.00 |
| | 12 | 1.92 | 13.12 |
| | 15 | 1.93 | 12.83 |
| III | 3 | 1.74 | 15.27 |
| | 6 | 1.76 | 16.28 |
| | 9 | 1.77 | 15.90 |
| | 12 | 1.75 | 14.65 |
| | 15 | 1.72 | 16.29 |
| IV | 5 | 1.92 | 13.63 |
| | 10 | 1.85 | 15.04 |
| | 15 | 1.85 | 14.92 |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.3. CBR (California Bearing Ratio)

La determinación del valor CBR de los suelos es el parámetro más importante en la presente tesis de investigación, el cual indica la calidad, resistencia, evolución y comportamiento de los suelos extraídos en la vía que une Agua Buena con la comunidad de Huilcarpay.

La descripción del proceso de ensayo se describe en el capítulo III (3.1.5.7 Ensayo de California Bearing Ratio CBR)

El cuadro N° 50 muestra los resultados obtenidos de CBR en los suelos Tipo I, II, III y IV en estado natural al 100% y 95% de la máxima densidad seca (MDS).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 50 Resumende valores de CBR sin adición de aditivo-0.1”

| TIPO DSE SUELO | % DE PEGAMENTO ADICIONADO | CBR 100% MDS (%) | CBR 95% MDS (%) |
|-------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------|
| I | 0 | 16.00 | 10.06 |
| II | 0 | 18.96 | 14.36 |
| III | 0 | 3.58 | 2.61 |
| IV | 0 | 8.68 | 5.92 |

Fuente: Elaboración propia

El cuadro N° 51 muestra los resultados obtenidos de CBR en los suelos Tipo I, II, III y IV con adición de pegamento sintético en porcentajes entre 3% a 15% con respecto a la humedad optima de compactación.

Cuadro N° 51 Resumen de CBR entre 3% a 15% de adición de pegamento-0.1”.

| TIPO DE SUELO | % DE PEGAMENTO ADICIONADO | CBR 100% MDS (%) | CBR 95% MDS (%) |
|---------------|---------------------------------|---------------------|--------------------|
| I | 3 | 30.31 | 26.74 |
| | 6 | 31.32 | 24.09 |
| | 9 | 23.52 | 14.83 |
| | 12 | 34.83 | 22.12 |
| | 15 | 33.96 | 21.91 |
| II | 3 | 31.27 | 14.09 |
| | 6 | 31.42 | 24.67 |
| | 9 | 23.65 | 15.89 |
| | 12 | 19.79 | 15.93 |
| | 15 | 30.28 | 24.64 |
| III | 3 | 9.20 | 7.49 |
| | 6 | 13.47 | 10.62 |
| | 9 | 17.17 | 11.61 |
| | 12 | 18.27 | 11.28 |
| | 15 | 16.95 | 11.04 |
| IV | 5 | 10.50 | 9.15 |
| | 10 | 14.97 | 11.32 |
| | 15 | 9.92 | 6.55 |

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.4. Compresión no confinada

Los cuadros N° 52 y 53 muestran los resultados obtenidos del ensayo de compresión NO confinada, practicada sobre los especímenes que previamente se ensayaron a durabilidad. Se debe tomar en cuenta que solo los especímenes de los suelos Tipo III y IV pudieron soportar el ensayo de humedecimiento y secado que a continuación se presenta.

Cuadro N° 52 Valores de carga última y cohesión en especímenes con aditivo

| TIPO DE SUELO | % DE ADICION | CARGA ULTIMA Kg/cm ² | COHESION Kg/cm ² | ESGUERZO CORTANTE Kg/cm ² |
|---------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| III | 9% | 2.91 | 1.45 | 1.37 |
| IV | 10% | 4.45 | 2.22 | 2.23 |

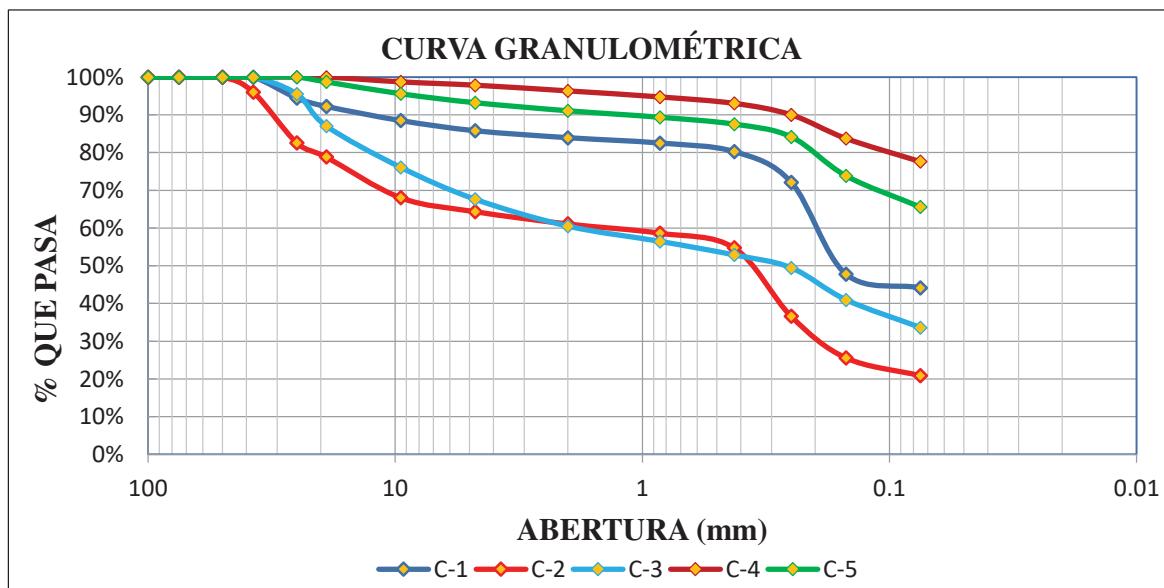
Cuadro N° 53 Valores de carga última y cohesión en especímenes sin aditivo

| TIPO DE SUELO | % DE ADICION | CARGA ULTIMA Kg/cm ² | COHESION Kg/cm ² | ESGUERZO CORTANTE Kg/cm ² |
|---------------|--------------|---------------------------------|-----------------------------|--------------------------------------|
| III | 0% | 2.19 | 1.09 | 1.18 |
| IV | 0% | 3.09 | 1.54 | 1.51 |

4.2. Análisis y discusión de resultados

4.2.1. Análisis granulométrico

Figura N° 11 Curva granulométrica de las calizatas C-1, C-2, C-3, C-4 y C-5.

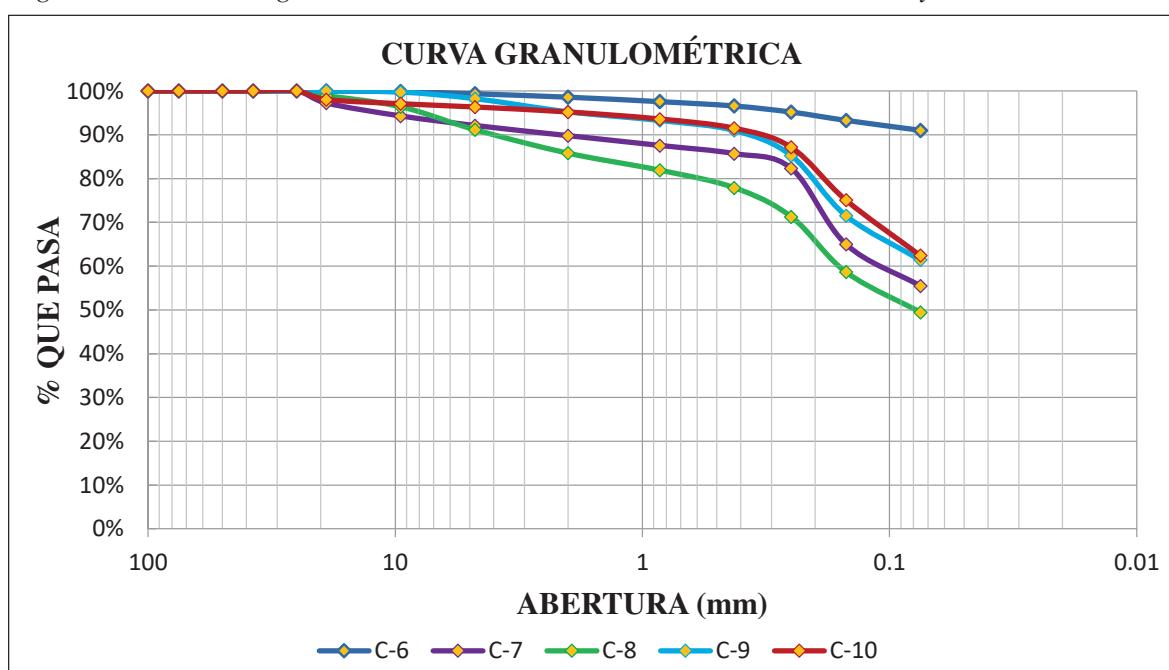


Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

En la figura N° 11 se distingue la presencia de partículas finas en las calicatas C-1, C-4 y C-5, cuyo contenido de limos arcillas genera la baja calidad en su capacidad de soporte. Las calicatas C-2 y C-3 muestran presencia de partículas gruesas con arena, sin embargo, también existe la presencia de partículas finas en su composición. Los registros de ensayos de capacidad de soporte y resistencia de los suelos ya sea a corte o a compresión practicado en suelos finos no garantizan su calidad para conformar la primera capa del pavimento, por lo tanto, la presente tesis de investigación básicamente se enfoca en mejorar las propiedades mecánicas especialmente en los suelos finos encontrados en el tramo de estudio.

Figura N° 12 Curva granulométrica de las calicatas C-6, C-7, C-8, C-9 y C-10.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 12 de la misma forma se puede observar la presencia de partículas finas en las calicatas C-6, C-7 y C-8, C-9 y C-10.

La exigencia presentada por los suelos finos extraídos que conduzca a la demostración y comprobación de la hipótesis, de mejorar sus propiedades mecánicas están claramente establecidas por los resultados y gráficos de las figuras N° 11 y 12.

4.2.2. Límites de consistencia

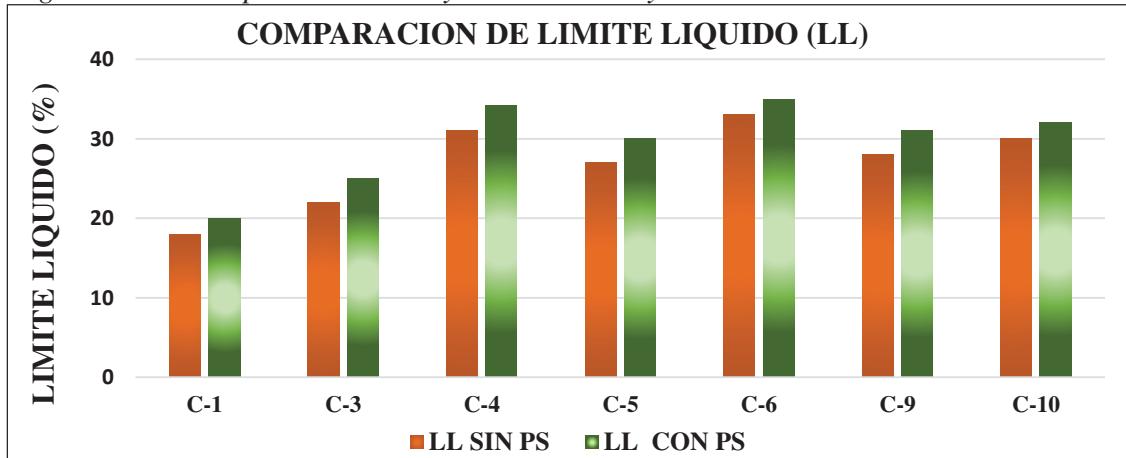
En el cuadro N° 54 muestran la comparación de límite líquido, límite de plástico e índice de plasticidad con y sin adición de PS, para las calicatas mostradas.

Cuadro N° 54 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS.

| CALICTAS | LL SIN PS (%) | LP SIN PS (%) | IP SIN PS (%) | LL CON PS (%) | LP CON PS (%) | IP CON PS (%) |
|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| C-1 | 18 | 17 | 1 | 20 | 19 | 1 |
| C-3 | 22 | 20 | 2 | 25 | 23 | 2 |
| C-4 | 31 | 25 | 6 | 34 | 30 | 4 |
| C-5 | 27 | 21 | 6 | 30 | 25 | 5 |
| C-6 | 33 | 31 | 2 | 35 | 34 | 1 |
| C-9 | 28 | 25 | 3 | 31 | 29 | 2 |
| C-10 | 30 | 25 | 5 | 32 | 29 | 3 |

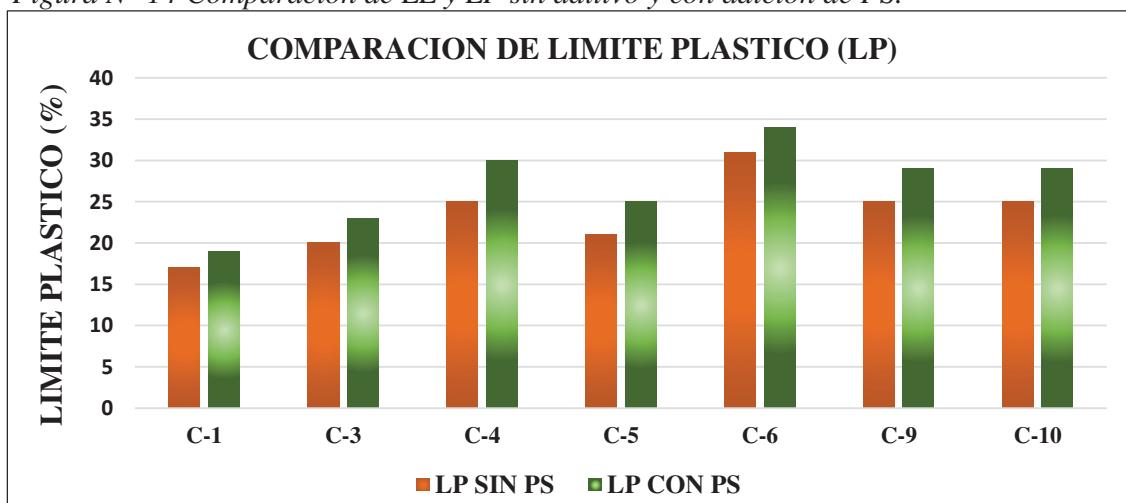
Fuente: Elaboración propia

Figura N° 13 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 14 Comparación de LL y LP sin aditivo y con adición de PS.



Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Los gráficos de las figuras N° 13 y 14 muestran resultados con respecto a la adición de pegamento sintético ya que logra aumentar la plasticidad en todos los suelos ensayados, teóricamente esto explicaría la consistencia homogénea que logran obtener los suelos al mezclar con pegamento sintético.

4.2.3. Contenido de humedad natural de los suelos

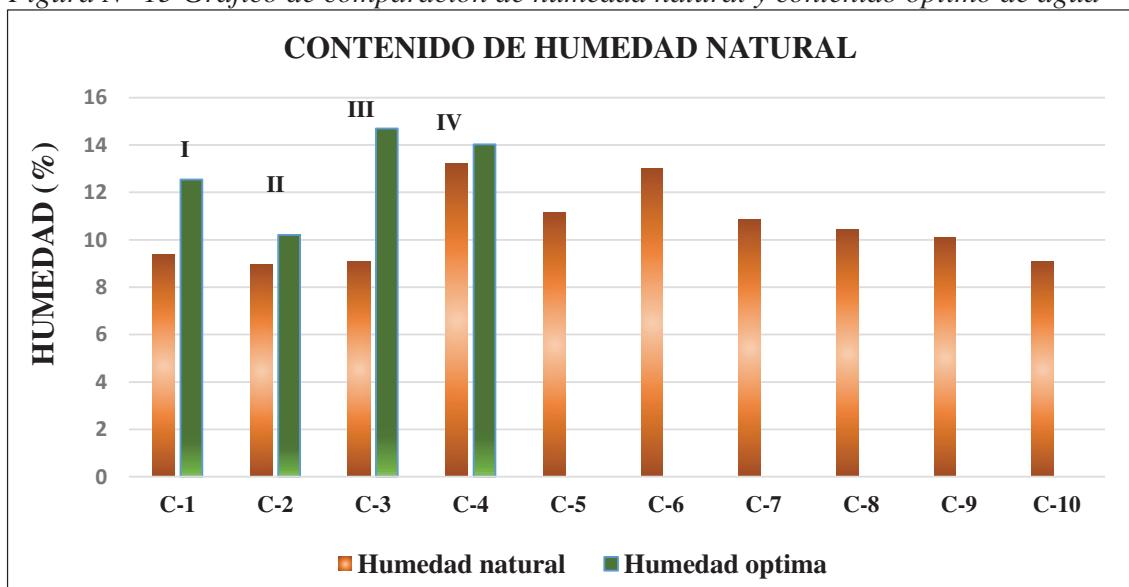
En el cuadro N° 55 se aprecia una comparación de la humedad natural de las calicatas y contenido óptimo de agua de los tipos de suelo agrupados.

Cuadro N° 55 Comparación de contenidos de humedad.

| CALICATA | HUMEDAD NATURAL (%) | TIPO DE SUELO | CONTENIDO OPTIMO DE AGUA (%) |
|----------|---------------------|---------------|------------------------------|
| C-1 | 9.37 | | |
| C-2 | 8.94 | I | 12.54 |
| C-3 | 9.10 | | |
| C-4 | 13.21 | II | 10.20 |
| C-5 | 11.15 | | |
| C-6 | 13.03 | | |
| C-7 | 10.88 | III | 14.69 |
| C-8 | 10.43 | | |
| C-9 | 10.09 | | |
| C-10 | 9.07 | IV | 14.02 |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 15 Grafico de comparación de humedad natural y contenido óptimo de agua



Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Los resultados que muestra el grafico de la figura N° 15 tiene una validez de gran importancia debido a que el contenido de humedad natural de ninguna calicata supera a los contenidos óptimos de agua de los tipos de suelo agrupado o reclasificado, es decir que se tendrá que aplicar pegamento sintético tomando en cuenta la corrección por humedad natural.

4.2.4. Compactación Proctor Modificado y Estándar

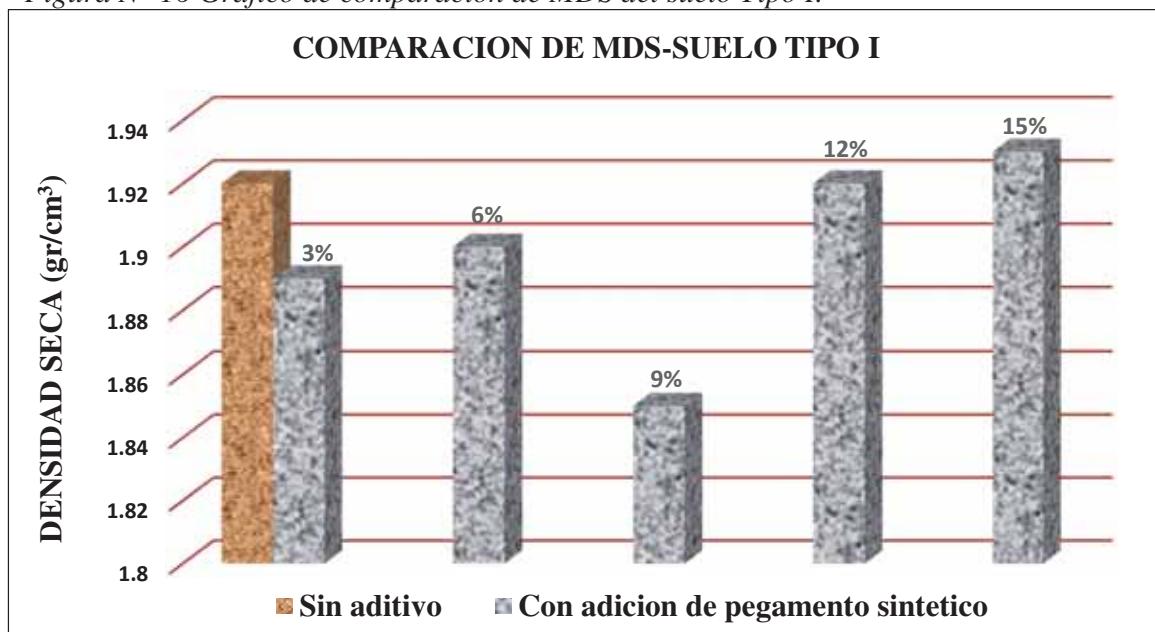
Cuadro N° 56 Comparación de MDS de los suelos sin aditivo y con adición de PS.

| TIPO DE SUELO | NORMA | MDS-SIN ADITIVO (gr/cm ³) | MDS-CON ADICION DE PEGAMENTO SINTETICO (gr/cm ³) |
|---------------|------------|------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| I | MTC E 116 | 1.92 | 3% 1.89 |
| | PROCTOR | 1.92 | 6% 1.90 |
| | ESTANDAR | 1.92 | 9% 1.85 |
| | | 1.92 | 12% 1.92 |
| II | | 1.92 | 15% 1.93 |
| | MTC E 115 | 1.98 | 3% 1.95 |
| | PROCTOR | 1.98 | 6% 1.95 |
| | MODIFICADO | 1.98 | 9% 1.97 |
| III | | 1.98 | 12% 1.97 |
| | | 1.98 | 15% 1.93 |
| | MTC E 116 | 1.63 | 3% 1.74 |
| | PROCTOR | 1.63 | 6% 1.76 |
| IV | ESTANDAR | 1.63 | 9% 1.77 |
| | | 1.63 | 12% 1.75 |
| | | 1.63 | 15% 1.72 |
| | MTC E 116 | 1.88 | 5% 1.92 |
| IV | PROCTOR | 1.88 | 10% 1.85 |
| | ESTANDAR | 1.88 | 15% 1.85 |

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 56 se toma en cuenta el uso de los métodos de compactación con energía modificada en las calicatas C-2 y C-3, mientras que la técnica de compactación con energía estándar resalta en las demás calicatas, esta se justifica por la cantidad de partículas finas y gruesas que presentan los suelos.

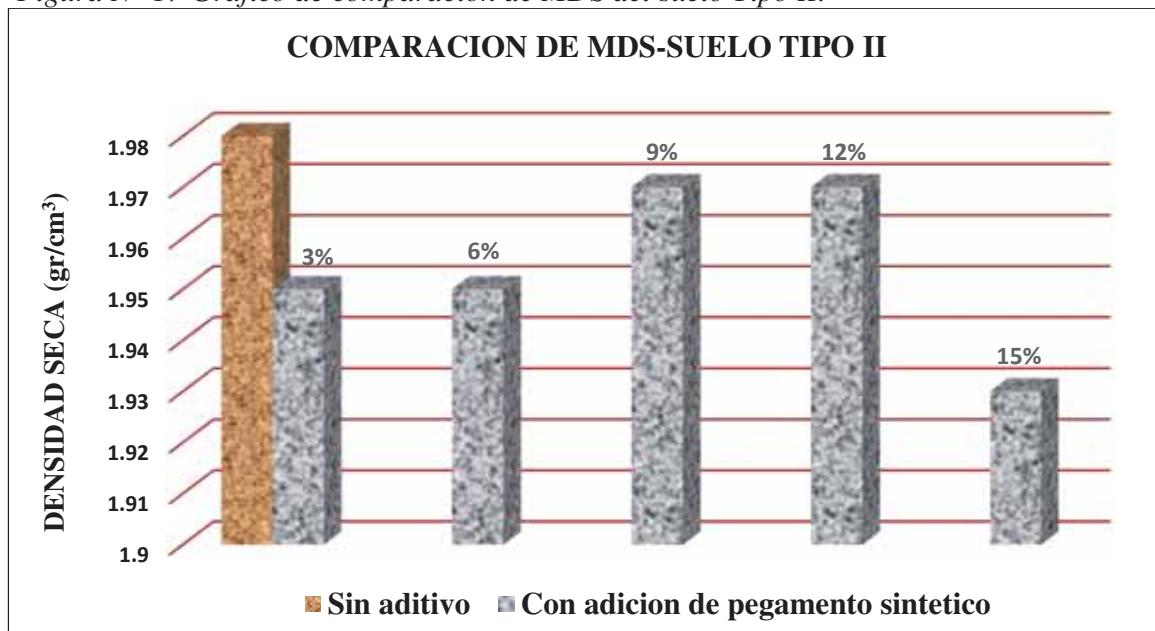
Figura N° 16 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo I.



Fuente: Elaboración propia

La figura N° 16 ilustra un importante valor de la MDS sin aditivo, solo superado por el valor que alcanza con 15% de adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo, esto nos conduce a valorar la cantidad de masa de suelo sin aditivo compactado presente en el molde estándar respecto a la masa compactada con adición de pegamento.

Figura N° 17 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo II.

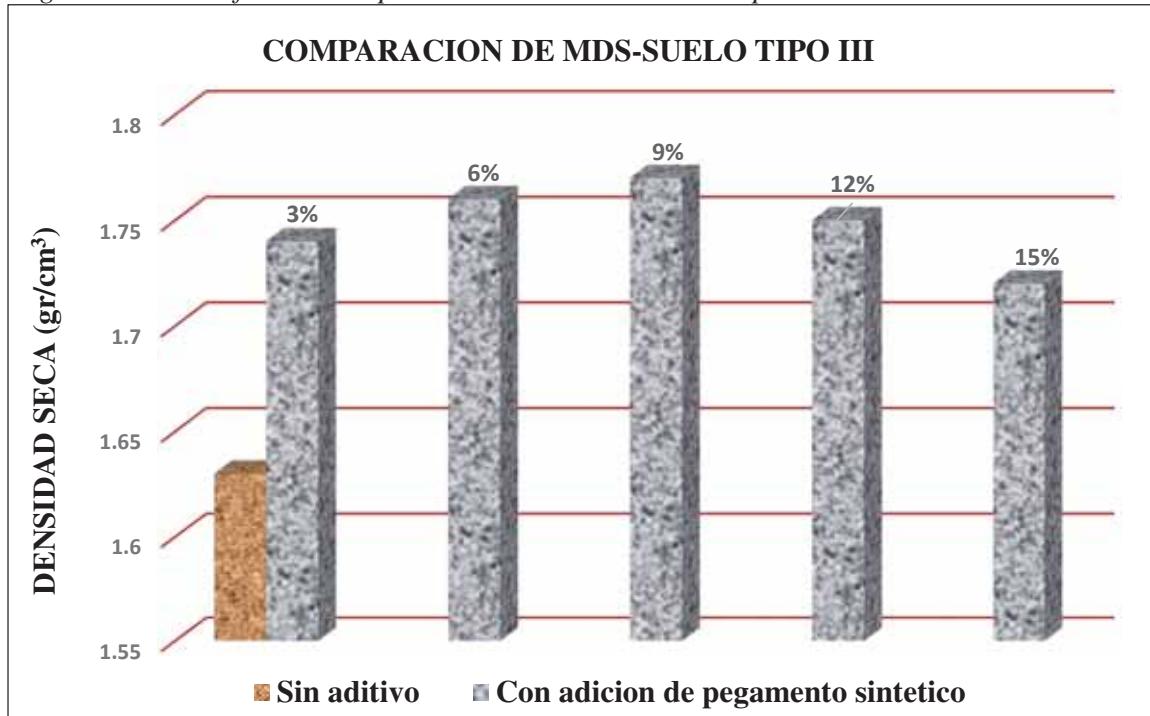


Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

La figura N° 17 presenta la misma interpretación del gráfico de la figura N° 16, en el cual claramente sobresale la MDS sin aditivo.

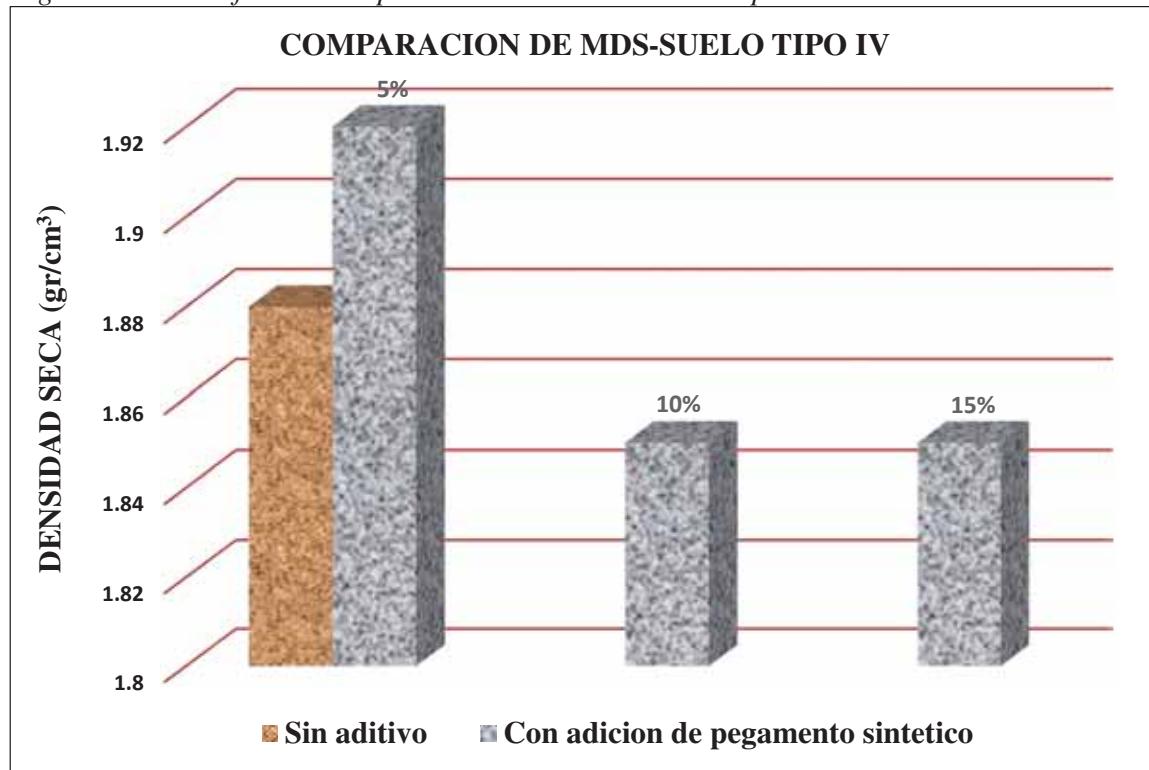
Figura N° 18 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo III.



Fuente: Elaboración propia

El grafico de la figura N° 18, definitivamente presenta resultados que explicaría la anomalía que genera la adición de pegamento sintético, se observa claramente que los valores de la MDS con adición de pegamento, superan lo obtenido con respecto a la compactación en estado natural. La curva granulométrica muestra la presencia de limos y arenas en todas las muestras reclasificadas, sin embargo existe una denominación particular en el suelo Tipo III, resaltada la “BAJA PLASTICIDAD”, esto explica que en el momento de realizar el ensayo en estado natural las partículas finas no absorben en su totalidad la humedad óptima debido a que su plasticidad es muy baja; contrariamente ocurre con adición de pegamento, el cual presenta un acomodo importante de las partículas sólidas al absorber cada partícula de la humedad óptima con pegamento, que le imprime nueva composición en su estructura por tanto la elevación en su plasticidad.

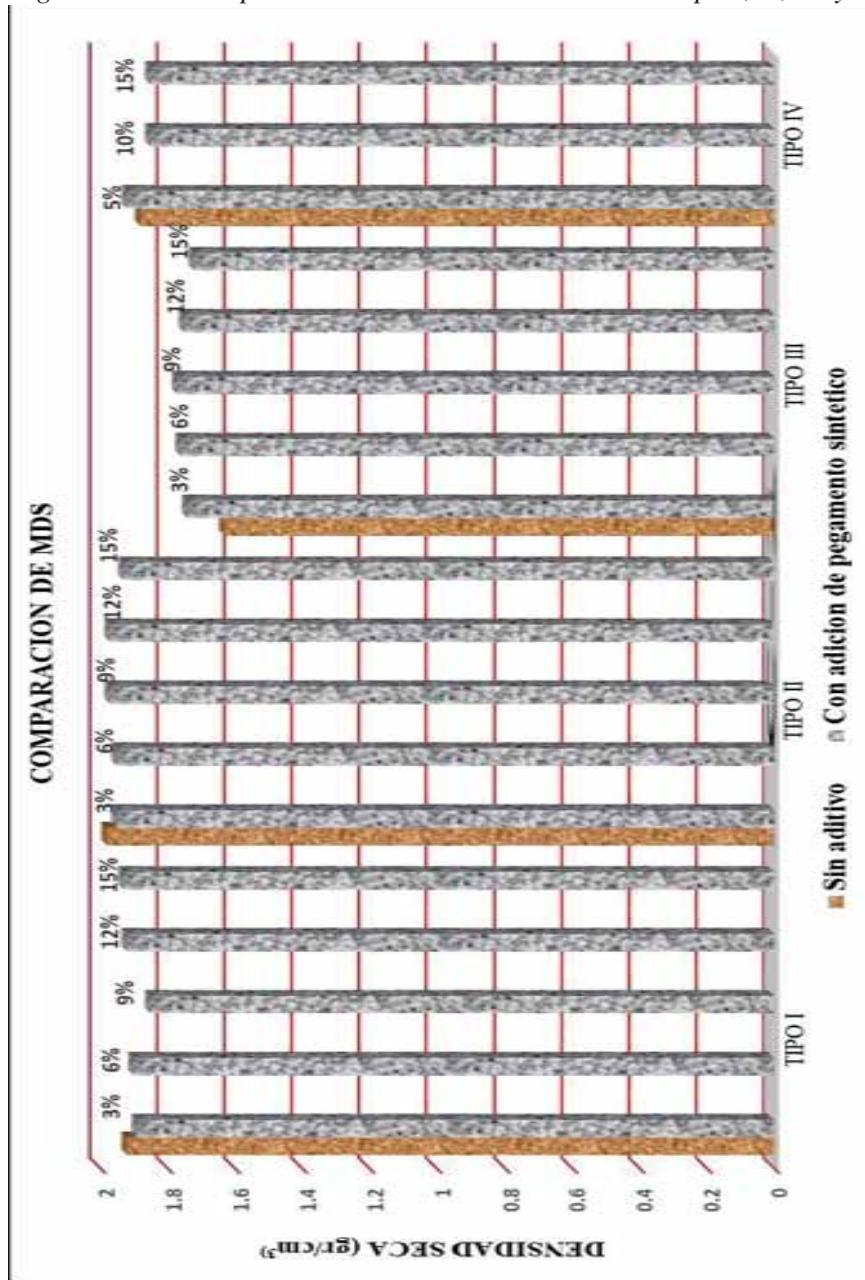
Figura N° 19 Gráfico de comparación de MDS del suelo Tipo IV.



Fuente: Elaboración propia

Del mismo modo la figura N° 19 muestra y resalta los valores de la MDS en estado natural superiores con respecto a la adición de pegamento en 10% y 15%, mientras que a 5% supera lo establecido sin aditivo, vale mencionar que el suelo Tipo IV presenta también baja plasticidad, sin embargo, la particularidad de este suelo resalta en la presencia de arcilla en condiciones orgánicas.

Figura N° 20 Comparación de la MDS de los suelos Tipo I, II, III y IV.



Fuente: Elaboración propia

La investigación resalta la reacción química que genera la adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo al conformar una nueva composición en el conjunto de suelo compactado, se destaca además que el comportamiento de la masa de suelo presenta una consistencia diferente con respecto al estado natural.

Se tiene que mencionar que las condiciones favorables de mezclado se muestran en el Anexo D.5 y D.6.

4.2.5. CBR (California Bearing Ratio)

La presente investigación considera el ensayo de CBR como el más importante para demostrar su hipótesis, se debe valorar que la capacidad de soporte de un suelo si establece su calidad, resistencia y durabilidad. Esta tesis se focaliza en mostrar y describir los resultados de CBR que prueben y demuestren que la adición de pegamento sintético mejora las condiciones naturales para conformar la capa de pavimento al tener la categoría de suelo de subrasante “BUENA”.

Cuadro N° 57 Comparación de CBR a 95% MDS-0.1”

| TIPO DE SUELO | CBR-SIN ADITIVO (%) (1) | CBR-CON ADICION DE PEGAMENTO SINTETICO (%) (2) | | (%) QUE MEJORA (3 – 1) 3 |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------|-------|---------------------------------|
| | | (2) | (3) | |
| I | 10.06 | 3% | 26.74 | 62.38 |
| | 10.06 | 6% | 24.09 | 58.24 |
| | 10.06 | 9% | 14.83 | 32.16 |
| | 10.06 | 12% | 22.12 | 54.52 |
| | 10.06 | 15% | 21.91 | 54.08 |
| II | 14.36 | 3% | 14.09 | 0.00 |
| | 14.36 | 6% | 24.67 | 41.79 |
| | 14.36 | 9% | 15.89 | 9.63 |
| | 14.36 | 12% | 15.93 | 9.86 |
| | 14.36 | 15% | 24.64 | 41.72 |
| III | 2.61 | 3% | 7.49 | 65.15 |
| | 2.61 | 6% | 10.62 | 75.42 |
| | 2.61 | 9% | 11.61 | 77.52 |
| | 2.61 | 12% | 11.28 | 76.86 |
| | 2.61 | 15% | 11.04 | 76.36 |
| IV | 5.92 | 5% | 9.15 | 35.30 |
| | 5.92 | 10% | 11.32 | 47.70 |
| | 5.92 | 15% | 6.55 | 9.62 |

Fuente: Elaboración propia

En los cuadros N° 57 y 58, se pueden resaltar que los suelos Tipo I y Tipo II ensayados a 95% y 100% de MDS, básicamente compuesta por arenas y gravas adquieren la categoría de subrasante BUENA (CBR>10%), mientras que los suelos Tipo III y Tipo IV compuesta por limos y arcillas presentan valores inferiores al 6%. Se tiene también que para 100% de MDS del suelo Tipo IV el CBR es mayor a 6%.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 58 Comparación de CBR a 100% MDS-0.1”

| TIPO DE SUELO | CBR-SIN ADITIVO (%) (1) | CBR-CON ADICION DE PEGAMENTO SINTETICO (%) (2) | (%) QUE MEJORA (3 – 1) 3 |
|---------------|----------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|
| | | | (3) |
| I | 16.00 | 3% | 30.31 |
| | 16.00 | 6% | 31.32 |
| | 16.00 | 9% | 23.52 |
| | 16.00 | 12% | 34.83 |
| | 16.00 | 15% | 33.96 |
| II | 18.96 | 3% | 31.27 |
| | 18.96 | 6% | 31.42 |
| | 18.96 | 9% | 23.65 |
| | 18.96 | 12% | 19.79 |
| | 18.96 | 15% | 30.28 |
| III | 3.58 | 3% | 9.20 |
| | 3.58 | 6% | 13.47 |
| | 3.58 | 9% | 17.17 |
| | 3.58 | 12% | 18.27 |
| | 3.58 | 15% | 16.95 |
| IV | 8.68 | 5% | 10.50 |
| | 8.68 | 10% | 14.97 |
| | 8.68 | 15% | 9.92 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 59 Incremento porcentual de CBR con adición de pegamento sintético

| TIPO DE SUELO | % PROMEDIO QUE MEJORA CON ADITIVO |
|---------------|-----------------------------------|
| I | 52.3 |
| II | 20.6 |
| III | 74.3 |
| IV | 30.9 |

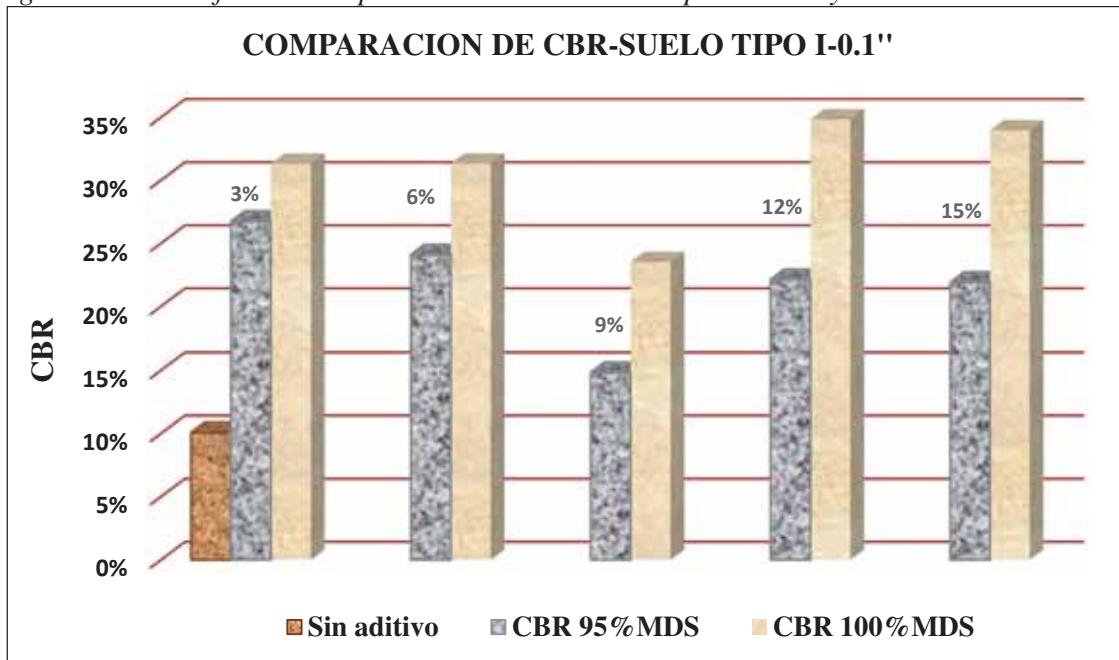
Fuente: Elaboración propia

Del cuadro N° 59 se debe destacar que la adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo mejora la capacidad de soporte CBR en todos los tipos de suelo ensayados en la presente tesis, además mencionar que arenas limosas y limos con baja plasticidad reaccionan de manera excelente al aditivo.

Los pavimentos construidos en la actualidad siempre estarán expuestas a la humedad a pesar de los esfuerzos constructivos de aislarlos mediante obras de arte, por ello la norma AASHTO T-193 recomienda ensayar a penetración los especímenes de CBR sumergidos en agua 96 horas.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

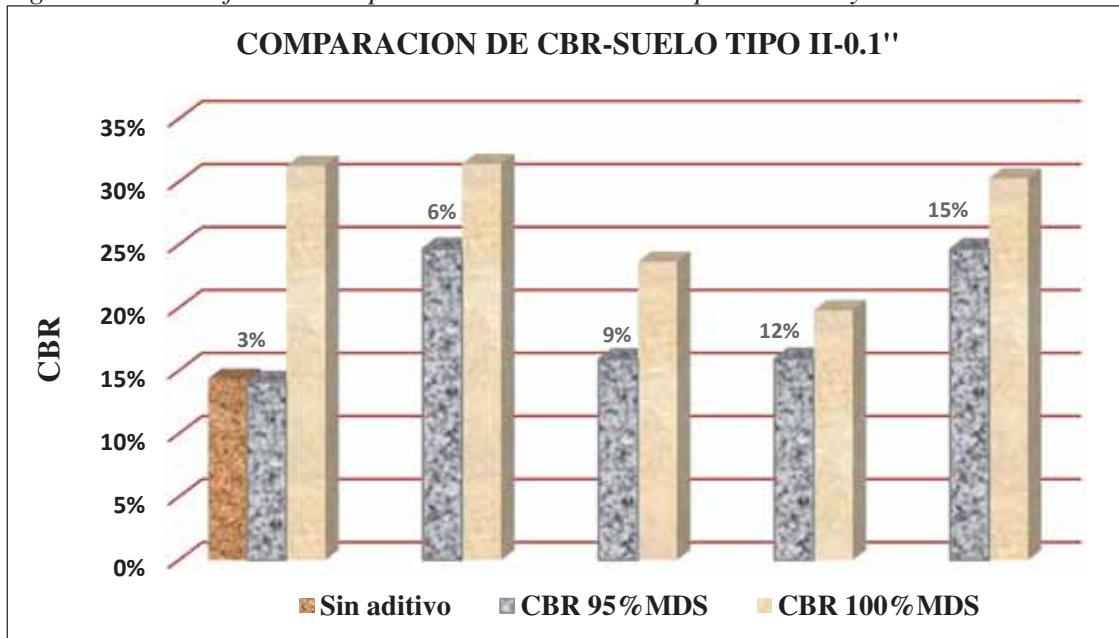
Figura N° 21 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo I a 95% y 100% MDS.



Fuente: Elaboración propia

El grafico de la figura N° 21 muestra los valores de CBR a una deformación de 0.1'' y 95% MDS, claramente se resalta los valores superiores con adición de pegamento los cuales cumplen el objetivo de mejorar y ser considerada subrasante “BUENA”.

Figura N° 22 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo II a 95% y 100% MDS.

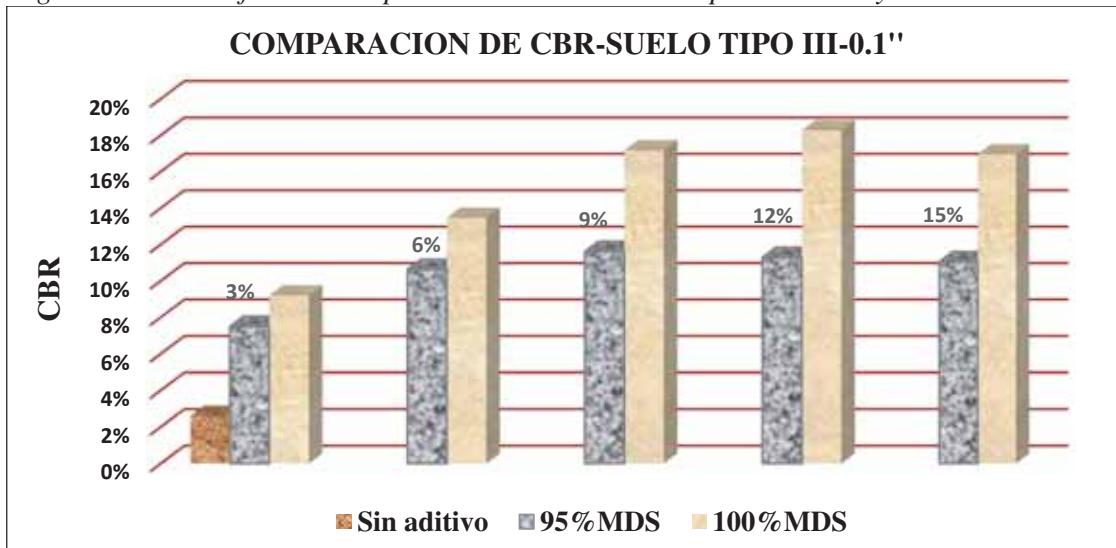


Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

El suelo Tipo II presenta las muestras con mejor calidad en el tramo de prueba, cuyo valor que se muestra en la figura N° 22 indica un valor superior al 14% en condiciones naturales, básicamente la buena calidad de este tipo de suelo resalta en la presencia de gravas en su composición.

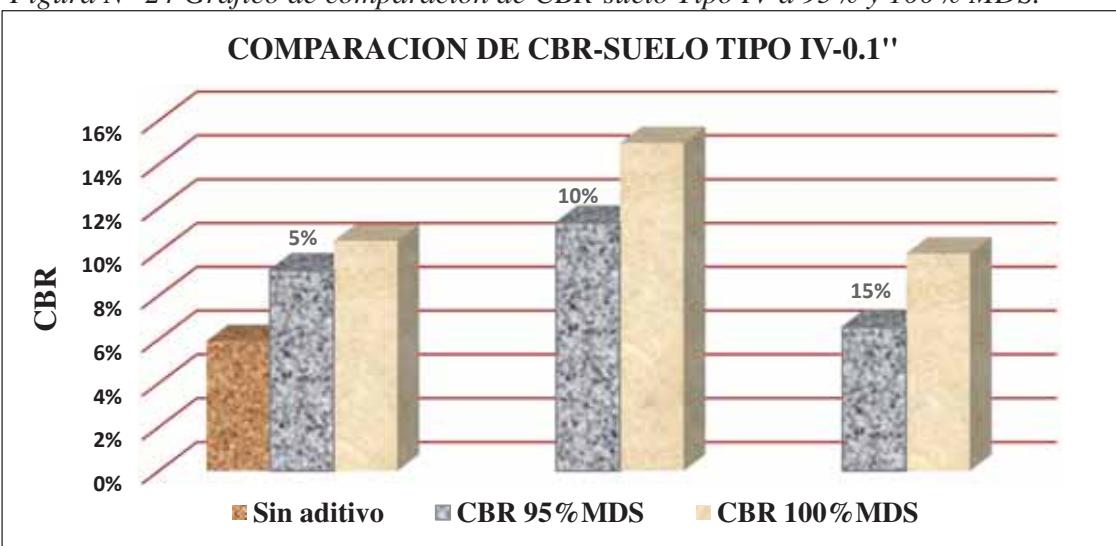
Figura N° 23 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo III a 95% y 100% MDS.



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico de la figura N° 23 se observa el suelo con el valor CBR más bajo del tramo de prueba en condiciones naturales, la adición de pegamento en proporciones de 6%, 9% y 12% superan lo establecido para ser considerada subrasante BUENA.

Figura N° 24 Gráfico de comparación de CBR-suelo Tipo IV a 95% y 100% MDS.



Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

El suelo orgánico con presencia de partículas finas, cuyos resultados mostrados en la figura N° 24 indica subrasante MALA, sin embargo, se cumple el objetivo de mejoramiento con la adición de pegamento sintético en 10% con respecto a la humedad óptima.

4.2.6. Compresión NO confinada

El cuadro N° 60, se aprecia los resultados de carga ultima, esfuerzo cortante y el porcentaje de mejora con la adición del PS, para los suelos de Tipo III y IV.

Cuadro N° 60 Comparación de carga y esfuerzo cortante entre muestras sin PS y con PS

| TIPO DE SUELO | % DE ADICION | CARGA ULTIMA (Kg/cm²) | % QUE MEJORA | ESFUERZO CORTANTE (Kg/cm²) | % QUE MEJORA |
|----------------------|---------------------|-----------------------------------------|---------------------|----------------------------------------------|---------------------|
| III | 0 | 3.09 | 30.56 | 1.18 | 13.87 |
| | 9 | 4.45 | | 1.37 | |
| IV | 0 | 2.19 | 50.79 | 1.51 | 32.29 |
| | 9 | 4.45 | | 2.23 | |

Fuente: Elaboración propia

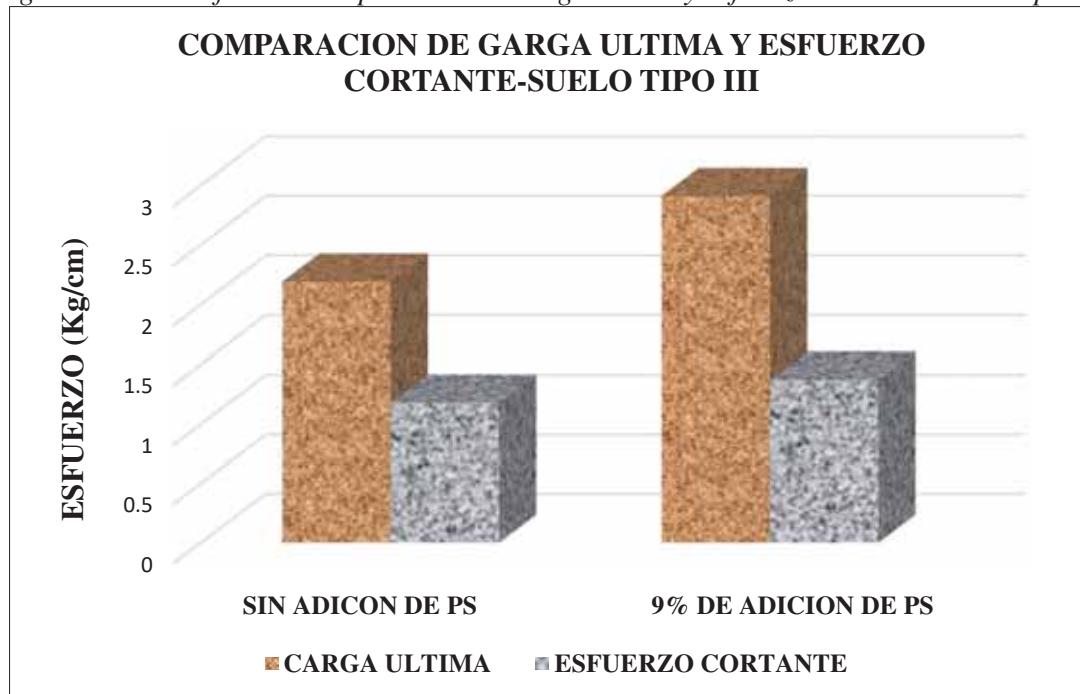
El ensayo de durabilidad a través de humedecimiento y secado somete a los especímenes de suelo a condiciones extremas de humedad cuyo proceso de recolección de datos e información está claramente detallada en los cuadros N° 39 y 40. Los resultados obtenidos de carga última y esfuerzo cortante que se muestran en el cuadro N° 60 tienen un significado importante del comportamiento de los suelos con adición de PS. Primero ensayado a dos procesos de humedecimiento-secado y finalmente sometida a compresión simple no confinada dos especímenes de suelo Tipo III y dos del Tipo IV soportan un esfuerzo cortante importante que significa más de 13.87% y 32.29% de mejoramiento con respecto a especímenes sin adición de pegamento. Estos resultados obtenidos representan gran validez para la presente investigación debido a que los suelos estabilizados con PS y con presencia de limos y arcillas en su composición mantienen a cierta medida su resistencia a largo plazo sometido a condiciones extremas.

En los gráficos de la figura N° 25 y 26 se observa la comparación de los valores obtenidos para carga última y esfuerzo cortante en estado natural y con adición de pegamento sintético.

Vale destacar que los suelos Tipo I y II no reflejaron resistencia alguna sobre condiciones extremas de humedad, básicamente debido a la presencia de gravas y arenas en su composición, es decir se desmoronan y desintegran fácilmente con la presencia de agua.

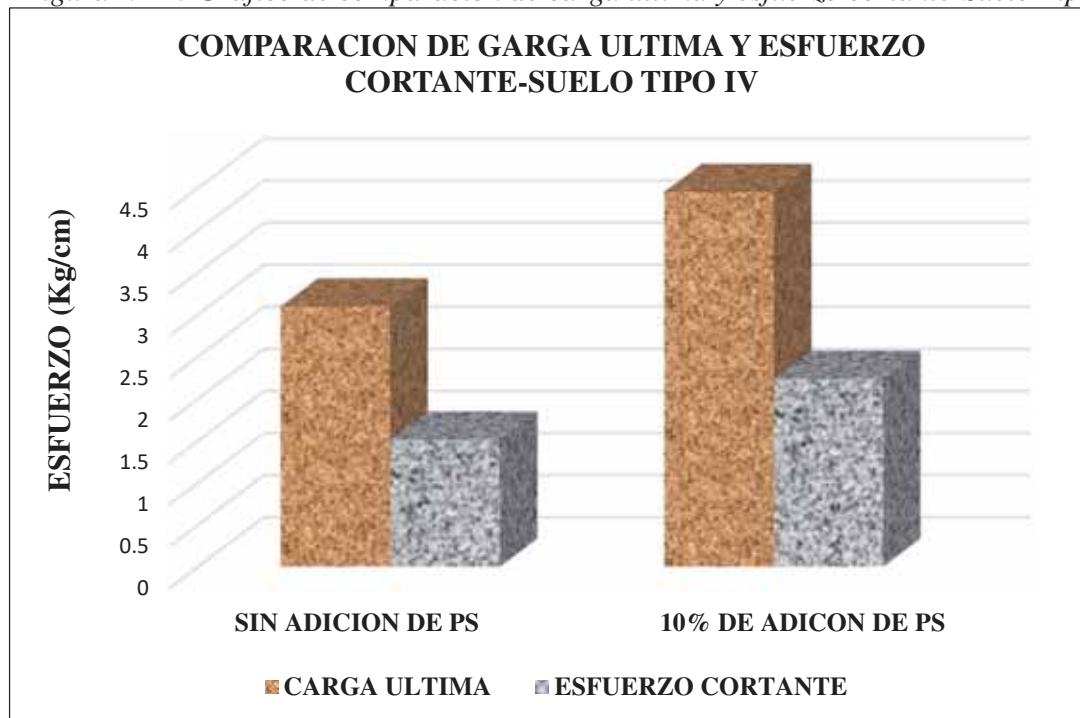
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 25 Gráfico de comparación de carga última y esfuerzo cortante-Suelo Tipo III



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 26 Gráfico de comparación de carga última y esfuerzo cortante-Suelo Tipo IV



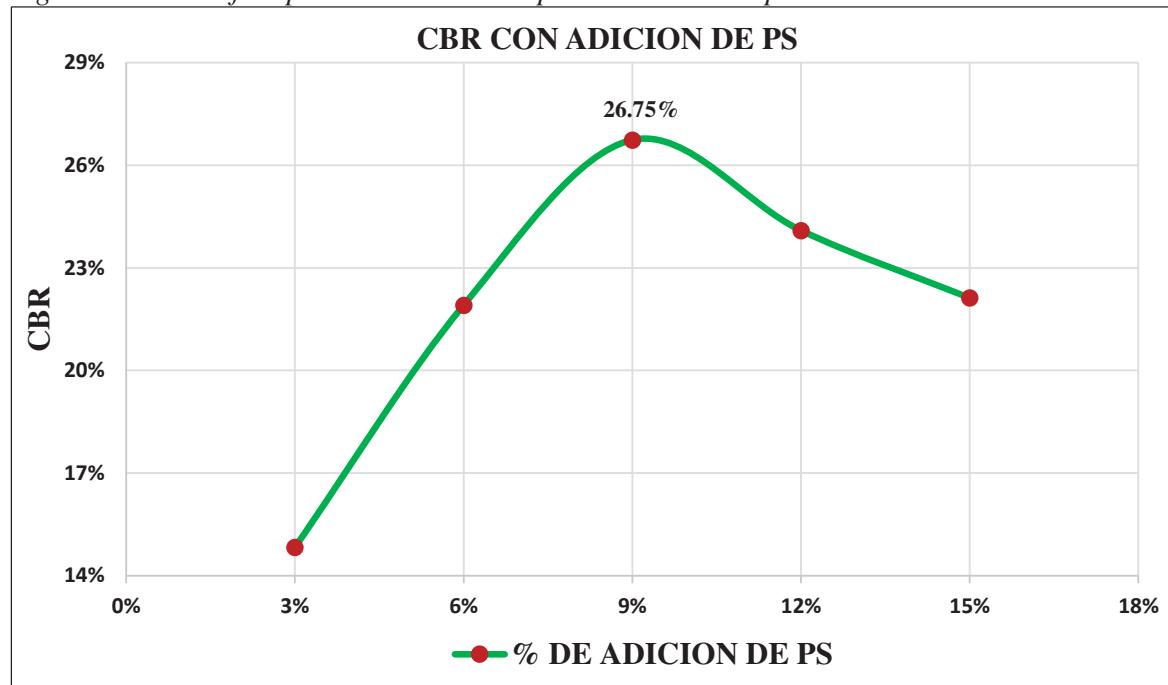
Los cálculos y resultados se muestran en el Anexo B.8

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

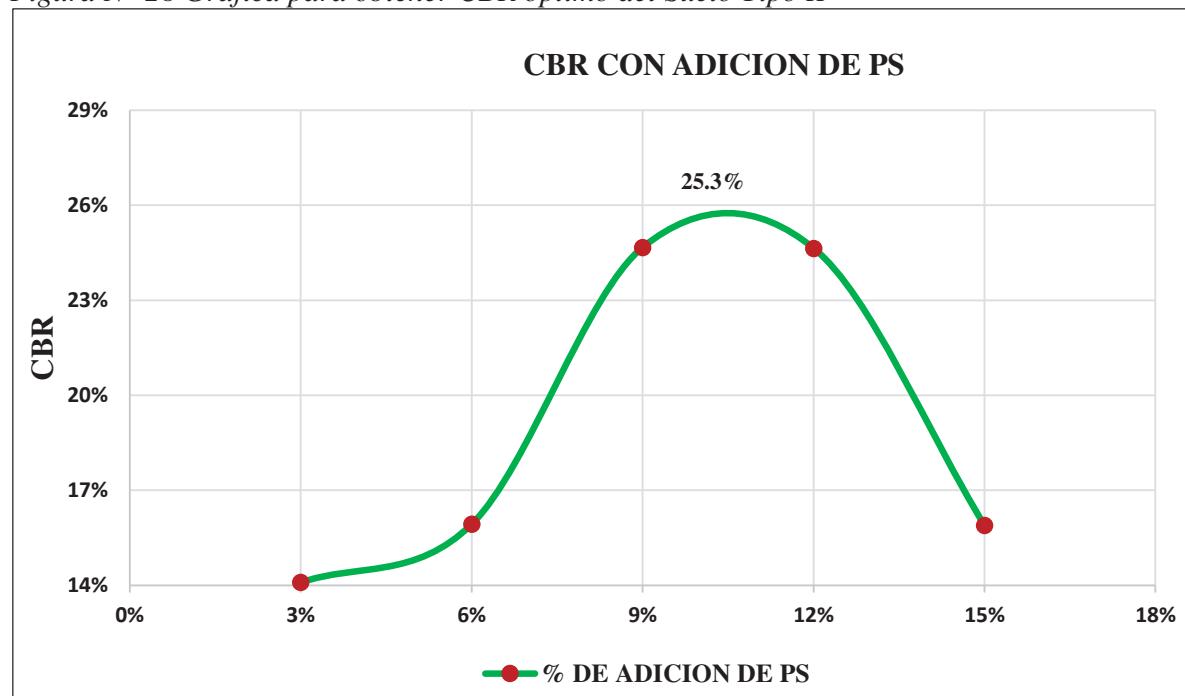
4.3. Valores óptimos de CBR

Figura N° 27 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo I



Fuente: Elaboración propia

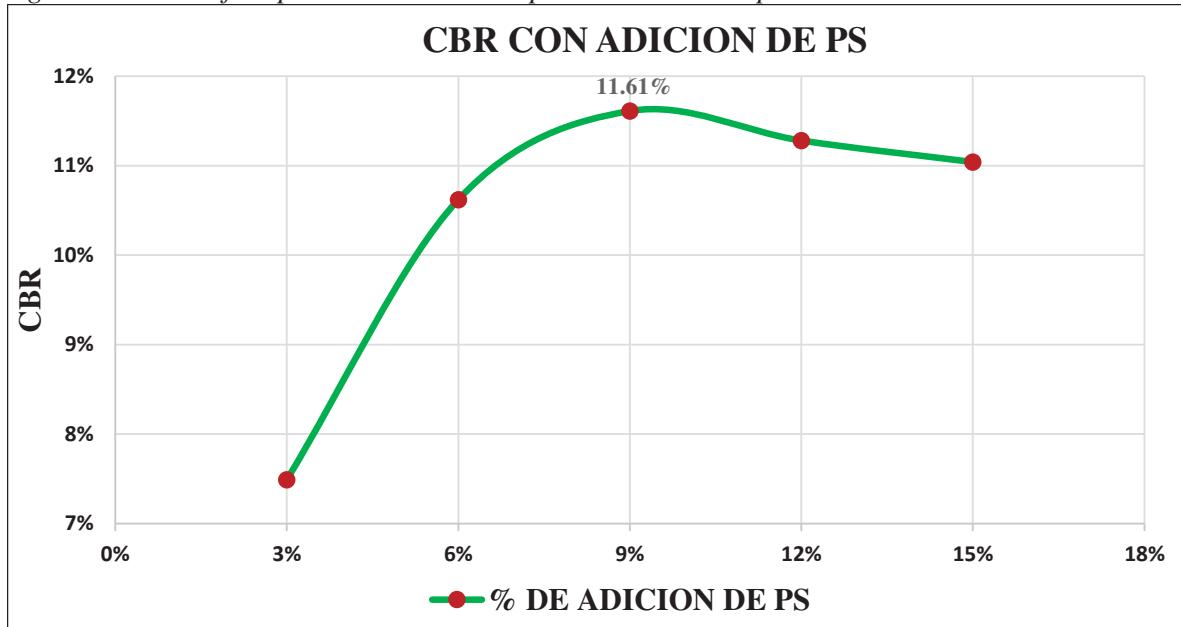
Figura N° 28 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo II



Fuente: Elaboración propia

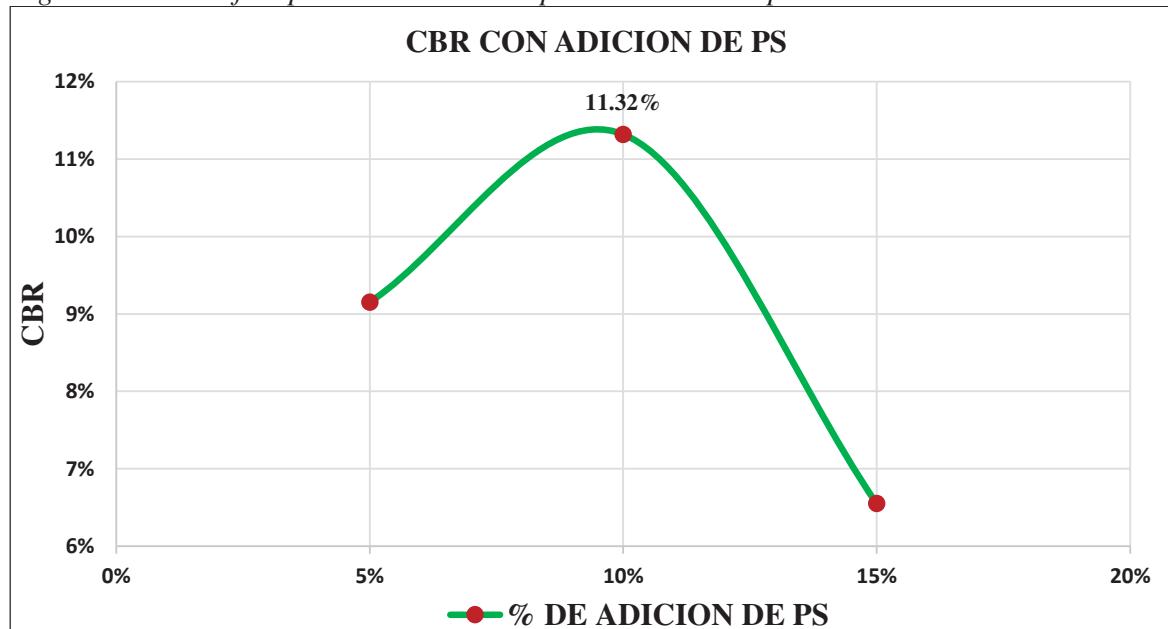
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 29 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo III



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 30 Grafica para obtener CBR óptimo del Suelo Tipo IV



Fuente: Elaboración propia

Los gráficos de las figuras N° 27, 28, 29 y 30 muestran la distribución de los valores de CBR adicionado con pegamento sintético. Las gráficas en forma de la campana de GAUSS

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

es una distribución que permite estimar un valor óptimo de CBR para cada tipo de suelo, priorizando el orden ascendente de los resultados obtenidos.

Esta investigación aplica los valores óptimos de CBR que muestra el cuadro N° 61 para el diseño de pavimentos rígido y flexible.

Cuadro N° 61 Valores de CBR óptimos.

| TIPO DE SUELO | % DE CBR PATRON | % DE CBR OPTIMO A 95% MDS | % DE ADICION OPTIMO | MDS (gr/cm ³) |
|---------------|-----------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| I | 6.00 | 26.75 | 3 | 1.89 |
| II | 6.00 | 25.30 | 6 | 1.95 |
| III | 6.00 | 11.62 | 9 | 1.77 |
| IV | 6.00 | 11.40 | 10 | 1.85 |

Fuente: Elaboración propia

4.4. Costo unitario por metro cubico de suelo

Para determinar la cantidad de pegamento sintético necesario en un metro cubico de muestra, se tuvo en cuenta el costo promedio del producto en el mercado local y el contenido óptimo de agua, la deducción y el procedimiento de cálculo se muestra en el Anexo C.8 Deducción del costo por metro cubico de PS-Suelo Tipo I, II, III y IV. El cuadro N°62 muestra los resultados de cantidad de pegamento sintético requerido en un metro cúbico de muestra.

Cuadro N° 62 Cantidad y costos unitarios de PS

| TIPO DE SUELO | CANTIDAD DE PS POR m ³ (Kg) |
|---------------|----------------------------------------|
| I | 0.741 |
| II | 1.266 |
| III | 2.533 |
| IV | 2.782 |

Fuente: Elaboración propia

Los costos unitarios que se muestran en el cuadro N° 63 se determinaron tomando en cuenta el costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H, cantidad de pegamento sintético necesario en un metro cubico de suelo y rendimientos de equipo mecánico según las siguientes referencias: Expediente “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2013” y Precios Unitarios del proyecto Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Proviñas Perú.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

La deducción y el procedimiento de cálculo de precios unitarios para pavimento rígido y flexible sin PS se aprecian en los Anexos C.5.3 (suelo tipo I, II) y C.5.4 (suelo tipo III, IV).

La deducción y el procedimiento de cálculo de precios unitarios para pavimento rígido y flexible con PS se aprecian en los Anexos C.6.1 (suelo tipo I, II, III y IV), C.6.2 (suelo tipo I, II, III y IV), C.6.3 (suelo tipo I), C.6.4 (suelo tipo II), C.6.5 (suelo tipo III) y C.6.6 (suelo tipo IV).

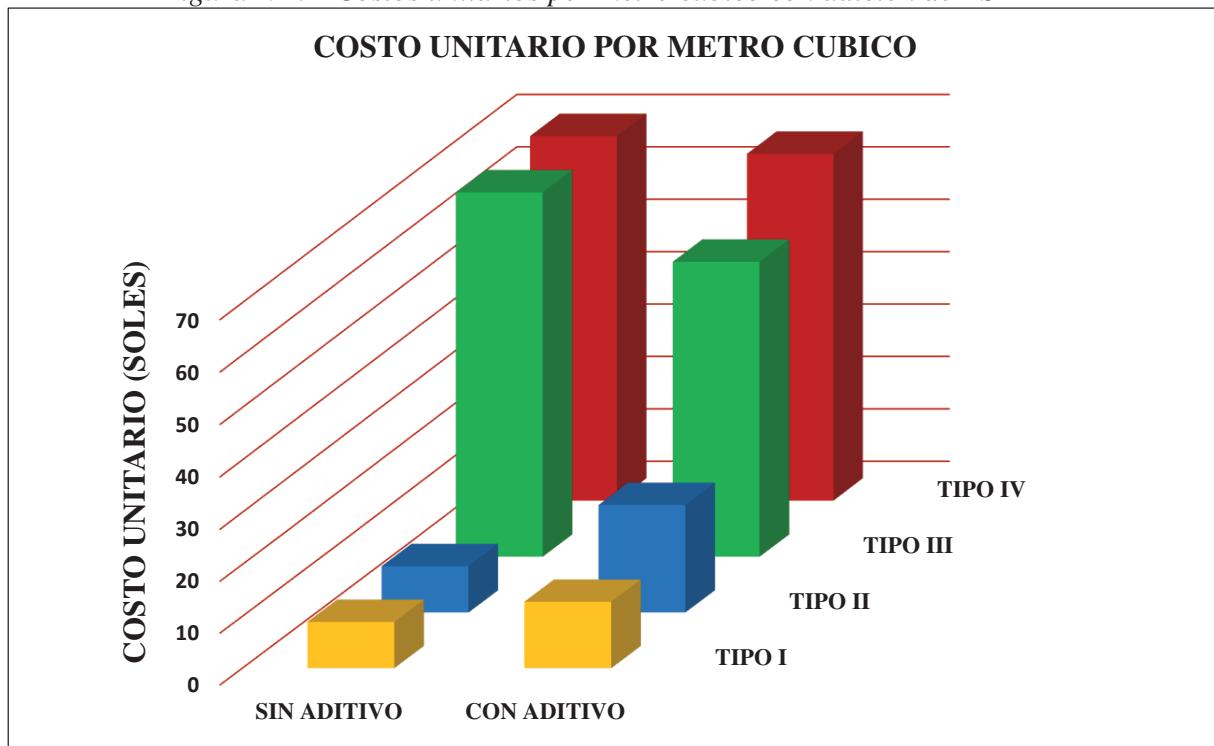
Cuadro N° 63 Comparación de costos unitarios en partidas a nivel de subrasante

| TIPO DE SUELO | COSTO UNITARIO POR m^3 CON PS (Soles) | COSTO UNITARIO POR m^3 SIN PS (Soles) |
|---------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| I | 12.81 | 8.93 |
| II | 20.63 | 8.93 |
| III | 56.31 | 69.55 |
| IV | 66.16 | 69.55 |

Fuente: Elaboración propia

La figura N° 31 ilustra la comparación de costos unitarios con la aplicación de pegamento sintético en los tipos de suelo identificado respecto a la estabilización con un material de préstamo.

Figura N° 31 Costos unitarios por metro cubico con adición de PS



La deducción y cálculos realizados se muestran en el Anexo C.8

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULOS V: DISEÑO ESTRUCTURAL Y PRESUPUESTO

5.1. Diseño estructural de pavimento rígido y flexible

El diseño de pavimentos se realizó de acuerdo al “Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos” (M.C.S.G.G.P), en su sección de Suelos y Pavimentos basados al Método ASSHTO Guide for Desing of Paviment Structures 1993 y Análisis de performance o comportamiento del pavimento durante el periodo de diseño, además se tomó como apoyo el “Manual de Pavimentos” del Ingeniero Américo Montañez Tupayachi docente de la Escuela Profesional de ingenieria Civil-UNSAAC.

5.1.1. Metodología de diseño de pavimento flexible

5.1.1.1. Periodo de diseño

Esta investigación optó por un periodo de 20 años en una sola etapa según el M.C.S.G.G.P del (M.T.C., 2014)

5.1.1.2. Variables

I. Trafico W_{18}

La investigación utilizo un ESAL's o ejes equivalentes acumulados de 250,000 EE para vías de bajo volumen de tránsito como menciona en el capítulo II Marco teórico (2.8.2.1 tráfico W₁₈).

II. Módulo de resiliencia de la subrasante (M_R)

Mediante la fórmula N°28 de módulo de resiliencia, se determinó para los cuatro tipos de suelo según su CBR, estos se ven en el cuadro N° 64.

Cuadro N° 64 Módulo de resiliencia de la subrasante a partir de valores de CBR

| Tipo de suelo | Calicatas | CBR al 95 % de MDS | | | Módulo Resiliente (Mr) (psi) | | |
|---------------|-----------------------------|--------------------|----------------|----------------|------------------------------|----------------|----------------|
| | | Suelo Natural | Suelo Granular | Suelo Mejorado | Suelo Natural | suelo Granular | Suelo Mejorado |
| Tipo I | C-1, C-8 | 10.06% | --- | 26.75% | 11195.76 | --- | 20935.25 |
| Tipo II | C-2, C-3 | 14.36% | --- | 25.30% | 14059.50 | --- | 20201.71 |
| Tipo III | C-4, C-6, C-7 C-9 y C-10 | 2.61% | 10% | 11.62% | 4721.07 | 11152.98 | 12277.86 |
| | | | | | | | |
| Tipo IV | C-5 | 5.92% | 10% | 11.40% | 7974.01 | 11152.98 | 12128.58 |

Fuente: Elaboración Propia

III. Confidencialidad (R)

La investigación optó una confiabilidad de **80%** considerando que la clasificación de la vía es local – rural, esto se determinó según el cuadro N° 19.

Se determinó el coeficiente Zr del cuadro N° 20, para un valor de 80% de confiabilidad corresponde el valor de **-0.841** de desviación estándar normal.

IV. Desviación estándar combinada (S_o)

La presente investigación optó un valor de $S_\theta = 0.45$ según la recomendación del manual.

V. Índice de serviciabilidad (PSI)

Los valores de serviciabilidad adoptados en la investigación fueron:

- Serviciabilidad Inicial $P_i=4.2$ (Recomendado por el AASHTO)
 - Serviciabilidad Final $P_f= 2$ (Para vías de volumen de tráfico menor, según norma CE.010 Pavimentos urbanos)

Variación de serviciabilidad (Δ PSI)

$$\Delta \text{PSI} \equiv P_i - P_t \equiv 4.2 - 2 \equiv 2.2$$

VI. Número Estructural Requerido (SNR)

Los coeficientes de las capas estructurales se determinaron de acuerdo al cuadro N° 22, y son los siguientes: $a_1 = 0.70$ cm, $a_2 = 0.054$ cm y $a_3 = 0.047$ cm.

Para la investigación se optó por un drenaje **bueno** determinado del cuadro N°23, estimando que al año existe presencia de precipitación pluvial de 98 días en el área de estudio y se determinó el valor dividiendo los días que llueve entre los días del año **$98/365 = 26.86\%$** , con este valor deducir en el cuadro N° 24.

Para el diseño se ha adoptado coeficientes de **$m_2 = 1.00$** y **$m_3 = 1.00$** correspondiente a un drenaje bueno y que el pavimento que este expuesto a niveles de humedad mayores de 25%.

Los cuadros N° 65, muestra resumen de los espesores de la subrasante para los suelos Tipo III y IV en estado natural. En el cuadro N° 66 se aprecia el resumen de los espesores de la subrasante para los suelos Tipo I, II, III y IV con PS.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 65 Espesor de subrasante en estado natural-Suelo Tipo III y IV

| TIPO DE SUELO | III | IV |
|----------------------------------------|--------------|--------------|
| SN Subrasante Regular (MEJORADA) | 2.189 | 2.001 |
| SN Subrasante Inadecuado (NATURAL) | 2.987 | 2.998 |
| Diferencial SN requerido | 0.798 | 0.810 |
| Coeficiente Estructural Granular a_4 | 0.03 | 0.03 |
| Coeficiente de drenaje m_4 | 1.00 | 1.00 |
| Espeso de subrasante d_4 | 28.00 | 28.00 |
| Espesor adoptado (cm) | 30.00 | 30.00 |

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 66 Espesor de subrasante en estado mejorado de los Suelos Tipo I, II, III y IV

| TIPO DE SUELO | I | II | III | IV |
|----------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| SN Subrasante Regular (MEJORADA) | 1.700 | 1.723 | 2.095 | 2.1115 |
| SN Subrasante Inadecuado (NATURAL) | 2.189 | 2.048 | 2.987 | 2.465 |
| Diferencial SN requerido | 0.490 | 0.325 | 0.892 | 0.354 |
| Coeficiente Estructural Granular a_4 | 0.037 | 0.037 | 0.03 | 0.03 |
| Coeficiente de drenaje m_4 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| Espeso de subrasante d_4 | 14.00 | 9.00 | 30.00 | 12.00 |
| Espesor adoptado (cm) | 15.00 | 10.00 | 30.00 | 15.00 |

Fuente: Elaboración Propia

5.1.2. Diseño de pavimento flexible método AASHTO 93

En los cuadros N° 67, 69, 71 y 73, muestran el diseño de pavimento flexible sin la aplicación de pegamento sintético. En los cuadros N° 68, 70, 72 y 74, muestran el diseño de pavimento flexible con la aplicación de pegamento sintético, además indicar que los cuadros de los diseños que se muestran en los cuadros N° 71 y 73 consideran un CBR con material de préstamo.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 67 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo I

| DATOS DE DISEÑO | VALOR |
|--------------------------------------------------------|----------|
| A.- ESAL's (W ₁₈) | 250000 |
| B.- CBR subrasante (%) del Suelo Natural TIPO I | 10.06% |
| C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi) | 11195.76 |
| D.- Numero de Etapas de diseño | 1 |
| E.- Nivel de Confiabilidad (R-%) | 80% |
| Desviación Estándar Normal (Z _r) | -0.842 |
| F.- Desviación Estándar Combinada (S _o) | 0.45 |
| G.- Serviciabilidad Inicial (P _i) | 4.2 |
| H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P _t) | 2.0 |
| I.- Variación de la Serviciabilidad (Δ Psi) | 2.2 |

CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal ≥ N18 Calculado)

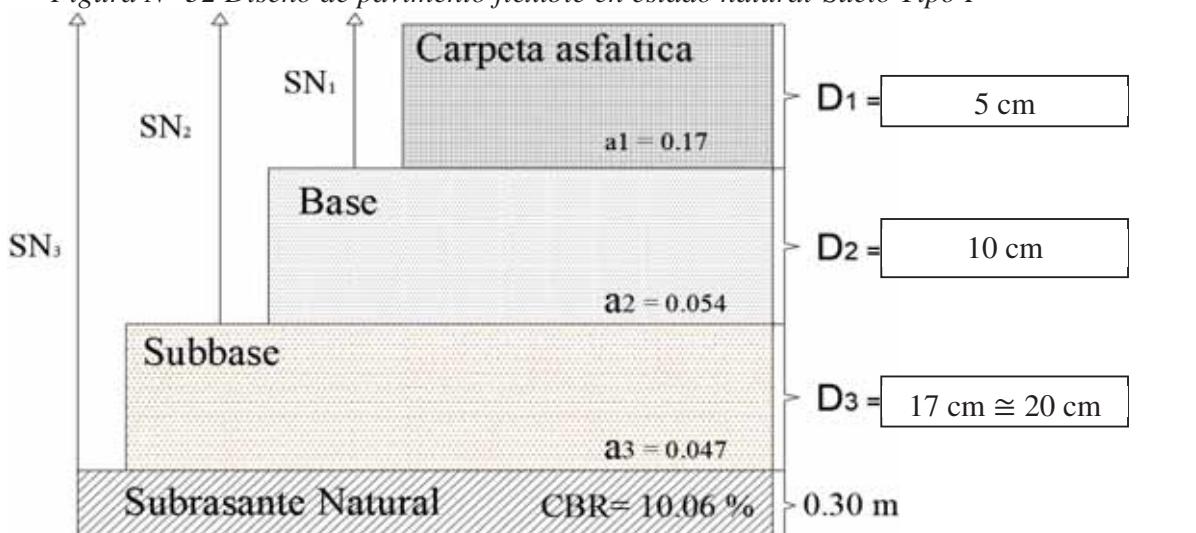
| | |
|-----------------------------------------------------|-------|
| A.- Numero Estructural Requerido (SN _r) | 2.162 |
| B.- N18 Nominal (Requerido) | 5.398 |
| C.- N18 Calculado | 5.397 |

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

| | | | | | |
|-------------------------------------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|----------------|
| <i>A.- Estructuración del pavimento</i> | | | | | |
| Concreto asfaltico (a ₁) | | | | | 0.170 |
| Base granular (a ₂) | | | | | 0.054 |
| Subbase (a ₃) | | | | | 0.047 |
| <i>B.- Coeficiente de drenaje de capa</i> | | | | | |
| Base Granular (m ₂) | | | | | 1.00 |
| Subbase (m ₃) | | | | | 1.00 |
| ALTERNATIVA | SN Req. | SN Result. | D1 (cm) | D2 (cm) | D3 (cm) |
| 1 | 2.162 | 2.189 | 5 | 10 | 17 |

Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)

Figura N° 32 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo I



Fuente: Elaboración Propia

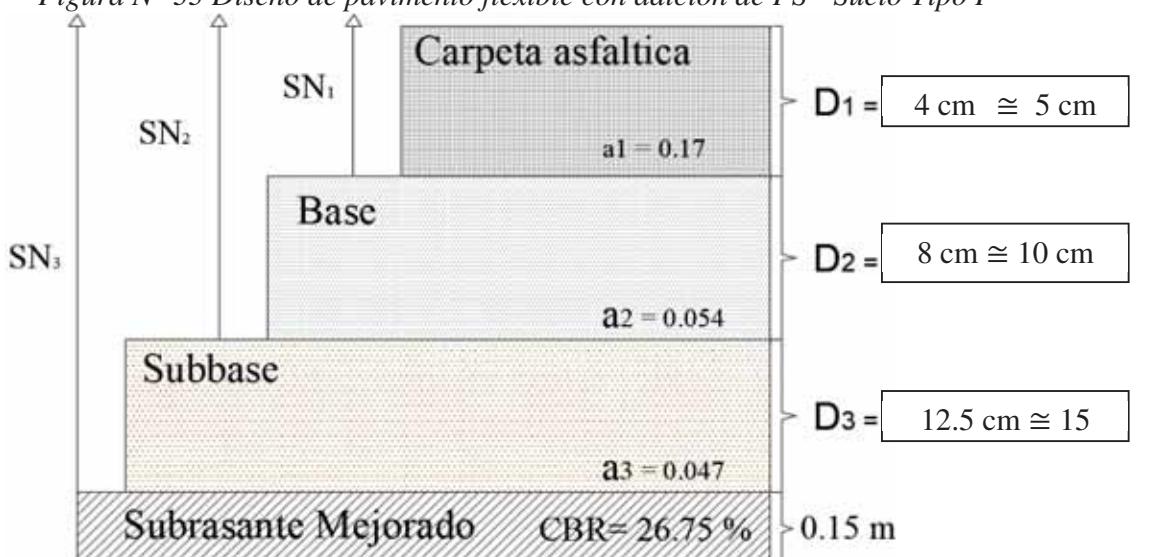
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 68 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo I

| DATOS DE DISEÑO | VALOR | | | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|---------|---------|---------|
| A.- ESAL's (W_{18}) | 250000 | | | | |
| B.- CBR subrasante (%) del Suelo Mejorado TIPO I | 26.75% | | | | |
| C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi) | 20935.25 | | | | |
| D.- Numero de Etapas de diseño | 1 | | | | |
| E.- Nivel de Confiabilidad (R-%) | 80% | | | | |
| Desviación Estándar Normal (Z_r) | -0.842 | | | | |
| F.- Desviación Estándar Combinada (S_o) | 0.45 | | | | |
| G.- Serviciabilidad Inicial (P_i) | 4.2 | | | | |
| H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P_t) | 2.0 | | | | |
| I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔP_{SI}) | 2.2 | | | | |
| CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta $N_{18} \text{ Nominal} \geq N_{18} \text{ Calculado}$) | | | | | |
| A.- Numero Estructural Requerido (SNr) | 1.698 | | | | |
| B.- $N_{18} \text{ Nominal (Requerido)}$ | 5.398 | | | | |
| C.- $N_{18} \text{ Calculado}$ | 5.397 | | | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | | | | |
| A.- Estructuración del pavimento | | | | | |
| Concreto asfáltico (a1) | 0.170 | | | | |
| Base granular (a2) | 0.054 | | | | |
| Subbase (a3) | 0.047 | | | | |
| B.- Coeficiente de drenaje de capa | | | | | |
| Base Granular (m2) | 1.00 | | | | |
| Subbase (m3) | 1.00 | | | | |
| ALTERNATIVA | SN Req. | SN Result. | D1 (cm) | D2 (cm) | D3 (cm) |
| 1 | 1.698 | 1.700 | 4 | 8 | 12.5 |

Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)

Figura N° 33 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo I



Fuente: Elaboración Propia

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Cuadro N° 69 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo II

| DATOS DE DISEÑO | VALOR |
|---------------------------------------------------------|----------|
| A.- ESAL's (W ₁₈) | 250000 |
| B.- CBR subrasante (%) del Suelo Natural TIPO II | 14.36% |
| C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi) | 14059.50 |
| D.- Numero de Etapas de diseño | 1.00 |
| E.- Nivel de Confiabilidad (R-%) | 80% |
| Desviación Estándar Normal (Z _r) | -0.842 |
| F.- Desviación Estándar Combinada (S _o) | 0.45 |
| G.- Serviciabilidad Inicial (P _i) | 4.20 |
| H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P _t) | 2.00 |
| I.- Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | 2.20 |

CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal ≥ N18 Calculado)

| | |
|----------------------------------------|-------|
| A.- Numero Estructural Requerido (SNr) | 1.984 |
| B.- N18 Nominal (Requerido) | 5.398 |
| C.- N18 Calculado | 5.397 |

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

A.- Estructuración del pavimento

| | |
|-------------------------|-------|
| Concreto asfáltico (a1) | 0.170 |
| Base granular (a2) | 0.054 |
| Subbase (a3) | 0.047 |

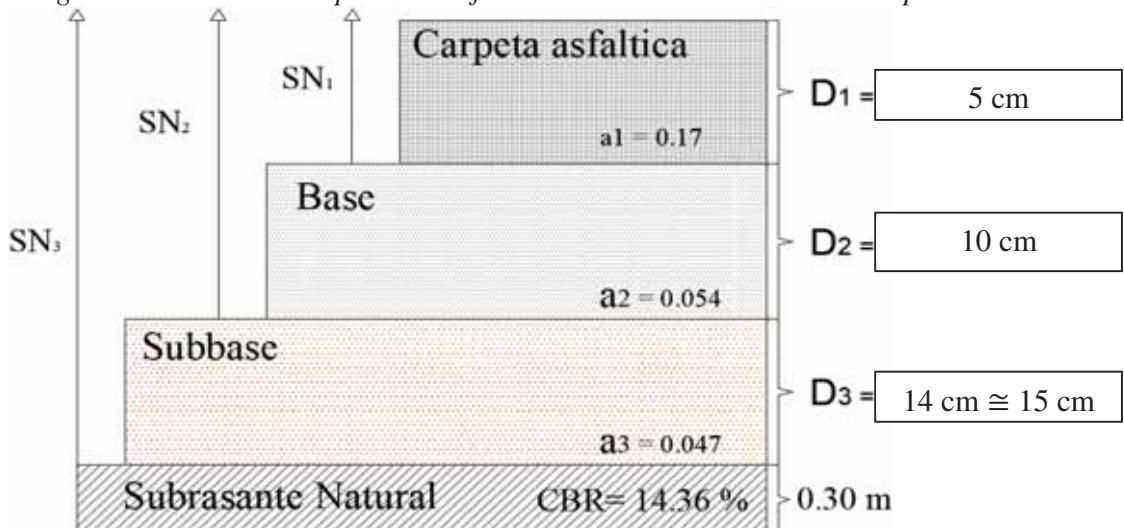
B.- Coeficiente de drenaje de capa

| | |
|--------------------|------|
| Base Granular (m2) | 1.00 |
| Subbase (m3) | 1.00 |

| ALTERNATIVA | SN Req. | SN Result. | D1 (cm) | D2 (cm) | D3 (cm) |
|-------------|---------|------------|---------|---------|---------|
| 1 | 1.984 | 2.048 | 5 | 10 | 14 |

Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)

Figura N° 34 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo II



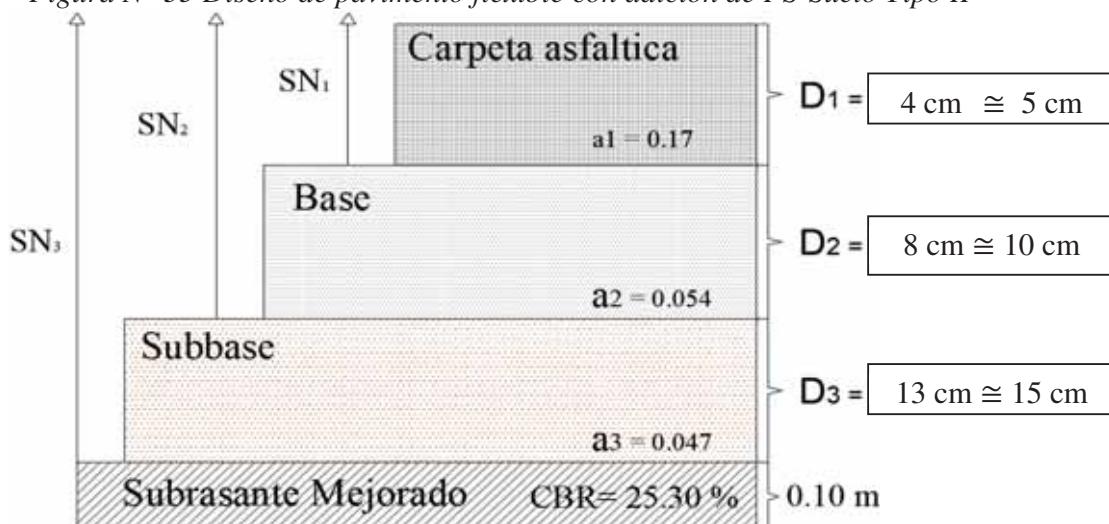
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 70 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo II

| DATOS DE DISEÑO | | VALOR |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| A.- ESAL's (W18) | | 250000 |
| B.- CBR subrasante (%) del Suelo Mejorado TIPO II | | 25.30% |
| C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi) | | 20201.71 |
| D.- Numero de Etapas de diseño | | 1.00 |
| E.- Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 |
| F.- Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.45 |
| G.- Serviciabilidad Inicial (Pi) | | 4.20 |
| H.- Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.00 |
| I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI) | | 2.20 |
| CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal ≥ N18 Calculado) | | |
| A.- Numero Estructural Requerido (SNr) | | 1.722 |
| B.- N18 Nominal (Requerido) | | 5.398 |
| C.- N18 Calculado | | 5.397 |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | |
| A.- Estructuración del pavimento | | |
| Concreto asfáltico (a1) | | 0.170 |
| Base granular (a2) | | 0.054 |
| Subbase (a3) | | 0.047 |
| B.- Coeficiente de drenaje de capa | | |
| Base Granular (m2) | | 1.00 |
| Subbase (m3) | | 1.00 |
| ALTERNATIVA | SN Req. | SN Result. |
| 1 | 1.722 | 1.723 |
| Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido) | | |
| D1 (cm) | D2 (cm) | D3 (cm) |
| 4 | 8 | 13 |

Figura N° 35 Diseño de pavimento flexible con adición de PS-Suelo Tipo II



Fuente: Elaboración Propia

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Cuadro N° 71 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo III

| DATOS DE DISEÑO | VALOR |
|--------------------------------------------------------|----------|
| A.- ESAL's (W ₁₈) | 250000 |
| B.- CBR subrasante (%) del Material de Préstamo | 10.00% |
| C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi) | 11152.98 |
| D.- Numero de Etapas de diseño | 1.00 |
| E.- Nivel de Confiabilidad (R-%) | 80% |
| Desviación Estándar Normal (Z _r) | -0.842 |
| F.- Desviación Estándar Combinada (S _o) | 0.45 |
| G.- Serviciabilidad Inicial (P _i) | 4.20 |
| H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P _t) | 2.00 |
| I.- Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | 2.20 |

CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal ≥ N18 Calculado)

| | |
|-----------------------------------------------------|-------|
| A.- Numero Estructural Requerido (SN _r) | 2.166 |
| B.- N18 Nominal (Requerido) | 5.398 |
| C.- N18 Calculado | 5.398 |

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

A.- Estructuración del pavimento

| | |
|--------------------------------------|-------|
| Concreto asfáltico (a ₁) | 0.170 |
| Base granular (a ₂) | 0.054 |
| Subbase (a ₃) | 0.047 |

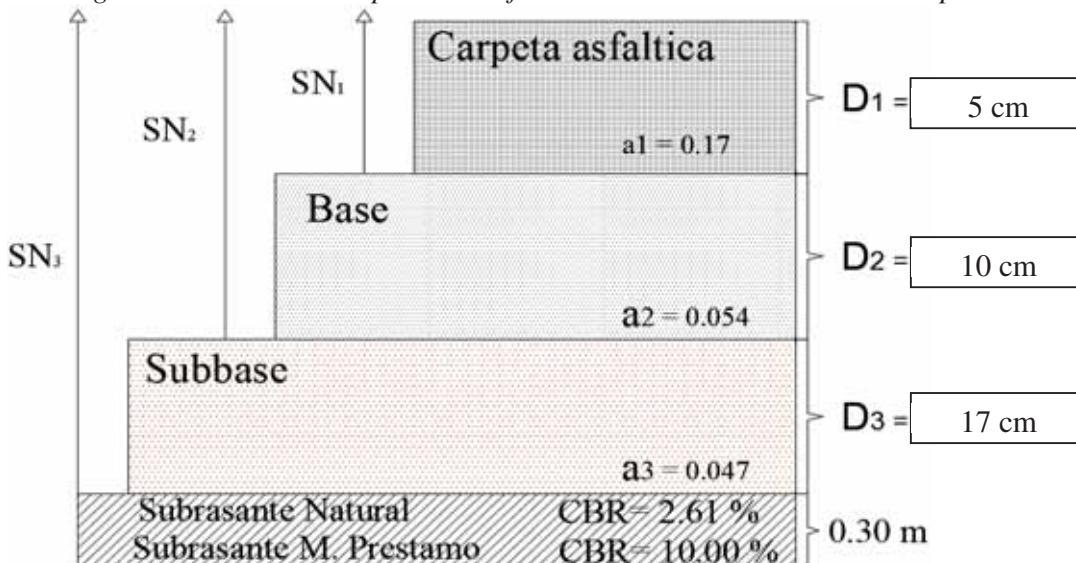
B.- Coeficiente de drenaje de capa

| | |
|---------------------------------|------|
| Base Granular (m ₂) | 1.00 |
| Subbase (m ₃) | 1.00 |

| ALTERNATIVA | SN Req. | SN Result. | D1 (cm) | D2 (cm) | D3 (cm) |
|-------------|---------|------------|---------|---------|---------|
| 1 | 2.166 | 2.189 | 5 | 10 | 17 |

Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido)

Figura N° 36 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo III



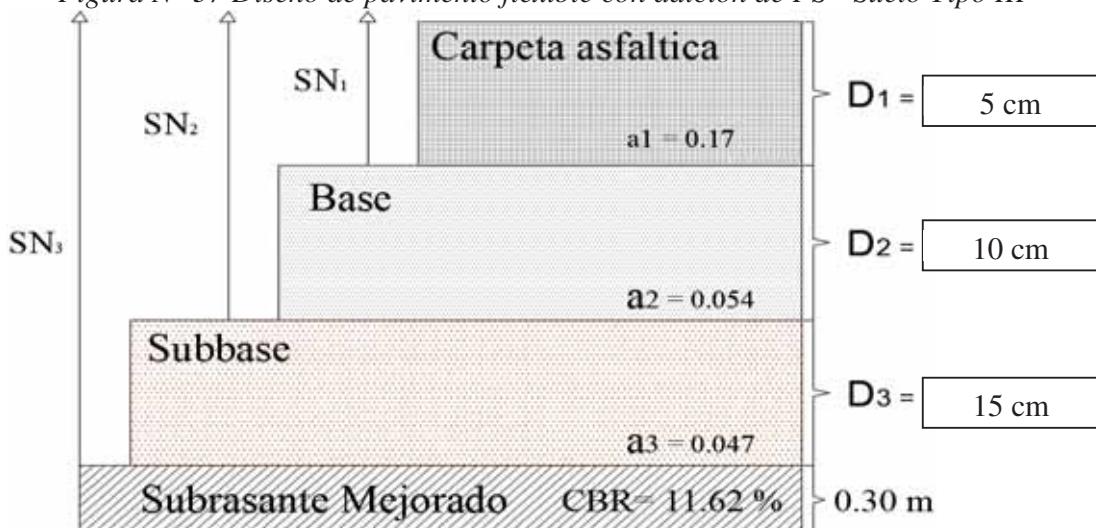
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 72 Diseño de pavimento flexible con adición de PS-Suelo Tipo III

| DATOS DE DISEÑO | | VALOR |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| A.- ESAL's (W18) | | 250000 |
| B.- CBR subrasante (%) del Suelo Mejorado TIPO III | | 11.62% |
| C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi) | | 12277.86 |
| D.- Numero de Etapas de diseño | | 1.00 |
| E.- Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 |
| F.- Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.45 |
| G.- Serviciabilidad Inicial (Pi) | | 4.20 |
| H.- Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.00 |
| I.- Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | | 2.20 |
| CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal \geq N18 Calculado) | | |
| A.- Numero Estructural Requerido (SNr) | | 2.089 |
| B.- N18 Nominal (Requerido) | | 5.398 |
| C.- N18 Calculado | | 5.398 |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | |
| A.- Estructuración del pavimento | | |
| Concreto asfaltico (a1) | | 0.170 |
| Base granular (a2) | | 0.054 |
| Subbase (a3) | | 0.047 |
| B.- Coeficiente de drenaje de capa | | |
| Base Granular (m2) | | 1.00 |
| Subbase (m3) | | 1.00 |
| ALTERNATIVA | SN Req. | SN Result. |
| 1 | 2.089 | 2.095 |
| Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido) | | |
| D1 (cm) | D2 (cm) | D3 (cm) |
| 5 | 10 | 15 |

Figura N° 37 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo III



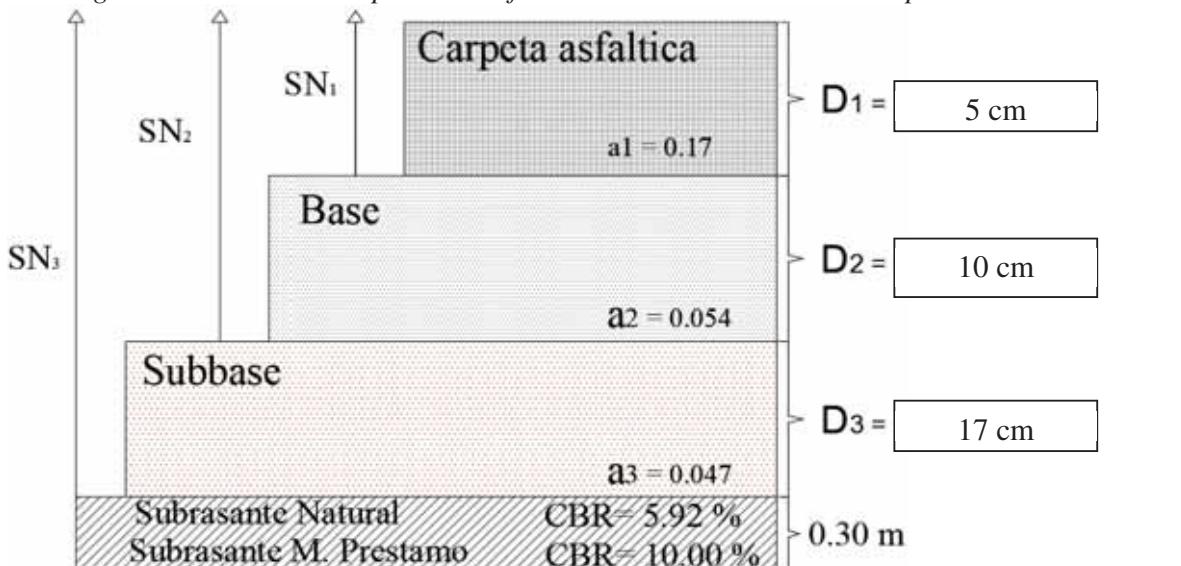
Fuente: Elaboración Propia

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Cuadro N° 73 Diseño de pavimento flexible en estado natural-Suelo Tipo IV

| DATOS DE DISEÑO | | VALOR |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| A.- ESAL's (W ₁₈) | | 250000 |
| B.- CBR subrasante (%) del Material de Préstamo | | 10.00 % |
| C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi) | | 11152.98 |
| D.- Numero de Etapas de diseño | | 1.00 |
| E.- Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% |
| Desviación Estándar Normal (Z _r) | | -0.842 |
| F.- Desviación Estándar Combinada (S _o) | | 0.45 |
| G.- Serviciabilidad Inicial (P _i) | | 4.20 |
| H.- Serviciabilidad Final o Terminal (P _t) | | 2.00 |
| I.- Variación de la Serviciabilidad (Δ P _{SI}) | | 2.20 |
| CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal ≥ N18 Calculado) | | |
| A.- Numero Estructural Requerido (SN _r) | | 2.166 |
| B.- N ₁₈ Nominal (Requerido) | | 5.398 |
| C.- N ₁₈ Calculado | | 5.399 |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | |
| A.- Estructuración del pavimento | | |
| Concreto asfáltico (a ₁) | | 0.170 |
| Base granular (a ₂) | | 0.054 |
| Subbase (a ₃) | | 0.047 |
| B.- Coeficiente de drenaje de capa | | |
| Base Granular (m ₂) | | 1.00 |
| Subbase (m ₃) | | 1.00 |
| ALTERNATIVA | SN Req. | SN Result. |
| 1 | 2.166 | 2.189 |
| Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido) | | |
| | D1 (cm) | D2 (cm) |
| | 5 | 10 |
| | | 17 |

Figura N° 38 Diseño de pavimento flexible-estado natural-Suelo Tipo IV



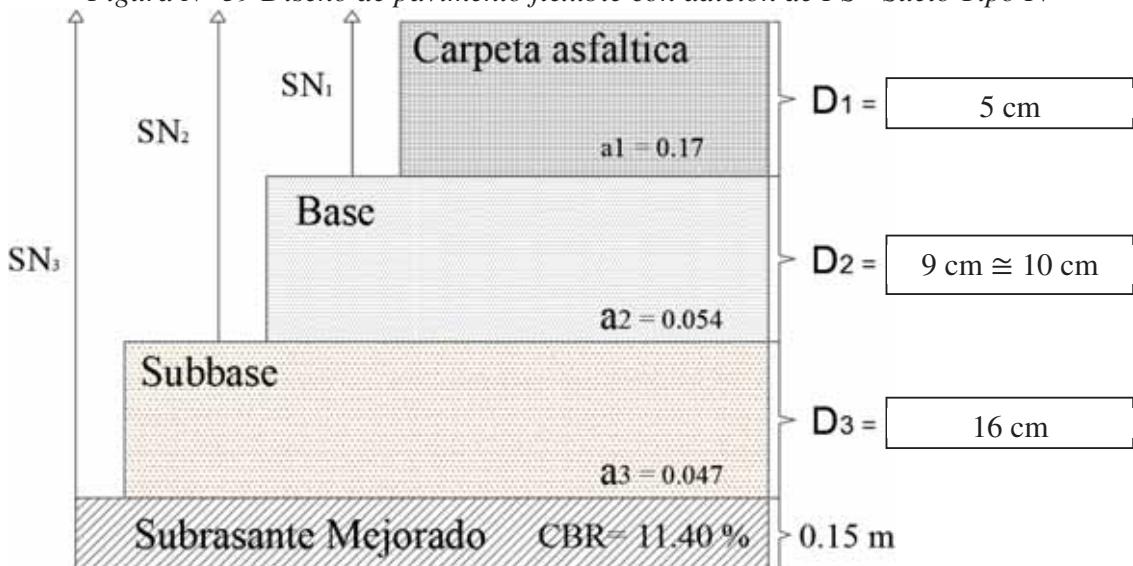
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 74 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo IV

| DATOS DE DISEÑO | | VALOR |
|---------------------------------------------------------------------------------|---------|--------------|
| A.- ESAL's (W18) | | 250000 |
| B.- CBR subrasante (%) del Suelo Natural TIPO IV | | 11.40% |
| C.- Modulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (Psi) | | 12128.58 |
| D.- Numero de Etapas de diseño | | 1.00 |
| E.- Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 |
| F.- Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.45 |
| G.- Serviciabilidad Inicial (Pi) | | 4.20 |
| H.- Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.00 |
| I.- Variación de la Serviciabilidad (ΔPSI) | | 2.20 |
| CALCULO DE NUMERO ESTRUCTURAL (Iterar hasta N18 Nominal ≥ N18 Calculado) | | |
| A.- Numero Estructural Requerido (SNr) | | 2.098 |
| B.- N18 Nominal (Requerido) | | 5.398 |
| C.- N18 Calculado | | 5.397 |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | |
| A.- Estructuración del pavimento | | |
| Concreto asfáltico (a1) | | 0.170 |
| Base granular (a2) | | 0.054 |
| Subbase (a3) | | 0.047 |
| B.- Coeficiente de drenaje de capa | | |
| Base Granular (m2) | | 1.00 |
| Subbase (m3) | | 1.00 |
| ALTERNATIVA | SN Req. | SN Result. |
| 1 | 2.098 | 2.112 |
| Debe cumplir SNR (Resultado) > SNR (Requerido) | | |

Figura N° 39 Diseño de pavimento flexible con adición de PS - Suelo Tipo IV



Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Metodología de diseño de pavimento Rígido

5.1.3.1. Periodo de Diseño

El periodo de diseño a ser empleado en la investigación será mínimo de 20 años para pavimentos rígidos, esto lo establece el M.C.S.G.G.P. (M.T.C., 2014)

5.1.3.2. Variables

I. Número de ejes Equivalentes ($W_{8.2}$)

Para zonas de bajo volumen de tránsito se consideró:

$W_{8.2} = 250,000$ Según menciona el capítulo II: Marco teórico (2.9.2.1 tránsito $W_{8.2}$).

II. Confidabilidad y variabilidad (Zr y So)

Nivel de confianza (R) = 80 % determinada del cuadro N° 19.

Desviación estándar normal (Zr) = -0.841 determinada del cuadro N° 20.

Desviación estándar combinado (So) = 0.35, del Marco teórico (2.9.2.4 confiabilidad y desviación estándar normal So).

III. Espesor del pavimento (D)

El espesor del pavimento de concreto es la variable que pretendemos determinar al realizar un diseño.

IV. Variación de serviciabilidad (ΔPSI)

Índice de serviciabilidad Inicial Pi = 4.50 (recomienda la norma AASHTO)

Índice de serviciabilidad Final Pt = 2.00

Variación de serviciabilidad ΔPSI = 2.50

V. Resistencia a flexotacción del concreto MR ($S'c$)

Reemplazando en la fórmula en N° 18, del Capítulo II Marco teórico (2.9.2.5 Resistencia a flexotacción del concreto M_r).

$$S'c = 9.50 * \sqrt{2986.89} = 519.20 \text{ psi}$$

VI. Módulo elástico del concreto (Ec)

Reemplazando en la fórmula en N° 19, del Capítulo II Marco teórico (2.9.2.6 Módulo elástico del concreto Ec).

$$Ec = 57,000 * \sqrt{2986.89} = 3115190.44 \text{ psi}$$

VII. Coeficiente de drenaje (Cd)

Se determinó la calidad y coeficiente de drenaje según el Capítulo II Marco teórico (2.9.2.7 Coeficiente de drenaje Cd). Teniendo en cuenta la calidad de drenaje buena y los 98 días que llueve en el área de la investigación se obtuvo el porcentaje del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación de 26.68 % con la cual se determina **Cd = 1.00**.

VIII. Coeficiente de Transito de Cargas (J)

Para pavimentos rígidos que llevaran juntas reforzadas se tomó **J = 3.2** según el Capítulo II Marco teórico (2.9.2.8 Coeficiente de transito J).

IX. Módulo de reacción de la subrasante (K)

Mediante la figura N°7 de cuadro de correlación de CBR con clasificación de suelos según el Capítulo II Marco teórico (2.9.2.4 Modulo de reacción de la subrasante Kc), se determinó el módulo de reacción (K) para los cuatro tipos de suelo según el CBR natural y mejorado, estos se ven en los cuadros N° 75 y 76.

Cuadro N° 75 Módulo de resilencia de la subrasante a partir de CBR

| TIPO DE SUELO | CBR | | | MÓDULO RESILIENTE (MR) (PSI) | | |
|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| | SUELO NATURAL | SUELO GRANULAR | SUELO MEJORADO | SUELO NATURAL | SUELO GRANULAR | SUELO MEJORADO |
| Tipo I | 10.06% | ----- | 26.75% | 11195.76 | ----- | 20935.25 |
| Tipo II | 14.36% | ----- | 25.30% | 14059.50 | ----- | 20201.71 |
| Tipo III | 2.61% | 10.00% | 11.62% | 4721.07 | 11152.98 | 12277.86 |
| Tipo IV | 5.92% | 10.00% | 11.40% | 7974.01 | 11152.98 | 12128.58 |

Fuentes: Elaboración Propia

Cuadro N° 76 Obtención de módulo de reacción de la subrasante K según la figura N°7

| TIPO DE SUELO | CBR | | | MÓDULO DE REACCIÓN DE LA SUBRASANTE K (MPA/M) | | |
|---------------------|------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| | SUELO NATURAL | SUELO GRANULAR | SUELO MEJORADO | SUELO NATURAL | SUELO GRANULAR | SUELO MEJORADO |
| Tipo I | 10.06% | --- | 26.75% | 55.10 | ... | 89.50 |
| Tipo II | 14.36% | -- | 25.30% | 64.00 | ... | 87.50 |
| Tipo III | 2.61% | 10.00% | 11.62% | 25.50 | 55.00 | 58.00 |
| Tipo IV | 5.92% | 10.00% | 11.40% | 48.00 | 55.00 | 57.00 |

Fuentes: Elaboración Propio

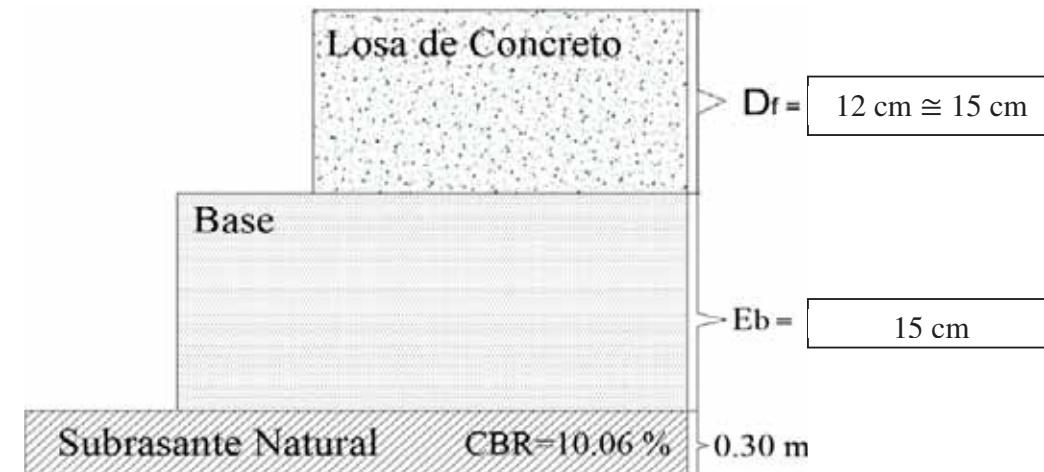
5.1.4. Diseño de pavimento rígido por el método AASHTO-93

En los cuadros N° 77 y 79, muestran el diseño de pavimento rígido en estado natural. Los cuadros N° 78, 80, 82 y 84, muestran diseño de pavimento rígido con PS. Los cuadros N° 81 y 83, muestra diseño de pavimento Rígido con CBR de material de préstamo.

Cuadro N° 77 Diseño de pavimento rígido en estado Natural-Tipo I

| DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES | | VALOR | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|--------|
| A. ESAL's (W _{8.2}) | | 250000 | | |
| B. CBR subrasante (%) del Suelo Natural TIPO I | | 10.06% | | |
| C. Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (psi) | | 11195.76 | | |
| D. Periodo de Diseño (Años) | | 20 | | |
| E. Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% | | |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 | | |
| Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.35 | | |
| F. Serviciabilidad Inicial (Pi) | | 4.5 | | |
| G. Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.0 | | |
| H. Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | | 2.5 | | |
| I. Transferencia de carga (J) | | 3.2 | | |
| J. Coeficiente de drenaje (Cd) | | 1.0 | | |
| PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | | | | |
| A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (Kg/cm ²) | | 210 | | |
| Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (psi) | | 2986.9 | | |
| B. Módulo de Elasticidad de Concreto Ec (psi) | | 3115190.4 | | |
| C. Módulo de Rotura (MR) S'c (psi) | | 519.20 | | |
| D. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (Mpa/m) | | 55.10 | | |
| E. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (pci) | | 203.0 | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | | | |
| A. Espesor de la Losa Requerido (Df) | | 12 cm | | |
| B. Espesor de Subbase(cm) | | 15 cm | | |
| CALCULO DE ESPESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 calculado ≥ N18 Nominal) | | | | |
| ALTERNATIVA | N18 Nominal | N18 Calculado | D (pulg) | D (cm) |
| 1 | 5.398 | 5.398 | 4.88 | 12 |

Figura N° 40 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo I



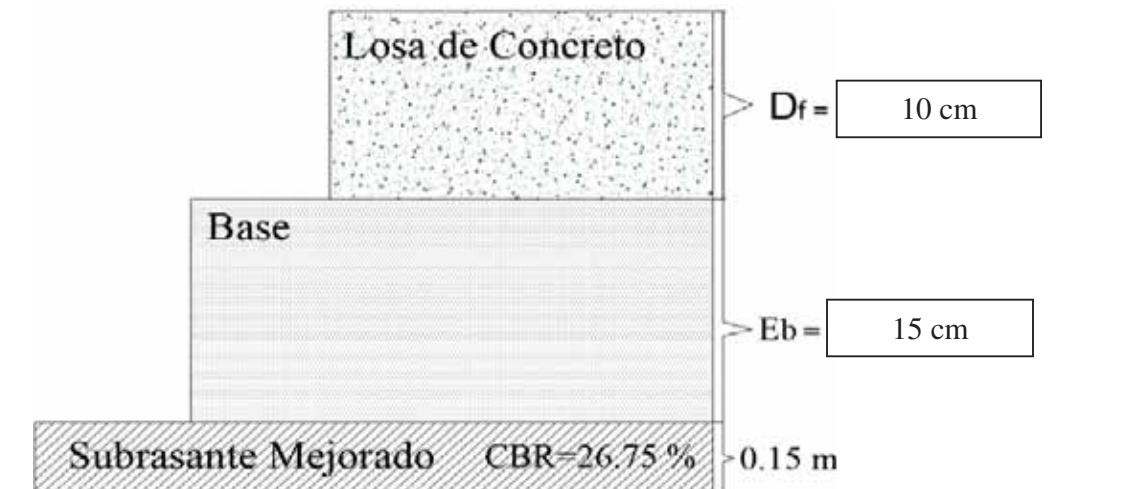
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 78 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo I

| DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES | | VALOR | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|--------|
| A. ESAL's (W _{8.2}) | | 250000 | | |
| B. CBR subrasante (%) del Suelo MEJORADO TIPO I | | 26.75% | | |
| C. Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (psi) | | 20935.25 | | |
| D. Periodo de Diseño (Años) | | 20 | | |
| E. Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% | | |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 | | |
| Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.35 | | |
| F. Serviciabilidad Inicial (Pi) | | 4.5 | | |
| G. Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.0 | | |
| H. Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | | 2.5 | | |
| I. Transferencia de carga (J) | | 3.2 | | |
| J. Coeficiente de drenaje (Cd) | | 1.0 | | |
| PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | | | | |
| A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (Kg/cm ²) | | 210 | | |
| Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (psi) | | 2986.9 | | |
| B. Módulo de Elasticidad de Concreto Ec (psi) | | 3115190.4 | | |
| C. Módulo de Rotura (MR) S'c (psi) | | 519.20 | | |
| D. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (Mpa/m) | | 89.50 | | |
| E. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (pci) | | 329.70 | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | | | |
| A. Espesor de la Losa Requerido (Df) | | 10 cm | | |
| B. Espesor de Subbase(cm) | | 15 cm | | |
| CALCULO DE ESPESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 calculado ≥ N18 Nominal) | | | | |
| ALTERNATIVA | N18 Nominal | N18 Calculado | D (pulg) | D (cm) |
| 1 | 5.398 | 5.399 | 4.198 | 10 |

Figura N° 41 Diseño de pavimento rígido con adición de PS-Suelo Tipo I



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 79 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo II

| DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES | | VALOR | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|--------|
| A. ESAL's (W _{8.2}) | | 250000 | | |
| B. CBR subrasante (%) del Suelo Natural TIPO II | | 14.36% | | |
| C. Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (psi) | | 14059.50 | | |
| D. Periodo de Diseño (Años) | | 20 | | |
| E. Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% | | |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 | | |
| Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.35 | | |
| F. Serviciabilidad Inicial (Pi) | | 4.5 | | |
| G. Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.0 | | |
| H. Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | | 2.5 | | |
| I. Transferencia de carga (J) | | 3.2 | | |
| J. Coeficiente de drenaje (Cd) | | 1.0 | | |
| PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | | | | |
| A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (Kg/cm ²) | | 210 | | |
| Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (psi) | | 2986.9 | | |
| B. Módulo de Elasticidad de Concreto Ec (psi) | | 3115190.4 | | |
| C. Módulo de Rotura (MR) S'c (psi) | | 519.20 | | |
| D. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (Mpa/m) | | 64.00 | | |
| E. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (pci) | | 235.80 | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | | | |
| A. Espesor de la Losa Requerido (Df) | | 12 cm | | |
| B. Espesor de Subbase(cm) | | 15 cm | | |
| CALCULO DE ESPESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 calculado ≥ N18 Nominal) | | | | |
| ALTERNATIVA | N18Nominal | N18 Calculado | D (pulg) | D (cm) |
| 1 | 5.398 | 5.399 | 4.726 | 12 |
| <i>Figura N° 42 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo II</i> | | | | |
| | | | | |

Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 80 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo II

| DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES | | VALOR |
|-----------------------------------------------------------------------|--|--------------|
| A. ESAL's (W _{8.2}) | | 250000 |
| B. CBR subrasante (%) del Suelo MEJORADO TIPO II | | 25.30 % |
| C. Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (psi) | | 20201.71 |
| D. Periodo de Diseño (Años) | | 20 |
| E. Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 |
| Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.35 |
| F. Serviciabilidad Inicial (Pi) | | 4.5 |
| G. Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.0 |
| H. Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | | 2.5 |
| I. Transferencia de carga (J) | | 3.2 |
| J. Coeficiente de drenaje (Cd) | | 1.0 |
| PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | | |
| A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (Kg/cm ²) | | 210 |
| Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (psi) | | 2986.9 |
| B. Módulo de Elasticidad de Concreto Ec (psi) | | 3115190.4 |
| C. Módulo de Rotura (MR) S'c (psi) | | 519.20 |
| D. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (Mpa/m) | | 87.00 |
| E. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (pci) | | 320.50 |

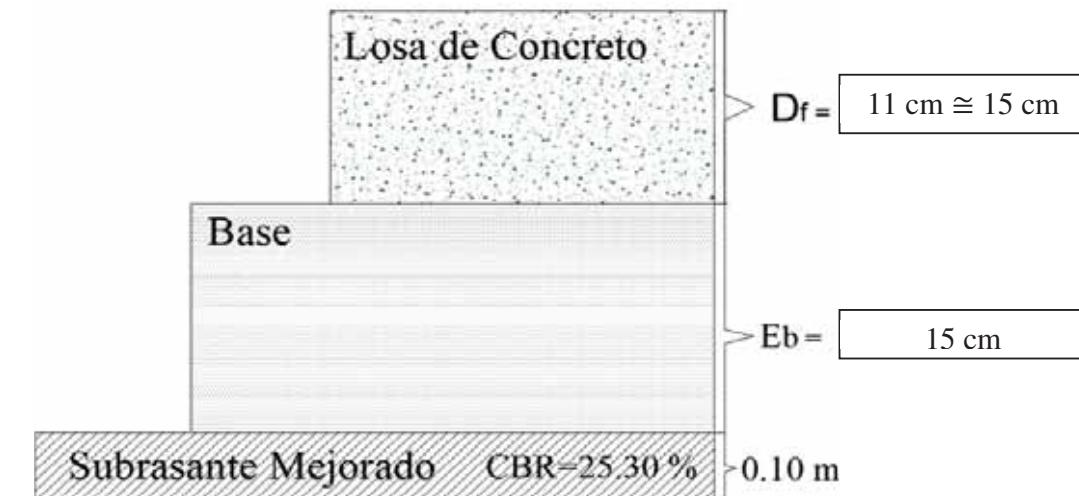
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

| | |
|--------------------------------------|--------------|
| A. Espesor de la Losa Requerido (Df) | 11 cm |
| B. Espesor de Subbase(cm) | 15 cm |

CALCULO DE ESPESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 calculado \geq N18 Nominal)

| ALTERNATIVA | N18 Nominal | N18 Calculado | D (pulg) | D (cm) |
|-------------|--------------|---------------|----------|--------|
| 1 | 5.398 | 5.398 | 4.263 | 11 |

Figura N° 43 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Suelo Tipo II



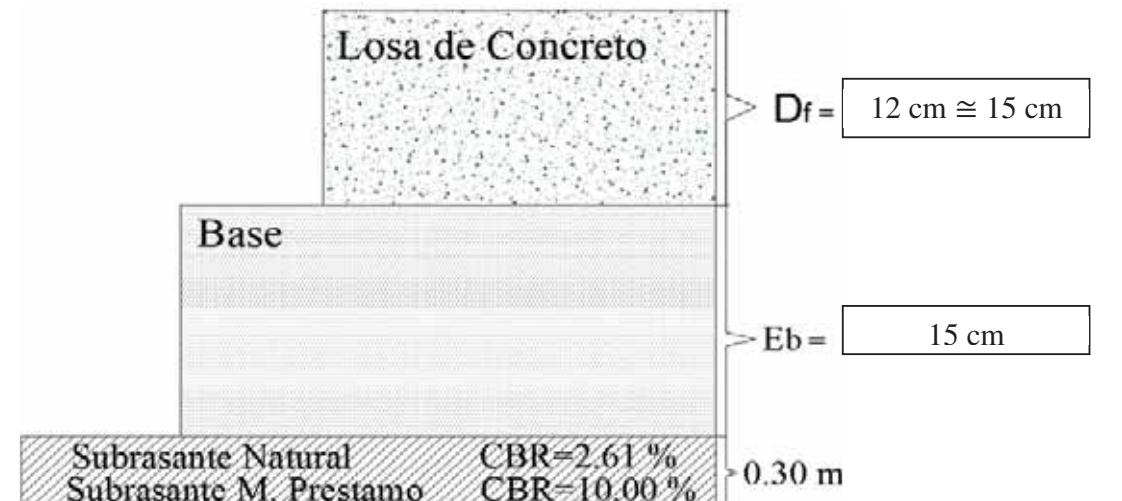
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 81 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo III

| DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES | | VALOR | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|--------|
| A. ESAL's (W _{8.2}) | | 250000 | | |
| B. CBR subrasante (%) del Material de Préstamo | | 10.00 % | | |
| C. Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (psi) | | 11152.98 | | |
| D. Periodo de Diseño (Años) | | 20 | | |
| E. Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% | | |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 | | |
| Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.35 | | |
| F. Serviciabilidad Inicial (Pi) | | 4.5 | | |
| G. Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.0 | | |
| H. Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | | 2.5 | | |
| I. Transferencia de carga (J) | | 3.2 | | |
| J. Coeficiente de drenaje (Cd) | | 1.0 | | |
| PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | | | | |
| A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (Kg/cm ²) | | 210 | | |
| Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (psi) | | 2986.9 | | |
| B. Módulo de Elasticidad de Concreto Ec (psi) | | 3115190.4 | | |
| C. Módulo de Rotura (MR) S'c (psi) | | 519.20 | | |
| D. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (Mpa/m) | | 55.00 | | |
| E. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (pci) | | 202.60 | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | | | |
| A. Espesor de la Losa Requerido (Df) | | 12 cm | | |
| B. Espesor de Subbase(cm) | | 15 cm | | |
| CALCULO DE ESPAESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 Calculado ≥ N18 Nominal) | | | | |
| ALTERNATIVA | N18 Nominal | N18 Calculado | D (pulg) | D (cm) |
| 1 | 5.398 | 5.399 | 4.88 | 12 |

Figura N° 44 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo III



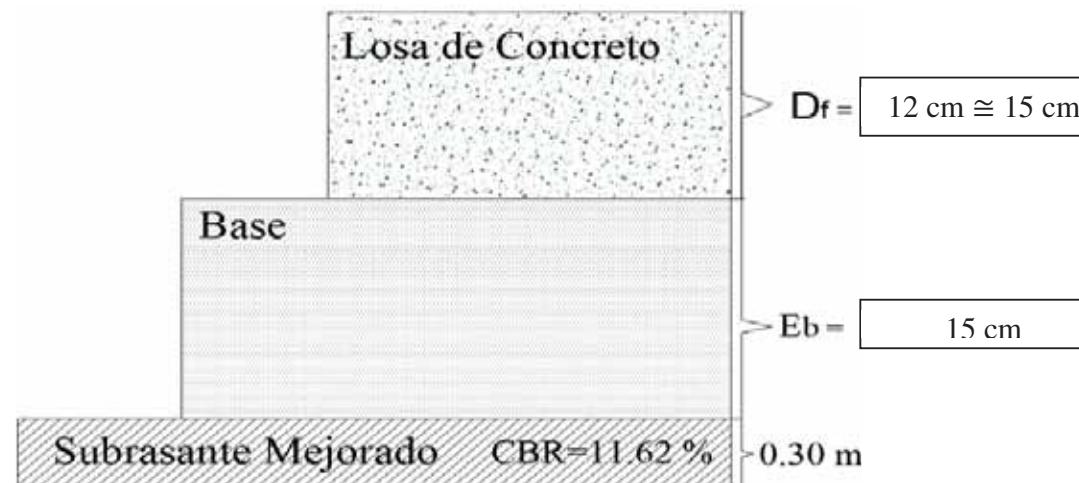
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 82 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo III

| DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES | VALOR | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|--------|
| A. ESAL's (W _{8.2}) | 250000 | | | |
| B. CBR subrasante (%) del Suelo MEJORADO TIPO III | 11.62% | | | |
| C. Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (psi) | 12277.86 | | | |
| D. Periodo de Diseño (Años) | 20 | | | |
| E. Nivel de Confiabilidad (R) (%) | 80% | | | |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | -0.842 | | | |
| Desviación Estándar Combinada (So) | 0.35 | | | |
| F. Serviciabilidad Inicial (Pi) | 4.5 | | | |
| G. Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | 2.0 | | | |
| H. Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | 2.5 | | | |
| I. Transferencia de carga (J) | 3.2 | | | |
| J. Coeficiente de drenaje (Cd) | 1.0 | | | |
| PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | | | | |
| A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (Kg/cm ²) | 210 | | | |
| Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (psi) | 2986.9 | | | |
| B. Módulo de Elasticidad de Concreto Ec (psi) | 3115190.4 | | | |
| C. Módulo de Rotura (MR) S'c (psi) | 519.20 | | | |
| D. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (Mpa/m) | 58.00 | | | |
| E. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (pci) | 213.70 | | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | | | |
| A. Espesor de la Losa Requerido (Df) | 12 cm | | | |
| B. Espesor de Subbase(cm) | 15 cm | | | |
| CALCULO DE ESPAESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 Calculado ≥ N18 Nominal) | | | | |
| ALTERNATIVA | N18 Nominal | N18 Calculado | D (pulg) | D (cm) |
| 1 | 5.398 | 5.398 | 4.83 | 12 |

Figura N° 45 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo III



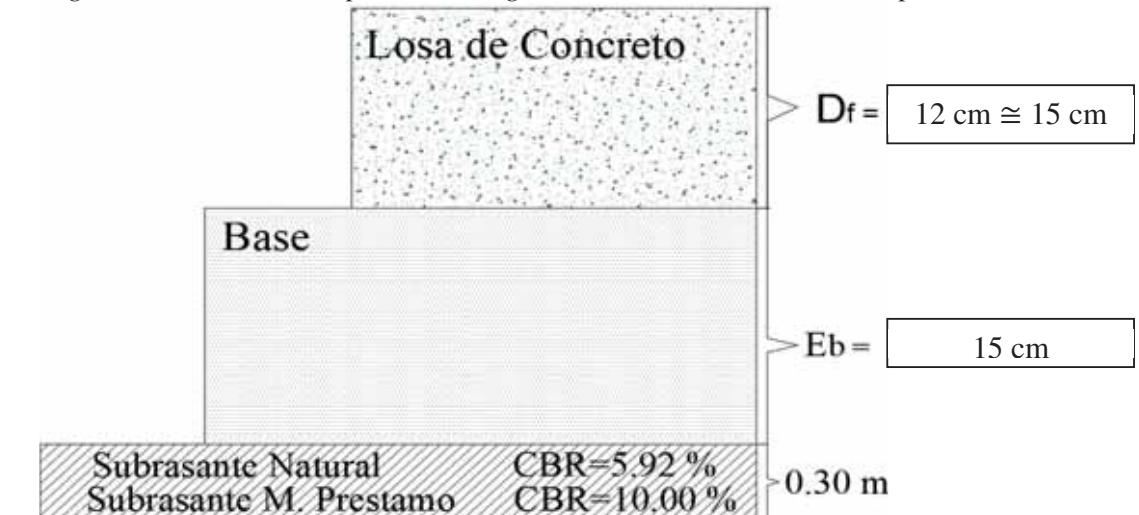
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 83 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Tipo IV

| DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES | | VALOR | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|--------|
| A. ESAL's (W _{8.2}) | | 250000 | | |
| B. CBR subrasante (%) del Material de Préstamo | | 10.00 % | | |
| C. Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (psi) | | 11152.98 | | |
| D. Periodo de Diseño (Años) | | 20 | | |
| E. Nivel de Confiabilidad (R-%) | | 80% | | |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | | -0.842 | | |
| Desviación Estándar Combinada (So) | | 0.35 | | |
| F. Serviciabilidad Inicial (Pi) | . | 4.5 | | |
| G. Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | | 2.0 | | |
| H. Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | | 2.5 | | |
| I. Transferencia de carga (J) | | 3.2 | | |
| J. Coeficiente de drenaje (Cd) | | 1.0 | | |
| PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | | | | |
| A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (Kg/cm ²) | | 210 | | |
| Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (psi) | | 2986.9 | | |
| B. Módulo de Elasticidad de Concreto Ec (psi) | | 3115190.4 | | |
| C. Módulo de Rotura (MR) S'c (psi) | | 519.20 | | |
| D. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (Mpa/m) | | 55.00 | | |
| E. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (pci) | | 202.60 | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | | | |
| A. Espesor de la Losa Requerido (Df) | | 12 cm | | |
| B. Espesor de Subbase(cm) | | 15 cm | | |
| CALCULO DE ESPAESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 Calculado ≥ N18 Nominal) | | | | |
| ALTERNATIVA | N18 Nominal | N18 Calculado | D (pulg) | D (cm) |
| 1 | 5.398 | 5.398 | 4.72 | 12 |

Figura N° 46 Diseño de pavimento rígido en estado natural-Suelo Tipo IV



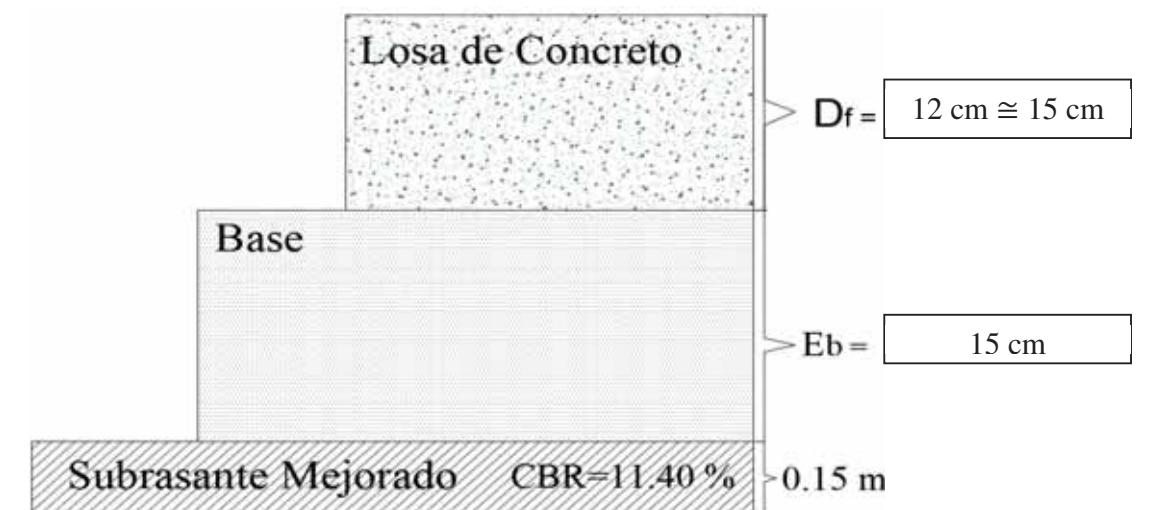
Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 84 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Tipo IV

| DATOS DE TRAFICO Y OTRAS PROPIEDADES | VALOR | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|----------|--------|
| A. ESAL's (W _{8.2}) | 250000 | | | |
| B. CBR subrasante (%) del Suelo MEJORADO TIPO IV | 11.40% | | | |
| C. Módulo de Resiliencia (Mr) de la Subrasante (psi) | 12128.58 | | | |
| D. Periodo de Diseño (Años) | 20 | | | |
| E. Nivel de Confiabilidad (R-%) | 80% | | | |
| Desviación Estándar Normal (Zr) | -0.842 | | | |
| Desviación Estándar Combinada (So) | 0.35 | | | |
| F. Serviciabilidad Inicial (Pi) | 4.5 | | | |
| G. Serviciabilidad Final o Terminal (Pt) | 2.0 | | | |
| H. Variación de la Serviciabilidad (Δ PSI) | 2.5 | | | |
| I. Transferencia de carga (J) | 3.2 | | | |
| J. Coeficiente de drenaje (Cd) | 1.0 | | | |
| PROPIEDADES DE LOS MATERIALES | | | | |
| A. Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (Kg/cm ²) | 210 | | | |
| Resistencia a la Compresión del Concreto F'c (psi) | 2986.9 | | | |
| B. Módulo de Elasticidad de Concreto Ec (psi) | 3115190.4 | | | |
| C. Módulo de Rotura (MR) S'c (psi) | 519.20 | | | |
| D. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (Mpa/m) | 57.00 | | | |
| E. Módulo de Reacción de la Subrasante (Kc) - Monograma MTC (pci) | 210.00 | | | |
| ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO | | | | |
| A. Espesor de la Losa Requerido (Df) | 12 cm | | | |
| B. Espesor de Subbase(cm) | 15 cm | | | |
| CALCULO DE ESPAESOR DE LOSA (Iterar D hasta N18 Calculado ≥ N18 Nominal) | | | | |
| ALTERNATIVA | N18 Nominal | N18 Calculado | D (pulg) | D (cm) |
| 1 | 5.398 | 5.398 | 4.85 | 12 |

Figura N° 47 Diseño de pavimento rígido con adición de PS - Suelo Tipo IV



Fuente: Elaboración Propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

En los cuadros N° 85 y 87, se aprecia los espesores de las capas para pavimento flexible y rígido respectivamente. En los cuadros N°86 y 88, se aprecia espesores totales de un pavimento flexible y rígido respectivamente.

Cuadro N° 85 Resumen de espesores de pavimento flexible para cada tipo de suelo

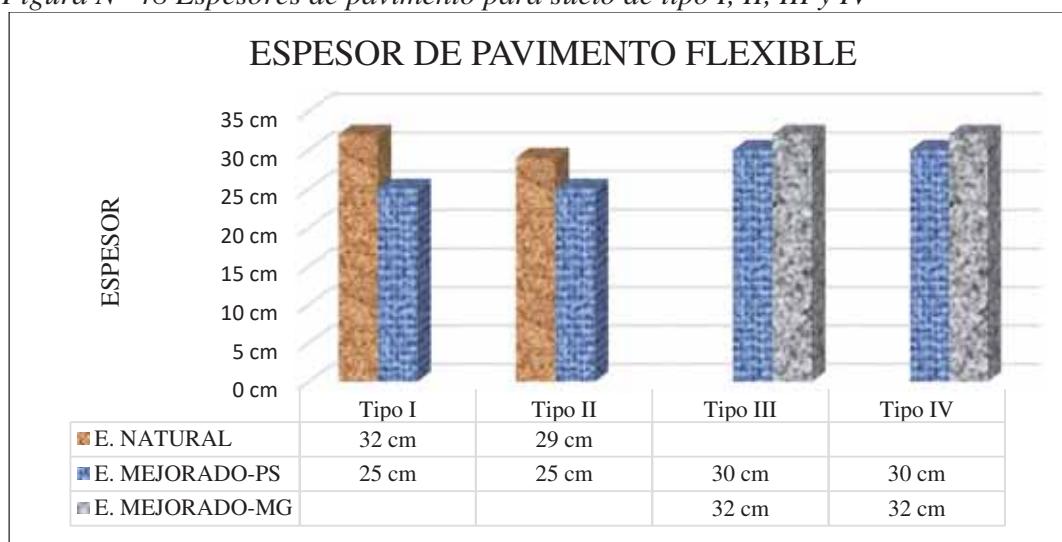
| Tipo de Suelo | SUELO NATURAL | | | SUELO MEJORADO | | |
|---------------|--------------------------------------|-----------|--------------|----------------|----------------|--------------|
| | Carpeta (cm) | Base (cm) | Subbase (cm) | Carpeta (cm) | Base (cm) | Subbase (cm) |
| Tipo I | 5 | 10 | 17 | 4 | 8 | 12.5 |
| Tipo II | 5 | 10 | 14 | 4 | 8 | 13 |
| Tipo de Suelo | SUELO MEJORADO CON MATERIAL GRANULAR | | | | SUELO MEJORADO | |
| | Carpeta (cm) | Base (cm) | Subbase (cm) | Carpeta (cm) | Base (cm) | Subbase (cm) |
| Tipo III | 5 | 10 | 17 | 5 | 10 | 15 |
| Tipo IV | 5 | 10 | 17 | 5 | 9 | 16 |

Cuadro N° 86 Resumen de espesores totales de pavimento flexible para cada tipo de suelo

| Tipo de Suelo | SUELO NATURAL | MEJORADO CON MATERIAL GRANULAR | SUELO MEJORADO |
|---------------|---------------|--------------------------------|----------------|
| | Espesor Total | Espesor Total | Espesor Total |
| Tipo I | 32 cm | ... | 24.5 cm |
| Tipo II | 29 cm | ... | 25 cm |
| Tipo III | ... | 32 cm | 30 cm |
| Tipo IV | ... | 32 cm | 30 cm |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 48 Espesores de pavimento para suelo de tipo I, II, III y IV



Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 87 Resumen de espesores de capas de pavimento rígido para cada tipo de suelo

| Tipo de Suelo | SUELO NATURAL | | SUELO MEJORADO | |
|---------------|--------------------------------------|--------------|-----------------|--------------|
| | Losa de C° (cm) | Subbase (cm) | Losa de C° (cm) | Subbase (cm) |
| Tipo I | 12 | 15 | 10 | 15 |
| Tipo II | 12 | 15 | 11 | 15 |
| Tipo de Suelo | SUELO MEJORADO CON MATERIAL GRANULAR | | SUELO MEJORADO | |
| | Losa de C°(cm) | Subbase(cm) | Losa de C° (cm) | Subbase (cm) |
| Tipo III | 12 | 15 | 12 | 15 |
| Tipo IV | 12 | 15 | 12 | 15 |

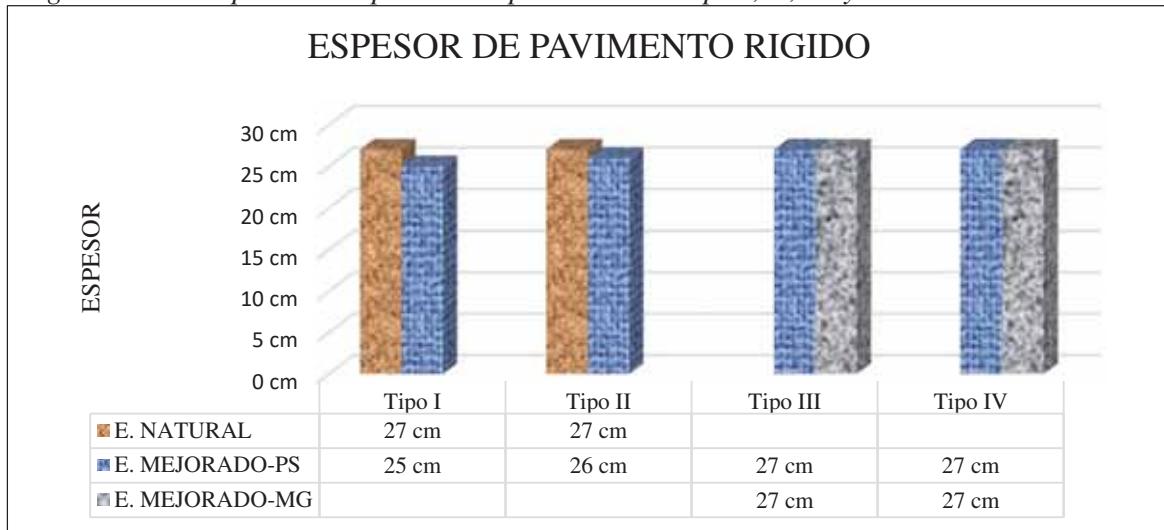
Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 88 Resumen de espesores totales de pavimento rígido para cada tipo de suelo

| Tipo de Suelo | SUELO | MEJORADO CON | SUELO |
|---------------|---------------|-------------------|---------------|
| | NATURAL | MATERIAL GRANULAR | MEJORADO |
| | Espesor Total | Espesor Total | Espesor Total |
| Tipo I | 27 cm | ----- | 25 cm |
| Tipo II | 27 cm | ----- | 26 cm |
| Tipo III | ----- | 27 cm | 27 cm |
| Tipo IV | ----- | 27 cm | 27 cm |

Fuente: Elaboración propia

Figura N° 49 Espesores de pavimento para suelo de tipo I, II, III y IV



Fuente: Elaboración propia

5.2. Elaboración de hoja de presupuesto

En los cuadros N°89 y 90, se aprecia las hojas de presupuesto de pavimento Flexible sin y con la adición de pegamento sintético respectivamente. Los cuadros N°91 y 92, se aprecia las hojas de presupuesto de pavimento Rígido sin y con la adición de pegamento sintético respectivamente.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 89 Hoja de presupuesto de Pavimento Flexible sin adición de PS.

| Presupuesto | 0201002 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (CBR) DE LA VIA AGUA BUENA A HUILCARPAY | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|----------|----------------|---------------------|--|--|--|
| Cliente | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO | | | Costo al | 14/10/2019 | | | | |
| Lugar | CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN | | | | | | | | |
| Item | | Descripción | Und. | Metrado | Precio (S.) | Parcial (S.) | | | |
| 01 | MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | 1,009,936.42 | | | |
| 01.01 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | 32,098.08 | | | |
| 01.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR | | | m2 | 13,776.00 | 2.33 | | | |
| 01.02 | MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS | | | | | 72,186.24 | | | |
| 01.02.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | | | m2 | 13,776.00 | 2.71 | | | |
| 01.02.02 | PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE | | | m2 | 13,776.00 | 2.53 | | | |
| 01.03 | MEJORAMIENTO DE TERRENO DE FUNDACION CON MATERIAL DE PRESTAMO | | | | | 297,145.25 | | | |
| 01.03.01 | TRAZO Y REPLANTEO EN LA EJECUCION DE OBRA | | | | | 37,332.96 | | | |
| 01.03.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | | | m2 | 13,776.00 | 2.71 | | | |
| 01.03.02 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA SUELO TIPO I | | | | | 5,250.84 | | | |
| 01.03.02.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | | | m3 | 588.00 | 6.99 | | | |
| 01.03.02.02 | RIEGO EN SUBRASANTE | | | m3 | 588.00 | 1.94 | | | |
| 01.03.03 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA SUELO TIPO II | | | | | 5,400.86 | | | |
| 01.03.03.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | | | m3 | 604.80 | 6.99 | | | |
| 01.03.03.02 | RIEGO EN SUBRASANTE | | | m3 | 604.80 | 1.94 | | | |
| 01.03.04 | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON M. PRESTAMO PARA SUELO TIPO III | | | | | 222,108.87 | | | |
| 01.03.04.01 | CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE | | | m3 | 2,620.80 | 8.20 | | | |
| 01.03.04.02 | ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE | | | m3 | 3,276.00 | 11.87 | | | |
| 01.03.04.03 | EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO | | | m3 | 3,407.04 | 27.11 | | | |
| 01.03.04.04 | CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO | | | m3 | 3,407.04 | 13.66 | | | |
| 01.03.04.05 | EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO | | | m3 | 2,620.80 | 6.77 | | | |
| 01.03.04.06 | RIEGO EN SUBRASANTE | | | m3 | 2,620.80 | 1.94 | | | |
| 01.03.05 | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON M. PRESTAMO PARA SUELO TIPO IV | | | | | 27,051.72 | | | |
| 01.03.05.01 | CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE | | | m3 | 319.20 | 8.20 | | | |
| 01.03.05.02 | ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE | | | m3 | 399.00 | 11.87 | | | |
| 01.03.05.03 | EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO | | | m3 | 414.96 | 27.11 | | | |
| 01.03.05.04 | CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO | | | m3 | 414.96 | 13.66 | | | |
| 01.03.05.05 | EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE CON MATERIAL DE PRESTAMO | | | m3 | 319.20 | 6.77 | | | |
| 01.03.05.06 | RIEGO EN SUBRASANTE | | | m3 | 319.20 | 1.94 | | | |
| 01.04 | SUB-BASE GRANULAR | | | | | 165,367.37 | | | |
| 01.04.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | | | m2 | 13,776.00 | 2.71 | | | |
| 01.04.02 | EXTENDIDO Y COMPACTADO EN SUBBASE | | | m3 | 2,281.44 | 54.18 | | | |
| 01.04.03 | RIEGO EN SUBBASE | | | m3 | 2,281.44 | 1.94 | | | |
| 01.05 | BASE GRANULAR | | | | | 152,431.44 | | | |
| 01.05.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | | | m2 | 13,776.00 | 2.71 | | | |
| 01.05.02 | EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE | | | m3 | 1,377.60 | 81.61 | | | |
| 01.05.03 | RIEGO EN BASE | | | m3 | 1,377.60 | 1.94 | | | |
| 01.06 | SUPERFICIE DE RODADURA | | | | | 290,708.04 | | | |
| 01.06.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | | | m2 | 13,776.00 | 2.71 | | | |
| 01.06.02 | IMPRIMACION ASFALTICA | | | m2 | 13,776.00 | 1.14 | | | |
| 01.06.03 | TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA | | | m2 | 13,776.00 | 3.76 | | | |
| 01.06.04 | RIEGO DE LIGA | | | m2 | 13,776.00 | 0.96 | | | |
| 01.06.05 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE e= 0.05m | | | m3 | 688.80 | 250.65 | | | |
| Costo Directo | | | | | | 1,009,936.42 | | | |
| SON : UN MILLON NUEVE MIL NOVECIENTOS TRENTISEIS Y 42/100 NUEVOS SOLES | | | | | | | | | |

Los metrados y análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo C.1 y Anexo C.5 respectivamente

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 90 Hoja de presupuesto de Pavimento Flexible con adición de PS.

| Presupuesto | 0201002 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (CBR) DE LA VIA AGUA BUENA A HUILCARPAY | Costo al | 14/10/2019 | | |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|--------|------------|
| Cliente | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO | | | | |
| Lugar | CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN | | | | |
| Ítem | Descripción | Und. | Metrado | | |
| | | Precio (\$.) | Parcial (\$.) | | |
| 01 | MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA P. FLEXIBLE | | 893,017.75 | | |
| 01.01 | TRABAJOS PRELIMINARES | | 32,098.08 | | |
| 01.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR | m2 | 13,776.00 | 2.33 | 32,098.08 |
| 01.02 | MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS | | 72,186.24 | | |
| 01.02.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.02.02 | PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE | m2 | 13,776.00 | 2.53 | 34,853.28 |
| 01.03 | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON PS | | 203,394.48 | | |
| 01.03.01 | TRAZO Y REPLANTEO EN LA EJECUCION DE OBRA | | 37,332.96 | | |
| 01.03.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.03.02 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO I | | 3,766.14 | | |
| 01.03.02.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 294.00 | 6.99 | 2,055.06 |
| 01.03.02.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO I | m3 | 294.00 | 5.82 | 1,711.08 |
| 01.03.03 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO II | | 4,159.00 | | |
| 01.03.03.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 201.60 | 6.99 | 1,409.18 |
| 01.03.03.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO II | m3 | 201.60 | 13.64 | 2,749.82 |
| 01.03.04 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO III | | 147,577.25 | | |
| 01.03.04.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 2,620.80 | 6.99 | 18,319.39 |
| 01.03.04.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO III | m3 | 2,620.80 | 49.32 | 129,257.86 |
| 01.03.05 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO IV | | 10559.13 | | |
| 01.03.05.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 159.60 | 6.99 | 1,115.60 |
| 01.03.05.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO IV | m3 | 159.60 | 59.17 | 9,443.53 |
| 01.04 | SUB-BASE GRANULAR | | 149,732.34 | | |
| 01.04.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.04.02 | EXTENDIDO Y COMPACTADO EN SUBBASE | m3 | 2,002.84 | 54.18 | 108,513.87 |
| 01.04.03 | RIEGO EN SUBBASE | m3 | 2,002.84 | 1.94 | 3,885.51 |
| 01.05 | BASE GRANULAR | | 144,898.57 | | |
| 01.05.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.05.02 | EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE | m3 | 1,287.44 | 81.61 | 105,067.98 |
| 01.05.03 | RIEGO EN BASE | m3 | 1,287.44 | 1.94 | 2,497.63 |
| 01.06 | SUPERFICIE DE RODADURA | | 290,708.04 | | |
| 01.06.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.06.02 | IMPRIMACION ASFALTICA | m2 | 13,776.00 | 1.14 | 15,704.64 |
| 01.06.03 | TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA | m2 | 13,776.00 | 3.76 | 51,797.76 |
| 01.06.04 | RIEGO DE LIGA | m2 | 13,776.00 | 0.96 | 13,224.96 |
| 01.06.05 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE e= 0.05m | m3 | 688.80 | 250.65 | 172,647.72 |
| Costo Directo | | | 893,017.75 | | |
| SON : OCHOCIENTOS NOVENTITRES MIL DIECISIETE Y 75/100 NUEVOS SOLES | | | | | |

Los metrados y análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo C.2 y Anexo C.5 respectivamente

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 91 Hoja de presupuesto de Pavimento Rígido sin adición de PS.

| Presupuesto | 0201002 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (CBR) DE LA VIA AGUA BUENA A HUILCARPAY | Costo al | 14/10/2019 | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|-------------|---------------------|
| Cliente | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN | | | | |
| Ítem | Descripción | Und. | Metrado | Precio (S.) | Parcial (S.) |
| 01 | MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO RIGIDO | | | | 1'559,157.33 |
| 01.01 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | 32,098.08 |
| 01.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR | m2 | 13,776.00 | 2.33 | 32,098.08 |
| 01.02 | MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS | | | | 72,186.24 |
| 01.02.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.02.02 | PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE | m2 | 13,776.00 | 2.53 | 34,853.28 |
| 01.03 | MEJORAMIENTO DE TERRENO DE FUNDACION CON MATERIAL DE PRESTAMO | | | | 297,145.25 |
| 01.03.01 | TRAZO Y REPLANTEO EN LA EJECUCION DE OBRA | | | | 37,332.96 |
| 01.03.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.03.02 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA SUELO TIPO I | | | | 5,250.84 |
| 01.03.02.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 588.00 | 6.99 | 4,110.12 |
| 01.03.02.02 | RIEGO EN SUBRASANTE | m3 | 588.00 | 1.94 | 1,140.72 |
| 01.03.03 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE PARA SUELO TIPO II | | | | 5,400.86 |
| 01.03.03.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 604.80 | 6.99 | 4,227.55 |
| 01.03.03.02 | RIEGO EN SUBRASANTE | m3 | 604.80 | 1.94 | 1,173.31 |
| 01.03.04 | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON M. PRESTAMO PARA SUELO TIPO III | | | | 222,108.87 |
| 01.03.04.01 | CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE | m3 | 2,620.80 | 8.20 | 21,490.56 |
| 01.03.04.02 | ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE | m3 | 3,276.00 | 11.87 | 38,886.12 |
| 01.03.04.03 | EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO | m3 | 3,407.04 | 27.11 | 92,364.85 |
| 01.03.04.04 | CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO | m3 | 3,407.04 | 13.66 | 46,540.17 |
| 01.03.04.05 | EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 2,620.80 | 6.77 | 17,742.82 |
| 01.03.04.06 | RIEGO EN SUBRASANTE | m3 | 2,620.80 | 1.94 | 5,084.35 |
| 01.03.05 | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON M. PRESTAMO PARA SUELO TIPO IV | | | | 27,051.72 |
| 01.03.05.01 | CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE | m3 | 319.20 | 8.20 | 2,617.44 |
| 01.03.05.02 | ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE | m3 | 399.00 | 11.87 | 4,736.13 |
| 01.03.05.03 | EXTRACCION Y APILAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO | m3 | 414.96 | 27.11 | 11,249.57 |
| 01.03.05.04 | CARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO | m3 | 414.96 | 13.66 | 5,668.35 |
| 01.03.05.05 | EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 319.20 | 6.77 | 2,160.98 |
| 01.03.05.06 | RIEGO EN SUBRASANTE | m3 | 319.20 | 1.94 | 619.25 |
| 01.04 | BASE GRANULAR | | | | 209,980.68 |
| 01.04.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.04.02 | EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE | m3 | 2,066.40 | 81.61 | 168,638.90 |
| 01.04.03 | RIEGO EN BASE | m3 | 2,066.40 | 1.94 | 4,008.82 |
| 01.05 | SUPERFICIE DE RODADURA | | | | 947,747.08 |
| 01.05.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 | 2.71 | 37,332.96 |
| 01.05.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTOS | m2 | 1,426.80 | 53.36 | 76,134.05 |
| 01.05.03 | CONCRETO LOSAS f _c = 210 kg/cm ² | m3 | 1,653.12 | 504.67 | 834,280.07 |
| Costo Directo | | | | | 1'559,157.33 |
| SON : UN MILLON QUINIENTOS CINCUENTINUEVE MIL CIENTO CINCUENTISIETE Y 33/100 NUEVOS SOLES | | | | | |

Los metrados y análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo C.3 y Anexo C.5 respectivamente

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Cuadro N° 92 Hoja de presupuesto de Pavimento Rígido con adición de PS

| Presupuesto | 0201002 MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE (CBR) DE LA VIA AGUA BUENA A HUILCARPAY | Costo al | 14/10/2019 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------|
| Cliente | UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO | | |
| Lugar | CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN | | |
| Ítem | Descripción | Und. | Metrado |
| 01 | MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO RIGIDO | | 1,435,449.35 |
| 01.01 | TRABAJOS PRELIMINARES | | 32098.08 |
| 01.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR | m2 | 13,776.00 |
| 01.02 | MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS | | 32,098.08 |
| 01.02.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 |
| 01.02.02 | PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE | m2 | 13,776.00 |
| 01.03 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. | | 37,332.96 |
| 01.03.01 | TRAZO Y REPLANTEO EN LA EJECUCION DE OBRA | | 203394.48 |
| 01.03.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 |
| 01.03.02 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO I | | 3766.14 |
| 01.03.02.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 294.00 |
| 01.03.02.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO I | m3 | 294.00 |
| 01.03.03 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO II | | 4159 |
| 01.03.03.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 201.60 |
| 01.03.03.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO II | m3 | 201.60 |
| 01.03.04 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO III | | 1,409.18 |
| 01.03.04.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 2,620.80 |
| 01.03.04.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO III | m3 | 2,620.80 |
| 01.03.05 | MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE CON P.S. PARA SUELO TIPO IV | | 2,749.82 |
| 01.03.05.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | m3 | 159.60 |
| 01.03.05.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO IV | m3 | 159.60 |
| 01.04 | BASE GRANULAR | | 129,257.86 |
| 01.04.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 |
| 01.04.02 | EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE | m3 | 2,066.40 |
| 01.04.03 | RIEGO EN BASE | m3 | 2,066.40 |
| 01.05 | SUPERFICIE DE RODADURA | | 4,008.82 |
| 01.05.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | m2 | 13,776.00 |
| 01.05.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTOS | m2 | 1,426.80 |
| 01.05.03 | CONCRETO LOSAS f _c = 210 kg/cm ² | m3 | 53.36 |
| | | | 76,134.05 |
| | | | 504.67 |
| | | | 804,322.86 |
| Costo Directo | | | 1,435,449.35 |
| SON : UN MILLON CUATROCIENTOS TRENTICINCO MIL CUATROCIENTOS CUARENTINUEVE Y 35/100 NUEVOS SOLES | | | |

Los metrados y análisis de precios unitarios se muestran en el Anexo C.4 y Anexo C.5 respectivamente

Fuente: Elaboración propia

El en cuadro N° 93 se aprecia los presupuestos de pavimento flexible y rígido con y sin adición de PS.

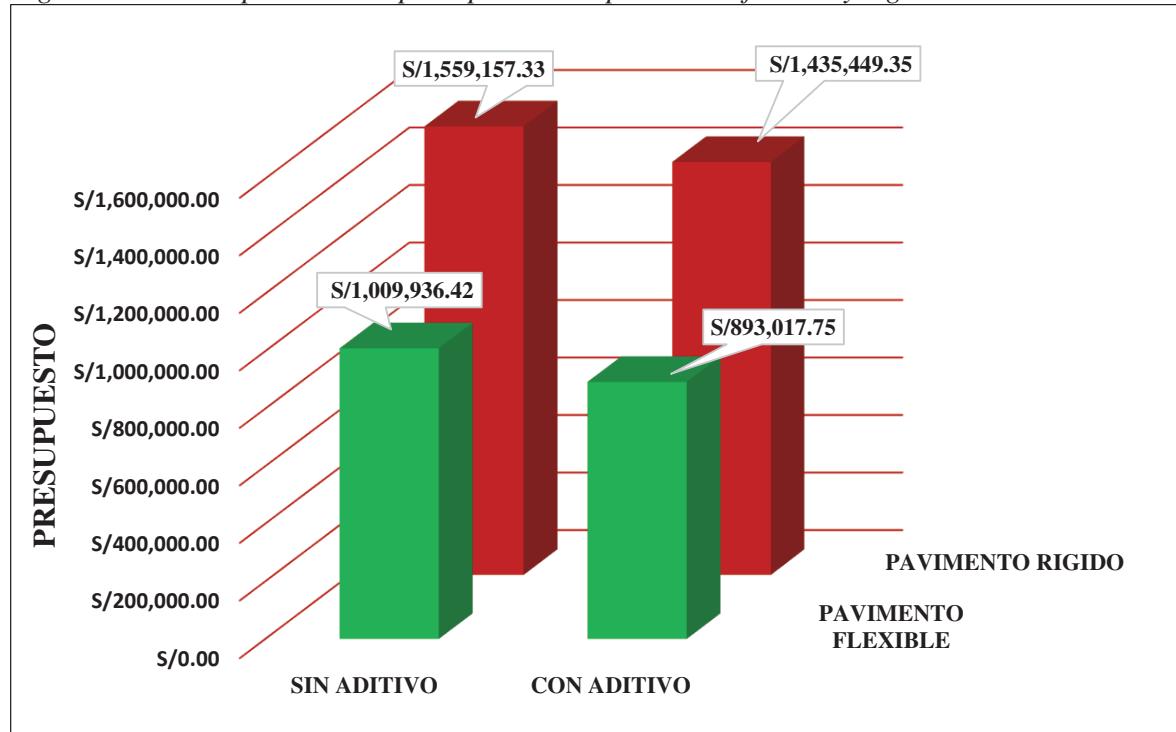
Cuadro N° 93 Resumen de presupuesto de los pavimentos.

| | PAVIMENTO FLEXIBLE | PAVIMENTO RIGIDO |
|----------------------------|--------------------|------------------|
| SIN ADITIVO (A) | S/1,009,936.42 | S/1,559,157.33 |
| CON ADITIVO (B) | S/893,017.75 | S/1,435,449.35 |
| AHORRO (A-B) | S/116,918.67 | S/123,707.98 |
| % DE AHORRO (A-B)/A | 11.58% | 7.93% |

Fuente: Elaboración propia

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Figura N° 50 Comparación de presupuestos de pavimento flexible y rígido



Fuente: Elaboración Propia

En el gráfico de la figura N° 50 se aprecia la comparación de presupuestos para pavimento flexible y rígido, en el cual resalta la diferencia de costos que existe con la aplicación de PS, con respecto al suelo natural o suelo mejorado con material granular, entonces la alternativa de diseño más conveniente muestra con el uso del PS, como un aditivo que mejora su capacidad de soporte (CBR), reduciendo los costos directos como muestra el resumen de los presupuestos de pavimentos del cuadro N° 93.

5.3. Ventajas de aplicar pegamento sintético en el proceso constructivo

- El pegamento sintético COLA EXTRA ofrece una gran facilidad de mezclado con el agua.
- Se aplica directamente con el equipo mecánico (Camión Cisterna) durante el riego de subrasante para su posterior compactado, previamente se tendrá que corregir la humedad óptima de compactado con respecto a la humedad natural en la que se encuentre el terreno a estabilizar.
- Conforma una masa homogénea y permite un compactado óptimo.
- En comparación con el método de estabilización mediante reemplazo con un material de préstamo que es usualmente aplicado; se estima un ahorro en el tiempo de ejecución de hasta 70%.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

- Mejora la capacidad de soporte CBR en los suelos finos.
- Posibilidad de reutilización de los suelos existentes, disminuyendo la necesidad de préstamos o botaderos.

5.4. Proceso de aplicación de pegamento sintético

- Utilizando equipo mecánico (Motoniveladora), se deberá escarificar la totalidad de espesor que se desea estabilizar.
- A continuación, utilizando equipo mecánico (Cisterna) aplicar pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo mezclado con agua, previamente se debe controlar la humedad natural del suelo y en función a ello se deberá corregir la humedad optima de compactación contenido en el camión cisterna.
- Seguidamente utilizando equipo mecánico (Rodillo) se deberá compactar en capas de 10cm en caso sea necesario estabilizar más de 20cm de subrasante.
- Los pasos anteriores deben ser realizados en cadena, es decir ni bien escarifique la motoniveladora, el camión cisterna y rodillo deben estar en funcionamiento en un intervalo de tiempo que permita mantener las condiciones de mezclado y compactado del suelo óptimos.
- Adicionalmente esta forma de estabilización con aditivo líquido en comparación con material de préstamo no considera partidas de apilanamiento, carguío, transporte del material de préstamo y eliminación de material excedente.

CAPÍTULOS VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- La adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo influye y mejora la capacidad de soporte (CBR) de la subrasante en todos los tipos de suelo identificados en el tramo de estudio y resalta como suelos de categoría “BUENA” aptos para subrasante de pavimentos.
- Los porcentajes adicionados de pegamento sintético entre 3% a 15%, logra obtener valores de CBR superiores al 10% alcanzando subrasante de categoría BUENA en todos los tipos de suelo estudiados. La cantidad de pegamento sintético adicionado con respecto al peso seco de los suelos tipo I, II, III y IV son respectivamente 0.40%, 0.65%, 1.40% y 1.50%.
- El costo directo de pavimento rígido y flexible es más económico en 7.93 % y 11.58% respectivamente, con respecto al mejoramiento con material granular.
- La adición de pegamento sintético en base a poliacetato de vinilo influye y mejora las propiedades físico-mecánicas de los tipos de suelos identificados en el tramo de estudio al reorganizar y liberar la conexión de partículas limo-arcilla logrando conformar una consistencia, trabajabilidad y masa de suelo homogénea que facilita la compactación, independientemente de la composición estructural de cualquier tipo de suelo en estado natural.
- Los costos unitarios por metro cúbico aplicando estabilización con aditivo sintético en los suelos tipo I, II, III y IV son s/. 12.81 soles, s/. 20.63 soles, s/. 56.31 soles y s/. 66.16 soles respectivamente, calculado de acuerdo a los porcentajes óptimos de CBR y valores a 95% de la MDS de los tipos de suelos ensayados.
- Los suelos tipo I y II no necesitan mejoramiento a nivel de subrasante ya que adquieren valores de CBR superiores a 10 % en estado natural, que se resalta la presencia de más de 50% de partículas gruesas en su composición, los diseños de pavimento rígido y flexible se obtienen considerando estos porcentajes de CBR obtenidos en estado natural.
- Se necesitó el mejoramiento o reemplazo de material para los suelos Tipo III y IV al presentar finos en más de 50% de su composición y porcentajes insuficientes de CBR

con 2.61% y 5.92% respectivamente. Los diseños de pavimento rígido y flexible consideran el CBR de un material granular de reemplazo de 10%.

- Los espesores mejorados de pavimento flexible con la aplicación de pegamento sintético como estabilizante en los suelos tipo I, II, III y IV con respecto al mejoramiento con material granular son: 23%, 14%, 6%, 5% respectivamente.
- Los espesores mejorados de pavimento rígido con la aplicación de pegamento sintético como estabilizante en los suelos tipo I, II, III y IV con respecto al mejoramiento con material granular son: 7%, 4%, 0%, 0% respectivamente.

4.2.Recomendaciones

- Se recomienda realizar una investigación diferente para establecer la influencia del pegamento sintético en capas de base y subbase de pavimentos.
- Se recomienda estabilizar con aditivo sintético en porcentajes de 3% para suelos con presencia de arenas y limos, 6% para suelos arenosos con grava y presencia de limos, 9% para arenas con limos sin plasticidad y 10% para todos aquellos suelos con presencia de arenas arcillosas con baja plasticidad.
- Para complementar los resultados obtenidos se recomienda realizar un ensayo de análisis químico que muestre la composición interna de los elementos actuantes de la reacción, las propiedades físico-mecánicas del suelo con adición de pegamento sintético muestran variantes en su comportamiento, sin embargo, interesa conocer cómo y por qué se produce el cambio.
- La prueba de durabilidad muestra y deduce un comportamiento del aditivo estabilizante a largo plazo, sin embargo, se observó que esta no resistirá en condiciones extremas de humedad, recomendamos aislar o evitar en lo posible el contacto de agua en el pavimento, el aditivo estabilizante líquido actúa, dura, influye y se conserva mientras la humedad no altere sus propiedades.
- La cantidad de uso del aditivo sintético en una obra vial deberá corregirse con respecto a la humedad natural del suelo, se recomienda en primera instancia conocer las condiciones de suelo natural antes de pasar la cisterna con el aditivo líquido, tener en cuenta que la aplicación de aditivo estará directamente combinada con la humedad optima de compactación contenidos en la cisterna de regado.

- Se recomienda mostrar y verificar los resultados de la investigación en un tramo de prueba, debido a las variantes con la aplicación de aditivo en laboratorio y en una obra vial, la presente tesis utiliza las condiciones óptimas y favorables de mezclado para demostrar el comportamiento del aditivo en los suelos del tramo de estudio.
- Lo descrito en las normas limita y condiciona la investigación, si lo que se desea es descubrir elementos innovadores para el avance de la ingeniería y para el beneficio de la sociedad, tomar fuentes, ideas y referencias propias.

Referencias bibliográficas

- AASHTO, A. A. (1993). *AASHTO, Design of Pavement Structures*. Washington.
- Barreto Jara, O. (2016). *Caminos Andinos*. Cusco.
- FRANKIE. (6 de Enero de 2013). *Estudios geotecnicos. Obtenido de* <http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/descriptores-geotecnicos-5-plasticidad-limites-de-atterberg-y-consistencia/>
- Leiva Gonzales, R. R. (2016). “*Utilización de bolsas de polietileno para el mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresiva 0+000- km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepcion, Huancayo*”. .
- M. Fonseca , A. (2006). *Ingenieria de pavimentos para carreteras*. Bogota: Agora editores.
- M.T.C, M. d. (2016). *Manual de ensayo de materiales*.
- M.T.C. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- M.T.C., M. d. (2013). *Glosario de terminos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. Lima.
- Manual de Carreteras Suelos, Geologia, Geotecnia y Pavimentos*. (2014). Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- MTC. (2008). *Manual para el diseño de carreteras de bajo volumen de transito*. Lima: Lima-Peru.
- MTC. (2014). *Manual de Carreteras, Suelos, Geologia, Geotecnia Y Pavimentos*. Lima: Ministerio de Transportes Y Comunicaciones.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

- MTC, D. G. (2018). *Manual De Carreteras: Diseño Geometrico Dg-2018*. Lima: Lima-Peru.
- Perret, H. G. (2015). “*Estabilización de Loess con silicato para uso vial, Córdoba Argentina 2015*” .
- Ramos Hinojosa, G. P. (2014). “*Mejoramiento de subrasante de baja capacidad portante mediante el uso depolímeros reciclados en carreteras, paucará Huancavelica*”.
- TEKNOQUIMICA, S. (2011). *Hoja Tecnica. Lima: Tecnocola ultra*.
- Tirano Martinez, A. D., & Moyano Cobos, C. D. (2016). “*Analisis de resistencia y durabilidad-cemento adicionando material no biodegradable polietileno malla rashel (polisombra) reciclada en diferentes porcentajes en relacion del peso del suelo*” .
- Villarroel C, C. G. (2016). *compactacion de suelos*.
- Wallace Billmeyer, F. (2012). *Tenologia de Plasticos. Lima: Lima -Peru*.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

ANEXOS

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo A: Visita preliminar de campo

Anexo A.1: Ubicación y descripción de calicatas

| CALICATA | PROGRESIVA | DESCRIPCION |
|----------|------------|-----------------------------------------|
| C-1 | 0+000 | Arena en general con presencia de limos |
| C-2 | 0+260 | Gravas y arenas en general |
| C-3 | 0+460 | Arena en general con presencia de limos |
| C-4 | 0+680 | Arena en general con presencia de limos |
| C-5 | 0+920 | Suelos muy finos, generalmente arcillas |
| C-6 | 1+180 | Arena en general con presencia de limos |
| C-7 | 1+450 | Arena en general con presencia de limos |
| C-8 | 1+690 | Arena en general con presencia de limos |
| C-9 | 1+990 | Arena en general con presencia de limos |
| C-10 | 2+140 | Arena en general con presencia de limos |

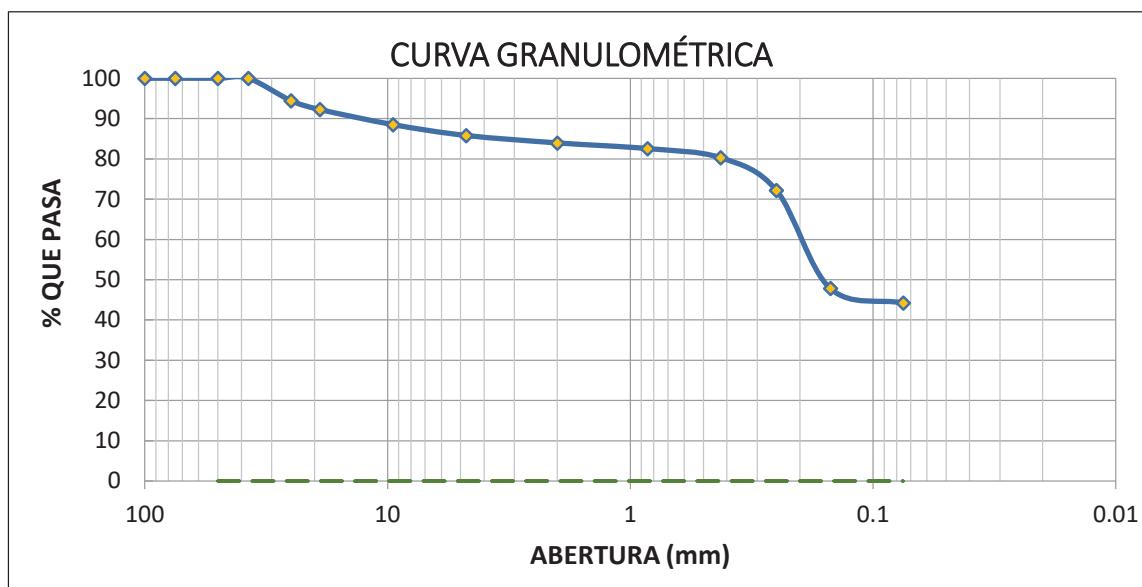
Anexo B: Ensayos de laboratorio

Anexo B.1: Análisis granulométrico y clasificación de suelos por método SUCS

Anexo B.1.1: Análisis granulométrico de la calicata C-1

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|---------------------------|---------------|---------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| Peso de la Muestra Seca = | 3650.00 gr | Peso de la Muestra Seca = | 2044.00 gr | % de Error en Peso = | 0.04% | Ok! |
| 2" | 50 | 0.00 | 3650.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 203.24 | 3446.76 | 5.57% | 5.57% | 94.43% |
| 3/4" | 19 | 80.16 | 3366.60 | 2.20% | 7.76% | 92.24% |
| 3/8" | 9.5 | 136.68 | 3229.92 | 3.74% | 11.51% | 88.49% |
| Nº 4 | 4.75 | 98.36 | 3131.56 | 2.69% | 14.20% | 85.80% |
| Nº 10 | 2 | 67.46 | 3064.10 | 1.85% | 16.05% | 83.95% |
| Nº 20 | 0.850 | 51.54 | 3012.56 | 1.41% | 17.46% | 82.54% |
| Nº 40 | 0.425 | 82.74 | 2929.82 | 2.27% | 19.73% | 80.27% |
| Nº 60 | 0.250 | 296.44 | 2633.38 | 8.12% | 27.85% | 72.15% |
| Nº 100 | 0.150 | 888.35 | 1745.03 | 24.34% | 52.19% | 47.81% |
| Nº 200 | 0.075 | 132.20 | 1612.83 | 3.62% | 55.81% | 44.19% |
| Cazuela | - | 6.08 | - | 0.17% | 55.98% | - |
| Lavado | - | 1606.000 | - | 44.02% | 100.00% | - |
| | | | 2043.25 | 100.00% | | |

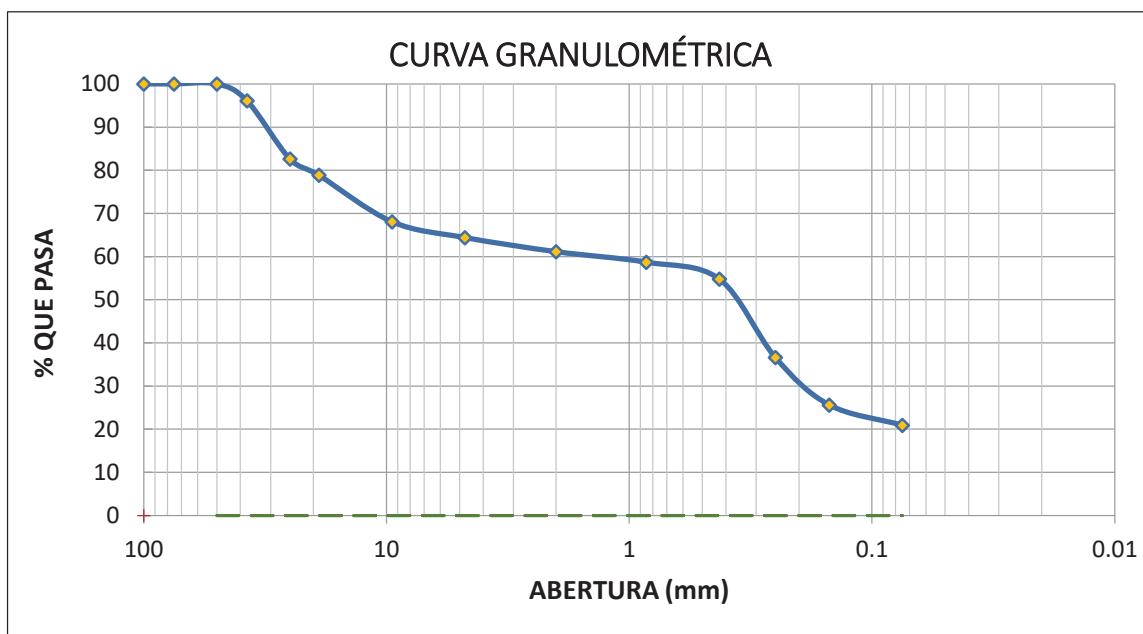
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.2: Análisis granulométrico de la calicata C-2

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------------|------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 6655.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1½" | 37.5 | 261.66 | 6393.34 | 3.93% | 3.93% | 96.07% |
| 1" | 25 | 895.28 | 5498.06 | 13.45% | 17.38% | 82.62% |
| 3/4" | 19 | 250.52 | 5247.54 | 3.76% | 21.15% | 78.85% |
| 3/8" | 9.5 | 717.46 | 4530.08 | 10.78% | 31.93% | 68.07% |
| Nº 4 | 4.75 | 245.82 | 4284.26 | 3.69% | 35.62% | 64.38% |
| Nº 10 | 2 | 217.48 | 4066.78 | 3.27% | 38.89% | 61.11% |
| Nº 20 | 0.850 | 162.08 | 3904.70 | 2.44% | 41.33% | 58.67% |
| Nº 40 | 0.425 | 260.58 | 3644.12 | 3.92% | 45.24% | 54.76% |
| Nº 60 | 0.250 | 1207.08 | 2437.04 | 18.14% | 63.38% | 36.62% |
| Nº 100 | 0.150 | 732.82 | 1704.22 | 11.01% | 74.39% | 25.61% |
| Nº 200 | 0.075 | 313.56 | 1390.66 | 4.71% | 79.10% | 20.90% |
| Cazuela | - | 35.32 | - | 0.53% | 79.63% | - |
| Lavado | - | 1354.000 | - | 20.37% | 100.00% | - |
| | | 5299.66 | | 100.00% | | |

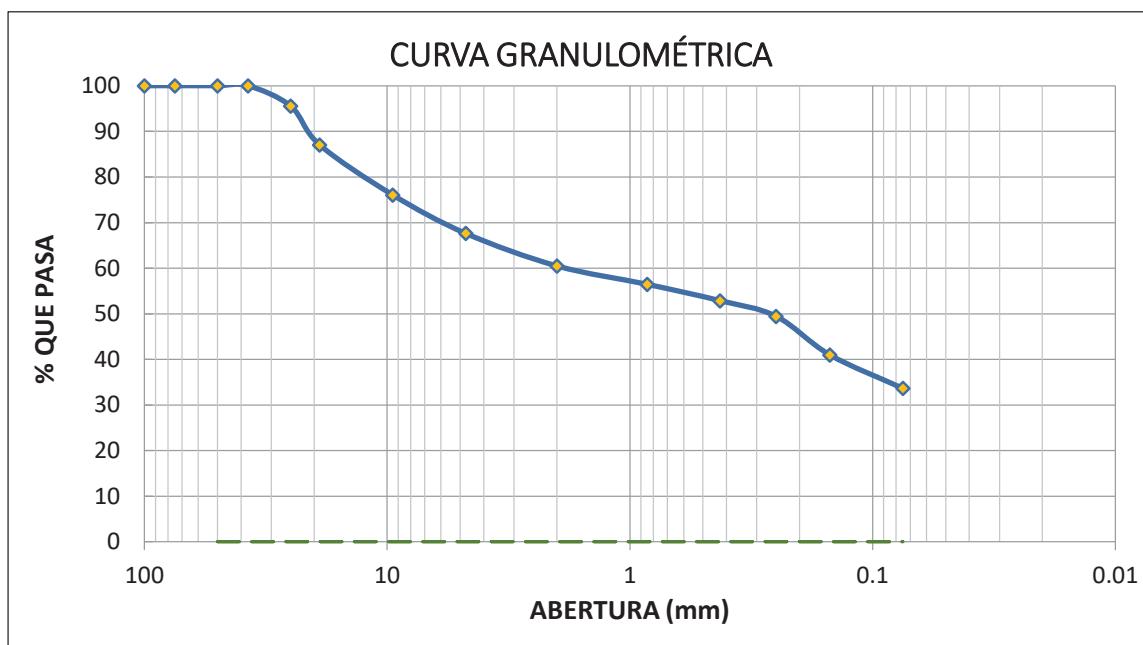
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.3: Análisis granulométrico de la calicata C-3

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------------|------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 2387.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 106.72 | 2280.28 | 4.47% | 4.47% | 95.53% |
| 3/4" | 19 | 202.70 | 2077.58 | 8.49% | 12.96% | 87.04% |
| 3/8" | 9.5 | 261.82 | 1815.76 | 10.97% | 23.93% | 76.07% |
| Nº 4 | 4.75 | 201.55 | 1614.21 | 8.44% | 32.37% | 67.63% |
| Nº 10 | 2 | 170.30 | 1443.91 | 7.13% | 39.51% | 60.49% |
| Nº 20 | 0.850 | 96.03 | 1347.88 | 4.02% | 43.53% | 56.47% |
| Nº 40 | 0.425 | 85.73 | 1262.15 | 3.59% | 47.12% | 52.88% |
| Nº 60 | 0.250 | 81.60 | 1180.55 | 3.42% | 50.54% | 49.46% |
| Nº 100 | 0.150 | 202.36 | 978.19 | 8.48% | 59.02% | 40.98% |
| Nº 200 | 0.075 | 175.27 | 802.92 | 7.34% | 66.36% | 33.64% |
| Cazuela | - | 10.06 | - | 0.42% | 66.78% | - |
| Lavado | - | 790.000 | - | 33.22% | 100.00% | - |
| | | | 1594.14 | 100.00% | | |

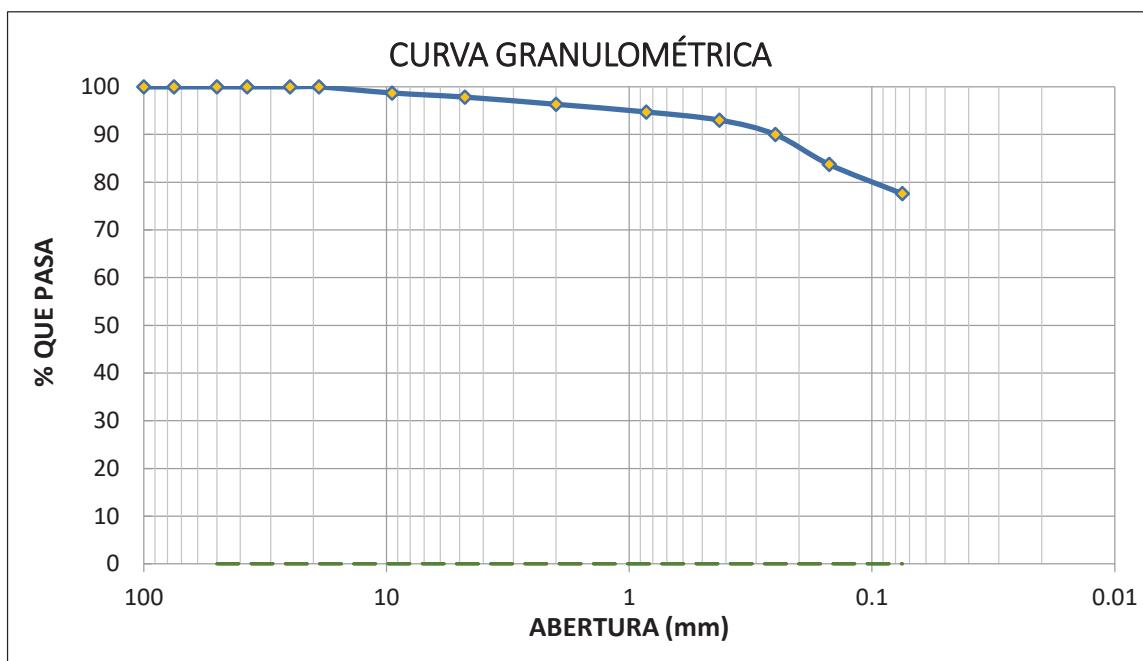
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.4: Análisis granulométrico de la calicata C-4

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------------|------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 1254.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 0.00 | 1254.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/4" | 19 | 0.00 | 1254.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/8" | 9.5 | 15.94 | 1238.06 | 1.27% | 1.27% | 98.73% |
| Nº 4 | 4.75 | 10.97 | 1227.09 | 0.87% | 2.15% | 97.85% |
| Nº 10 | 2 | 18.93 | 1208.16 | 1.51% | 3.66% | 96.34% |
| Nº 20 | 0.850 | 20.12 | 1188.04 | 1.60% | 5.26% | 94.74% |
| Nº 40 | 0.425 | 21.42 | 1166.62 | 1.71% | 6.97% | 93.03% |
| Nº 60 | 0.250 | 37.91 | 1128.71 | 3.02% | 9.99% | 90.01% |
| Nº 100 | 0.150 | 78.58 | 1050.13 | 6.27% | 16.26% | 83.74% |
| Nº 200 | 0.075 | 76.94 | 973.19 | 6.14% | 22.39% | 77.61% |
| Cazuela | - | 1.37 | - | 0.11% | 22.50% | - |
| Lavado | - | 972.000 | - | 77.50% | 100.00% | - |
| | | | 282.18 | 100.00% | | |

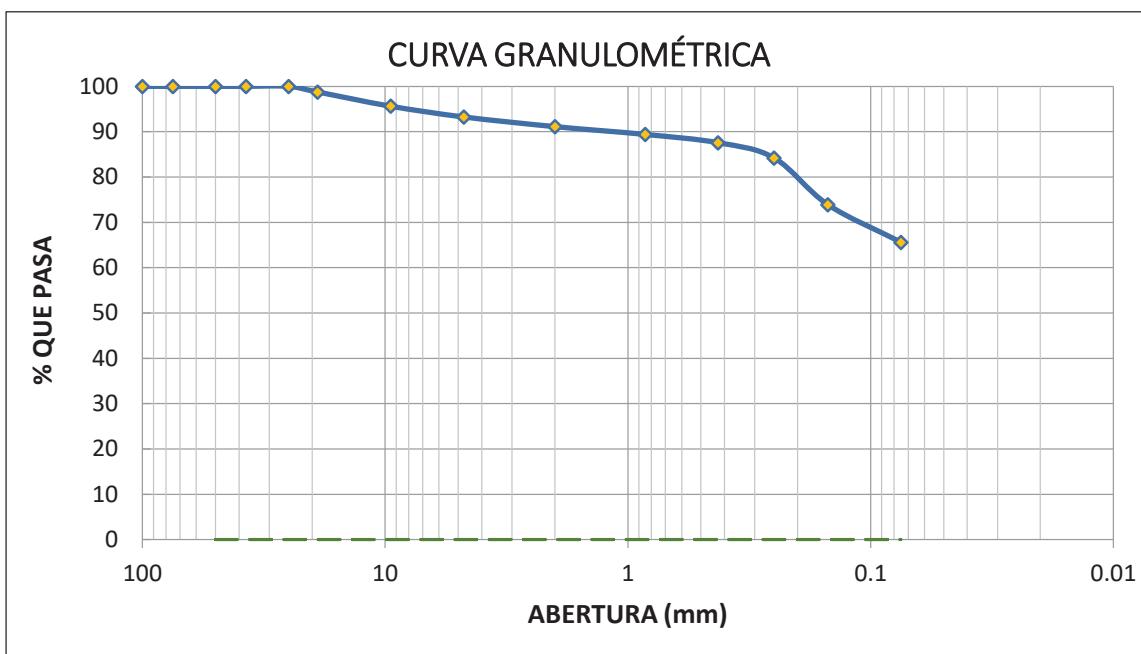
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.5: Análisis granulométrico de la calicata C-5

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|-----------------|----------------------|------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 1732.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 0.00 | 1732.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/4" | 19 | 21.54 | 1710.46 | 1.24% | 1.24% | 98.76% |
| 3/8" | 9.5 | 54.51 | 1655.95 | 3.15% | 4.39% | 95.61% |
| Nº 4 | 4.75 | 41.07 | 1614.88 | 2.37% | 6.76% | 93.24% |
| Nº 10 | 2 | 36.95 | 1577.93 | 2.13% | 8.90% | 91.10% |
| Nº 20 | 0.850 | 29.73 | 1548.20 | 1.72% | 10.61% | 89.39% |
| Nº 40 | 0.425 | 31.70 | 1516.50 | 1.83% | 12.44% | 87.56% |
| Nº 60 | 0.250 | 58.20 | 1458.30 | 3.36% | 15.80% | 84.20% |
| Nº 100 | 0.150 | 178.81 | 1279.49 | 10.32% | 26.13% | 73.87% |
| Nº 200 | 0.075 | 143.29 | 1136.20 | 8.27% | 34.40% | 65.60% |
| Cazuela | - | 2.42 | - | 0.14% | 34.54% | - |
| Lavado | - | 1133.000 | - | 65.46% | 100.00% | - |
| | | | 598.22 | 100.00 % | | |

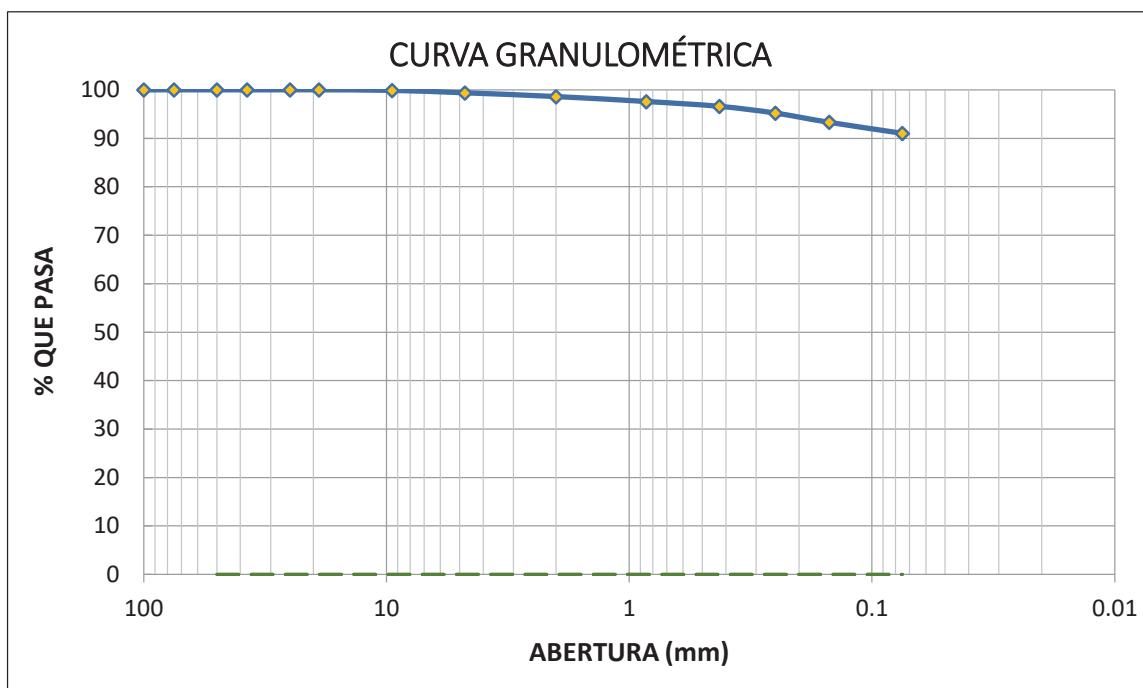
"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



Anexo B.1.6: Análisis granulométrico de la calicata C-6

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|---------------------------|---------------|--------------------|---------------------------|----------------|----------------------|------------|
| Peso de la Muestra Seca = | | 1451.00 gr | Peso de la Muestra Seca = | | 131.00 gr | |
| % de Error en Peso = | | 0.19% | | | Ok! | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 1451.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 0.00 | 1451.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/4" | 19 | 0.00 | 1451.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/8" | 9.5 | 1.63 | 1449.37 | 0.11% | 0.11% | 99.89% |
| Nº 4 | 4.75 | 7.26 | 1442.11 | 0.50% | 0.61% | 99.39% |
| Nº 10 | 2 | 11.25 | 1430.86 | 0.78% | 1.39% | 98.61% |
| Nº 20 | 0.850 | 14.75 | 1416.11 | 1.02% | 2.40% | 97.60% |
| Nº 40 | 0.425 | 14.44 | 1401.67 | 1.00% | 3.40% | 96.60% |
| Nº 60 | 0.250 | 20.22 | 1381.45 | 1.39% | 4.79% | 95.21% |
| Nº 100 | 0.150 | 27.60 | 1353.85 | 1.90% | 6.70% | 93.30% |
| Nº 200 | 0.075 | 32.90 | 1320.95 | 2.27% | 8.96% | 91.04% |
| Cazuela | - | 0.70 | - | 0.05% | 9.01% | - |
| Lavado | - | 1320.000 | - | 90.99% | 100.00% | - |
| | | | 130.75 | 100.00% | | |

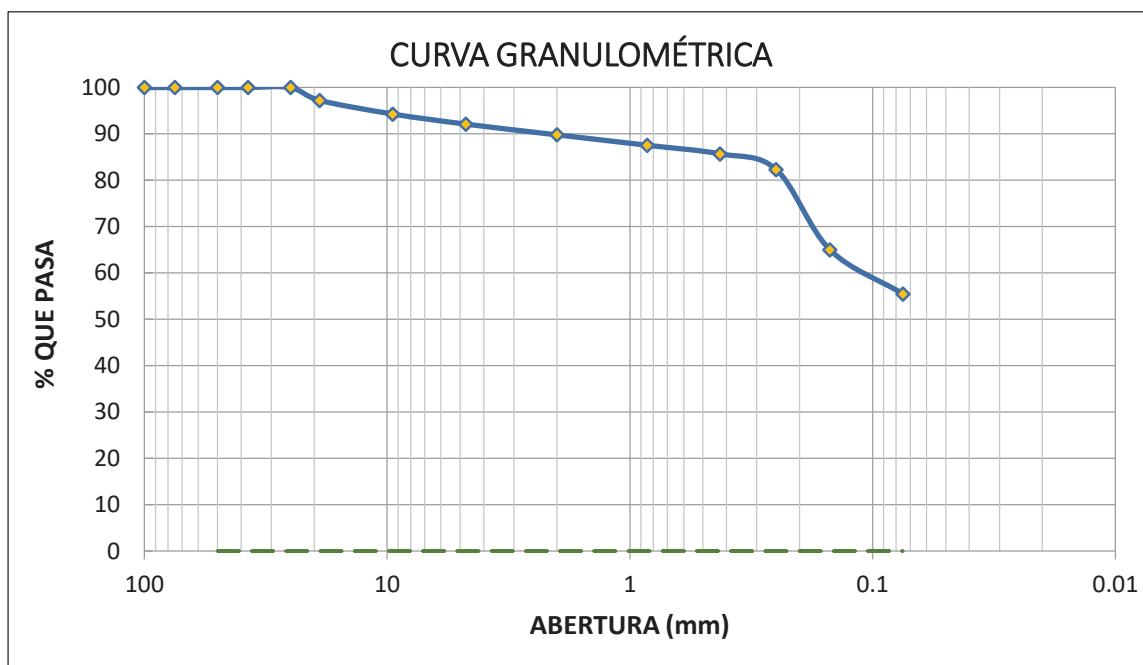
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.7: Análisis granulométrico de la calicata C-7

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|------------------|---------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------------|------------|
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 1959.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 0.00 | 1959.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/4" | 19 | 54.17 | 1904.83 | 2.77% | 2.77% | 97.23% |
| 3/8" | 9.5 | 57.81 | 1847.02 | 2.95% | 5.72% | 94.28% |
| Nº 4 | 4.75 | 42.74 | 1804.28 | 2.18% | 7.90% | 92.10% |
| Nº 10 | 2 | 45.25 | 1759.03 | 2.31% | 10.21% | 89.79% |
| Nº 20 | 0.850 | 43.90 | 1715.13 | 2.24% | 12.45% | 87.55% |
| Nº 40 | 0.425 | 36.58 | 1678.55 | 1.87% | 14.32% | 85.68% |
| Nº 60 | 0.250 | 65.62 | 1612.93 | 3.35% | 17.67% | 82.33% |
| Nº 100 | 0.150 | 339.83 | 1273.10 | 17.35% | 35.01% | 64.99% |
| Nº 200 | 0.075 | 186.21 | 1086.89 | 9.51% | 44.52% | 55.48% |
| Cazuela | - | 4.88 | - | 0.25% | 44.77% | - |
| Lavado | - | 1080.000 | - | 55.23% | 100.00% | - |
| | | | 876.99 | 100.00% | | |

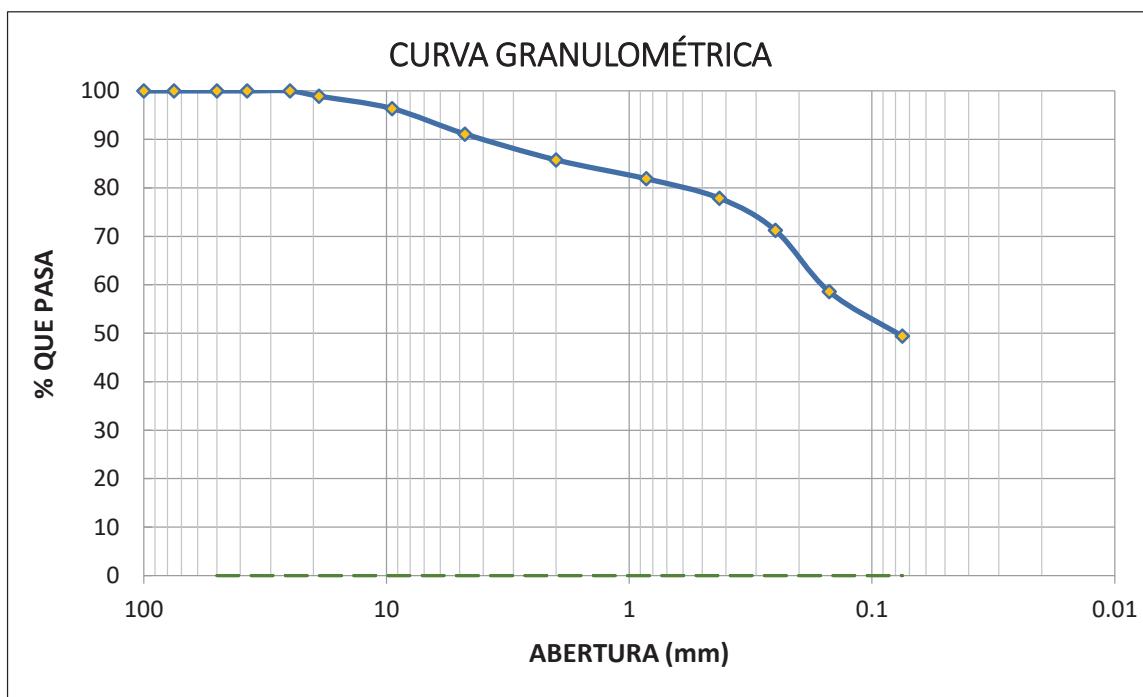
"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



Anexo B.1.8: Análisis granulométrico de la calicata C-8

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|------------------|---------------|--------------------------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------|------------|
| | | Peso de la Muestra Seca = 1618.00 gr | Peso de la Muestra Seca = 824.00 gr | | | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 1618.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 0.00 | 1618.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/4" | 19 | 17.36 | 1600.64 | 1.07% | 1.07% | 98.93% |
| 3/8" | 9.5 | 41.14 | 1559.50 | 2.54% | 3.62% | 96.38% |
| Nº 4 | 4.75 | 84.98 | 1474.52 | 5.25% | 8.87% | 91.13% |
| Nº 10 | 2 | 86.59 | 1387.93 | 5.35% | 14.22% | 85.78% |
| Nº 20 | 0.850 | 62.87 | 1325.06 | 3.89% | 18.11% | 81.89% |
| Nº 40 | 0.425 | 64.84 | 1260.22 | 4.01% | 22.11% | 77.89% |
| Nº 60 | 0.250 | 107.08 | 1153.14 | 6.62% | 28.73% | 71.27% |
| Nº 100 | 0.150 | 204.46 | 948.68 | 12.64% | 41.37% | 58.63% |
| Nº 200 | 0.075 | 148.96 | 799.72 | 9.21% | 50.57% | 49.43% |
| Cazuela | - | 4.59 | - | 0.28% | 50.86% | - |
| Lavado | - | 794.000 | - | 49.14% | 100.00% | - |
| | | 822.87 | | 100.00% | | |

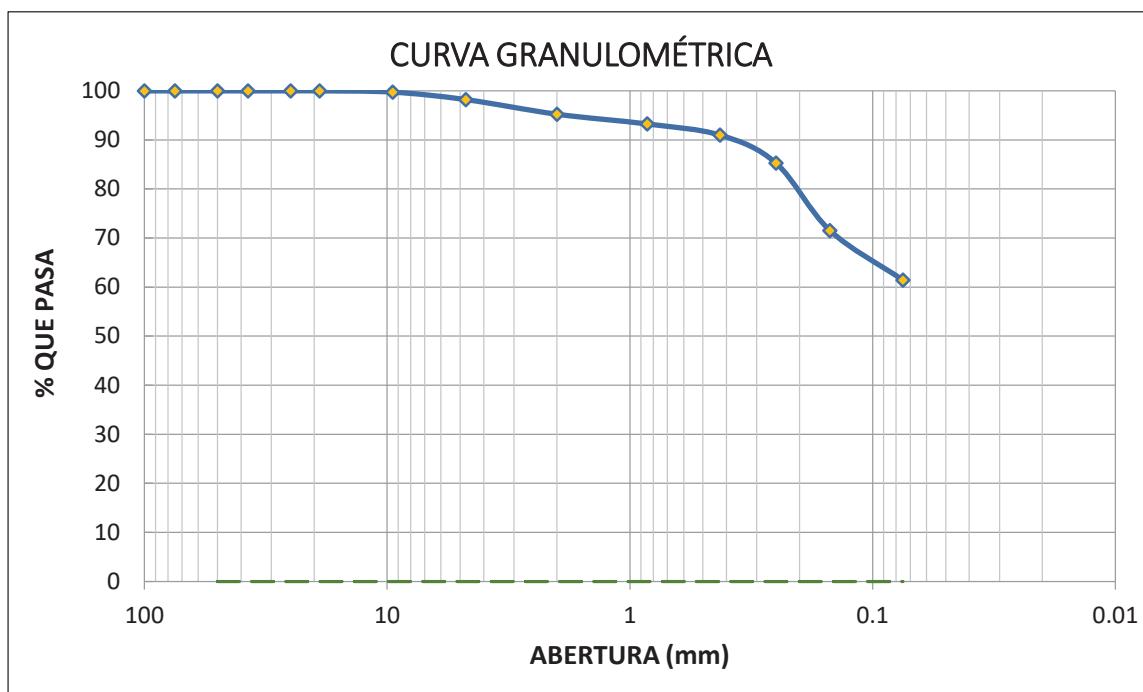
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.1.9: Análisis granulométrico de la calicata C-9

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|---------------------------|---------------|--------------------|---------------------------|----------------|----------------------|------------|
| Peso de la Muestra Seca = | | 1681.00 gr | Peso de la Muestra Seca = | | 658.00 gr | |
| % de Error en Peso = | | 0.10% | Ok! | | | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 1681.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 0.00 | 1681.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/4" | 19 | 0.00 | 1681.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/8" | 9.5 | 4.25 | 1676.75 | 0.25% | 0.25% | 99.75% |
| Nº 4 | 4.75 | 25.49 | 1651.26 | 1.52% | 1.77% | 98.23% |
| Nº 10 | 2 | 50.16 | 1601.10 | 2.98% | 4.75% | 95.25% |
| Nº 20 | 0.850 | 33.43 | 1567.67 | 1.99% | 6.74% | 93.26% |
| Nº 40 | 0.425 | 38.24 | 1529.43 | 2.27% | 9.02% | 90.98% |
| Nº 60 | 0.250 | 96.02 | 1433.41 | 5.71% | 14.73% | 85.27% |
| Nº 100 | 0.150 | 230.81 | 1202.60 | 13.73% | 28.46% | 71.54% |
| Nº 200 | 0.075 | 169.96 | 1032.64 | 10.11% | 38.57% | 61.43% |
| Cazuela | - | 8.95 | - | 0.53% | 39.10% | - |
| Lavado | - | 1023.000 | - | 60.90% | 100.00% | - |
| | | | 657.31 | 100.00% | | |

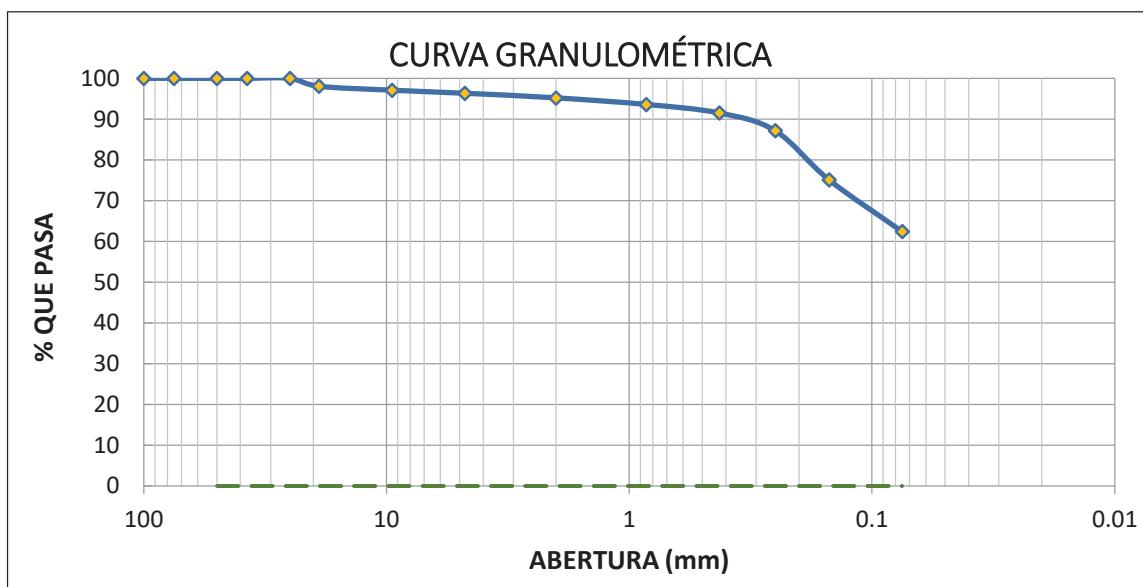
"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



Anexo B.1.10: Análisis granulométrico de la calicata C-10

| Antes del lavado | | | Después del lavado | | | |
|---------------------------|---------------|--------------------|---------------------------|----------------|----------------------|------------|
| Peso de la Muestra Seca = | | 1553.00 gr | Peso de la Muestra Seca = | | 592.00 gr | |
| % de Error en Peso = | | -0.15% | | | Ok! | |
| TAMIZ | ABERTURA (mm) | PESO RETENIDO (gr) | PESO QUE PASA (gr) | % RETENIDO | % RETENIDO ACUMULADO | % QUE PASA |
| 2" | 50 | 0.00 | 1553.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 1" | 25 | 0.00 | 1553.00 | 0.00% | 0.00% | 100.00% |
| 3/4" | 19 | 30.23 | 1522.77 | 1.95% | 1.95% | 98.05% |
| 3/8" | 9.5 | 15.08 | 1507.69 | 0.97% | 2.92% | 97.08% |
| Nº 4 | 4.75 | 11.62 | 1496.07 | 0.75% | 3.67% | 96.33% |
| Nº 10 | 2 | 17.55 | 1478.52 | 1.13% | 4.80% | 95.20% |
| Nº 20 | 0.850 | 24.99 | 1453.53 | 1.61% | 6.41% | 93.59% |
| Nº 40 | 0.425 | 32.58 | 1420.95 | 2.10% | 8.50% | 91.50% |
| Nº 60 | 0.250 | 67.74 | 1353.21 | 4.36% | 12.86% | 87.14% |
| Nº 100 | 0.150 | 187.29 | 1165.92 | 12.06% | 24.92% | 75.08% |
| Nº 200 | 0.075 | 196.81 | 969.11 | 12.67% | 37.60% | 62.40% |
| Cazuela | - | 8.98 | - | 0.58% | 38.18% | - |
| Lavado | - | 961.000 | - | 61.82% | 100.00% | - |
| | | 592.87 | | 100.00% | | |

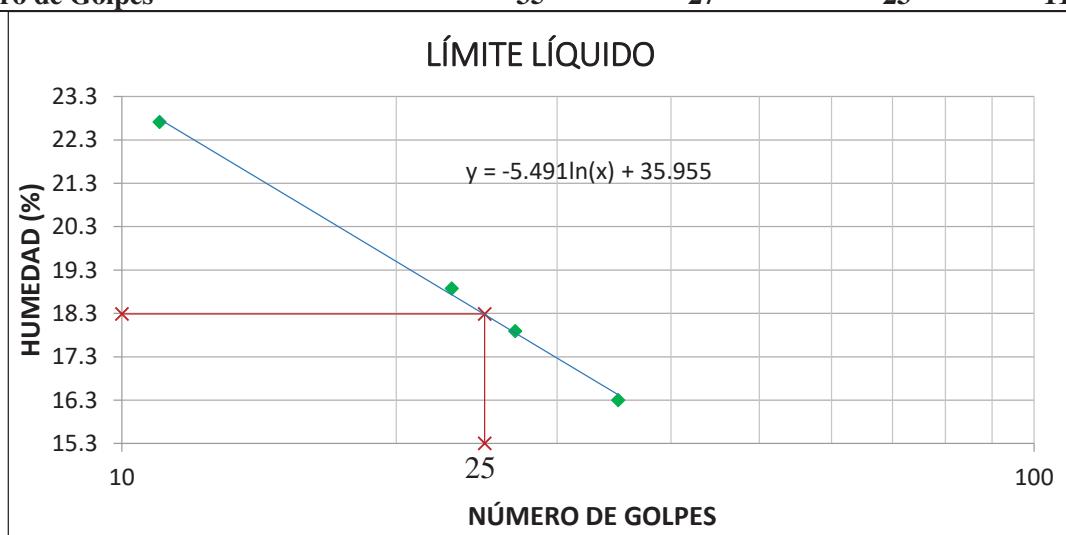
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



Anexo B.2: Límite líquido

Anexo B.2.1: Límite líquido de la calicata C-1

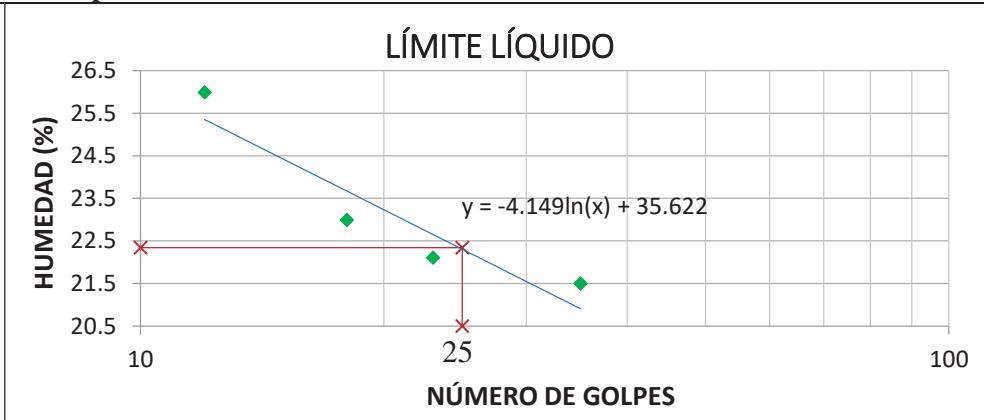
| DESCRIPCIÓN | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA |
|---------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 01 | 02 | 03 | 04 |
| Peso de Capsula (gr) | 14.58 | 14.63 | 14.34 | 14.72 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 56.30 | 49.47 | 44.81 | 43.61 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 50.45 | 44.18 | 39.97 | 38.26 |
| Peso del Agua (gr) | 5.85 | 5.29 | 4.84 | 5.35 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 35.87 | 29.55 | 25.63 | 23.54 |
| Humedad | 16.31 % | 17.90 % | 18.88 % | 22.73 % |
| Número de Golpes | 35 | 27 | 23 | 11 |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

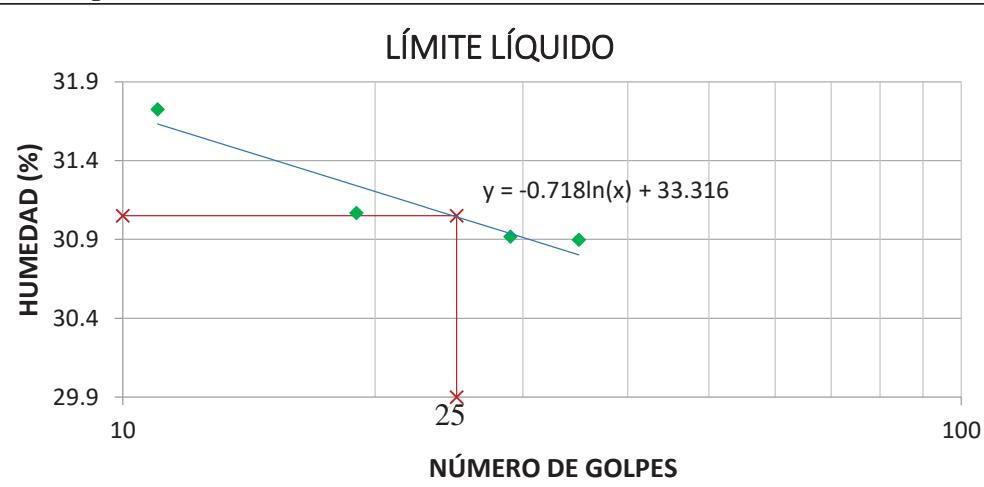
Anexo B.2.2: Límite líquido de la calicata C-3

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 9.05 | 19.62 | 8.79 | 8.82 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 32.20 | 40.53 | 31.45 | 29.11 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 28.11 | 36.75 | 27.22 | 24.93 |
| Peso del Agua (gr) | 4.09 | 3.78 | 4.23 | 4.18 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 19.06 | 17.13 | 18.43 | 16.11 |
| Humedad | 21.46% | 22.07% | 22.95% | 25.95% |
| Número de Golpes | 35 | 23 | 18 | 12 |



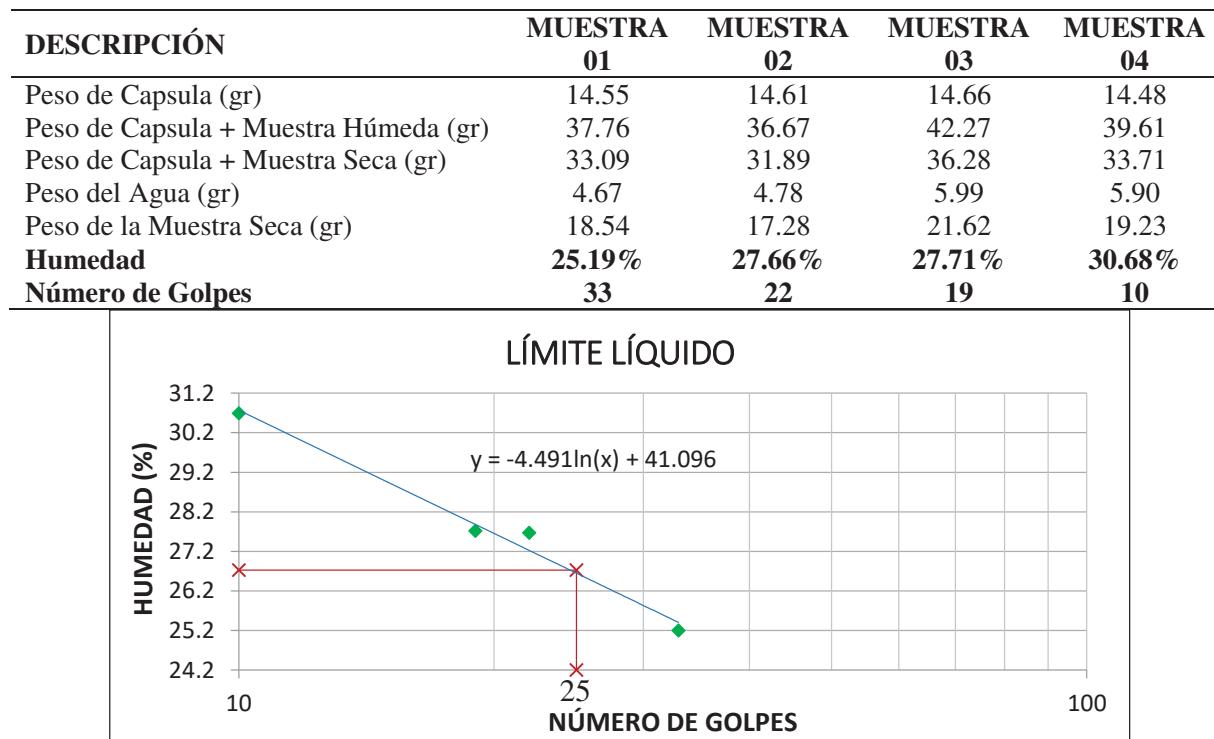
Anexo B.2.3: Límite líquido C-4

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 8.75 | 8.79 | 14.70 | 14.64 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 31.48 | 31.72 | 41.43 | 39.70 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 26.12 | 26.31 | 35.10 | 33.67 |
| Peso del Agua (gr) | 5.36 | 5.41 | 6.33 | 6.03 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 17.37 | 17.52 | 20.40 | 19.03 |
| Humedad | 30.86% | 30.88% | 31.03% | 31.69% |
| Número de Golpes | 35 | 29 | 19 | 11 |

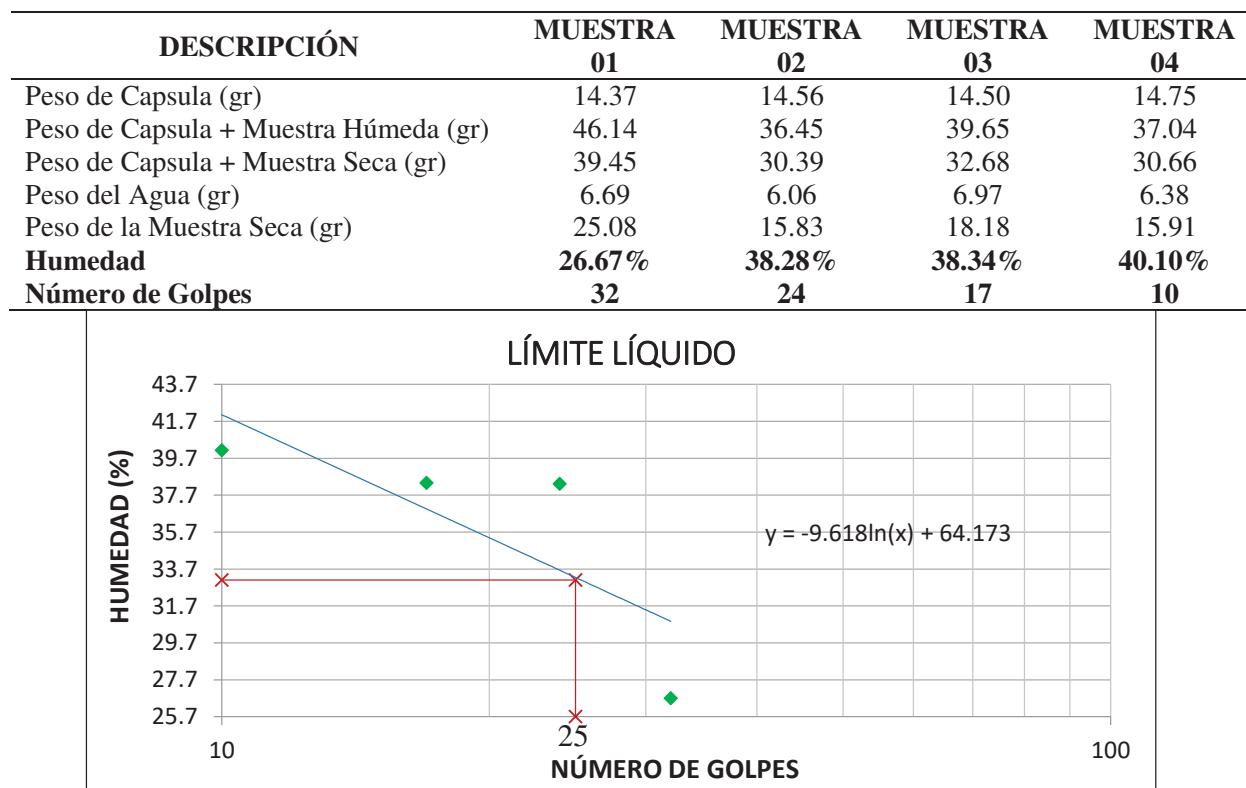


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.2.4: Límite líquido C-5



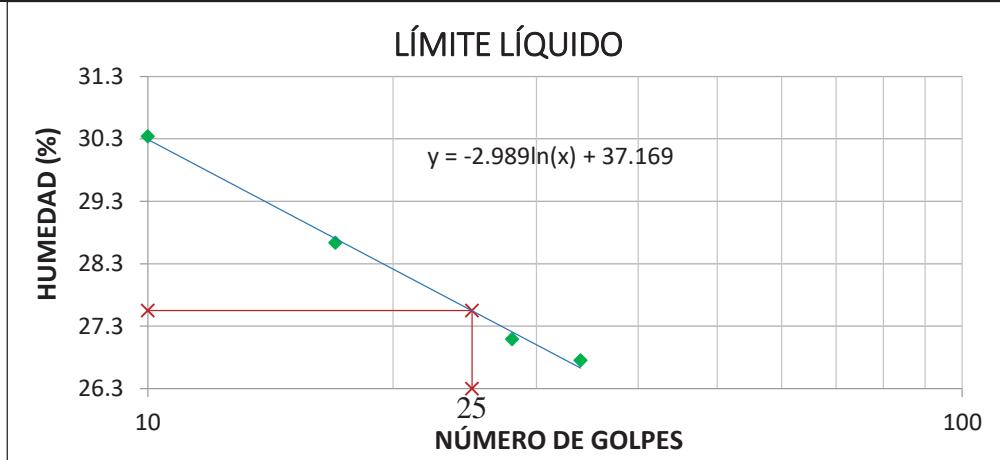
Anexo B.2.5: Límite líquido C-6



"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

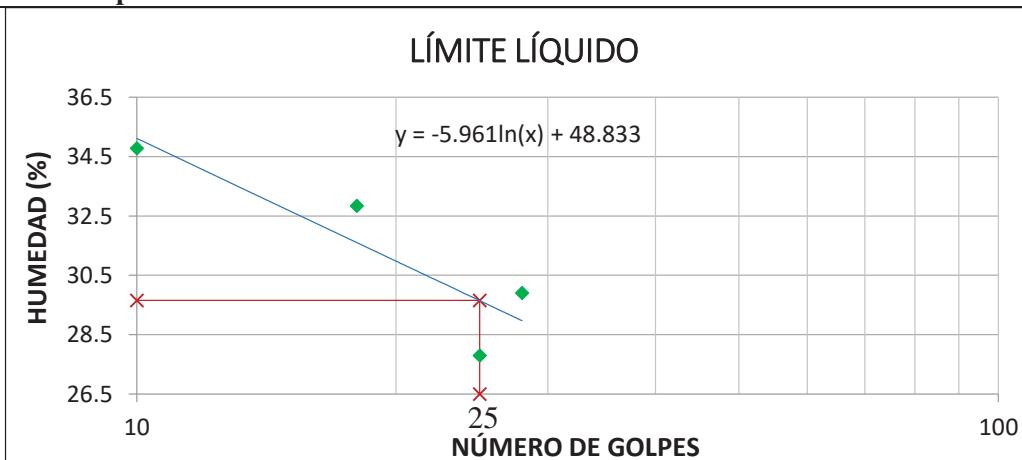
Anexo B.2.6: Límite líquido C-9

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 01 | 02 | 03 | 04 |
| Peso de Capsula (gr) | 14.37 | 14.56 | 14.50 | 14.74 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 45.59 | 48.43 | 50.39 | 41.46 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 39.00 | 41.21 | 42.40 | 35.24 |
| Peso del Agua (gr) | 6.59 | 7.22 | 7.99 | 6.22 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 24.63 | 26.65 | 27.90 | 20.50 |
| Humedad | 26.76% | 27.09% | 28.64% | 30.34% |
| Número de Golpes | 34 | 28 | 17 | 10 |



Anexo B.2.7: Límite líquido C-10

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA | MUESTRA |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 01 | 02 | 03 | 04 |
| Peso de Capsula (gr) | 15.01 | 14.73 | 14.65 | 14.78 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 35.25 | 40.43 | 32.69 | 41.48 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 30.59 | 34.84 | 28.23 | 34.59 |
| Peso del Agua (gr) | 4.66 | 5.59 | 4.46 | 6.89 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 15.58 | 20.11 | 13.58 | 19.81 |
| Contenido de Humedad | 29.91% | 27.80% | 32.84% | 34.78% |
| Número de Golpes | 28 | 25 | 18 | 10 |

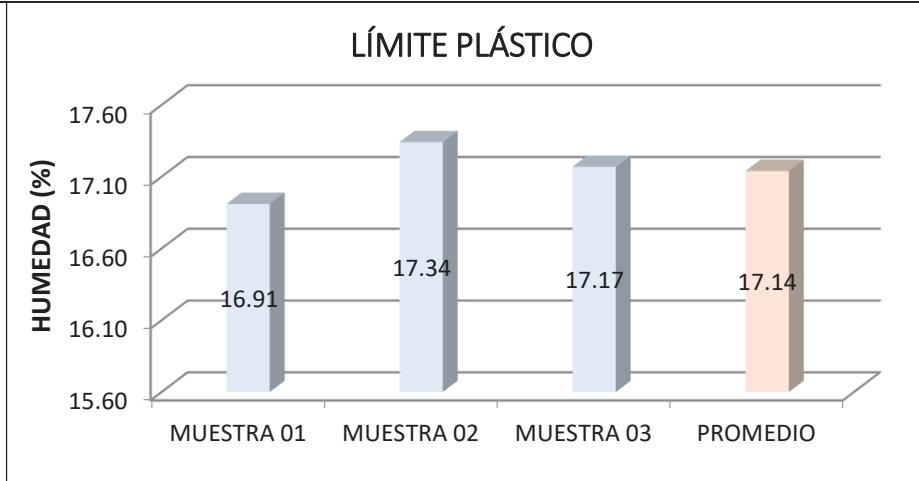


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.3: Límite plástico

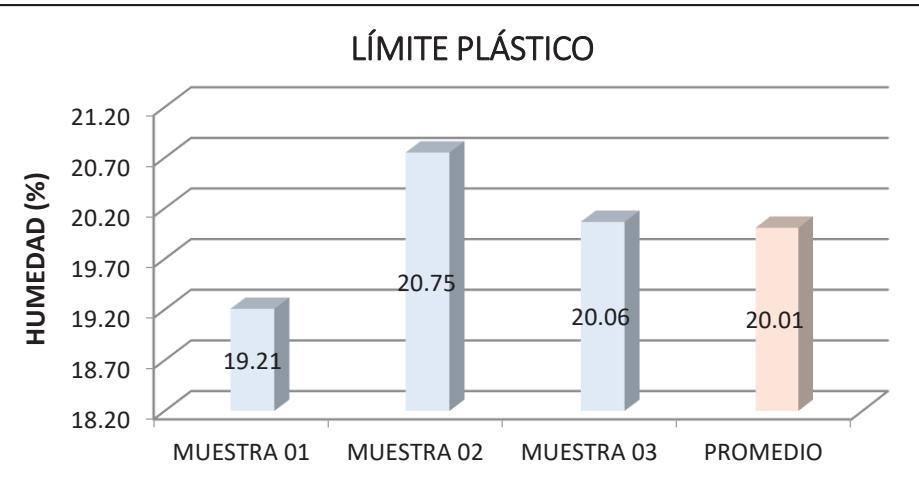
Anexo B.3.1: Límite plástico de la calicata C-1

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 14.41 | 14.35 | 14.66 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 24.02 | 26.26 | 22.44 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 22.63 | 24.50 | 21.30 |
| Peso del Agua (gr) | 1.39 | 1.76 | 1.14 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 8.22 | 10.15 | 6.64 |
| Humedad | 16.91% | 17.34% | 17.17% |



Anexo B.3.2: Límite plástico de la calicata C-3

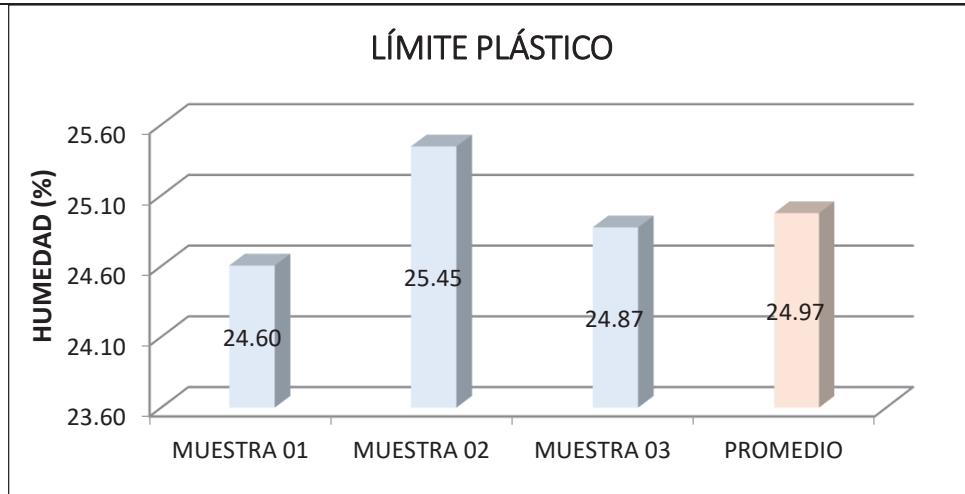
| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 14.86 | 14.47 | 14.45 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 20.57 | 19.30 | 21.93 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 19.65 | 18.47 | 20.68 |
| Peso del Agua (gr) | 0.92 | 0.83 | 1.25 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 4.79 | 4.00 | 6.23 |
| Humedad | 19.21% | 20.75% | 20.06% |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

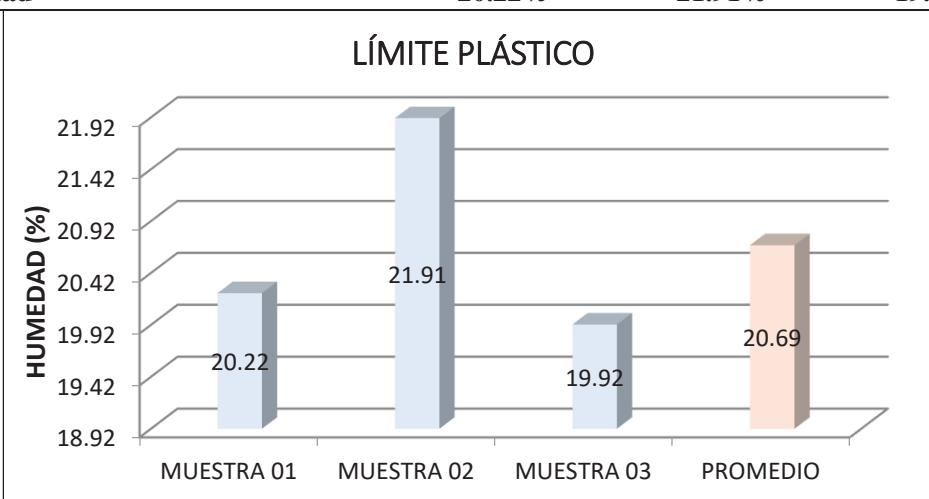
Anexo B.3.3: Límite plástico de la calicata C-4

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 8.56 | 8.52 | 9.10 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 17.22 | 16.95 | 16.53 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 15.51 | 15.24 | 15.05 |
| Peso del Agua (gr) | 1.71 | 1.71 | 1.48 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 6.95 | 6.72 | 5.95 |
| Humedad | 24.60% | 25.45% | 24.87% |



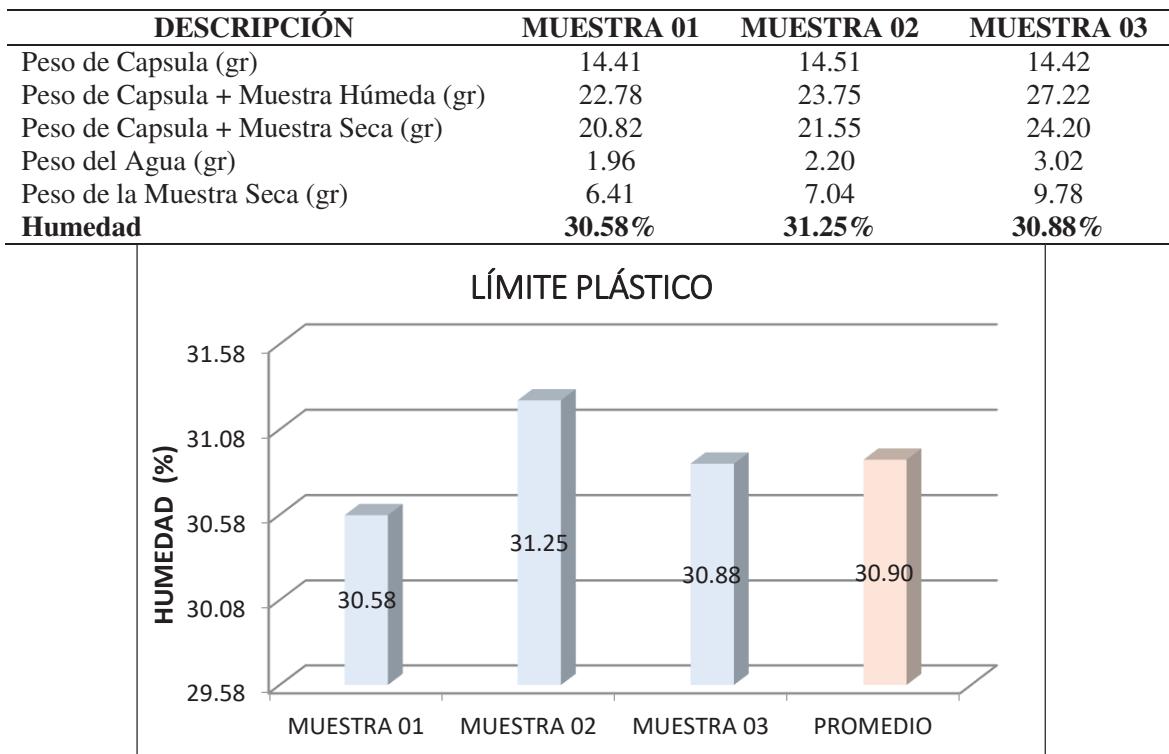
Anexo B.3.4: Límite plástico de la calicata C-5

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 14.75 | 14.80 | 14.67 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 21.17 | 23.98 | 20.93 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 20.09 | 22.33 | 19.89 |
| Peso del Agua (gr) | 1.08 | 1.65 | 1.04 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 5.34 | 7.53 | 5.22 |
| Humedad | 20.22% | 21.91% | 19.92% |

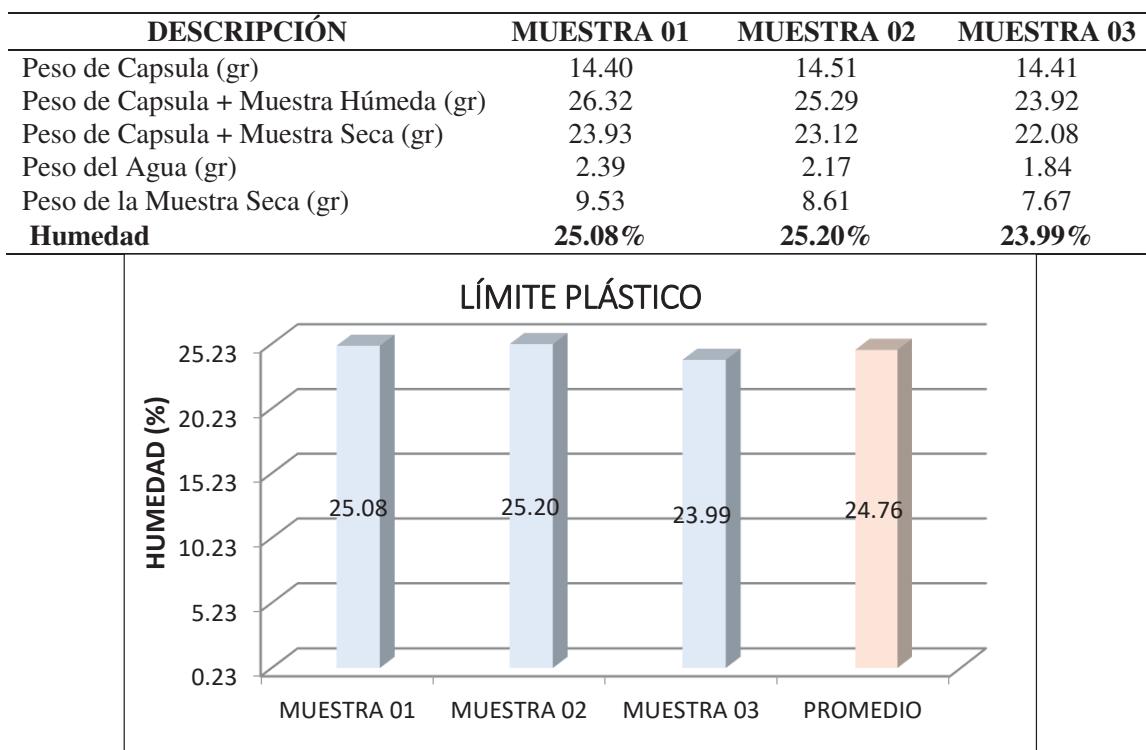


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.3.5: Límite plástico de la calicata C-6



Anexo B.3.6: Límite plástico de la calicata C-9



"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Anexo B.3.7: Límite plástico de la calicata C-10

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 14.81 | 8.74 | 8.77 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 20.93 | 13.86 | 13.52 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 19.72 | 12.82 | 12.56 |
| Peso del Agua (gr) | 1.21 | 1.04 | 0.96 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 4.91 | 4.08 | 3.79 |
| Humedad | 24.64% | 25.49% | 25.33% |

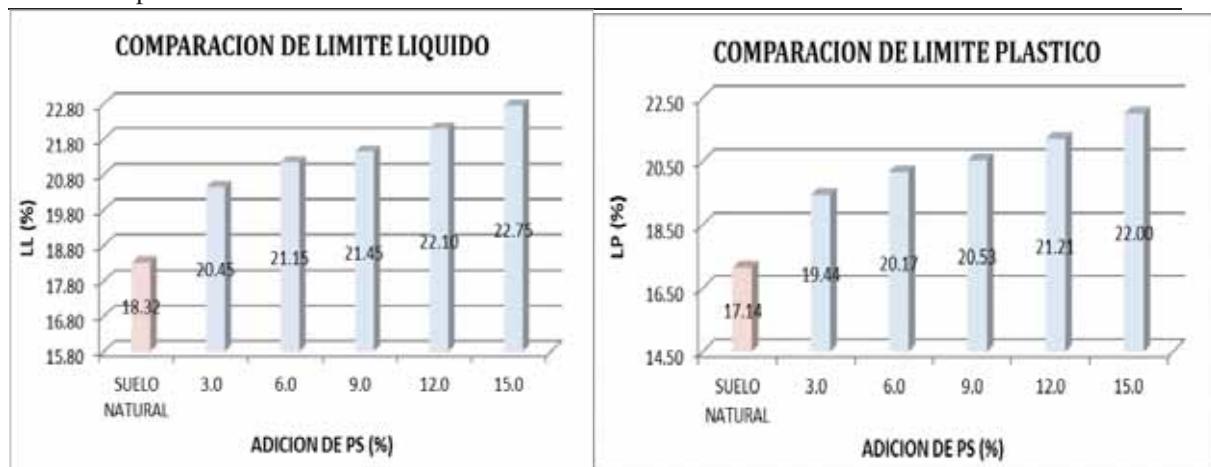
LÍMITE PLÁSTICO

| Categoría | LP (%) |
|------------|--------|
| MUESTRA 01 | 24.64 |
| MUESTRA 02 | 25.49 |
| MUESTRA 03 | 25.33 |
| PROMEDIO | 25.15 |

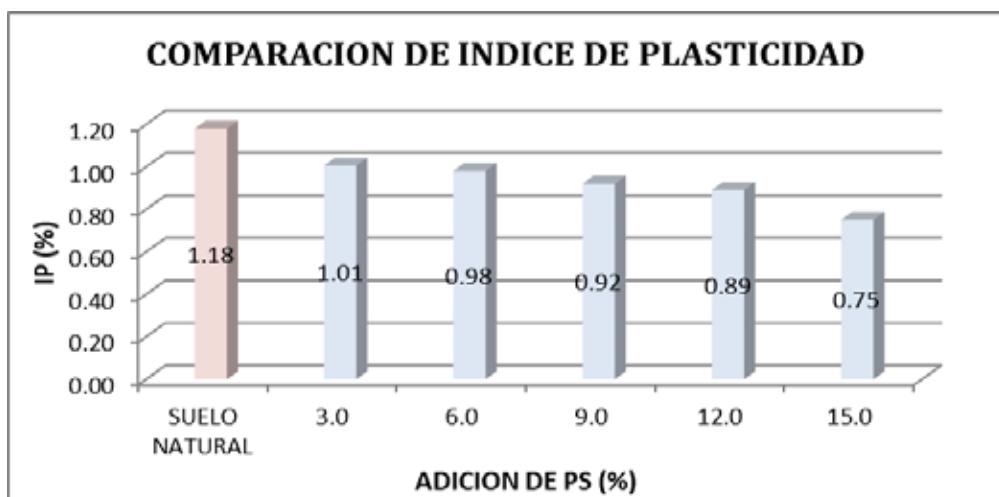
Anexo B.4: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad con adición de PS

Anexo B.4.1: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-1

| RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS | | | | | | |
|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Adición de PS | 0% | 3% | 6% | 9% | 12% | 15% |
| Límite líquido | 18.32% | 20.45% | 21.15% | 21.45% | 22.10% | 22.75% |
| Límite plástico | 17.14% | 19.44% | 20.17% | 20.53% | 21.21% | 22.00% |
| Índice de plasticidad | 1.18% | 1.01% | 0.98% | 0.92% | 0.89% | 0.75% |

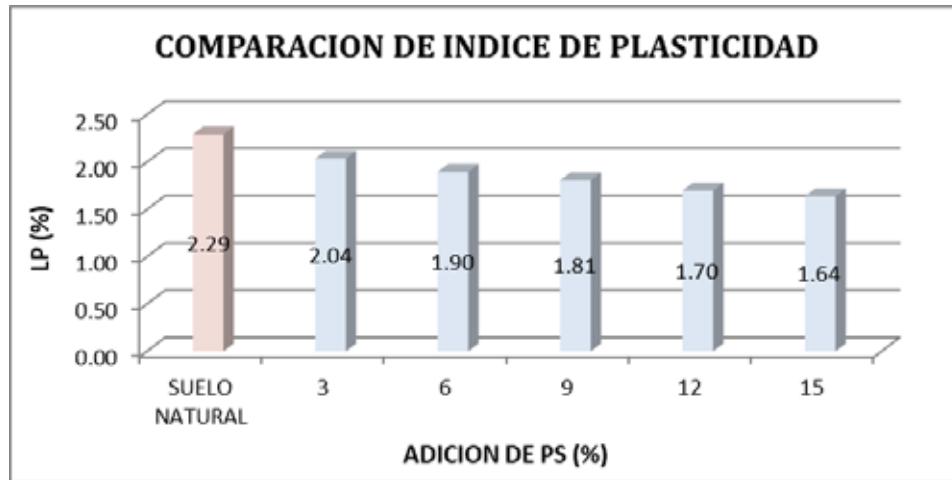
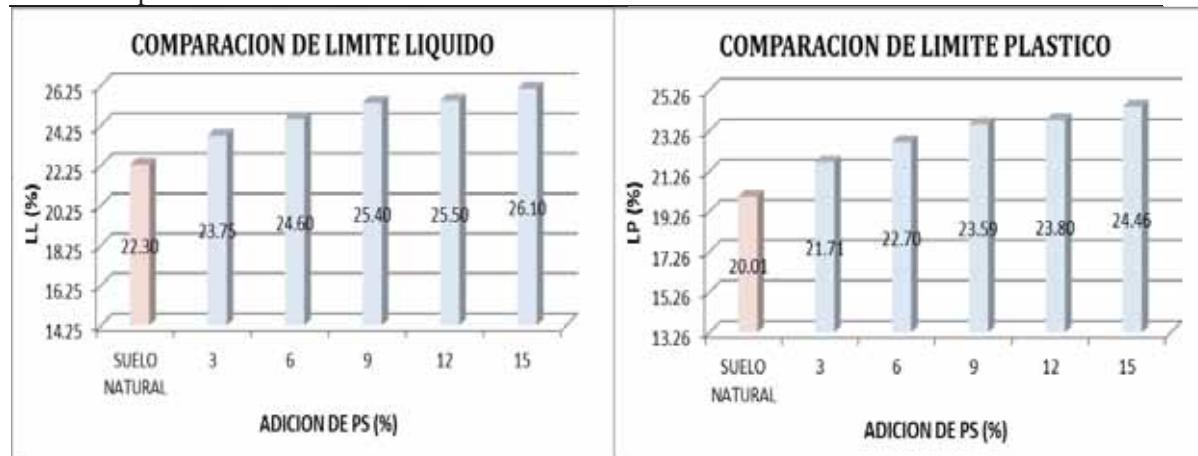


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



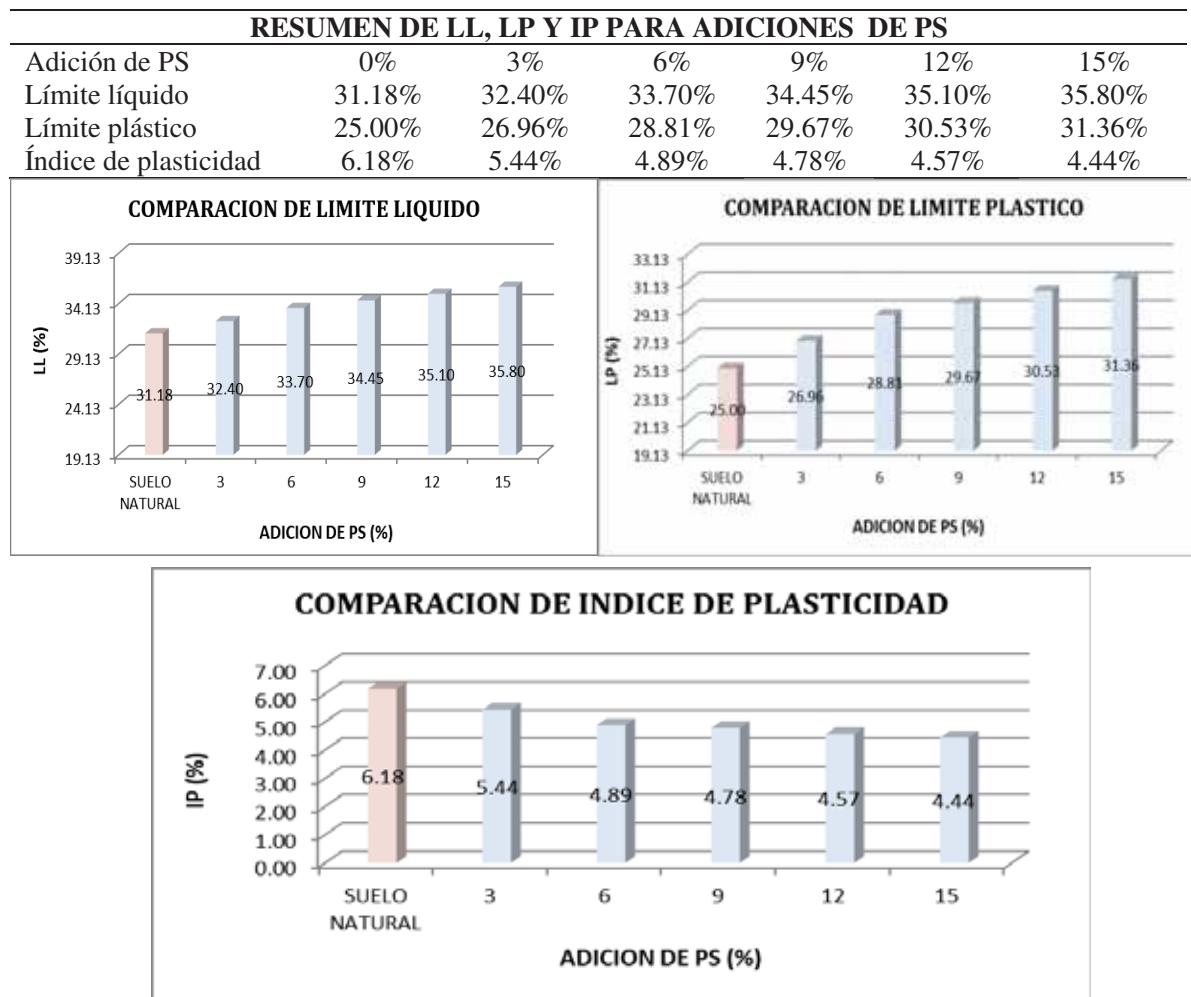
Anexo B.4.2: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-3

| RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS | | | | | | |
|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Adición de PS | 0% | 3% | 6% | 9% | 12% | 15% |
| Límite líquido | 22.30% | 23.75% | 24.60% | 25.40% | 25.50% | 26.10% |
| Límite plástico | 20.01% | 21.71% | 22.70% | 23.59% | 23.80% | 24.46% |
| Índice de plasticidad | 2.29% | 2.04% | 1.90% | 1.81% | 1.70% | 1.64% |

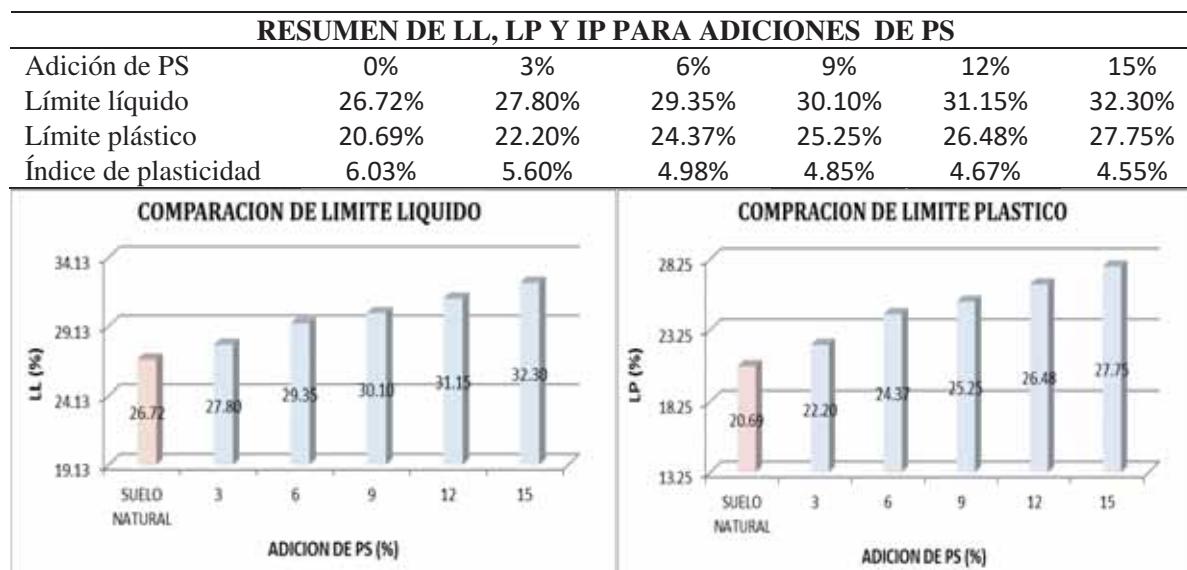


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

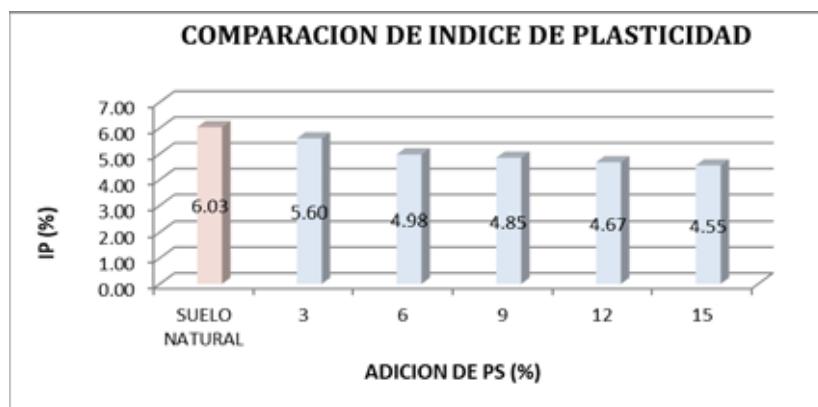
Anexo B.4.3: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-4



Anexo B.4.4: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-5

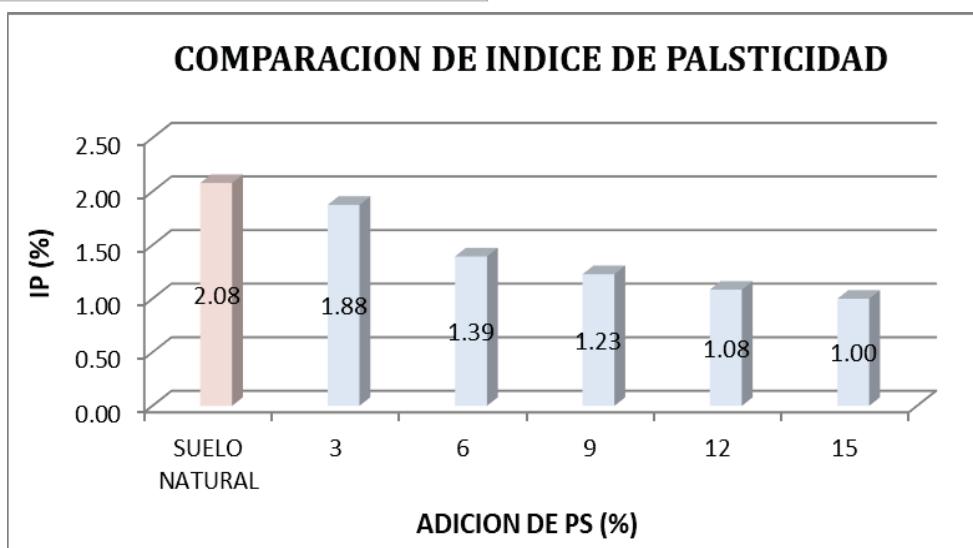
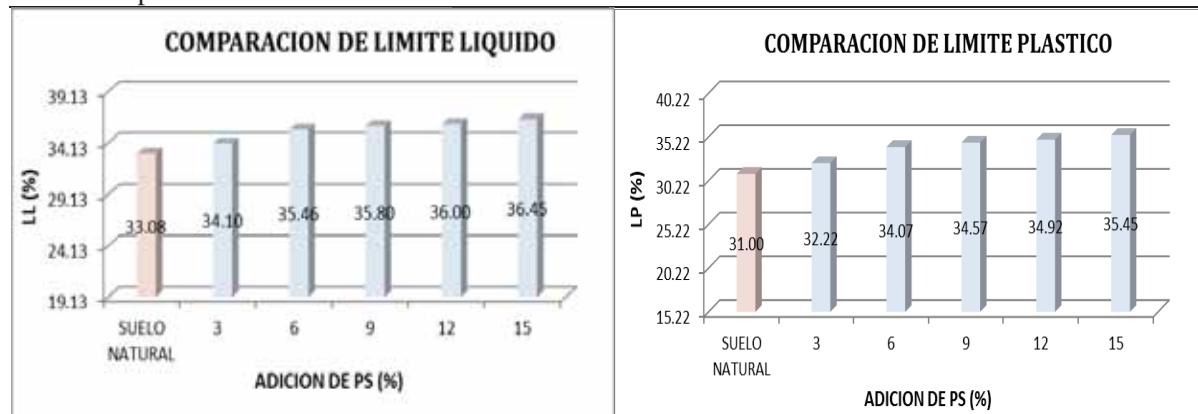


“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



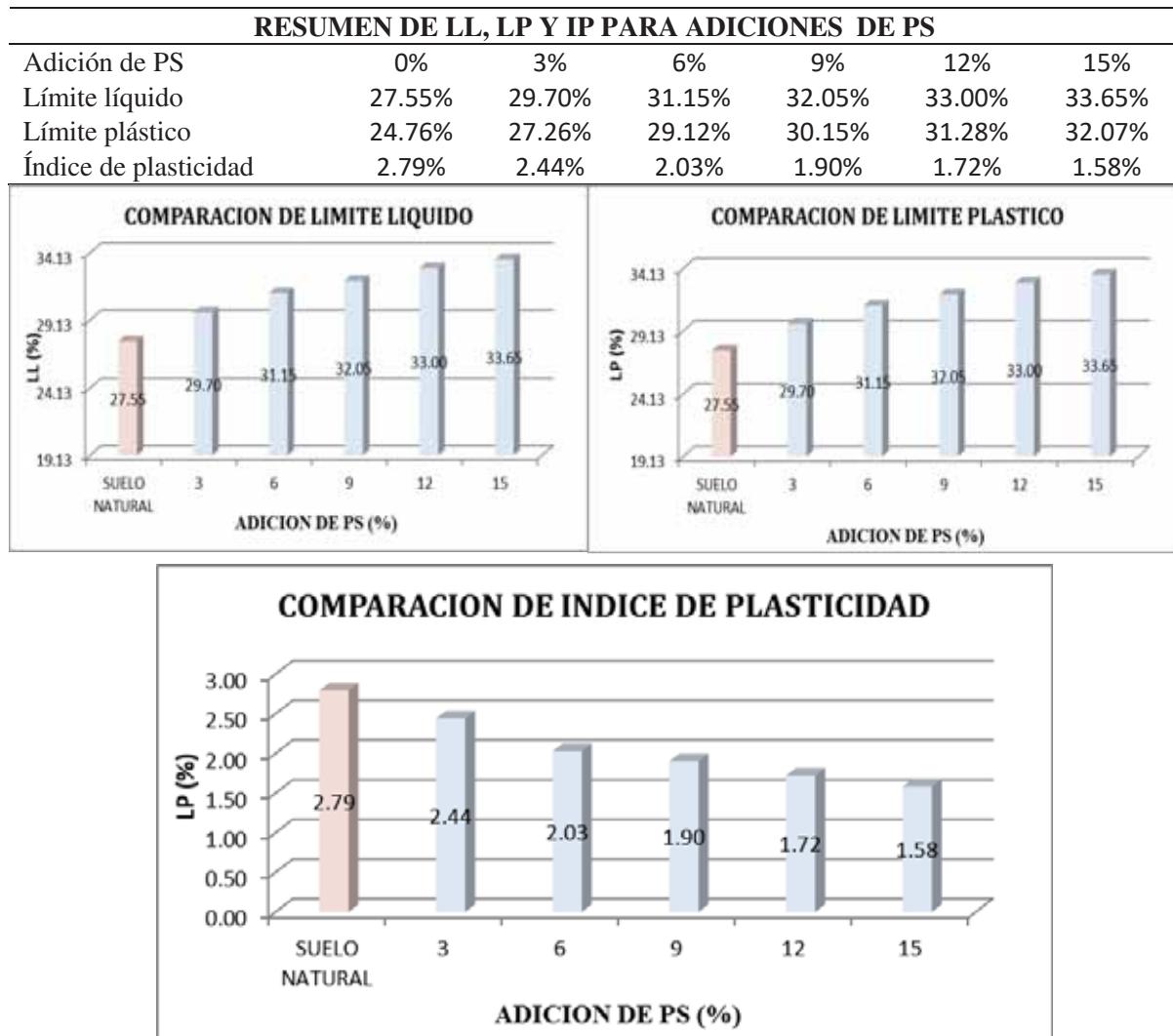
Anexo B.4.5: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-6

| RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS | | | | | | |
|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Adición de PS | 0% | 3% | 6% | 9% | 12% | 15% |
| Límite líquido | 33.08% | 34.10% | 35.46% | 35.80% | 36.00% | 36.45% |
| Límite plástico | 31.00% | 32.22% | 34.07% | 34.57% | 34.92% | 35.45% |
| Índice de plasticidad | 2.08% | 1.88% | 1.39% | 1.23% | 1.08% | 1.00% |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

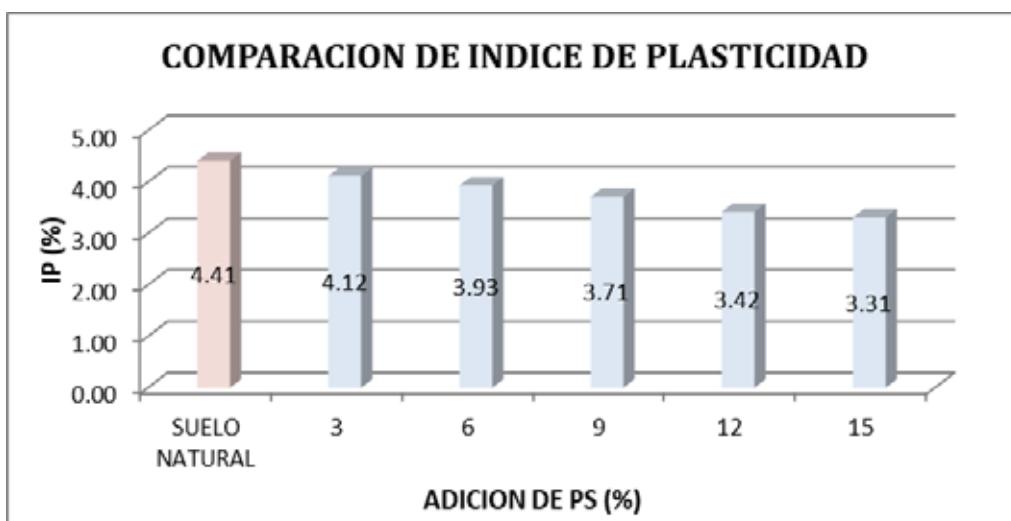
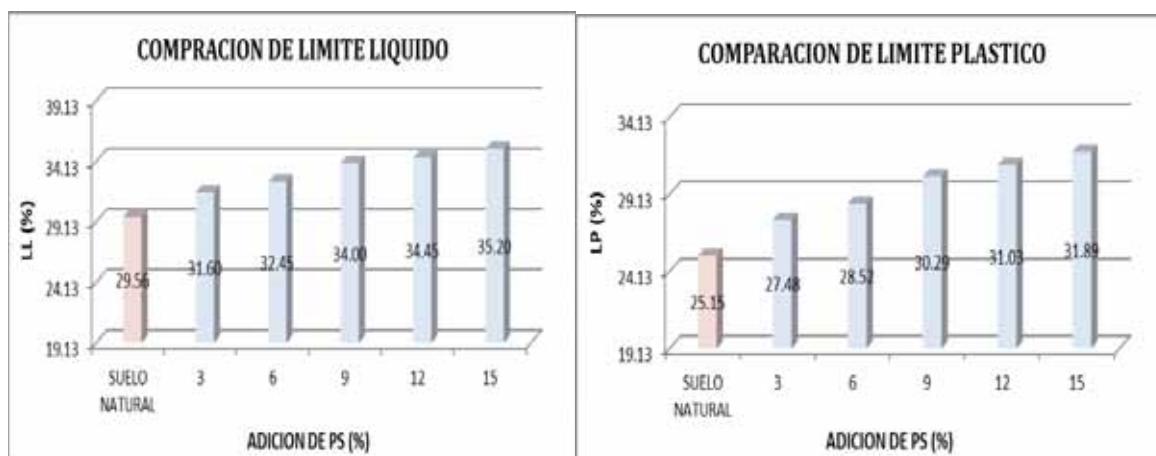
Anexo B.4.6: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-9



Anexo B.4.7: Resumen de límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de la calicata C-10

| RESUMEN DE LL, LP Y IP PARA ADICIONES DE PS | | | | | | |
|---------------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Adición de PS | 0% | 3% | 6% | 9% | 12% | 15% |
| Límite líquido | 29.56% | 31.60% | 32.45% | 34.00% | 34.45% | 35.20% |
| Límite plástico | 25.15% | 27.48% | 28.52% | 30.29% | 31.03% | 31.89% |
| Índice de plasticidad | 4.41% | 4.12% | 3.93% | 3.71% | 3.42% | 3.31% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

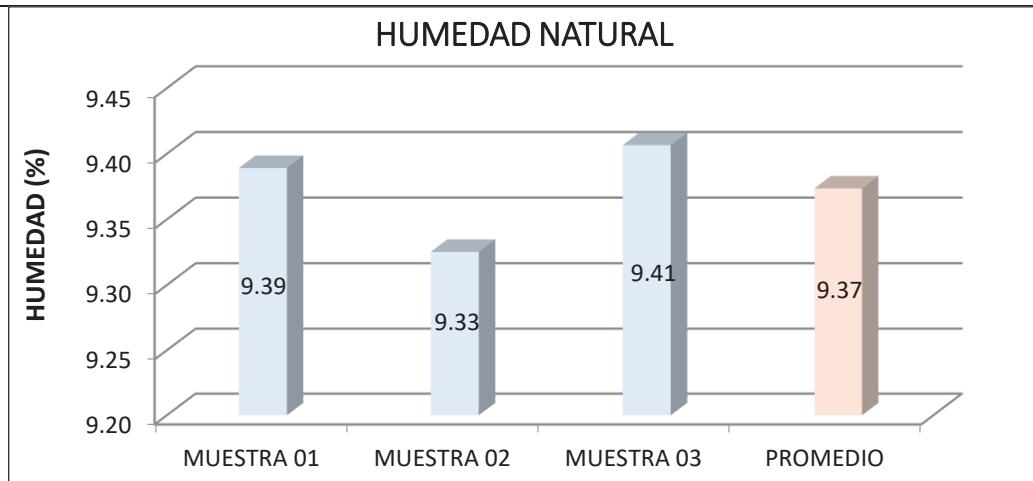


"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Anexo B.5 Contenido de humedad de los suelos

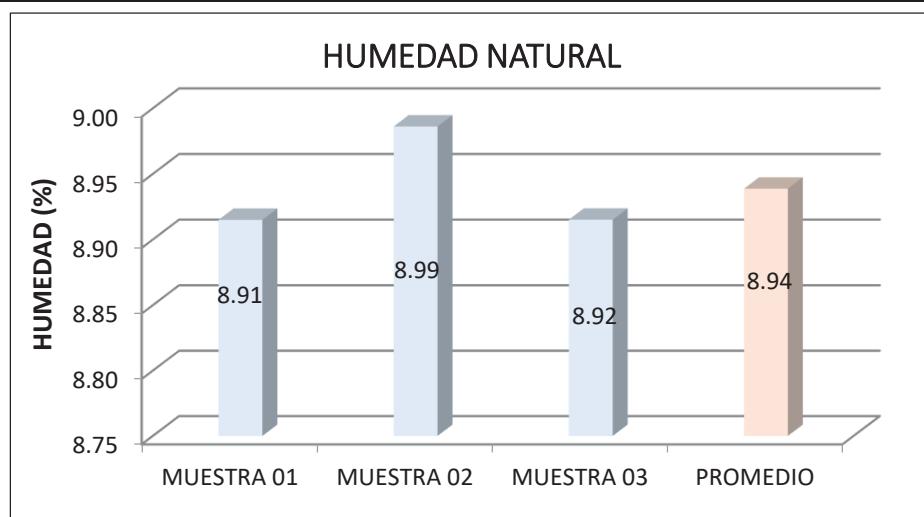
Anexo B.5.1: Contenido de humedad de la calicata C-1

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Peso de Capsula (gr) | 32.39 | 40.67 | 31.85 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 341.95 | 363.07 | 404.39 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 315.38 | 335.57 | 372.36 |
| Peso del Agua (gr) | 26.57 | 27.50 | 32.03 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 282.99 | 294.90 | 340.51 |
| Humedad | 9.39% | 9.33% | 9.41% |



Anexo B.5.2: Contenido de humedad de la calicata C-2

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Peso de Capsula (gr) | 32.49 | 41.67 | 33.85 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 341.95 | 363.07 | 404.39 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 316.62 | 336.57 | 374.06 |
| Peso del Agua (gr) | 25.33 | 26.50 | 30.33 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 284.13 | 294.90 | 340.21 |
| Humedad | 8.91% | 8.99% | 8.92% |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.5.3: Contenido de humedad de la calicata C-3

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Peso de Capsula (gr) | 32.59 | 40.07 | 29.85 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 325.95 | 363.07 | 404.39 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 301.48 | 336.27 | 372.96 |
| Peso del Agua (gr) | 24.47 | 26.80 | 31.43 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 268.89 | 296.20 | 343.11 |
| Humedad | 9.10% | 9.05% | 9.16% |

HUMEDAD NATURAL

| Categoría | Humedad (%) |
|------------|-------------|
| MUESTRA 01 | 9.10 |
| MUESTRA 02 | 9.05 |
| MUESTRA 03 | 9.16 |
| PROMEDIO | 9.10 |

Anexo B.5.4: Contenido de humedad de la calicata C-4

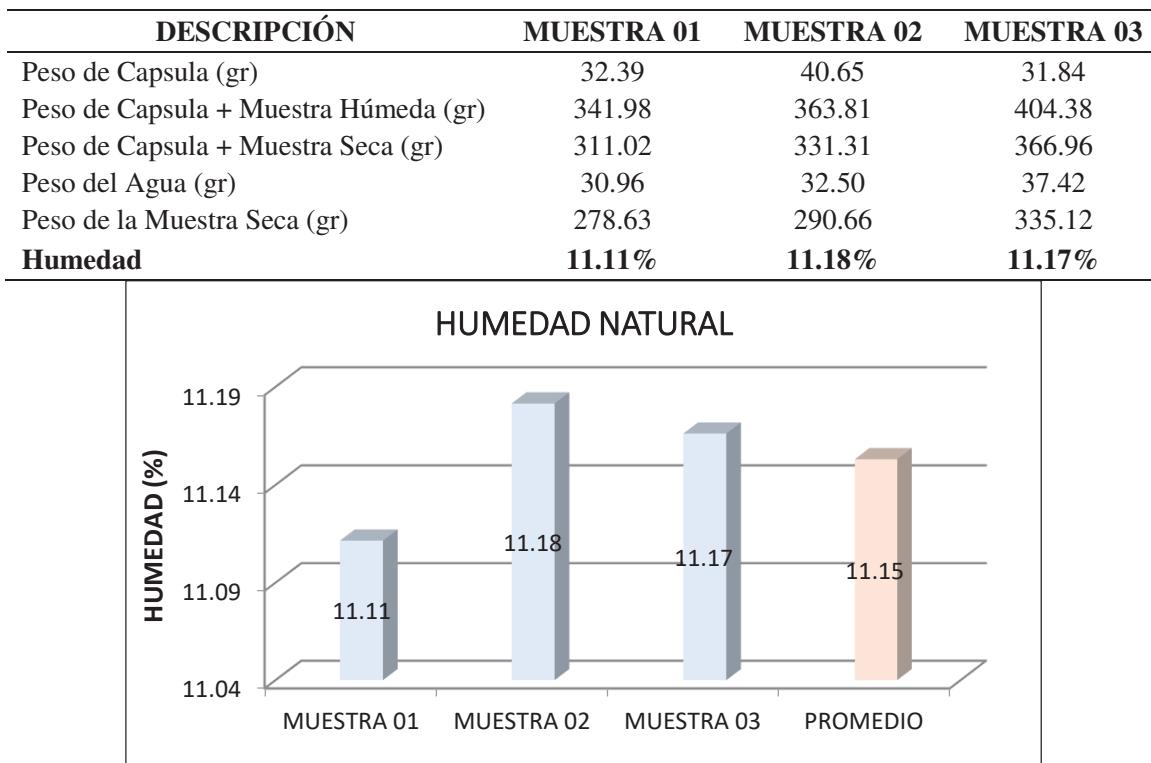
| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 31.59 | 40.87 | 31.85 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 341.05 | 363.87 | 405.89 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 305.02 | 326.12 | 362.26 |
| Peso del Agua (gr) | 36.03 | 37.75 | 43.63 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 273.43 | 285.25 | 330.41 |
| Humedad | 13.18% | 13.23% | 13.20% |

HUMEDAD NATURAL

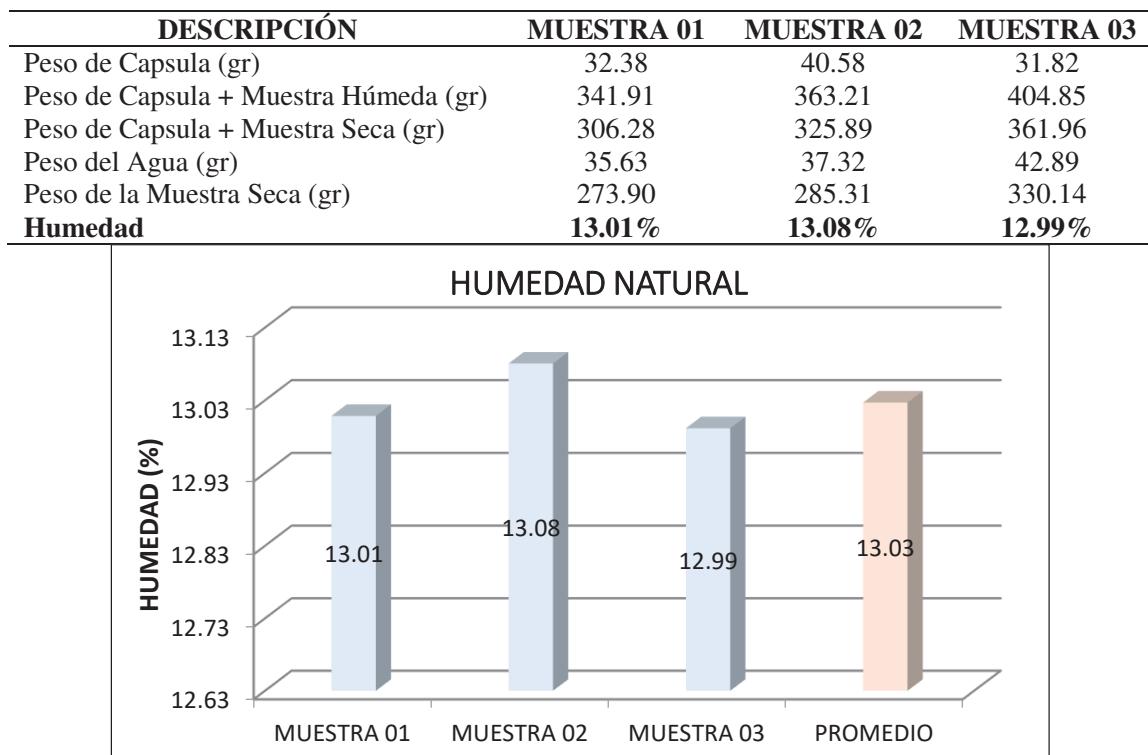
| Categoría | Humedad (%) |
|------------|-------------|
| MUESTRA 01 | 13.18 |
| MUESTRA 02 | 13.23 |
| MUESTRA 03 | 13.20 |
| PROMEDIO | 13.21 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Anexo B.5.5 Contenido de humedad de la calicata C-5



Anexo B.5.6: Contenido de humedad de la calicata C-6



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.5.7: Contenido de humedad de la calicata C-7

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 32.38 | 42.64 | 34.75 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 342.98 | 373.16 | 405.22 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 312.62 | 340.52 | 368.96 |
| Peso del Agua (gr) | 30.36 | 32.64 | 36.26 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 280.24 | 297.88 | 334.21 |
| Humedad | 10.83% | 10.96% | 10.85% |

HUMEDAD NATURAL

| Categoría | Valor (%) |
|------------|-----------|
| MUESTRA 01 | 10.83 |
| MUESTRA 02 | 10.96 |
| MUESTRA 03 | 10.85 |
| PROMEDIO | 10.88 |

Anexo B.5.8 Contenido de humedad de la calicata C-8

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 32.39 | 40.67 | 31.86 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 350.02 | 363.52 | 410.39 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 320.04 | 332.97 | 374.72 |
| Peso del Agua (gr) | 29.98 | 30.55 | 35.67 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 287.65 | 292.30 | 342.86 |
| Humedad | 10.42% | 10.45% | 10.40% |

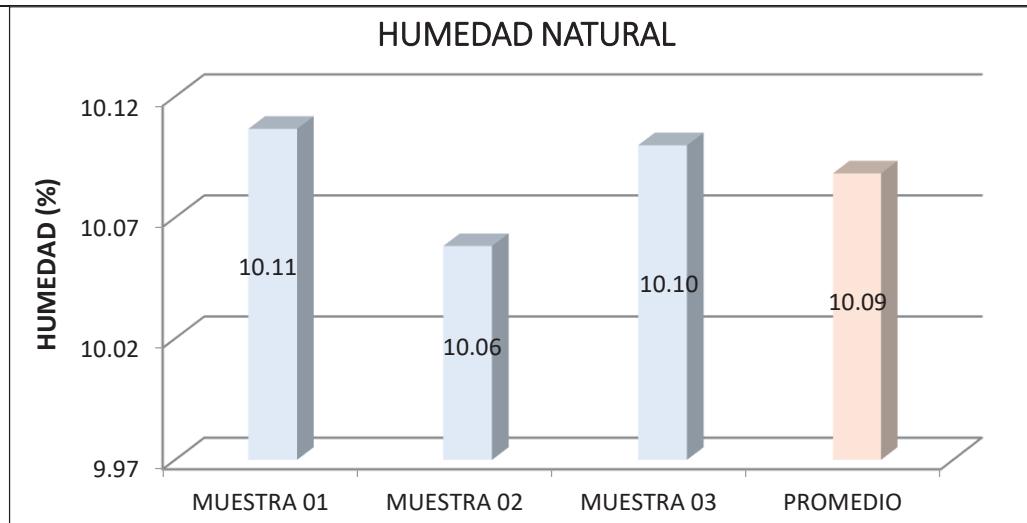
HUMEDAD NATURAL

| Categoría | Valor (%) |
|------------|-----------|
| MUESTRA 01 | 10.42 |
| MUESTRA 02 | 10.45 |
| MUESTRA 03 | 10.40 |
| PROMEDIO | 10.43 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

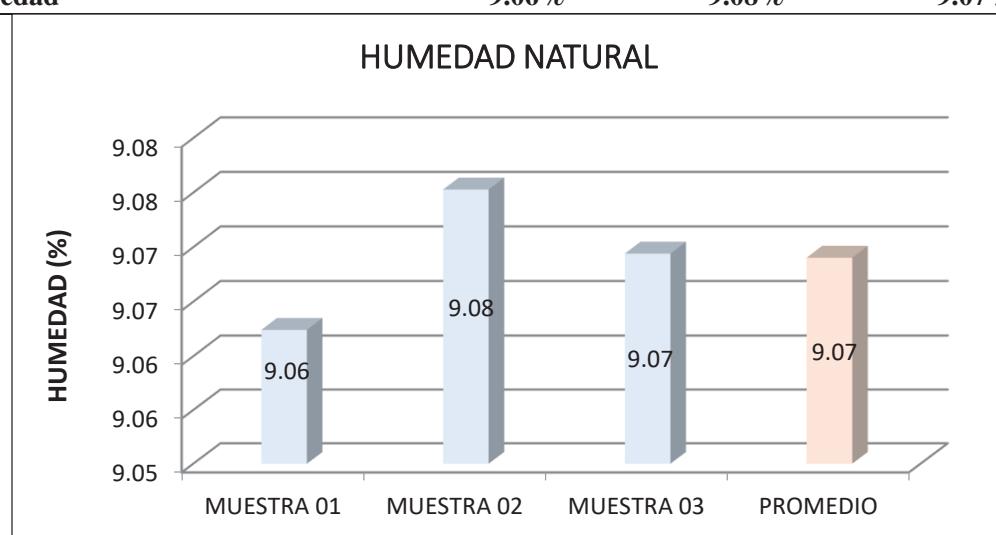
Anexo B.5.9: Contenido de humedad de la calicata C-9

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Peso de Capsula (gr) | 33.25 | 41.62 | 32.88 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 346.25 | 365.07 | 410.06 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 317.52 | 335.51 | 375.46 |
| Peso del Agua (gr) | 28.73 | 29.56 | 34.60 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 284.27 | 293.89 | 342.58 |
| Humedad | 10.11% | 10.06% | 10.10% |



Anexo B.5.10: Contenido de humedad de la calicata C-10

| DESCRIPCIÓN | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 |
|---------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
| Peso de Capsula (gr) | 32.30 | 40.62 | 31.86 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 341.95 | 364.17 | 405.39 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 316.22 | 337.25 | 374.33 |
| Peso del Agua (gr) | 25.73 | 26.92 | 31.06 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 283.92 | 296.63 | 342.47 |
| Humedad | 9.06% | 9.08% | 9.07% |



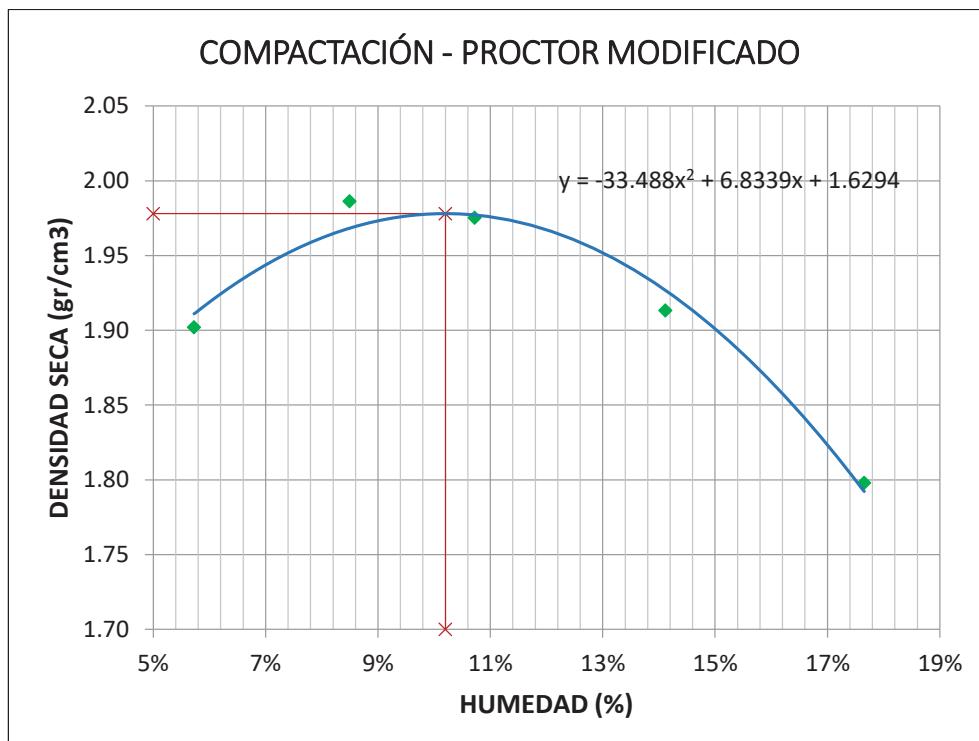
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6: Compactación proctor modificado

Anexo B.6.1: Compactación proctor modificado suelo Tipo II (C-2 y C-3)

Anexo B.6.1.1-SPS: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | | | |
|------------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|------------|
| METODO = | C | Altura de Caída del Martillo= | | | 45.60 cm | |
| Número de Capas = | 5 | Peso del Martillo = | | | 4.54 Kg | |
| Golpes por Capa = | 56 | Adición de pegamento sintético = | | | 0 % | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 |
| Diámetro del Molde (cm) | 15.23 | | 15.25 | 15.24 | 15.23 | 15.24 |
| Altura del molde (cm) | 11.63 | | 11.64 | 11.65 | 11.65 | 11.64 |
| Volumen del Molde (cm3) | 2123.31 | | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 |
| Peso del Molde (gr) | 6510.00 | | 6110.00 | 6080.00 | 6510.00 | 6510.00 |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 10780.00 | | 10686.00 | 10724.00 | 11146.00 | 11002.00 |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 4270.00 | | 4576.00 | 4644.00 | 4636.00 | 4492.00 |
| Densidad Húmeda (gr/cm3) | 2.01 | | 2.16 | 2.19 | 2.18 | 2.12 |
| Densidad Seca (gr/cm3) | 1.90 | | 1.99 | 1.98 | 1.91 | 1.80 |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 14.32 | 14.66 | 14.36 | 14.54 | 14.50 | 14.74 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 36.23 | 40.83 | 42.13 | 39.77 | 41.65 | 43.75 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 35.07 | 39.38 | 39.96 | 37.79 | 39.06 | 40.90 |
| Peso del Agua (gr) | 1.16 | 1.45 | 2.17 | 1.98 | 2.59 | 2.85 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 20.75 | 24.72 | 25.60 | 23.25 | 24.56 | 26.16 |
| Humedad (%) | 5.59% | 5.87% | 8.48% | 8.52% | 10.55% | 10.89% |
| Humedad Promedio | 5.73% | | 8.50% | 10.72% | 14.12% | 17.65% |

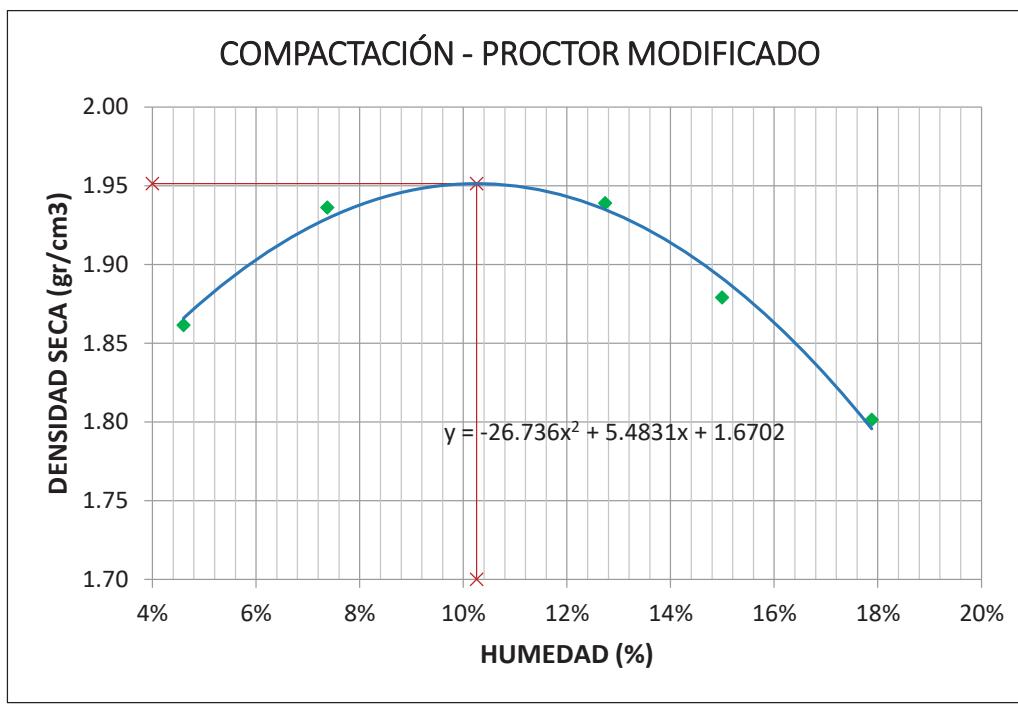


$$\begin{array}{lcl} \text{MAXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.98 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 10.20 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.2-PS-3%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

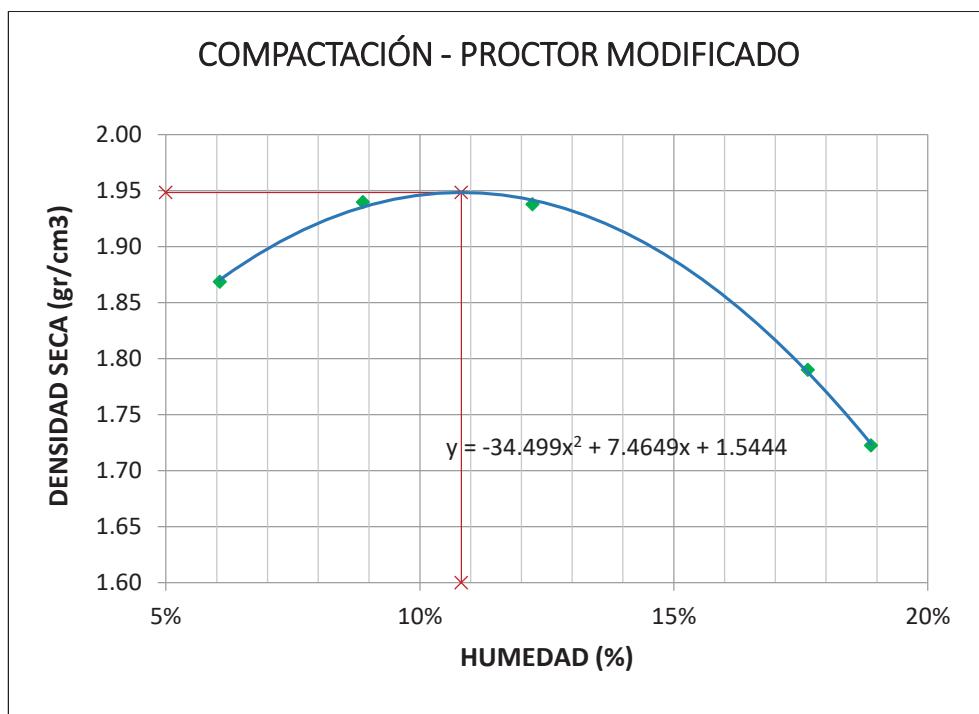
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|--------|----------------------------------|----------|--------|--------|--|
| METODO = | C | | | | | | Altura de Caída del Martillo= | 45.60 cm | | | |
| Número de Capas = | 5 | | | | | | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | |
| Golpes por Capa = | 56 | | | | | | Adición de pegamento sintético = | 3 % | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 15.24 | 15.24 | 15.24 | 15.24 | 15.24 | | | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 6510.00 | 6110.00 | 6080.00 | 6110.00 | 6510.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 10644.00 | 10524.00 | 10721.00 | 10698.00 | 11019.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 4134.00 | 4414.00 | 4641.00 | 4588.00 | 4509.00 | | | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.95 | 2.08 | 2.19 | 2.16 | 2.12 | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.86 | 1.94 | 1.94 | 1.88 | 1.80 | | | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | |
| Peso de Capsula (gr) | 14.29 | 14.63 | 14.34 | 14.49 | 14.46 | 14.68 | 14.32 | 14.46 | 14.56 | 14.28 | |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 35.35 | 44.75 | 32.95 | 42.88 | 41.38 | 45.68 | 43.65 | 49.01 | 48.53 | 54.26 | |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 34.68 | 43.07 | 31.95 | 40.52 | 38.32 | 42.20 | 39.83 | 44.50 | 43.44 | 48.12 | |
| Peso del Agua (gr) | 0.67 | 1.68 | 1.00 | 2.36 | 3.06 | 3.48 | 3.82 | 4.51 | 5.09 | 6.14 | |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 20.39 | 28.44 | 17.61 | 26.03 | 23.86 | 27.52 | 25.51 | 30.04 | 28.88 | 33.84 | |
| Humedad (%) | 3.29% | 5.91% | 5.68% | 9.07% | 12.82% | 12.65% | 14.97% | 15.01% | 17.62% | 18.14% | |
| Humedad Promedio | 4.60% | 7.37% | 12.74% | 14.99% | 14.99% | 17.88% | | | | | |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.3-PS-6%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

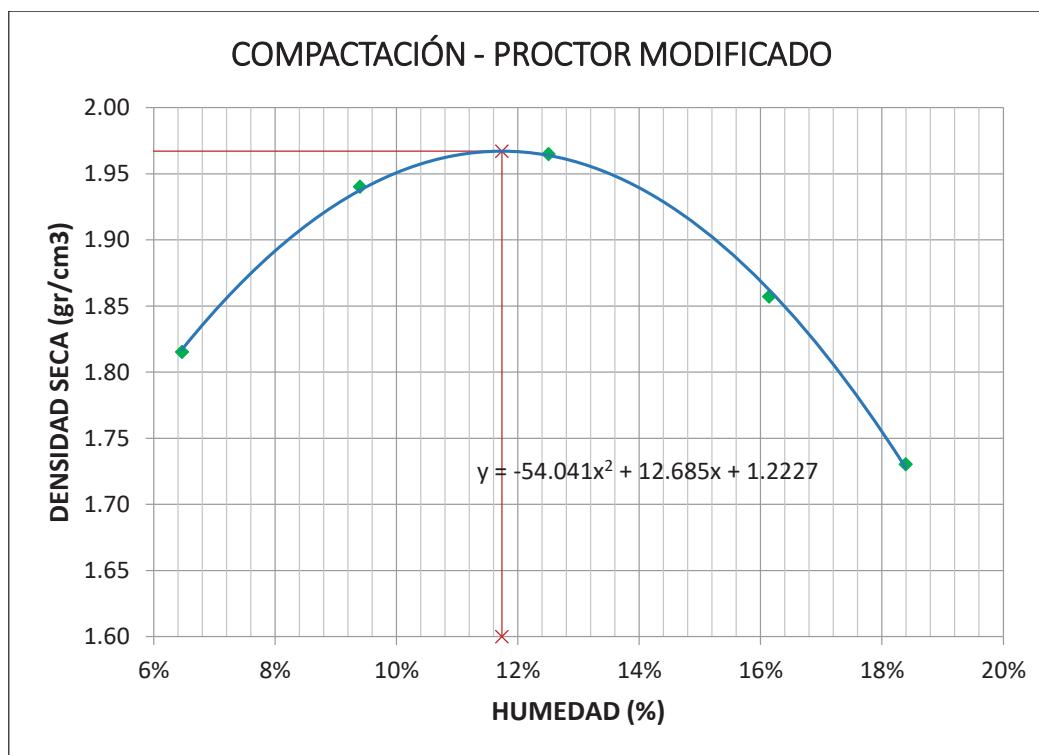
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|------------|----------------------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|---------|--------|--------|--------|
| METODO | = | C | Altura de Caída del Martillo= | 45.60 cm | | | | | | |
| Número de Capas = | 5 | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | | | |
| Golpes por Capa = | 56 | Adición de pegamento sintético = | 6 % | | | | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 15.24 | | 15.24 | 15.24 | 15.24 | 15.24 | 15.24 | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 2123.31 | | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | | | |
| Peso del Molde (gr) | 6510.00 | | 6110.00 | 6080.00 | 6510.00 | 6510.00 | 6110.00 | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 10718.00 | | 10594.00 | 10697.00 | 10981.00 | 10458.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 4208.00 | | 4484.00 | 4617.00 | 4471.00 | 4348.00 | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.98 | | 2.11 | 2.17 | 2.11 | 2.05 | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.87 | | 1.94 | 1.94 | 1.79 | 1.72 | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 14.35 | 14.54 | 14.22 | 14.48 | 14.64 | 14.06 | 14.63 | 14.21 | 14.53 | 14.65 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 39.90 | 43.35 | 39.94 | 39.76 | 40.84 | 43.59 | 46.36 | 44.72 | 41.53 | 52.26 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 38.46 | 41.68 | 37.83 | 37.71 | 37.93 | 40.44 | 41.67 | 40.08 | 37.28 | 46.23 |
| Peso del Agua (gr) | 1.44 | 1.67 | 2.11 | 2.05 | 2.91 | 3.15 | 4.69 | 4.64 | 4.25 | 6.03 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 24.11 | 27.14 | 23.61 | 23.23 | 23.29 | 26.38 | 27.04 | 25.87 | 22.75 | 31.58 |
| Humedad (%) | 5.97% | 6.15% | 8.94% | 8.82% | 12.49% | 11.94% | 17.34% | 17.94% | 18.68% | 19.09% |
| Humedad Promedio | 6.06% | | 8.88% | | 12.22% | | 17.64% | | 18.89% | |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.4-PS-9%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|--------------|---------------|----------------------------------|---------------|----------|--------|--------|--------|
| MÉTODO | C | | | Altura de Caída del Martillo= | | 45.60 cm | | | |
| Número de Capas = | 5 | | | Peso del Martillo = | | 4.54 Kg | | | |
| Golpes por Capa = | 56 | | | Adición de pegamento sintético = | | 9 % | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | |
| Número de Proctor Utilizado | P-2 | P-2 | P-2 | P-2 | P-2 | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 15.24 | 15.24 | 15.24 | 15.24 | 15.24 | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 6099.00 | 6545.00 | 6134.00 | 6098.00 | 6545.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 10203.00 | 11052.00 | 10828.00 | 10678.00 | 10895.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 4104.00 | 4507.00 | 4694.00 | 4580.00 | 4350.00 | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.93 | 2.12 | 2.21 | 2.16 | 2.05 | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.82 | 1.94 | 1.96 | 1.86 | 1.73 | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 14.40 | 14.53 | 14.42 | 14.60 | 14.72 | 14.10 | 14.26 | 14.60 | 14.68 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 41.18 | 41.42 | 37.90 | 38.86 | 44.12 | 40.24 | 35.52 | 39.84 | 52.62 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 39.57 | 39.77 | 35.85 | 36.81 | 40.88 | 37.31 | 32.50 | 36.41 | 46.98 |
| Peso del Agua (gr) | 1.61 | 1.65 | 2.05 | 2.05 | 3.24 | 2.93 | 3.02 | 3.43 | 5.64 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 25.17 | 25.24 | 21.43 | 22.21 | 26.16 | 23.21 | 18.24 | 21.81 | 32.30 |
| Humedad (%) | 6.40% | 6.54% | 9.57% | 9.23% | 12.39% | 12.62% | 16.56% | 15.73% | 17.46% |
| Humedad Promedio | 6.47% | 9.40% | 12.50% | 16.14% | 18.39% | | | | |

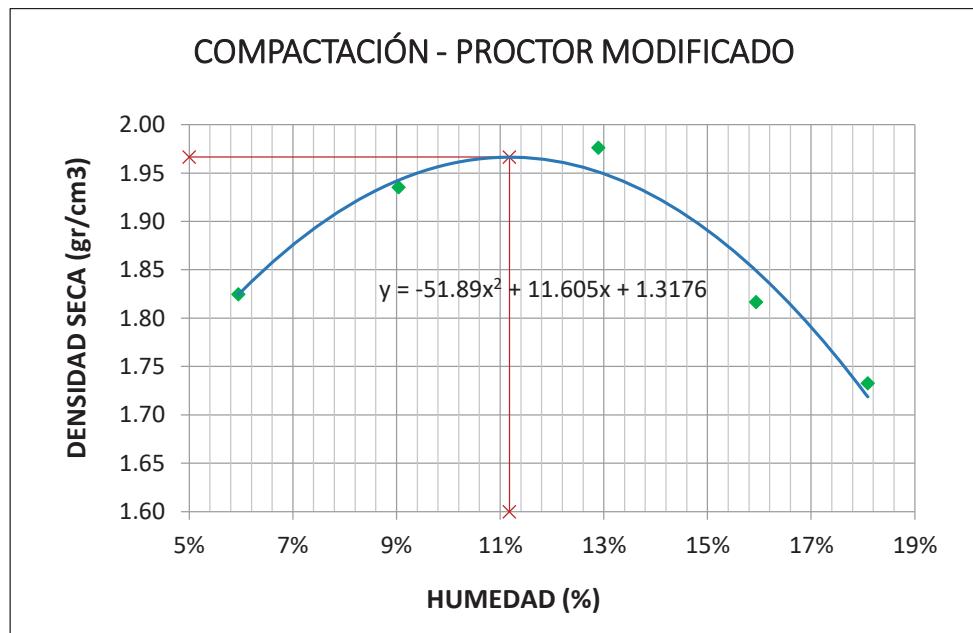


| | | |
|------------------------------------|---|-------------------------------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA | = | 1.97 gr/cm³ |
| CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO | = | 11.74 % |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.5-PS-12%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|------------|----------------------------------|-------------------------------|----------|------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| METODO | = | C | Altura de Caída del Martillo= | 45.60 cm | | | | | | |
| Número de Capas = | 5 | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | | | |
| Golpes por Capa = | 56 | Adición de pegamento sintético = | 12 % | | | | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | MUESTRA 03 | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | |
| Número de Proctor Utilizado | P-2 | | P-2 | | P-2 | | P-2 | | P-2 | |
| Diámetro del Molde (cm) | 15.24 | | 15.24 | | 15.24 | | 15.24 | | 15.24 | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 2123.31 | | 2123.31 | | 2123.31 | | 2123.31 | | 2123.31 | |
| Peso del Molde (gr) | 6099.00 | | 6545.00 | | 6164.00 | | 6545.00 | | 6545.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 10204.00 | | 11026.00 | | 10901.00 | | 11017.00 | | 10890.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 4105.00 | | 4481.00 | | 4737.00 | | 4472.00 | | 4345.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.93 | | 2.11 | | 2.23 | | 2.11 | | 2.05 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.82 | | 1.94 | | 1.98 | | 1.82 | | 1.73 | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 14.68 | 14.26 | 14.47 | 14.59 | 14.54 | 14.64 | 14.39 | 14.35 | 14.68 | 14.26 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 42.85 | 43.10 | 41.37 | 40.52 | 39.33 | 42.59 | 40.02 | 47.32 | 52.62 | 61.18 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 41.24 | 41.51 | 39.15 | 38.36 | 36.54 | 39.35 | 36.41 | 42.90 | 46.98 | 53.78 |
| Peso del Agua (gr) | 1.61 | 1.59 | 2.22 | 2.16 | 2.79 | 3.24 | 3.61 | 4.42 | 5.64 | 7.40 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 26.56 | 27.25 | 24.68 | 23.77 | 22.00 | 24.71 | 22.02 | 28.55 | 32.30 | 39.52 |
| Humedad (%) | 6.06% | 5.83% | 9.00% | 9.09% | 12.68% | 13.11% | 16.39% | 15.48% | 17.46% | 18.72% |
| Humedad Promedio | 5.95% | | 9.04% | | 12.90% | | 15.94% | | 18.09% | |

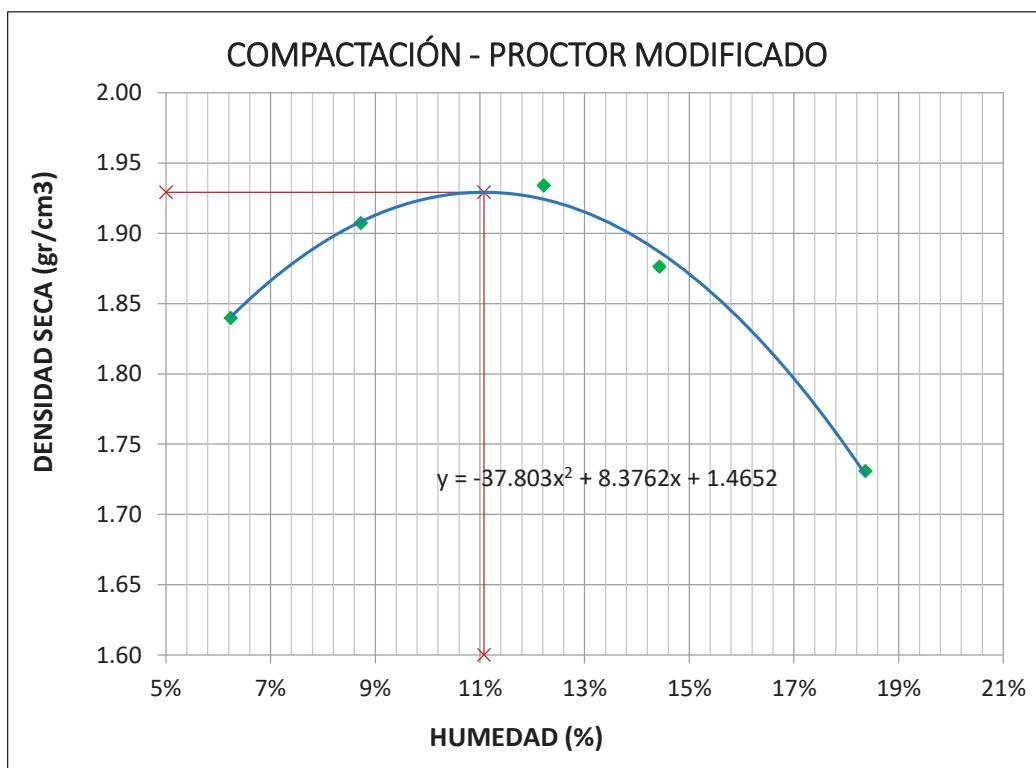


$$\begin{aligned} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} &= 1.97 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO} &= 11.18 \% \end{aligned}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.6.1.6-PS-15%: Compactación con energía modificada suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | | | |
|------------------------------------------|------------|------------|------------|----------------------------------|------------|--------|
| METODO = | C | | | Altura de Caída del Martillo= | 45.60 cm | |
| Número de Capas = | 5 | | | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | |
| Golpes por Capa = | 56 | | | Adición de pegamento sintético = | 15 % | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | |
| Número de Proctor Utilizado | P-2 | P-2 | P-2 | P-2 | P-2 | |
| Diámetro del Molde (cm) | 15.24 | 15.24 | 15.24 | 15.24 | 15.24 | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | 2123.31 | |
| Peso del Molde (gr) | 6099.00 | 6545.00 | 6134.00 | 6099.00 | 6545.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 10249.00 | 10948.00 | 10742.00 | 10658.00 | 10895.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 4150.00 | 4403.00 | 4608.00 | 4559.00 | 4350.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.95 | 2.07 | 2.17 | 2.15 | 2.05 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.84 | 1.91 | 1.93 | 1.88 | 1.73 | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 14.40 | 14.51 | 14.42 | 14.60 | 14.25 | 14.59 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 42.06 | 43.58 | 42.62 | 42.62 | 44.00 | 42.44 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 40.42 | 41.89 | 40.35 | 40.38 | 40.78 | 39.39 |
| Peso del Agua (gr) | 1.64 | 1.69 | 2.27 | 2.24 | 3.22 | 3.05 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 26.02 | 27.38 | 25.93 | 25.78 | 26.53 | 24.80 |
| Humedad (%) | 6.30% | 6.17% | 8.75% | 8.69% | 12.14% | 12.30% |
| Humedad Promedio | 6.24% | 8.72% | 12.22% | 14.43% | 14.43% | 18.37% |



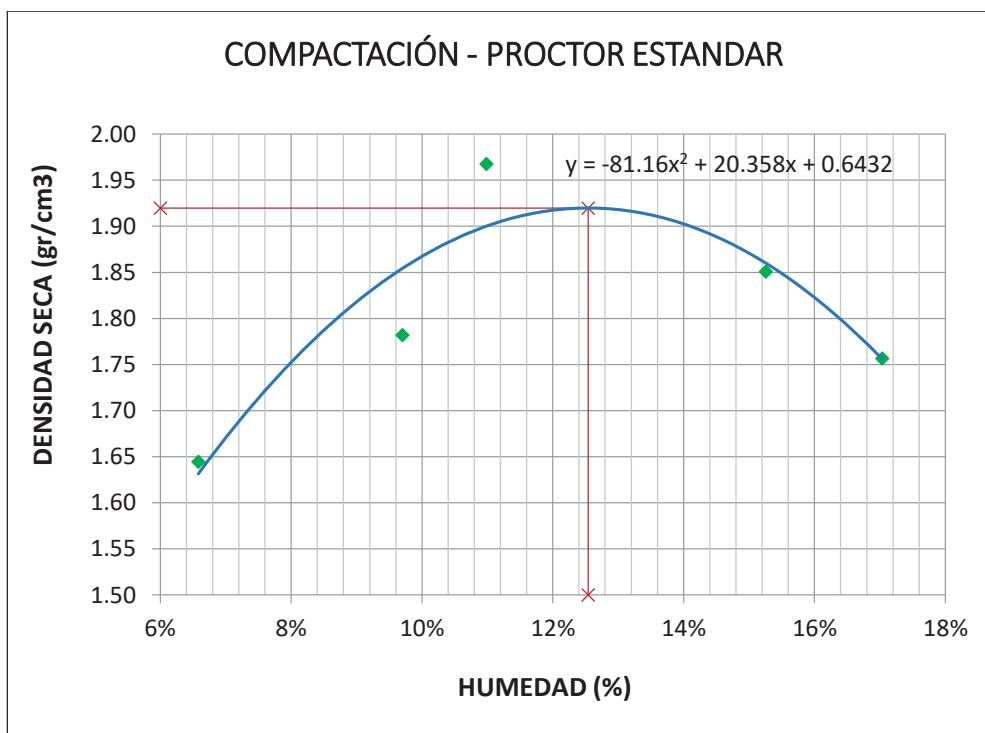
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7: Compactación proctor estándar

Anexo B.7.1: Compactación proctor estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

Anexo B.7.1.1-SPS: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

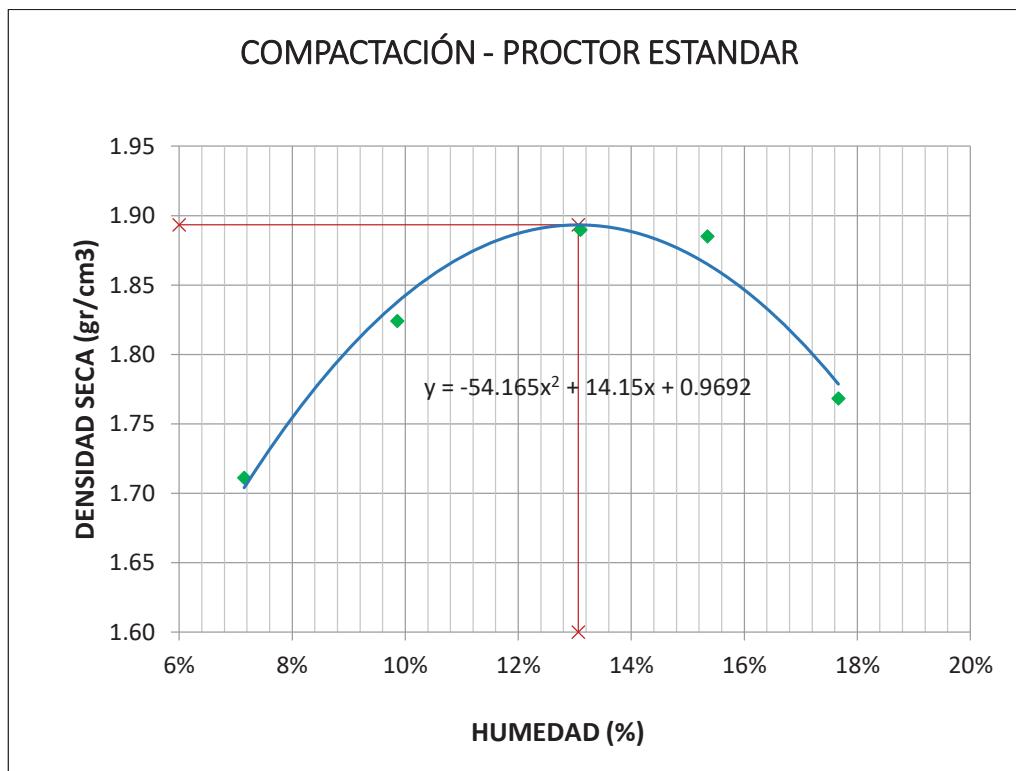
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|--------|--------------|----------------------------------|---------------|------------|---------------|--------|---------------|--------|
| METODO = | A | | | Altura de Caída del Martillo= | | 30.50 cm | | | | |
| Número de Capas = | 3 | | | Peso del Martillo = | | 2.50 Kg | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | | Adición de pegamento sintético = | | 0 % | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.30 | | 10.30 | 10.30 | 10.30 | 10.30 | 10.30 | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 969.88 | | 969.88 | 969.88 | 969.88 | 969.88 | 969.88 | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3836.00 | | 3848.00 | 3843.00 | 3829.00 | 3830.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5536.00 | | 5744.00 | 5961.00 | 5898.00 | 5824.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1700.00 | | 1896.00 | 2118.00 | 2069.00 | 1994.00 | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.75 | | 1.95 | 2.18 | 2.13 | 2.06 | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.64 | | 1.78 | 1.97 | 1.85 | 1.76 | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 38.52 | 37.60 | 39.02 | 39.40 | 37.26 | 38.22 | 23.74 | 23.86 | 23.74 | 23.96 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 102.92 | 110.92 | 101.58 | 107.38 | 104.36 | 110.42 | 131.58 | 99.90 | 107.90 | 94.16 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 99.00 | 106.33 | 96.21 | 101.19 | 98.11 | 102.86 | 118.28 | 89.16 | 95.99 | 83.66 |
| Peso del Agua (gr) | 3.92 | 4.59 | 5.37 | 6.19 | 6.25 | 7.56 | 13.30 | 10.74 | 11.91 | 10.50 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 60.48 | 68.73 | 57.19 | 61.79 | 60.85 | 64.64 | 94.54 | 65.30 | 72.25 | 59.70 |
| Humedad (%) | 6.48% | 6.68% | 9.39% | 10.02% | 10.27% | 11.70% | 14.07% | 16.45% | 16.48% | 17.59% |
| Humedad Promedio | 6.58% | | 9.70% | | 10.98% | | 15.26% | | 17.04% | |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.2-PS-3%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

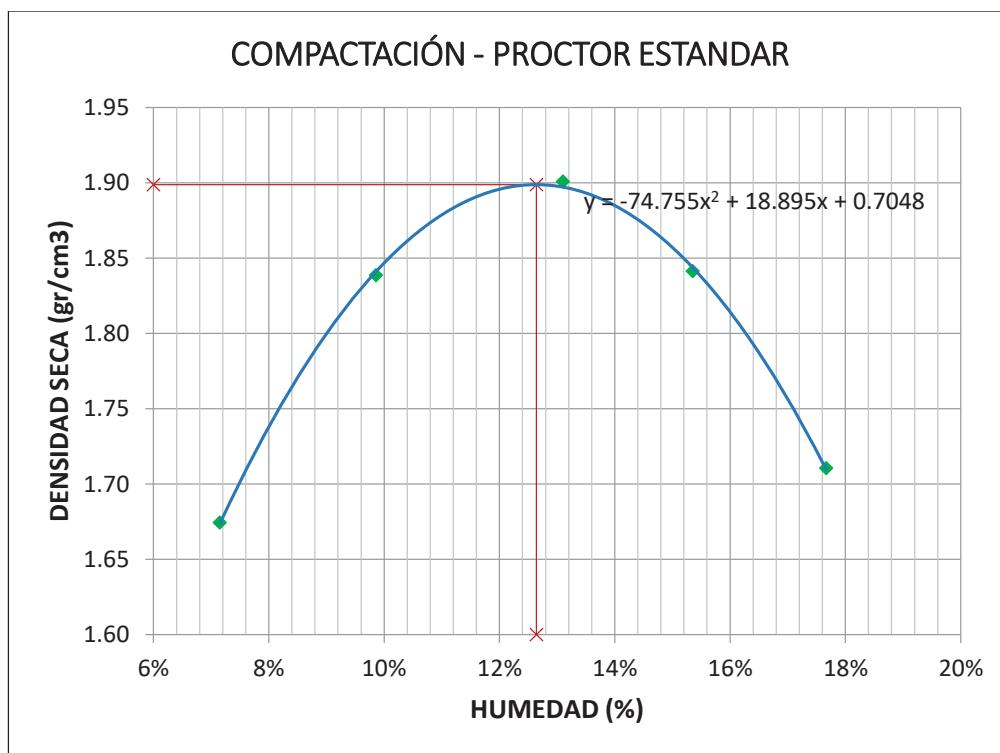
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|-------|--------------|----------------------------------|---------------|----------|---------------|--------|---------------|--------|
| METODO = | A | | | Altura de Caída del Martillo= | | 30.50 cm | | | | |
| Número de Capas = | 3 | | | Peso del Martillo = | | 2.50 Kg | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | | Adición de pegamento sintético = | | 3 % | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | MUESTRA 03 | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | | 10.13 | | 10.13 | | 10.13 | | 10.13 | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | |
| Volumen del Molde (cm3) | 938.13 | | 938.13 | | 938.13 | | 938.13 | | 938.13 | |
| Peso del Molde (gr) | 3825.00 | | 3810.00 | | 3820.00 | | 3830.00 | | 3820.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5545.00 | | 5690.00 | | 5825.00 | | 5870.00 | | 5772.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1720.00 | | 1880.00 | | 2005.00 | | 2040.00 | | 1952.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm3) | 1.83 | | 2.00 | | 2.14 | | 2.17 | | 2.08 | |
| Densidad Seca (gr/cm3) | 1.71 | | 1.82 | | 1.89 | | 1.89 | | 1.77 | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 39.02 | 39.40 | 38.54 | 37.60 | 38.22 | 37.26 | 38.60 | 38.74 | 23.74 | 23.84 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 99.16 | 95.84 | 91.52 | 80.74 | 87.02 | 92.80 | 91.40 | 103.20 | 76.84 | 96.84 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 95.28 | 91.95 | 86.95 | 76.72 | 81.41 | 86.32 | 84.50 | 94.47 | 69.77 | 84.69 |
| Peso del Agua (gr) | 3.88 | 3.89 | 4.57 | 4.02 | 5.61 | 6.48 | 6.90 | 8.73 | 7.07 | 12.15 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 56.26 | 52.55 | 48.41 | 39.12 | 43.19 | 49.06 | 45.90 | 55.73 | 46.03 | 60.85 |
| Humedad (%) | 6.90% | 7.40% | 9.44% | 10.28% | 12.99% | 13.21% | 15.03% | 15.66% | 15.36% | 19.97% |
| Humedad Promedio | 7.15% | | 9.86% | | 13.10% | | 15.35% | | 17.66% | |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.3-PS-6%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

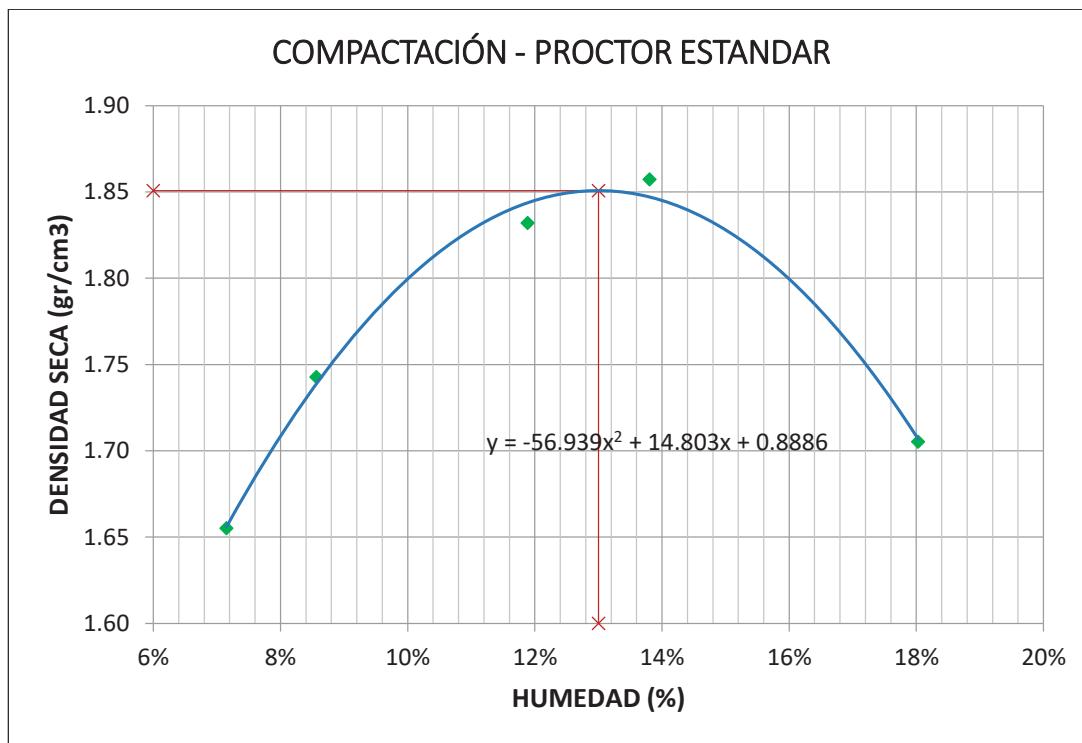
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|-------|--------------|--------|----------------------------------|--------|---------------|----------|---------------|--------|
| MÉTODO = | A | | | | Altura de Caída del Martillo= | | | 30.50 cm | | |
| Número de Capas = | 3 | | | | Peso del Martillo = | | | 2.50 Kg | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | | | Adición de pegamento sintético = | | | 6 % | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | MUESTRA 03 | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.30 | | 10.30 | | 10.30 | | 10.30 | | 10.30 | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 969.88 | | 969.88 | | 969.88 | | 969.88 | | 969.88 | |
| Peso del Molde (gr) | 3825.00 | | 3810.00 | | 3820.00 | | 3830.00 | | 3820.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5565.00 | | 5769.00 | | 5905.00 | | 5890.00 | | 5772.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1740.00 | | 1959.00 | | 2085.00 | | 2060.00 | | 1952.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.79 | | 2.02 | | 2.15 | | 2.12 | | 2.01 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.67 | | 1.84 | | 1.90 | | 1.84 | | 1.71 | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 39.02 | 39.40 | 38.54 | 37.60 | 38.22 | 37.26 | 38.60 | 38.74 | 23.74 | 23.84 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 99.16 | 95.84 | 91.52 | 80.74 | 87.02 | 92.80 | 91.40 | 103.20 | 76.84 | 96.84 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 95.28 | 91.95 | 86.95 | 76.72 | 81.41 | 86.32 | 84.50 | 94.47 | 69.77 | 84.69 |
| Peso del Agua (gr) | 3.88 | 3.89 | 4.57 | 4.02 | 5.61 | 6.48 | 6.90 | 8.73 | 7.07 | 12.15 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 56.26 | 52.55 | 48.41 | 39.12 | 43.19 | 49.06 | 45.90 | 55.73 | 46.03 | 60.85 |
| Humedad (%) | 6.90% | 7.40% | 9.44% | 10.28% | 12.99% | 13.21% | 15.03% | 15.66% | 15.36% | 19.97% |
| Humedad Promedio | 7.15% | | 9.86% | | 13.10% | | 15.35% | | 17.66% | |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.4-PS-9%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

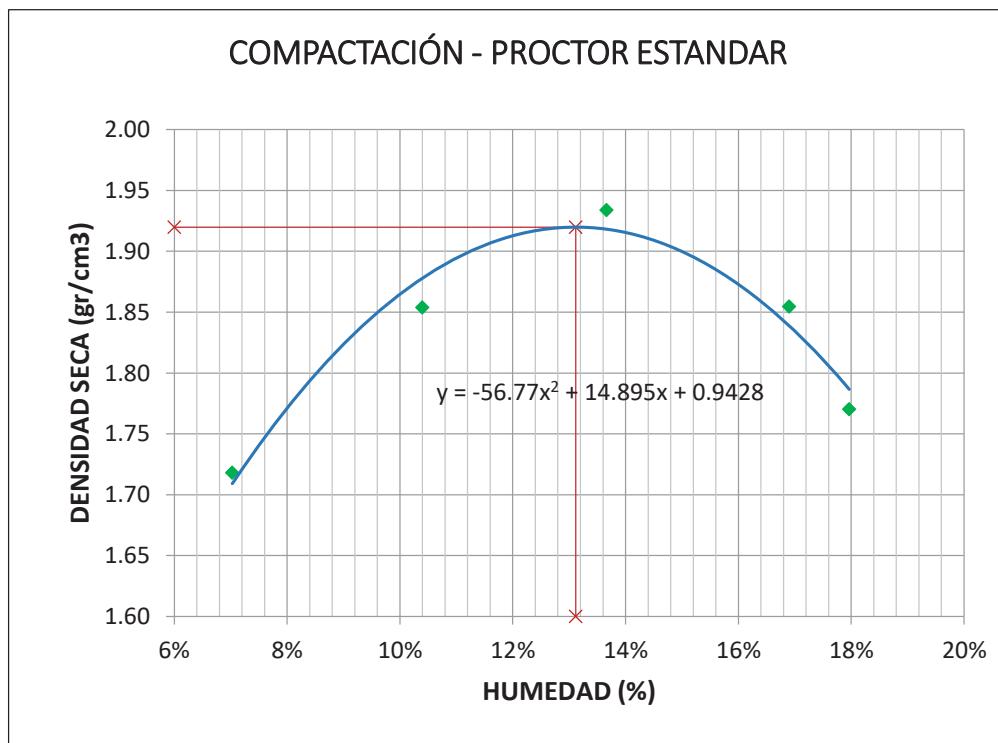
| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|-------|--------------|----------------------------------|---------------|----------|---------------|--------|---------------|--------|
| METODO = | A | | | Altura de Caída del Martillo= | | 30.50 cm | | | | |
| Número de Capas = | 3 | | | Peso del Martillo = | | 2.50 Kg | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | | Adición de pegamento sintético = | | 9 % | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | MUESTRA 03 | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.30 | | 10.30 | | 10.30 | | 10.30 | | 10.30 | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 969.88 | | 969.88 | | 969.88 | | 969.88 | | 969.88 | |
| Peso del Molde (gr) | 3825.00 | | 3845.00 | | 3810.00 | | 3820.00 | | 3830.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5545.00 | | 5680.00 | | 5798.00 | | 5870.00 | | 5782.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1720.00 | | 1835.00 | | 1988.00 | | 2050.00 | | 1952.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.77 | | 1.89 | | 2.05 | | 2.11 | | 2.01 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.66 | | 1.74 | | 1.83 | | 1.86 | | 1.71 | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 39.02 | 39.40 | 11.20 | 11.30 | 11.00 | 11.30 | 11.38 | 11.52 | 11.32 | 11.64 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 99.16 | 95.84 | 41.44 | 45.68 | 47.98 | 48.04 | 58.88 | 52.24 | 52.62 | 61.18 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 95.28 | 91.95 | 39.08 | 42.94 | 44.08 | 44.11 | 53.50 | 46.98 | 46.34 | 53.58 |
| Peso del Agua (gr) | 3.88 | 3.89 | 2.36 | 2.74 | 3.90 | 3.93 | 5.38 | 5.26 | 6.28 | 7.60 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 56.26 | 52.55 | 27.88 | 31.64 | 33.08 | 32.81 | 42.12 | 35.46 | 35.02 | 41.94 |
| Humedad (%) | 6.90% | 7.40% | 8.46% | 8.66% | 11.79% | 11.98% | 12.77% | 14.83% | 17.93% | 18.12% |
| Humedad Promedio | 7.15% | | 8.56% | | 11.88% | | 13.80% | | 18.03% | |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.1.5-PS-12%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|------------|------------|------------|----------------------------------|------------|----------|--------|--------|--------|
| METODO = | A | | | Altura de Caída del Martillo= | | 30.50 cm | | | |
| Número de Capas = | 3 | | | Peso del Martillo = | | 2.50 Kg | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | | Adición de pegamento sintético = | | 12 % | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3825.00 | 3842.00 | 3828.00 | 3836.00 | 3824.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5550.00 | 5762.00 | 5890.00 | 5870.00 | 5783.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1725.00 | 1920.00 | 2062.00 | 2034.00 | 1959.00 | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.84 | 2.05 | 2.20 | 2.17 | 2.09 | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.72 | 1.85 | 1.93 | 1.85 | 1.77 | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 38.98 | 39.20 | 10.74 | 11.20 | 11.18 | 11.44 | 11.30 | 11.00 | 11.30 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 98.32 | 94.84 | 39.68 | 35.62 | 44.82 | 46.26 | 41.54 | 56.10 | 52.65 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 94.68 | 90.95 | 36.99 | 33.29 | 40.82 | 42.03 | 37.31 | 49.37 | 46.39 |
| Peso del Agua (gr) | 3.64 | 3.89 | 2.69 | 2.33 | 4.00 | 4.23 | 4.23 | 6.73 | 6.26 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 55.70 | 51.75 | 26.25 | 22.09 | 29.64 | 30.59 | 26.01 | 38.37 | 35.09 |
| Humedad (%) | 6.54% | 7.52% | 10.25% | 10.55% | 13.50% | 13.83% | 16.26% | 17.54% | 17.84% |
| Humedad Promedio | 7.03% | 10.40% | | | 13.66% | | 16.90% | | 17.96% |

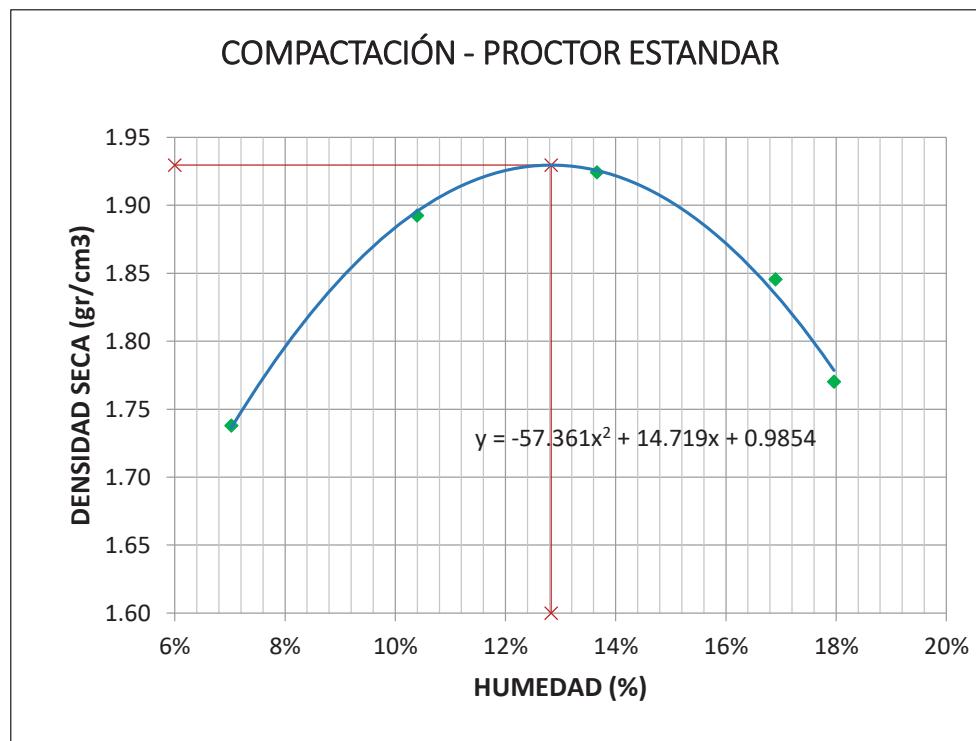


| | | |
|-----------------------------|---|-------------------------------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA | = | 1.92 gr/cm³ |
| HUMEDAD ÓPTIMA | = | 13.12 % |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Anexo B.7.1.6-PS-15%: Compactación con energía estándar suelo Tipo I (C-1 y C-8)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|-------|---------------|----------------------------------|---------------|----------|---------------|--------|---------------|--------|
| MÉTODO = | A | | | Altura de Caída del Martillo= | | 30.50 cm | | | | |
| Número de Capas = | 3 | | | Peso del Martillo = | | 2.50 Kg | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | | Adición de pegamento sintético = | | 15 % | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | MUESTRA 03 | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | | 10.13 | | 10.13 | | 10.13 | | 10.13 | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | | 11.64 | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | | 938.13 | | 938.13 | | 938.13 | | 938.13 | |
| Peso del Molde (gr) | 3815.00 | | 3832.00 | | 3818.00 | | 3836.00 | | 3824.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5560.00 | | 5792.00 | | 5870.00 | | 5860.00 | | 5783.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1745.00 | | 1960.00 | | 2052.00 | | 2024.00 | | 1959.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.86 | | 2.09 | | 2.19 | | 2.16 | | 2.09 | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.74 | | 1.89 | | 1.92 | | 1.85 | | 1.77 | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 38.98 | 39.20 | 10.74 | 11.20 | 11.18 | 11.44 | 11.30 | 11.00 | 11.30 | 11.56 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 98.32 | 94.84 | 39.68 | 35.62 | 44.82 | 46.26 | 41.54 | 56.10 | 52.65 | 61.18 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 94.68 | 90.95 | 36.99 | 33.29 | 40.82 | 42.03 | 37.31 | 49.37 | 46.39 | 53.58 |
| Peso del Agua (gr) | 3.64 | 3.89 | 2.69 | 2.33 | 4.00 | 4.23 | 4.23 | 6.73 | 6.26 | 7.60 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 55.70 | 51.75 | 26.25 | 22.09 | 29.64 | 30.59 | 26.01 | 38.37 | 35.09 | 42.02 |
| Humedad (%) | 6.54% | 7.52% | 10.25% | 10.55% | 13.50% | 13.83% | 16.26% | 17.54% | 17.84% | 18.09% |
| Humedad Promedio | 7.03% | | 10.40% | | 13.66% | | 16.90% | | 17.96% | |



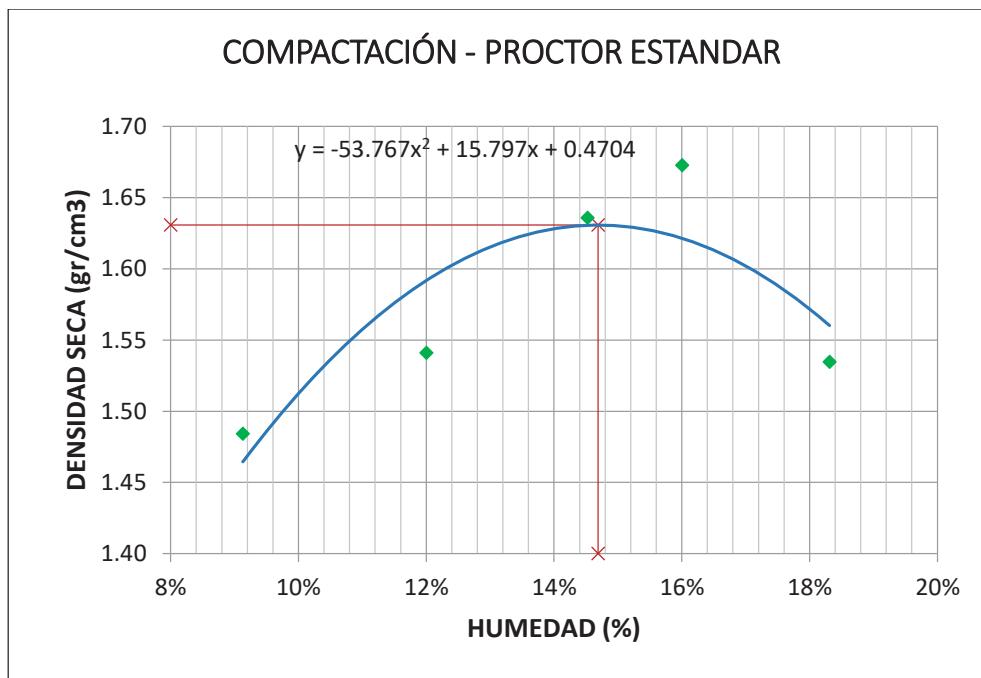
$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.93 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 12.83 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2: Compactación proctor estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

Anexo B.7.2.1-SPS: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9, C-10)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| METODO = | A | Altura de Caida del Martillo= | | 30.50 cm | | | | | |
| Número de Capas = | 3 | Peso del Martillo = | | 2.50 Kg | | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | Adición de pegamento sintético = | | 0 % | | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.30 | 10.30 | 10.30 | 10.30 | 10.30 | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 969.88 | 969.88 | 969.88 | 969.88 | 969.88 | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3831.00 | 3815.00 | 3823.00 | 3834.00 | 3833.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5402.00 | 5489.00 | 5640.00 | 5716.00 | 5594.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1571.00 | 1674.00 | 1817.00 | 1882.00 | 1761.00 | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.62 | 1.73 | 1.87 | 1.94 | 1.82 | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.48 | 1.54 | 1.64 | 1.67 | 1.53 | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 8.65 | 19.10 | 14.78 | 19.54 | 15.23 | 19.52 | 15.16 | 19.45 | 19.42 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 26.52 | 38.60 | 29.90 | 38.92 | 31.25 | 37.70 | 34.47 | 44.33 | 57.85 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 25.07 | 36.92 | 28.29 | 36.83 | 29.17 | 35.45 | 31.82 | 40.88 | 52.04 |
| Peso del Agua (gr) | 1.45 | 1.68 | 1.61 | 2.09 | 2.08 | 2.25 | 2.65 | 3.45 | 5.81 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 16.42 | 17.82 | 13.51 | 17.29 | 13.94 | 15.93 | 16.66 | 21.43 | 32.62 |
| Humedad (%) | 8.83% | 9.43% | 11.92% | 12.09% | 14.92% | 14.12% | 15.91% | 16.10% | 17.81% |
| Humedad Promedio | 9.13% | 12.00% | 14.52% | 16.00% | 18.31% | | | | |

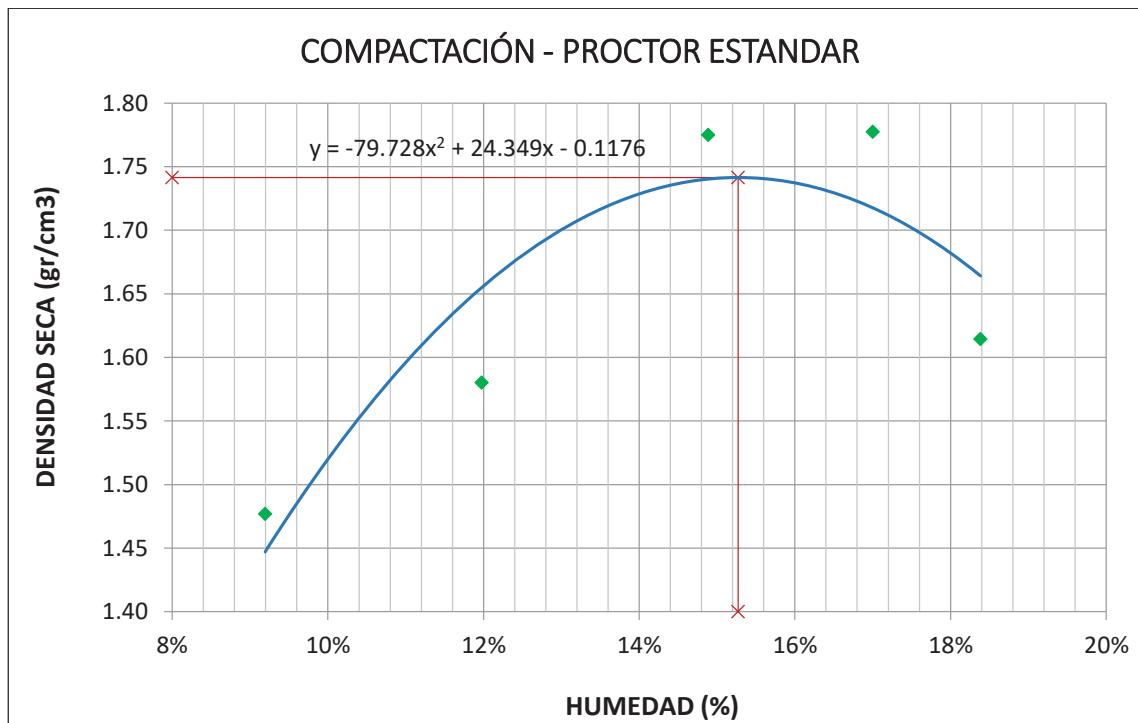


| | | |
|-----------------------------|---|-------------------------------|
| MÁXIMA DENSIDAD SECA | = | 1.63 gr/cm³ |
| HUMEDAD ÓPTIMA | = | 14.69 % |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.2-PS-3%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| METODO = | A | Altura de Caída del Martillo= | | | 30.50 cm | | | | | | |
| Número de Capas = | 3 | Peso del Martillo = | | | 2.50 Kg | | | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | Adición de pegamento sintético = | | | 3 % | | | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | | | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3831.00 | 3823.00 | 3815.00 | 3834.00 | 3833.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5344.00 | 5483.00 | 5728.00 | 5785.00 | 5626.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1513.00 | 1660.00 | 1913.00 | 1951.00 | 1793.00 | | | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.61 | 1.77 | 2.04 | 2.08 | 1.91 | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.48 | 1.58 | 1.77 | 1.78 | 1.61 | | | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 18.72 | 17.89 | 14.40 | 18.41 | 19.22 | 15.04 | 22.48 | 18.44 | 14.56 | 14.28 | |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 37.56 | 40.38 | 33.08 | 42.47 | 40.47 | 36.92 | 52.30 | 45.26 | 48.53 | 54.48 | |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 36.03 | 38.42 | 31.11 | 39.86 | 37.76 | 34.04 | 48.07 | 41.27 | 43.44 | 48.02 | |
| Peso del Agua (gr) | 1.53 | 1.96 | 1.97 | 2.61 | 2.71 | 2.88 | 4.23 | 3.99 | 5.09 | 6.46 | |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 17.31 | 20.53 | 16.71 | 21.45 | 18.54 | 19.00 | 25.59 | 22.83 | 28.88 | 33.74 | |
| Humedad (%) | 8.84% | 9.55% | 11.79% | 12.17% | 14.62% | 15.16% | 16.53% | 17.48% | 17.62% | 19.15% | |
| Humedad Promedio | 9.19% | 11.98% | 14.89% | 17.00% | 18.39% | | | | | | |

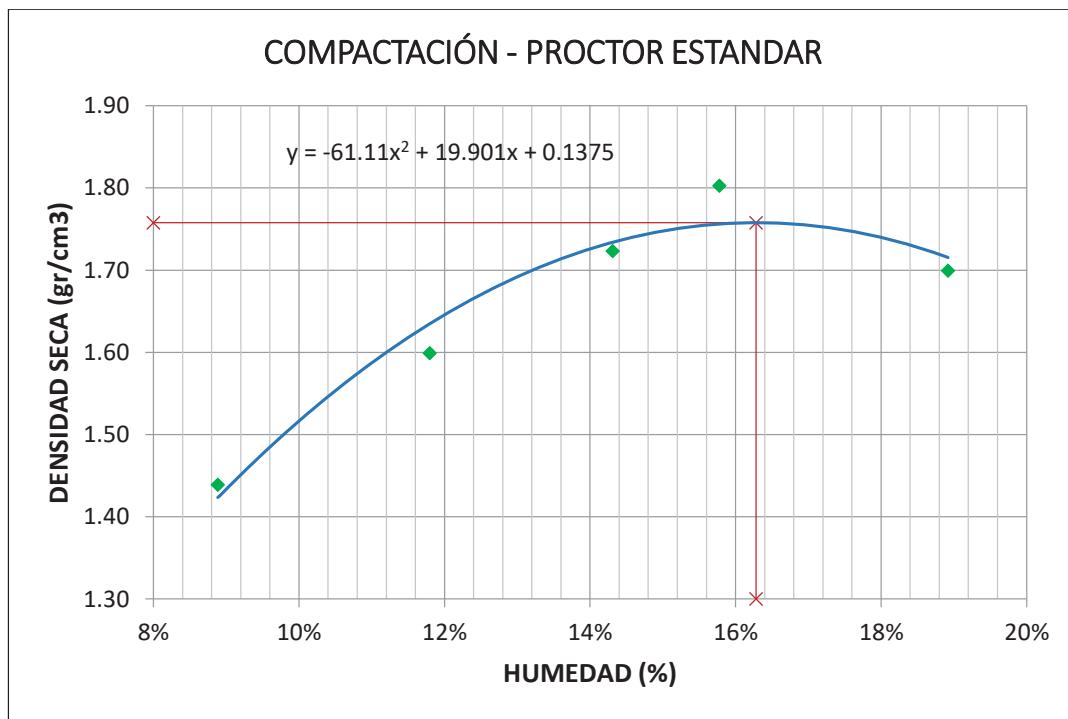


$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.74 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 15.27 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.3-PS-6%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| MÉTODO = | A | Altura de Caída del Martillo= | 30.50 cm | | | | | | | |
| Número de Capas = | 3 | Peso del Martillo = | 2.50 Kg | | | | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | Adición de pegamento sintético = | 6 % | | | | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3839.00 | 3825.00 | 3832.00 | 3844.00 | 3831.00 | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5309.00 | 5502.00 | 5680.00 | 5802.00 | 5727.00 | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1470.00 | 1677.00 | 1848.00 | 1958.00 | 1896.00 | | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.57 | 1.79 | 1.97 | 2.09 | 2.02 | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.44 | 1.60 | 1.72 | 1.80 | 1.70 | | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | | | | |
| Peso de Capsula (gr) | 14.40 | 14.52 | 14.41 | 14.59 | 14.12 | 14.72 | 14.27 | 14.46 | 14.84 | 14.73 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 39.53 | 40.24 | 40.30 | 36.32 | 34.98 | 35.26 | 43.60 | 47.77 | 47.21 | 45.36 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 37.49 | 38.13 | 37.53 | 34.06 | 32.47 | 32.59 | 39.37 | 43.50 | 42.25 | 40.31 |
| Peso del Agua (gr) | 2.04 | 2.11 | 2.77 | 2.26 | 2.51 | 2.67 | 4.23 | 4.27 | 4.96 | 5.05 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 23.09 | 23.61 | 23.12 | 19.47 | 18.35 | 17.87 | 25.10 | 29.04 | 27.41 | 25.58 |
| Humedad (%) | 8.83% | 8.94% | 11.98% | 11.61% | 13.68% | 14.94% | 16.85% | 14.70% | 18.10% | 19.74% |
| Humedad Promedio | 8.89% | 11.79% | 14.31% | 15.78% | 15.78% | 18.92% | | | | |

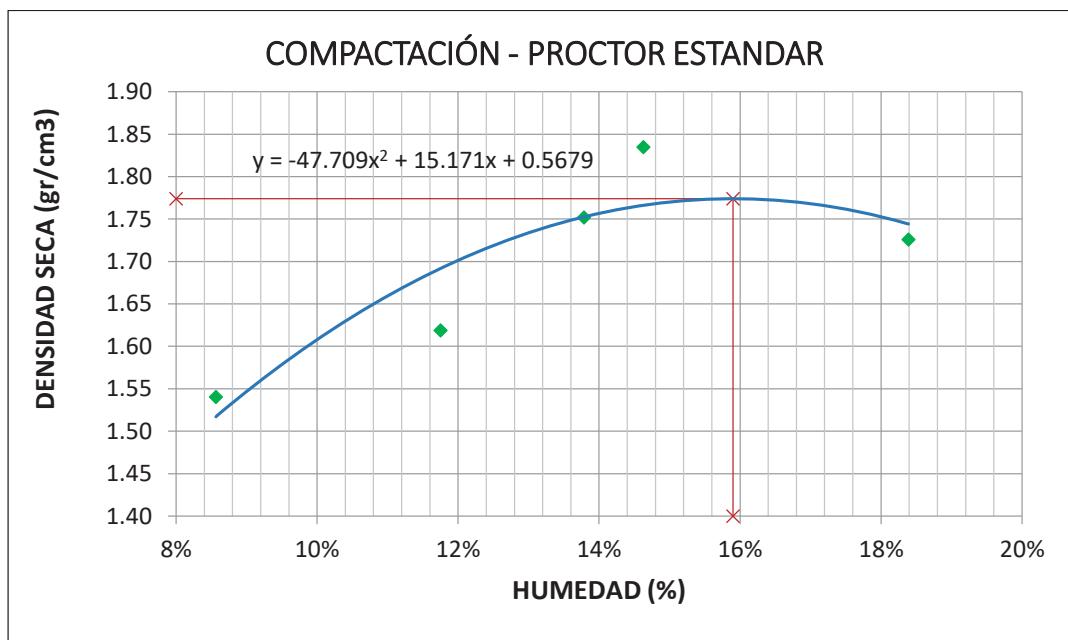


$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.76 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 16.28 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.4-PS-9%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|----------------------------------|-------------------------------|-------------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|
| METODO | = | A | Altura de Caida del Martillo= | 30.50 cm | | | | | |
| Número de Capas = | 3 | Peso del Martillo = | 2.50 Kg | | | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | Adición de pegamento sintético = | 9 % | | | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3840.00 | 3827.00 | 3835.00 | 3846.00 | 3833.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5409.00 | 5524.00 | 5705.00 | 5819.00 | 5750.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1569.00 | 1697.00 | 1870.00 | 1973.00 | 1917.00 | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.67 | 1.81 | 1.99 | 2.10 | 2.04 | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.54 | 1.62 | 1.75 | 1.83 | 1.73 | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 9.26 | 19.49 | 19.58 | 18.51 | 14.22 | 8.77 | 14.54 | 14.68 | 14.59 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 27.55 | 38.23 | 40.99 | 40.00 | 39.23 | 30.91 | 38.21 | 45.98 | 46.58 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 26.08 | 36.78 | 38.88 | 37.60 | 36.30 | 28.14 | 35.41 | 41.70 | 41.50 |
| Peso del Agua (gr) | 1.47 | 1.45 | 2.11 | 2.40 | 2.93 | 2.77 | 2.80 | 4.28 | 5.08 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 16.82 | 17.29 | 19.30 | 19.09 | 22.08 | 19.37 | 20.87 | 27.02 | 26.91 |
| Humedad (%) | 8.74% | 8.39% | 10.93% | 12.57% | 13.27% | 14.30% | 13.42% | 15.84% | 18.88% |
| Humedad Promedio | 8.56% | | 11.75% | | 13.79% | | 14.63% | | 18.39% |

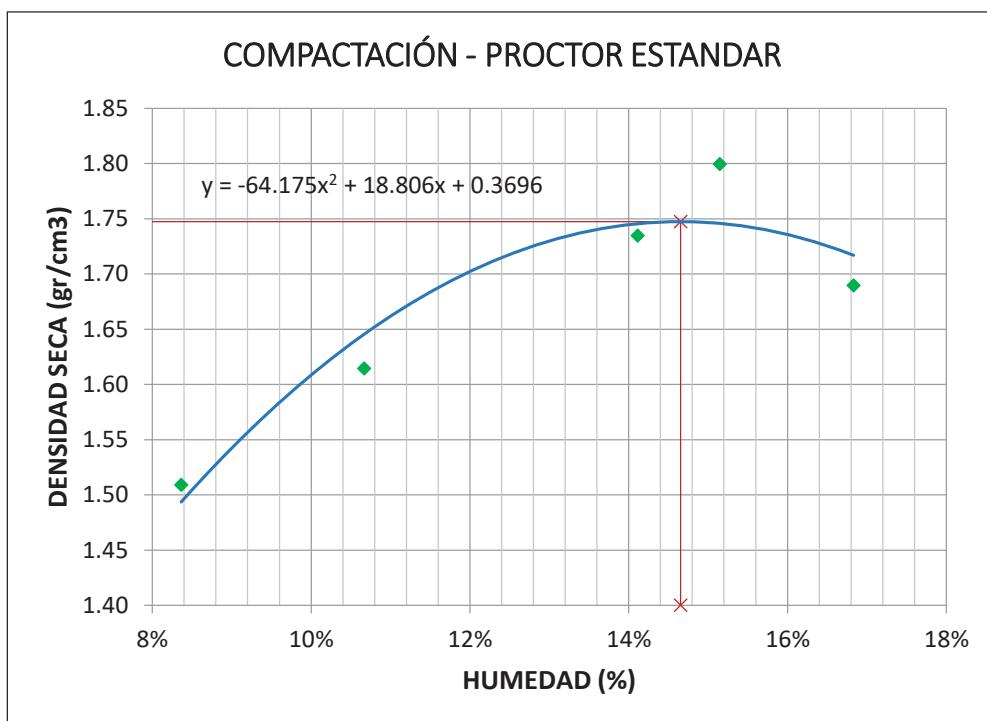


$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.77 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 15.90\% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.5-PS-12%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|-------|---------------|----------------------------------|---------------|-------------|---------------|--------|---------------|--------|
| METODO = | A | | | Altura de Caída del Martillo= | | 30.50 cm | | | | |
| Número de Capas = | 3 | | | Peso del Martillo = | | 2.50 Kg | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | | Adición de pegamento sintético = | | 12 % | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3841.00 | | 3827.00 | 3835.00 | 3846.00 | 3833.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5375.00 | | 5503.00 | 5692.00 | 5790.00 | 5685.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1534.00 | | 1676.00 | 1857.00 | 1944.00 | 1852.00 | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.64 | | 1.79 | 1.98 | 2.07 | 1.97 | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.51 | | 1.61 | 1.73 | 1.80 | 1.69 | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 14.27 | 8.57 | 19.03 | 14.70 | 19.46 | 15.14 | 19.42 | 15.81 | 14.68 | 18.97 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 43.34 | 31.26 | 39.58 | 34.62 | 38.78 | 36.32 | 43.86 | 42.72 | 44.02 | 44.94 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 41.16 | 29.46 | 37.64 | 32.66 | 36.40 | 33.69 | 41.07 | 38.73 | 39.86 | 41.14 |
| Peso del Agua (gr) | 2.18 | 1.80 | 1.94 | 1.96 | 2.38 | 2.63 | 2.79 | 3.99 | 4.16 | 3.80 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 26.89 | 20.89 | 18.61 | 17.96 | 16.94 | 18.55 | 21.65 | 22.92 | 25.18 | 22.17 |
| Humedad (%) | 8.11% | 8.62% | 10.42% | 10.91% | 14.05% | 14.18% | 12.89% | 17.41% | 16.52% | 17.14% |
| Humedad Promedio | 8.36% | | 10.67% | | 14.11% | | 15.15% | | 16.83% | |

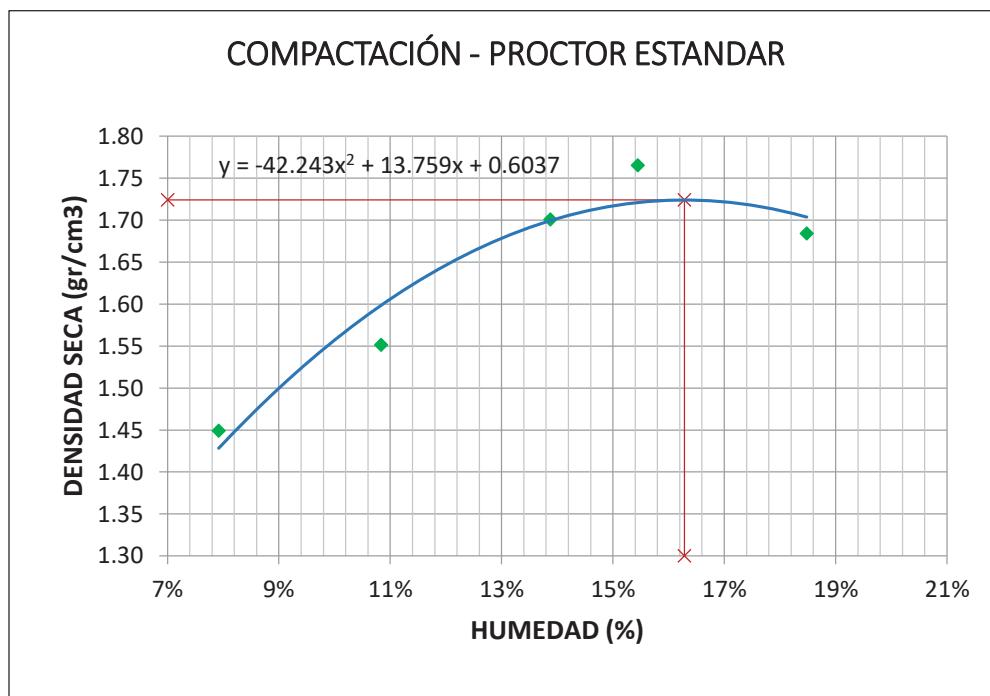


$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.75 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 14.65 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.2.6-PS-15%: Compactación con energía estándar suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|-------|----------------------------------|-------------|---------------|-------------|---------------|--------|---------------|--------|
| MÉTODO | = | A | Altura de Caída del Martillo= | | | 30.50 cm | | | | |
| Número de Capas = | 3 | | Peso del Martillo = | | | 2.50 Kg | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | Adición de pegamento sintético = | | | 15 % | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | | | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | | | |
| Altura del molde (cm) | | | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | | | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | 3841.00 | 3828.00 | 3836.00 | 3848.00 | 3833.00 | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | | | 5308.00 | 5441.00 | 5653.00 | 5760.00 | 5705.00 | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | | | 1467.00 | 1613.00 | 1817.00 | 1912.00 | 1872.00 | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | | | 1.56 | 1.72 | 1.94 | 2.04 | 2.00 | | | |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.45 | | 1.55 | 1.70 | 1.77 | 1.72 | 1.68 | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 18.77 | 18.89 | 18.85 | 18.68 | 9.25 | 19.50 | 8.84 | 15.49 | 9.14 | 14.66 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 38.64 | 43.44 | 40.84 | 38.28 | 25.88 | 40.22 | 29.52 | 34.48 | 29.46 | 37.62 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 37.23 | 41.58 | 38.74 | 36.32 | 23.85 | 37.70 | 26.84 | 31.86 | 26.37 | 33.95 |
| Peso del Agua (gr) | 1.41 | 1.86 | 2.10 | 1.96 | 2.03 | 2.52 | 2.68 | 2.62 | 3.09 | 3.67 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 18.46 | 22.69 | 19.89 | 17.64 | 14.60 | 18.20 | 18.00 | 16.37 | 17.23 | 19.29 |
| Humedad (%) | 7.64% | 8.20% | 10.56% | 11.11% | 13.90% | 13.85% | 14.89% | 16.00% | 17.93% | 19.03% |
| Humedad Promedio | 7.92% | | 10.83% | | 13.88% | | 15.45% | | 18.48% | |



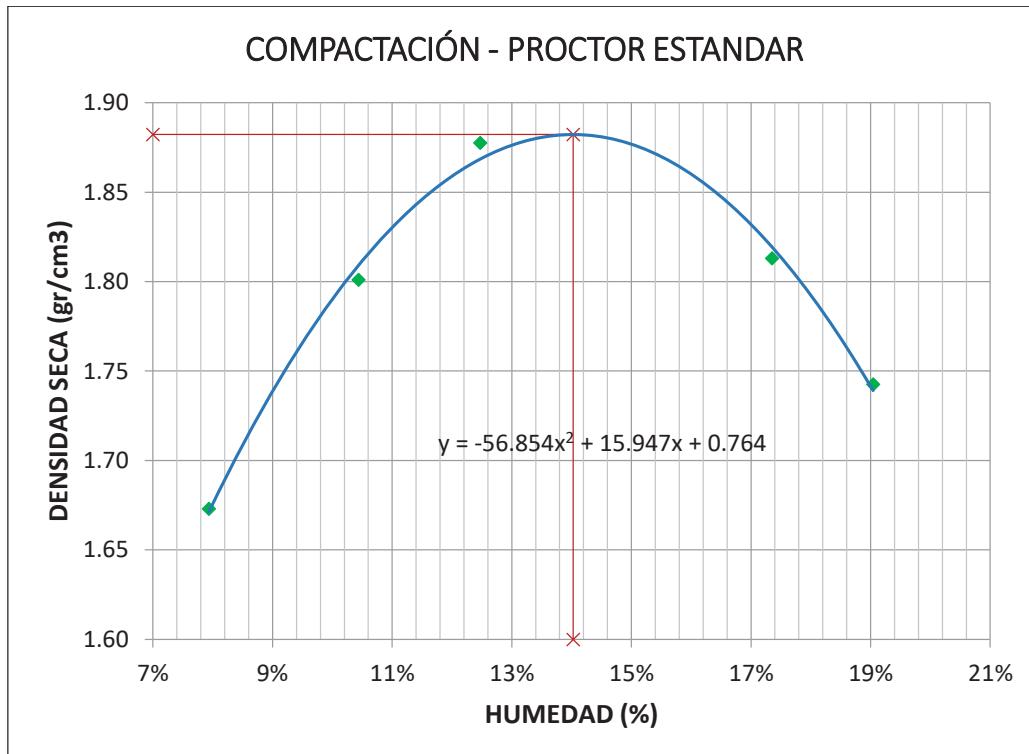
$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.72 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 16.29 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.3: Compactación proctor estándar suelo Tipo IV (C-5)

Anexo B.7.3.1-SPS: Compactación con energía estándar suelo Tipo IV (C-5)

| DATOS GENERALES | | | | | |
|------------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|
| MÉTODO = | A | Altura de Caída del Martillo= | 30.50 cm | | |
| Número de Capas = | 3 | Peso del Martillo = | 2.50 Kg | | |
| Golpes por Capa = | 25 | Adición de pegamento sintético = | 0 % | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 |
| Peso del Molde (gr) | 3838.00 | 3824.00 | 3832.00 | 3843.00 | 3830.00 |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5532.00 | 5690.00 | 5813.00 | 5839.00 | 5776.00 |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1694.00 | 1866.00 | 1981.00 | 1996.00 | 1946.00 |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.81 | 1.99 | 2.11 | 2.13 | 2.07 |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.67 | 1.80 | 1.88 | 1.81 | 1.74 |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba |
| Peso de Capsula (gr) | 14.46 | 14.60 | 14.54 | 14.64 | 14.72 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 40.08 | 40.41 | 35.71 | 40.12 | 46.93 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 38.31 | 38.40 | 33.72 | 37.70 | 43.56 |
| Peso del Agua (gr) | 1.77 | 2.01 | 1.99 | 2.42 | 3.37 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 23.85 | 23.80 | 19.18 | 23.06 | 28.84 |
| Humedad (%) | 7.42% | 8.45% | 10.38% | 10.49% | 11.69% |
| Humedad Promedio | 7.93% | 10.43% | 12.47% | 17.35% | 19.04% |
| Abajo | | | | | |

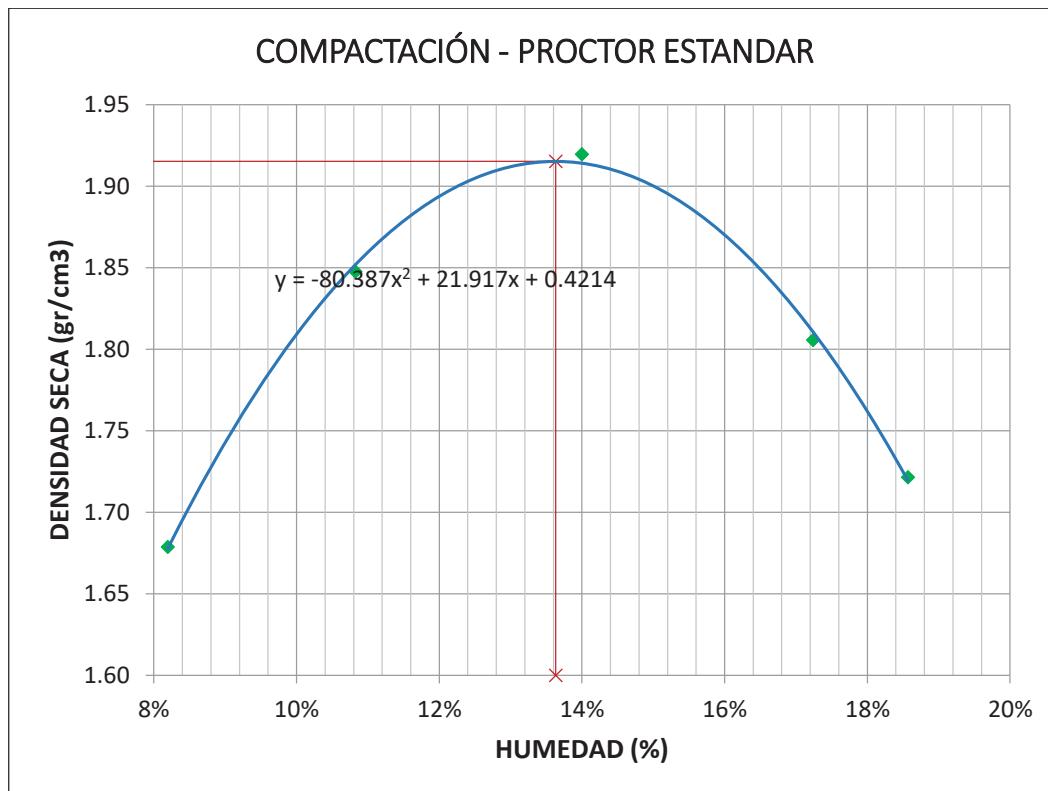


$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.88 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 14.02 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.3.2-PS-5%: Compactación con energía estándar suelo Tipo IV (C-5)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|-------|---------------|----------------------------------|---------------|---------------|--------|--------|--------|--------|
| MÉTODO | A | | | Altura de Caída del Martillo= | 30.50 cm | | | | | |
| Número de Capas = | 3 | | | Peso del Martillo = | 2.50 Kg | | | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | | | Adición de pegamento sintético = | 5 % | | | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3837.00 | | 3814.00 | 3821.00 | 3843.00 | 3831.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5541.00 | | 5735.00 | 5874.00 | 5829.00 | 5746.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1704.00 | | 1921.00 | 2053.00 | 1986.00 | 1915.00 | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.82 | | 2.05 | 2.19 | 2.12 | 2.04 | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.68 | | 1.85 | 1.92 | 1.81 | 1.72 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 14.32 | 14.64 | 9.02 | 8.50 | 8.82 | 8.66 | 18.88 | 18.78 | 18.46 | 8.88 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 37.96 | 38.29 | 26.37 | 25.86 | 31.22 | 29.66 | 45.40 | 46.63 | 43.69 | 35.66 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 36.29 | 36.38 | 24.73 | 24.11 | 28.45 | 27.10 | 41.68 | 42.35 | 39.82 | 31.38 |
| Peso del Agua (gr) | 1.67 | 1.91 | 1.64 | 1.75 | 2.77 | 2.56 | 3.72 | 4.28 | 3.87 | 4.28 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 21.97 | 21.74 | 15.71 | 15.61 | 19.63 | 18.44 | 22.80 | 23.57 | 21.36 | 22.50 |
| Humedad (%) | 7.60% | 8.79% | 10.44% | 11.21% | 14.11% | 13.88% | 16.32% | 18.16% | 18.12% | 19.02% |
| Humedad Promedio | 8.19% | | 10.82% | 14.00% | 17.24% | 18.57% | | | | |

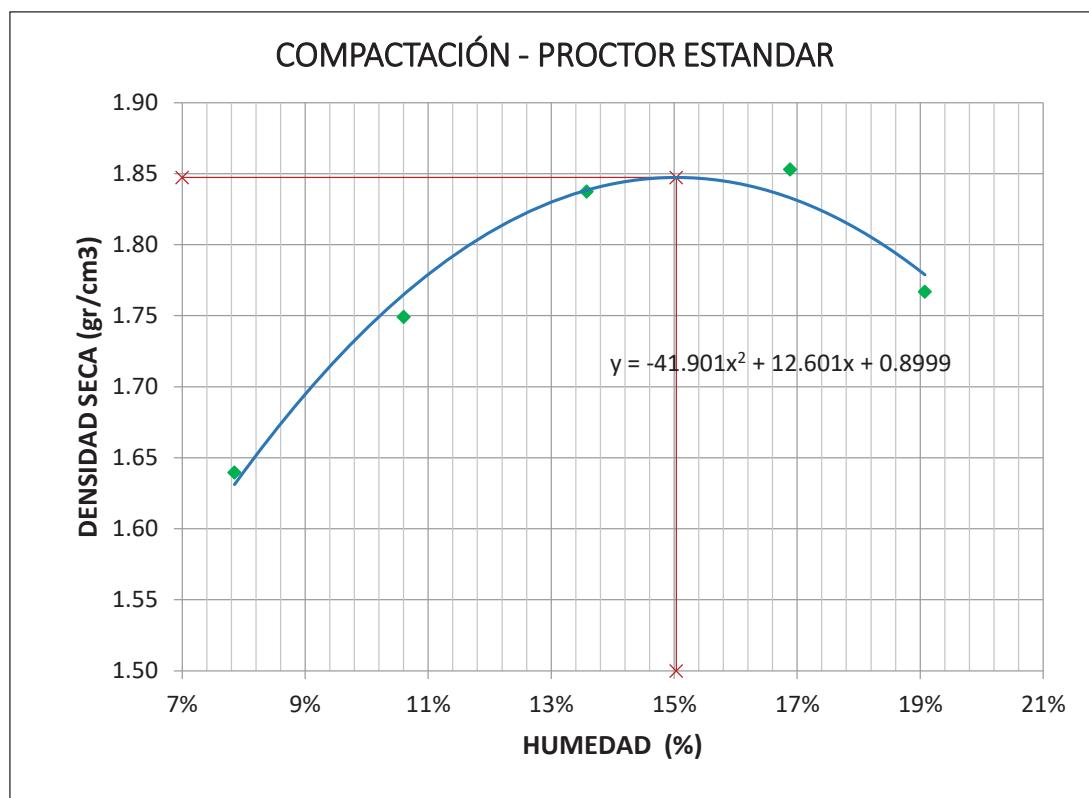


$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.92 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 13.63 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.3.3-PS-10%: Compactación con energía estándar suelo Tipo IV (C-5)

| DATOS GENERALES | | | | | | |
|------------------------------------------|--------------|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|--------|
| MÉTODO = | A | Altura de Caída del Martillo= | 30.50 cm | | | |
| Número de Capas = | 3 | Peso del Martillo = | 2.50 Kg | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | Adición de pegamento sintético = | 10 % | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | |
| Peso del Molde (gr) | 3840.00 | 3828.00 | 3836.00 | 3846.00 | 3833.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5499.00 | 5643.00 | 5794.00 | 5878.00 | 5807.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1659.00 | 1815.00 | 1958.00 | 2032.00 | 1974.00 | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.77 | 1.93 | 2.09 | 2.17 | 2.10 | |
| Densidad Seca (gr/cm³) | 1.64 | 1.75 | 1.84 | 1.85 | 1.77 | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 18.68 | 18.71 | 18.54 | 18.01 | 18.32 | 14.35 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 38.15 | 42.26 | 38.39 | 39.72 | 37.46 | 33.52 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 36.72 | 40.56 | 36.54 | 37.58 | 35.22 | 31.18 |
| Peso del Agua (gr) | 1.43 | 1.70 | 1.85 | 2.14 | 2.24 | 2.34 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 18.04 | 21.85 | 18.00 | 19.57 | 16.90 | 16.83 |
| Humedad (%) | 7.93% | 7.78% | 10.28% | 10.94% | 13.25% | 13.90% |
| Humedad Promedio | 7.85% | 10.61% | 13.58% | 16.89% | 19.08% | |

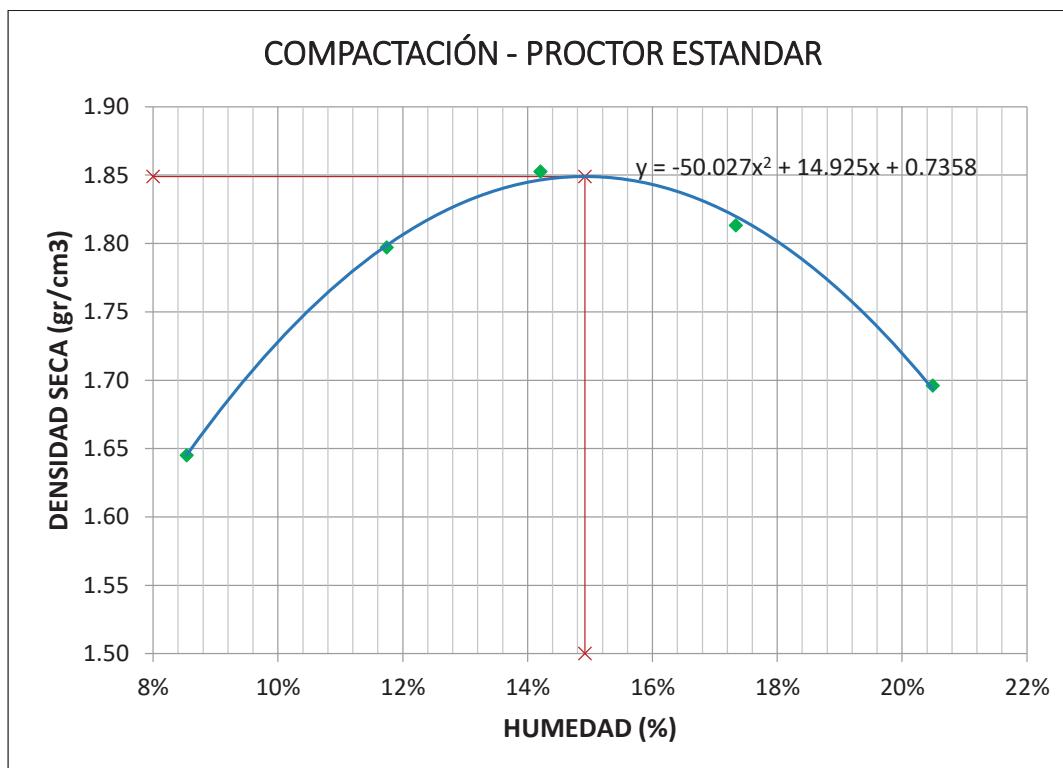


$$\begin{array}{lcl} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} & = & 1.85 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} & = & 15.04 \% \end{array}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.7.3.4-PS-15%: compactación con energía estándar suelo Tipo IV (C-5)

| DATOS GENERALES | | | | | | | | | | | |
|------------------------------------------|------------|----------------------------------|------------|------------|------------|--------|--------|----------|--------|--|--|
| METODO = | A | Altura de Caída del Martillo= | | | | | | 30.50 cm | | | |
| Número de Capas = | 3 | Peso del Martillo = | | | | | | 2.50 Kg | | | |
| Golpes por Capa = | 25 | Adición de pegamento sintético = | | | | | | 15 % | | | |
| DENSIDAD DE LA MUESTRA | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | | | | | | |
| Diámetro del Molde (cm) | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | 10.13 | | | | | | |
| Altura del molde (cm) | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | 11.64 | | | | | | |
| Volumen del Molde (cm ³) | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | 938.13 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | 3841.00 | 3828.00 | 3835.00 | 3847.00 | 3833.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada (gr) | 5516.00 | 5712.00 | 5820.00 | 5843.00 | 5750.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada (gr) | 1675.00 | 1884.00 | 1985.00 | 1996.00 | 1917.00 | | | | | | |
| Densidad Húmeda (gr/cm ³) | 1.79 | 2.01 | 2.12 | 2.13 | 2.04 | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 1.65 | 1.80 | 1.85 | 1.81 | 1.70 | | | | | | |
| HUMEDAD | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | Arriba | Arriba | Abajo | Arriba | Abajo | | |
| Peso de Capsula (gr) | 18.73 | 17.90 | 14.42 | 18.43 | 19.23 | 15.05 | 18.31 | 11.39 | 19.65 | | |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 40.24 | 39.12 | 35.76 | 41.96 | 43.20 | 36.30 | 42.70 | 36.54 | 42.24 | | |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 38.62 | 37.38 | 33.56 | 39.44 | 40.26 | 33.62 | 39.12 | 32.80 | 38.44 | | |
| Peso del Agua (gr) | 1.62 | 1.74 | 2.20 | 2.52 | 2.94 | 2.68 | 3.58 | 3.74 | 3.80 | | |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 19.89 | 19.48 | 19.14 | 21.01 | 21.03 | 18.57 | 20.81 | 21.41 | 18.79 | | |
| Humedad (%) | 8.14% | 8.93% | 11.49% | 11.99% | 13.98% | 14.43% | 17.20% | 17.47% | 20.22% | | |
| Humedad Promedio | 8.54% | 11.74% | 14.21% | 17.34% | 17.34% | 17.34% | 20.49% | 20.49% | 20.49% | | |



$$\begin{aligned} \text{MÁXIMA DENSIDAD SECA} &= 1.85 \text{ gr/cm}^3 \\ \text{HUMEDAD ÓPTIMA} &= 14.92 \% \end{aligned}$$

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.8: Capacidad de soporte CBR

Anexo B.8.1: Capacidad de soporte CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

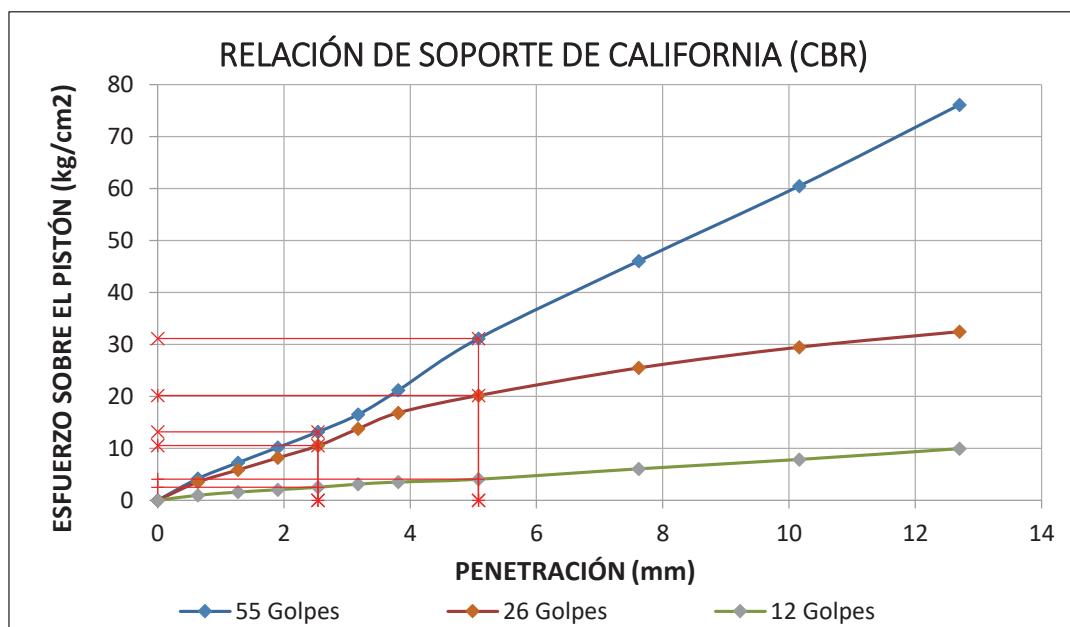
Anexo B.8.1.1-SPS: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.92 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diámetro = | 15.24 cm | | |
| Humedad Óptimo = | 12.54% | Altura de Caida del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | |
| Adición de pegamento = | 0 % | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7061.00 | 7776.00 | 6988.00 | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11798.00 | 12315.00 | 11240.00 | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11867.00 | 12487.00 | 11498.00 | | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 69.00 | 172.00 | 258.00 | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4737.00 | 4539.00 | 4252.00 | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4806.00 | 4711.00 | 4510.00 | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4209.09 | 4033.16 | 3778.14 | | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 1.64% | 4.26% | 6.83% | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.98 | 1.90 | 1.78 | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Arriba | Medio | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.70 | 8.78 | 8.74 | 14.32 | 14.66 | 14.64 | 14.46 | 14.40 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 54.14 | 35.58 | 31.64 | 60.98 | 50.70 | 52.88 | 52.86 | 49.70 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 48.00 | 31.92 | 29.10 | 54.26 | 46.04 | 47.14 | 46.52 | 44.66 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 6.14 | 3.66 | 2.54 | 6.72 | 4.66 | 5.74 | 6.34 | 5.04 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 33.30 | 23.14 | 20.36 | 39.94 | 31.38 | 32.50 | 32.06 | 30.22 |
| Humedad (%) | | | | 18.44% | 15.82% | 12.48% | 16.83% | 14.85% | 17.66% | 19.78% | 16.68% |
| Humedad Promedio | | | | | 15.58% | | | 16.45% | | | 18.65% |
| Porcentaje de Absorción | | | | | 3.03% | | | 3.90% | | | 1.25% |

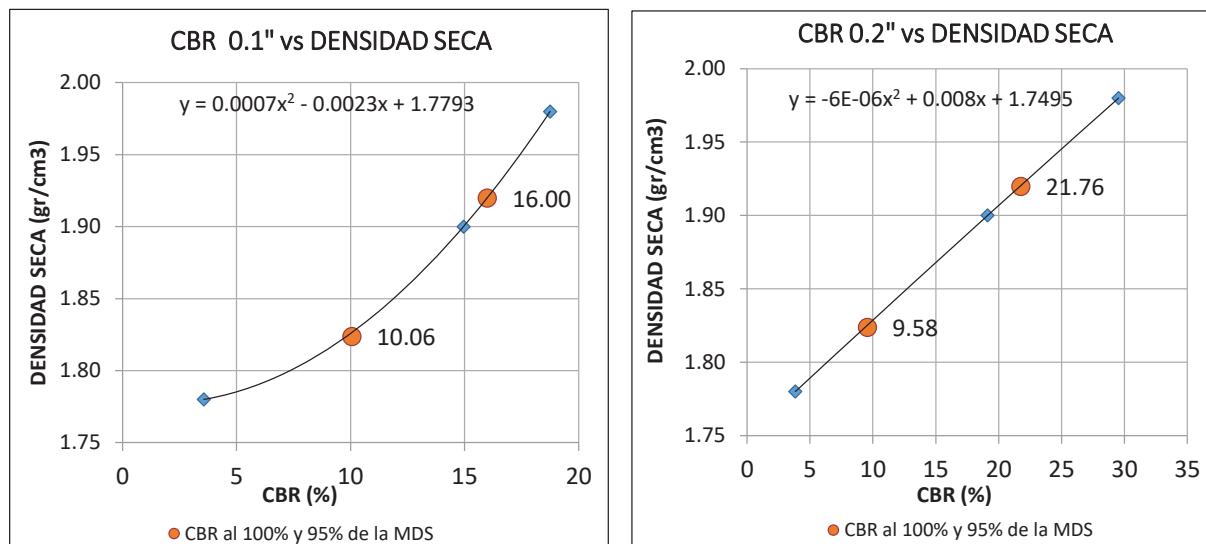
| Tiempo Transcurrido | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | |
|---------------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| Días | Horas | | | | | | | | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 |
| Día 1 | 24 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 1 | 0.025 |
| Día 2 | 48 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 1.9 | 0.048 |
| Día 3 | 72 | 0 | 0.000 | 0.00% | 2 | 0.051 | 0.04% | 3.5 | 0.089 |
| Día 4 | 96 | 0 | 0.000 | 0.00% | 4.6 | 0.117 | 0.10% | 4.2 | 0.107 |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|----------------|-----------------------------|-------|----------------|-----------------------------|--------|----------------|-----------------------------|-------|--------|
| | | | Fuerza Dial kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Fuerza Dial kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Fuerza Dial kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| | 25 | 0.635 | 60 | 84.58 | 4.17 | 50 | 71.04 | 3.51 | 12 | 19.60 | 0.97 | |
| | 50 | 1.270 | 106 | 146.81 | 7.24 | 85 | 118.41 | 5.84 | 21 | 31.78 | 1.57 | |
| | 75 | 1.905 | 150 | 206.31 | 10.18 | 120 | 165.75 | 8.18 | 28 | 41.26 | 2.04 | |
| | 100 | 2.540 | 195 | 267.13 | 13.18 | 155 | 213.07 | 10.51 | 14.95% | 35 | 50.74 | |
| | 125 | 3.175 | 245 | 334.67 | 16.51 | 204 | 279.29 | 13.78 | | 44 | 62.92 | |
| | 150 | 3.810 | 315 | 429.16 | 21.17 | 250 | 341.42 | 16.85 | | 50 | 71.04 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 465 | 631.37 | 31.15 | 29.54% | 300 | 408.92 | 20.18 | 19.13% | 58 | 81.87 |
| | 300 | 7.620 | 690 | 934.01 | 46.08 | | 380 | 516.83 | 25.50 | | 88 | 122.46 |
| | 400 | 10.160 | 908 | 1226.47 | 60.51 | | 440 | 597.69 | 29.49 | | 115 | 158.99 |
| | 500 | 12.700 | 1145 | 1543.55 | 76.16 | | 485 | 658.30 | 32.48 | | 146 | 200.91 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 18.75% | 29.54% | 1.98 gr/cm³ | 0.00% | 3.03% |
| 26 | 14.95% | 19.13% | 1.90 gr/cm³ | 0.10% | 3.90% |
| 12 | 3.56% | 3.83% | 1.78 gr/cm³ | 0.09% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 16.00% | 21.76% |
| CBR al 95% de la MDS | 10.06% | 9.58% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

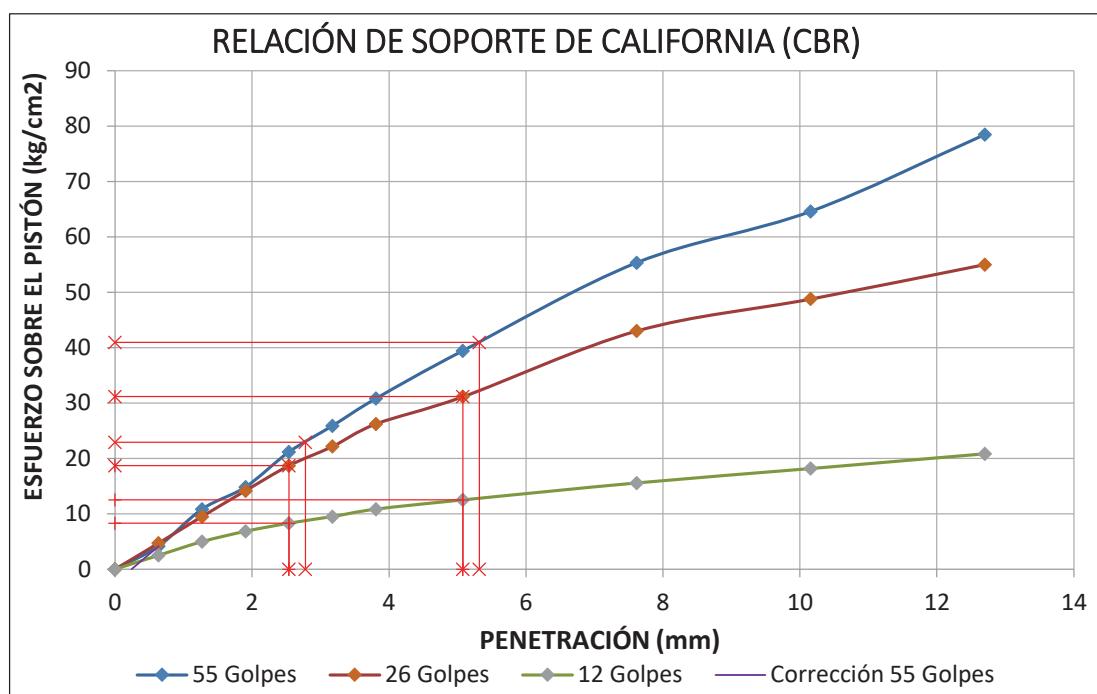
Anexo B.8.1.2-PS-3%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|--|--|--|-----------------------------------------|--------|--------|------------|-----------------------------------|--------|------------|--------|
| Densidad Seca Máxima = 1.89 cm ³ | | | | Peso del Martillo = 4.54 Kg | | | | Diámetro = 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = 13.06% | | | | Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm | | | | Altura = 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = 3 % | | | | Número de Capas = 5 | | | | Altura de la Muestra = 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = 20.27 cm ² | | | | Altura del Disco Espaciador = 6.14 cm | | | | Volumen = 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6277.00 | | | 7677.00 | | | 7638.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11001.00 | | | 11989.00 | | | 11594.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11022.00 | | | 12097.00 | | | 11805.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 21.00 | | | 108.00 | | | 211.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4724.00 | | | 4312.00 | | | 3956.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4745.00 | | | 4420.00 | | | 4167.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4178.23 | | | 3813.83 | | | 3498.96 | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.50% | | | 2.83% | | | 6.03% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.97 | | | 1.80 | | | 1.65 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.40 | 14.52 | 14.42 | 14.54 | 14.50 | 14.74 | 14.32 | 14.66 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 48.58 | 45.86 | 52.16 | 51.14 | 44.00 | 49.96 | 52.44 | 52.08 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 43.80 | 41.82 | 46.64 | 46.38 | 40.04 | 44.58 | 46.28 | 46.50 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 4.78 | 4.04 | 5.52 | 4.76 | 3.96 | 5.38 | 6.16 | 5.58 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 29.40 | 27.30 | 32.22 | 31.84 | 25.54 | 29.84 | 31.96 | 31.84 |
| Humedad (%) | | | | 16.26% | 14.80% | 17.13% | 14.95% | 15.51% | 18.03% | 19.27% | 17.53% |
| Humedad Promedio | | | | 16.06% | | | 16.16% | | | 19.11% | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 3.00% | | | 3.10% | | | 1.25% | |

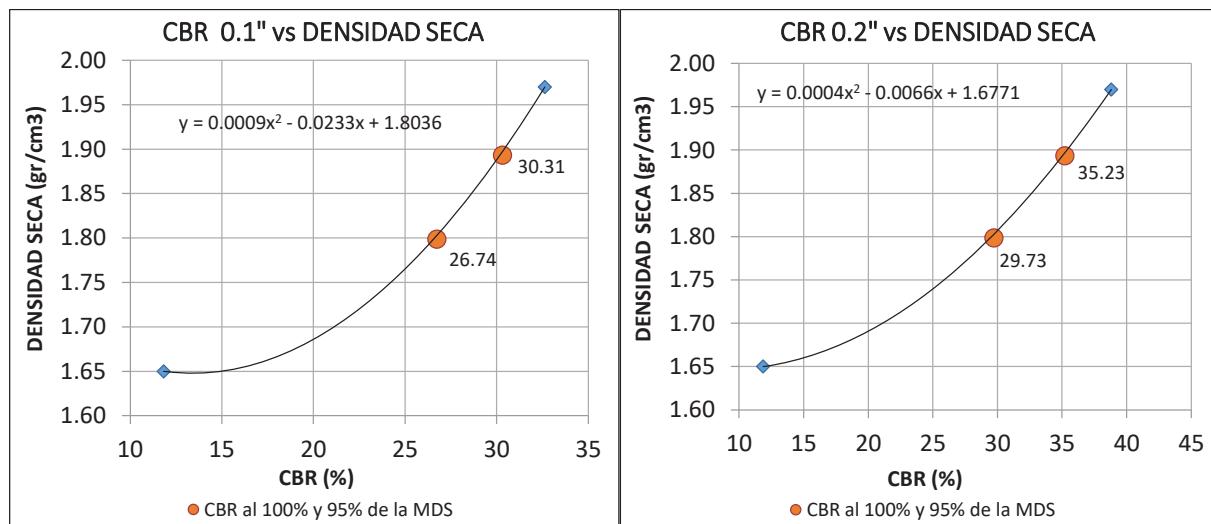
| Tiempo Transcurrido | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | | |
|------------------------|------------|-------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| | Días | Horas | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.00% | 0.2 | 0.005 | 0.00% | 1 | 0.025 | 0.02% |
| Día 2 | 48 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.00% | 0.5 | 0.013 | 0.01% | 1 | 0.025 | 0.02% |
| Día 3 | 72 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.00% | 1.5 | 0.038 | 0.03% | 1.5 | 0.038 | 0.03% |
| Día 4 | 96 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.00% | 3.95 | 0.100 | 0.09% | 0.1 | 0.003 | 0.00% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración Dial mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | | | |
|---------------------------------------------|--------------|---------------------|------------|-----------------------------|-------|------------|-----------|-----------------------------|------------|--------|-----------|-----------------------------|-------|--------|
| | | | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | |
| 70.31 | 100 | 2.540 | 315 | 429.16 | 21.17 | 30.12% | 278 | 379.23 | 18.71 | 26.61% | 122 | 168.45 | 8.31 | 11.82% |
| | 125 | 3.175 | 386 | 524.92 | 25.90 | | 330 | 449.40 | 22.17 | | 140 | 192.79 | 9.51 | |
| | 150 | 3.810 | 460 | 624.64 | 30.82 | | 391 | 531.66 | 26.23 | | 160 | 219.83 | 10.85 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 590 | 799.60 | 39.45 | 37.41% | 465 | 631.37 | 31.15 | 29.54% | 185 | 253.62 | 12.51 | 11.87% |
| | 300 | 7.620 | 830 | 1121.92 | 55.35 | | 644 | 872.20 | 43.03 | | 231 | 315.76 | 15.58 | |
| | 400 | 10.160 | 970 | 1309.50 | 64.61 | | 731 | 989.07 | 48.80 | | 270 | 368.43 | 18.18 | |
| | 500 | 12.700 | 1180 | 1590.30 | 78.46 | | 825 | 1115.21 | 55.02 | | 310 | 422.41 | 20.84 | |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 32.63% | 38.82% | 1.97 gr/cm³ | 0.00% | 3.00% |
| 26 | 26.61% | 29.54% | 1.80 gr/cm³ | 0.09% | 3.10% |
| 12 | 11.82% | 11.87% | 1.65 gr/cm³ | 0.00% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | | 0.2" | |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|
| | CBR al 100% de la MDS | CBR al 95% de la MDS | CBR al 100% de la MDS | CBR al 95% de la MDS |
| CBR al 100% de la MDS | | | 30.31% | 35.23% |
| CBR al 95% de la MDS | | | 26.74% | 29.73% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

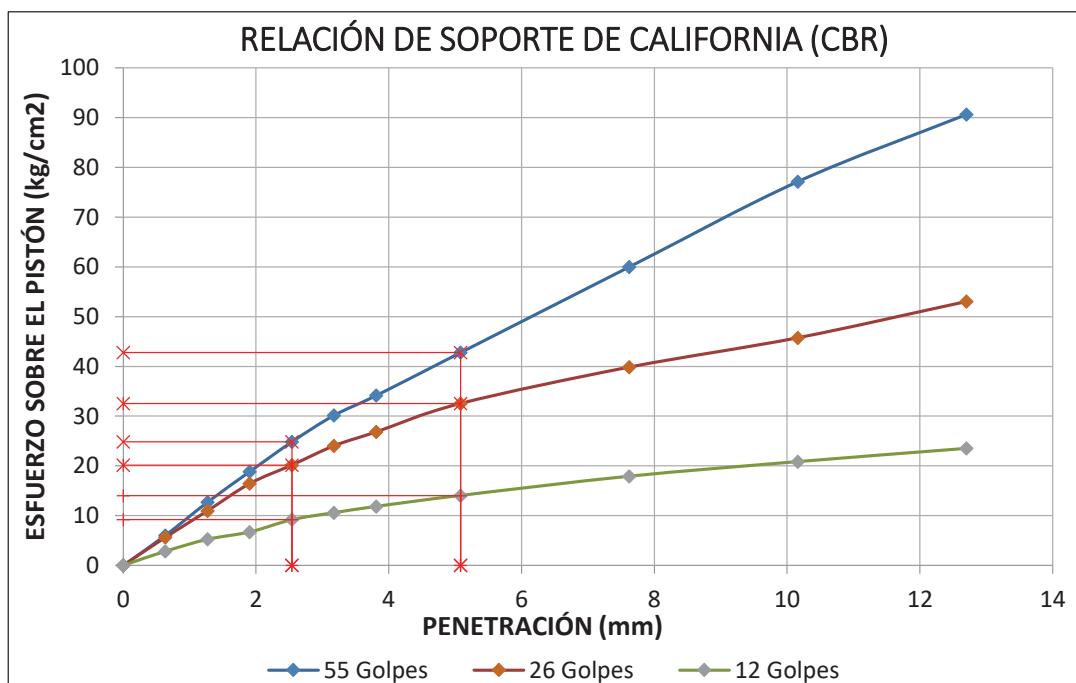
Anexo B.8.1.3-PS-6%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.90 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diámetro = | 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = | 12.64% | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = | 6% | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | MUESTRA 06 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6991.00 | 6683.00 | 6596.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11768.00 | 11154.00 | 10727.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11775.00 | 11278.00 | 10946.00 | | | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 7.00 | 124.00 | 219.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4777.00 | 4471.00 | 4131.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4784.00 | 4595.00 | 4350.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4241.02 | 3969.35 | 3667.50 | | | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.17% | 3.12% | 5.97% | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 2.00 | 1.87 | 1.73 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSION | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | | | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.74 | 14.34 | 14.64 | 14.78 | 14.66 | 14.84 | 14.52 | 14.64 | 14.74 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 52.92 | 45.74 | 54.54 | 55.54 | 44.76 | 55.48 | 53.86 | 49.66 | 54.12 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 47.22 | 42.22 | 48.52 | 49.92 | 40.60 | 49.28 | 48.00 | 44.32 | 47.48 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 5.70 | 3.52 | 6.02 | 5.62 | 4.16 | 6.20 | 5.86 | 5.34 | 6.64 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 32.48 | 27.88 | 33.88 | 35.14 | 25.94 | 34.44 | 33.48 | 29.68 | 32.74 |
| Humedad (%) | | | | 17.55% | 12.63% | 17.77% | 15.99% | 16.04% | 18.00% | 17.50% | 17.99% | 20.28% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | 15.98% | | | 16.68% | | | 18.59% | |
| Porcentaje de Absorción | | | | | 3.34% | | | 4.04% | | | 1.25% | |

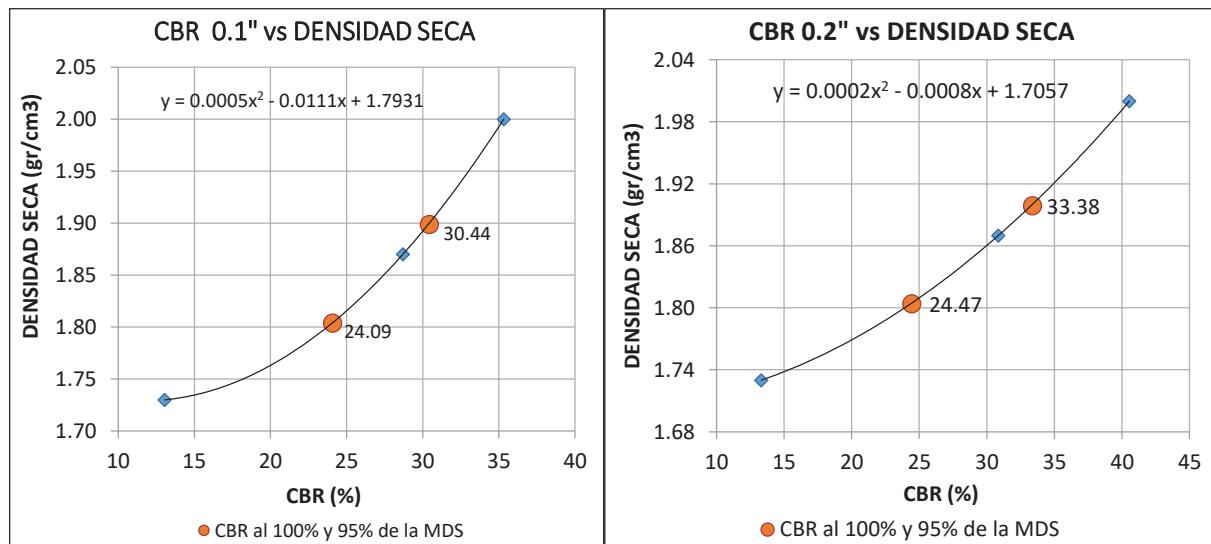
| Tiempo | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|--------|--------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|---------|
| | Transcurrido | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de |
| Días | Horas | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 2 | 0.051 | 0.04% | 0.2 | 0.005 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 2 | 48 | 1.9 | 0.048 | 0.04% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0.1 | 0.003 | 0.00% |
| Día 3 | 72 | 3.4 | 0.086 | 0.07% | 1 | 0.025 | 0.02% | 1 | 0.025 | 0.02% |
| Día 4 | 96 | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 1.5 | 0.038 | 0.03% | 3.4 | 0.086 | 0.07% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|------------|-----------|-----------------------------|------------|--------|-----------|-----------------------------|--------|------|-----------|-----------------------------|--------|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % |
| | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 25 | 0.635 | 88 | 122.46 | 6.04 | 82 | 114.35 | 5.64 | 40 | 57.51 | 2.84 | | | |
| | 50 | 1.270 | 188 | 257.67 | 12.71 | 162 | 222.53 | 10.98 | 76 | 106.23 | 5.24 | | | |
| | 75 | 1.905 | 280 | 381.93 | 18.84 | 244 | 336.02 | 16.58 | 98 | 135.99 | 6.71 | | | |
| 70.31 | 100 | 2.540 | 370 | 503.35 | 24.83 | 35.32% | 300 | 408.92 | 20.18 | 28.70% | 135 | 186.03 | 9.18 | 13.05% |
| | 125 | 3.175 | 450 | 611.17 | 30.15 | | 358 | 487.16 | 24.04 | | 156 | 214.42 | 10.58 | |
| | 150 | 3.810 | 510 | 691.96 | 34.14 | | 400 | 543.79 | 26.83 | | 175 | 240.11 | 11.85 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 640 | 866.83 | 42.77 | 40.55% | 486 | 659.65 | 32.55 | 30.86% | 208 | 284.70 | 14.05 | 13.32% |
| | 300 | 7.620 | 900 | 1215.75 | 59.98 | | 596 | 807.67 | 39.85 | | 266 | 363.03 | 17.91 | |
| | 400 | 10.160 | 1160 | 1563.59 | 77.14 | | 685 | 927.30 | 45.75 | | 310 | 422.41 | 20.84 | |
| | 500 | 12.700 | 1365 | 1837.09 | 90.64 | | 795 | 1074.97 | 53.04 | | 350 | 476.37 | 23.50 | |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 35.32% | 40.55% | 2.00 gr/cm³ | 0.08% | 3.34% |
| 26 | 28.70% | 30.86% | 1.87 gr/cm³ | 0.03% | 4.04% |
| 12 | 13.05% | 13.32% | 1.73 gr/cm³ | 0.07% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 30.44% | 33.38% |
| CBR al 95% de la MDS | 24.09% | 24.47% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

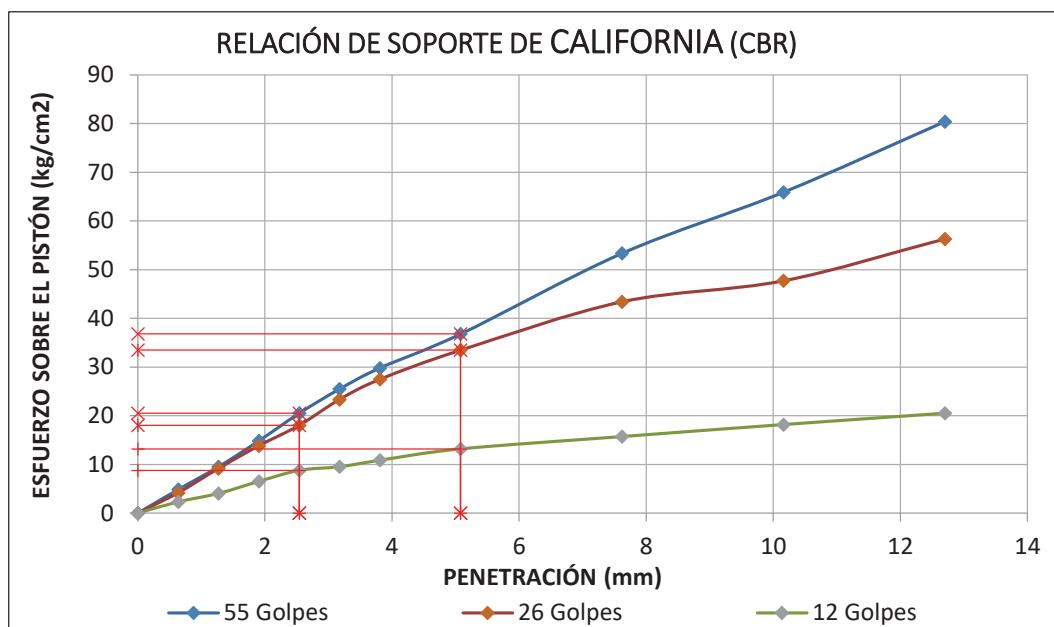
Anexo B.8.1.4-PS-9%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|--|--|--|-----------------------------------------|--------|--------|------------|-----------------------------------|--------|------------|--------|
| Densidad Seca Máxima = 1.85 cm ³ | | | | Peso del Martillo = 4.54 Kg | | | | Diámetro = 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = 13.00% | | | | Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm | | | | Altura = 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = 9% | | | | Número de Capas = 5 | | | | Altura de la Muestra = 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = 20.27 cm ² | | | | Altura del Disco Espaciador = 6.14 cm | | | | Volumen = 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6497.00 | | | 6490.00 | | | 6622.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11137.00 | | | 11002.00 | | | 10799.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11165.00 | | | 11107.00 | | | 11025.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 28.00 | | | 105.00 | | | 226.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4640.00 | | | 4512.00 | | | 4177.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4668.00 | | | 4617.00 | | | 4403.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4106.22 | | | 3992.94 | | | 3696.48 | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.68% | | | 2.63% | | | 6.11% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.93 | | | 1.88 | | | 1.74 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 8.88 | 8.44 | 20.04 | 14.58 | 14.84 | 8.56 | 14.60 | 14.26 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 31.08 | 32.82 | 46.96 | 48.40 | 47.18 | 37.64 | 52.64 | 46.34 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 28.00 | 29.74 | 42.80 | 43.24 | 42.68 | 32.50 | 45.96 | 41.16 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 3.08 | 3.08 | 4.16 | 5.16 | 4.50 | 5.14 | 6.68 | 5.18 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 19.12 | 21.30 | 22.76 | 28.66 | 27.84 | 23.94 | 31.36 | 26.90 |
| Humedad (%) | | | | 16.11% | 14.46% | 18.28% | 18.00% | 16.16% | 21.47% | 21.30% | 19.26% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | | | | | | | 21.57% |
| Porcentaje de Absorción | | | | | | | | | | | 1.25% |

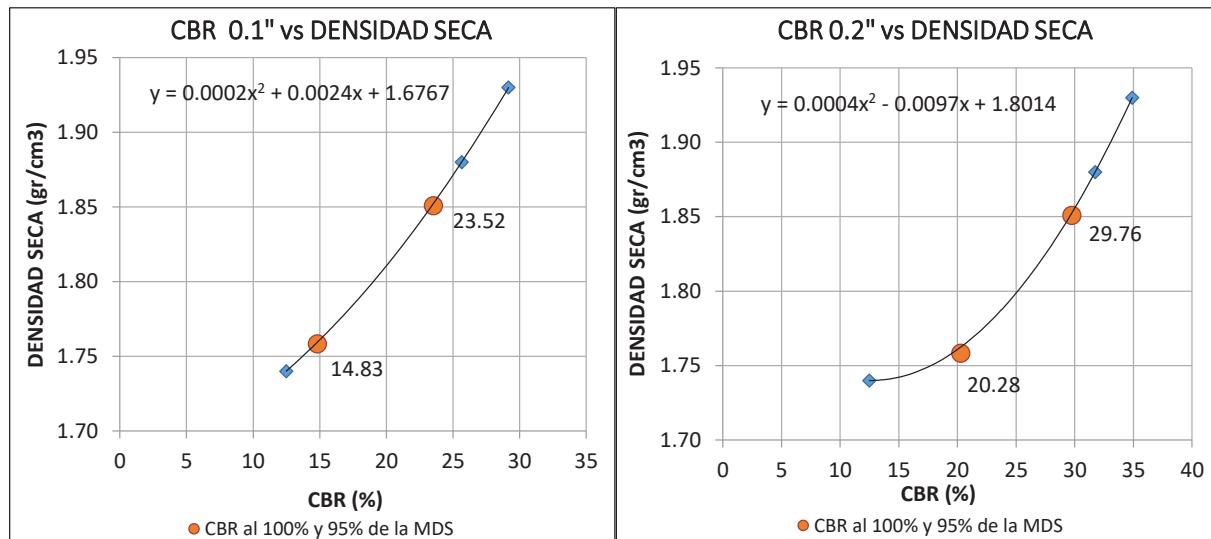
| Tiempo | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | |
|--------|--------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|---------|
| | Transcurrido | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de |
| Días | Horas | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 0 | 0.000 | 0.00% | 1 | 0.025 | 0.02% | 3.1 | 0.079 | 0.07% |
| Día 2 | 48 | 0 | 0.000 | 0.00% | 1.5 | 0.038 | 0.03% | 4.5 | 0.114 | 0.10% |
| Día 3 | 72 | 0 | 0.000 | 0.00% | 5 | 0.127 | 0.11% | 5.5 | 0.140 | 0.12% |
| Día 4 | 96 | 0.5 | 0.013 | 0.01% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 7.9 | 0.201 | 0.17% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|--------------------|-------|-------------|--------------------|-------|-------------|--------------------|-------|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % |
| | | | kg | kg/cm ² | | kg | kg/cm ² | | kg | kg/cm ² | |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| | 25 | 0.635 | 70 | 98.11 | 4.84 | 60 | 84.58 | 4.17 | 32 | 46.68 | 2.30 |
| | 50 | 1.270 | 140 | 192.79 | 9.51 | 135 | 186.03 | 9.18 | 58 | 81.87 | 4.04 |
| | 75 | 1.905 | 220 | 300.91 | 14.85 | 205 | 280.64 | 13.85 | 95 | 131.93 | 6.51 |
| | 100 | 2.540 | 305 | 415.67 | 20.51 | 268 | 365.73 | 18.04 | 129 | 177.92 | 8.78 |
| | 125 | 3.175 | 380 | 516.83 | 25.50 | 348 | 473.68 | 23.37 | 140 | 192.79 | 9.51 |
| 105.46 | 150 | 3.810 | 445 | 604.43 | 29.82 | 410 | 557.27 | 27.49 | 160 | 219.83 | 10.85 |
| | 200 | 5.080 | 550 | 745.80 | 36.80 | 500 | 678.50 | 33.48 | 195 | 267.13 | 13.18 |
| | 300 | 7.620 | 800 | 1081.68 | 53.37 | 650 | 880.27 | 43.43 | 233 | 318.47 | 15.71 |
| | 400 | 10.160 | 990 | 1336.28 | 65.93 | 715 | 967.59 | 47.74 | 270 | 368.43 | 18.18 |
| | 500 | 12.700 | 1210 | 1630.36 | 80.44 | 845 | 1142.03 | 56.35 | 305 | 415.67 | 20.51 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 29.17% | 34.89% | 1.93 gr/cm³ | 0.01% | 3.28% |
| 26 | 25.66% | 31.74% | 1.88 gr/cm³ | 0.08% | 5.55% |
| 12 | 12.49% | 12.50% | 1.74 gr/cm³ | 0.17% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------------------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 23.52% | 29.76% |
| CBR al 95% de la MDS | 14.83% 20.28% | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

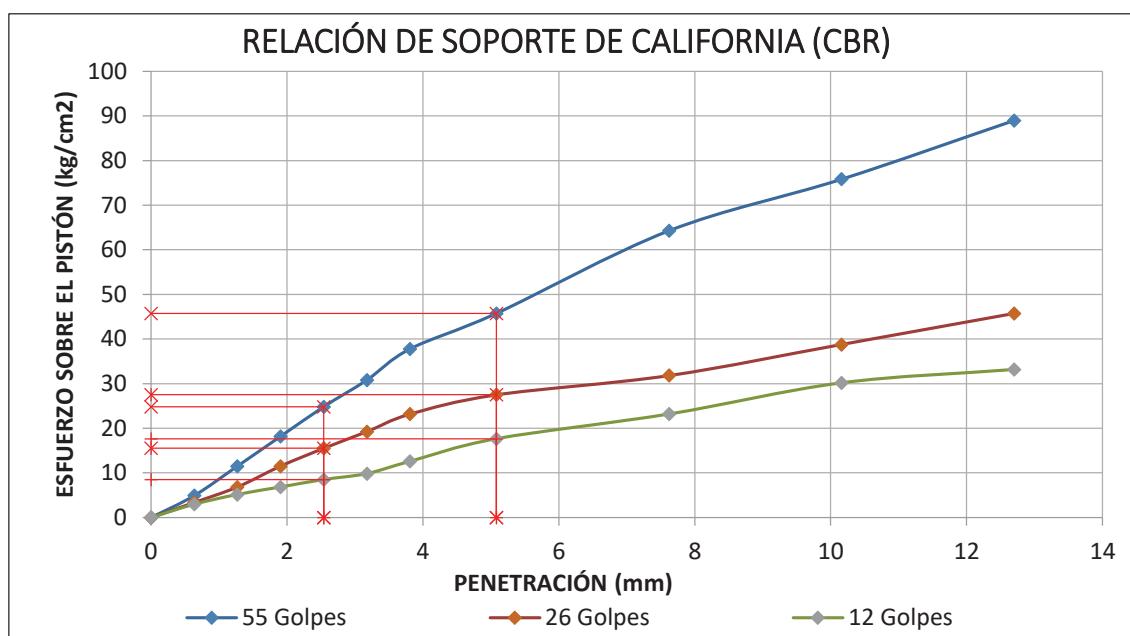
Anexo B.8.1.5-PS-12%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|--------|------------------------|-------------------------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.92 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | Diámetro = | 15.24 cm |
| Humedad Óptimo = | 13.12 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | Altura = | 17.78 cm |
| Adición de pegamento = | 12 % | Número de Capas = | 5 | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | | MUESTRA 06 | |
| Peso del Molde (gr) | | 6489.00 | | 6484.00 | | 6615.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | 11111.00 | | 10865.00 | | 10828.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | 11203.00 | | 11049.00 | | 11075.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | 92.00 | | 184.00 | | 247.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | 4622.00 | | 4381.00 | | 4213.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | 4714.00 | | 4565.00 | | 4460.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | 4085.96 | | 3872.91 | | 3724.39 | |
| Porcentaje de Absorción | | 2.25% | | 4.75% | | 6.63% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | 1.92 | | 1.82 | | 1.75 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | | 14.44 | 14.38 | 14.32 | 14.58 | 14.84 | 14.46 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | 50.06 | 51.80 | 44.70 | 60.80 | 51.34 | 48.42 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | 44.74 | 45.62 | 40.40 | 53.38 | 45.00 | 43.40 |
| Peso del Agua (gr) | | 5.32 | 6.18 | 4.30 | 7.42 | 6.34 | 5.02 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | 30.30 | 31.24 | 26.08 | 38.80 | 30.16 | 28.94 |
| Humedad (%) | | 17.56% | 19.78% | 16.49% | 19.12% | 21.02% | 17.35% |
| Humedad Promedio (%) | | 17.94% | | | 19.16% | | |
| Porcentaje de Absorción | | 4.82% | | | 6.04% | | |

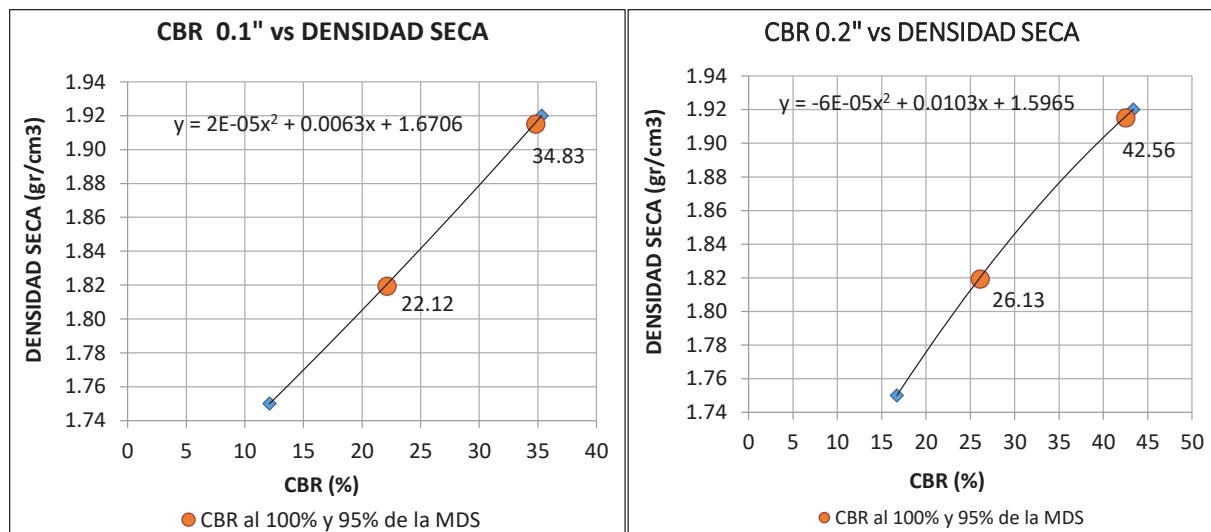
| Tiempo Transcurrido | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|------------------------|------------|--------|-----------------|------------|---------|-----------------|------------|--------|-----------------|-------|
| | Dial | Deform | % de Expans. | Dial | Deform | % de Expans. | Dial | Deform | % de Expans. | |
| | Días | Horas | *0.001" | mm | *0.001" | mm | *0.001" | mm | *0.001% | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0.4 | 0.010 | 0.01% | 0.5 | 0.013 | 0.01% |
| Día 2 | 48 | 0 | 0.000 | 0.00% | 1.6 | 0.041 | 0.03% | 0.4 | 0.010 | 0.01% |
| Día 3 | 72 | 0 | 0.000 | 0.00% | 2 | 0.051 | 0.04% | 1 | 0.025 | 0.02% |
| Día 4 | 96 | 1 | 0.025 | 0.02% | 4.8 | 0.122 | 0.10% | 2.2 | 0.056 | 0.05% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|---------------------------------------------|---------|----------------|------------|-----------|-----------------------------|------------|------|-----------|-----------------------------|--------|--------|--------|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | |
| 70.31 | *0.001" | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | |
| | 25 | 0.635 | 71 | 99.46 | 4.91 | 48 | 48 | 68.34 | 3.37 | 42 | 60.21 | |
| | 50 | 1.270 | 170 | 233.35 | 11.51 | 100 | 100 | 138.70 | 6.84 | 75 | 104.88 | |
| | 75 | 1.905 | 270 | 368.43 | 18.18 | 170 | 170 | 233.35 | 11.51 | 100 | 138.70 | |
| | 100 | 2.540 | 370 | 503.35 | 24.83 | 35.32% | 230 | 314.41 | 15.51 | 22.06% | 125 | 172.51 |
| | 125 | 3.175 | 460 | 624.64 | 30.82 | | 286 | 390.02 | 19.24 | | 145 | 199.55 |
| 105.46 | 150 | 3.810 | 565 | 765.98 | 37.79 | | 345 | 469.63 | 23.17 | | 186 | 254.97 |
| | 200 | 5.080 | 685 | 927.30 | 45.75 | 43.38% | 410 | 557.27 | 27.49 | 26.07% | 262 | 357.63 |
| | 300 | 7.620 | 965 | 1302.81 | 64.28 | | 475 | 644.84 | 31.82 | | 345 | 469.63 |
| | 400 | 10.160 | 1140 | 1536.87 | 75.83 | | 580 | 786.16 | 38.79 | | 450 | 611.17 |
| | 500 | 12.700 | 1340 | 1803.77 | 88.99 | | 685 | 927.30 | 45.75 | | 495 | 671.77 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 35.32% | 43.38% | 1.92 gr/cm³ | 0.02% | 4.82% |
| 26 | 22.06% | 26.07% | 1.82 gr/cm³ | 0.10% | 6.04% |
| 12 | 12.11% | 16.73% | 1.75 gr/cm³ | 0.05% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 34.83% | 42.56% |
| CBR al 95% de la MDS | 22.12% | 26.13% |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

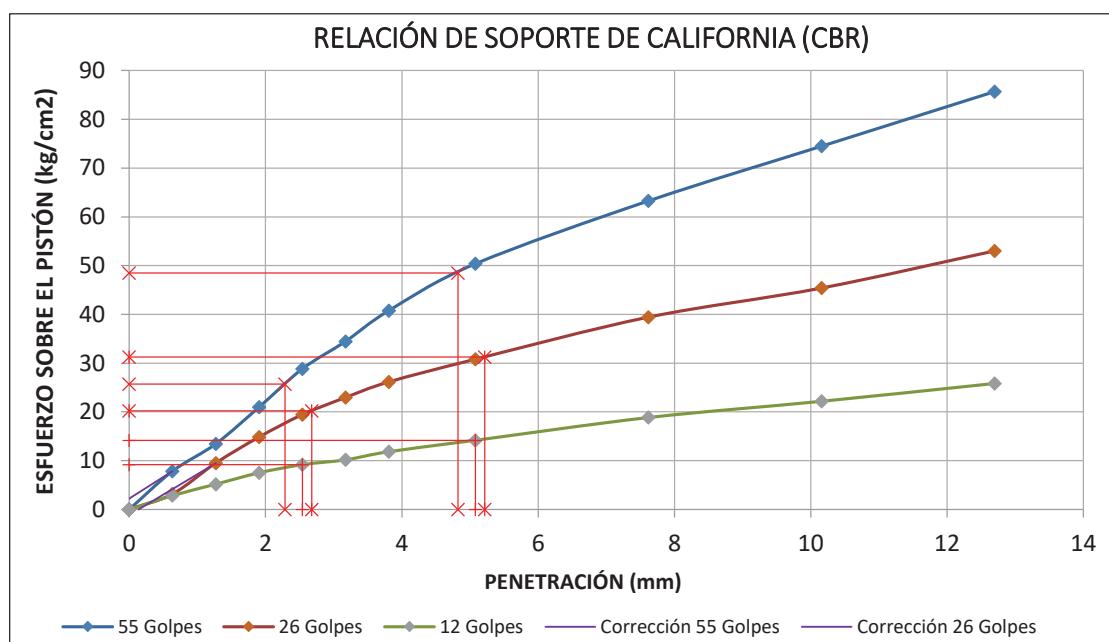
Anexo B.8.1.6-PS-15%: CBR suelo Tipo I (C-1 y C-8)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|--------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.93 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diámetro = | 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = | 12.83 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = | 15% | Número de Capsas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | | MUESTRA 02 | | MUESTRA 03 | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7057.00 | | 7772.00 | | 6982.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11734.00 | | 12315.00 | | 11176.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11794.00 | | 12466.00 | | 11441.00 | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 60.00 | | 151.00 | | 265.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4677.00 | | 4543.00 | | 4194.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4737.00 | | 4694.00 | | 4459.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4145.17 | | 4026.41 | | 3717.10 | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 1.45% | | 3.75% | | 7.13% | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.95 | | 1.90 | | 1.75 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | | | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 8.54 | 9.12 | 8.78 | 8.78 | 8.74 | 8.56 | 14.64 | 14.64 | 14.68 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 47.52 | 45.96 | 32.18 | 41.92 | 34.48 | 47.46 | 59.42 | 48.56 | 54.10 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 42.52 | 40.64 | 29.20 | 36.66 | 30.88 | 41.40 | 51.92 | 43.04 | 46.50 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 5.00 | 5.32 | 2.98 | 5.26 | 3.60 | 6.06 | 7.50 | 5.52 | 7.60 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 33.98 | 31.52 | 20.42 | 27.88 | 22.14 | 32.84 | 37.28 | 28.40 | 31.82 |
| Humedad (%) | | | | 14.71% | 16.88% | 14.59% | 18.87% | 16.26% | 18.45% | 20.12% | 19.44% | 23.88% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | 15.40% | | | 17.86% | | | 21.15% | |
| Porcentaje de Absorción | | | | | 2.57% | | | 5.03% | | | 1.25% | |

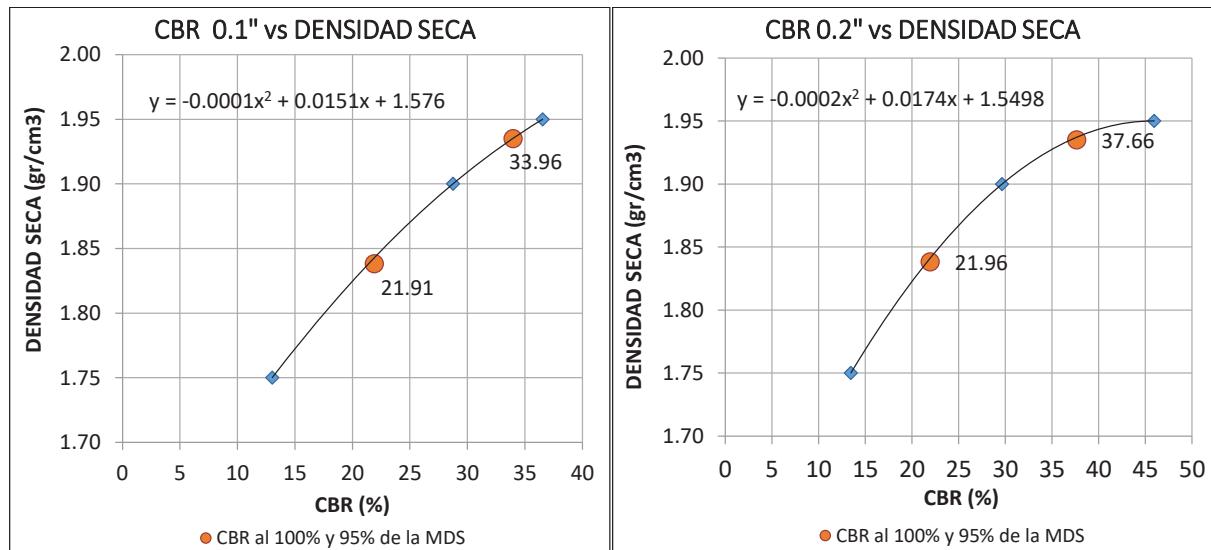
| Tiempo Transcurrido Días | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-------|
| | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | |
| Día 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | |
| Día 1 | 24 | 2.1 | 0.053 | 0.05% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0.1 | 0.003 | 0.00% |
| Día 2 | 48 | 3.1 | 0.079 | 0.07% | 0 | 0.000 | 0.00% | 1 | 0.025 | 0.02% |
| Día 3 | 72 | 4.1 | 0.104 | 0.09% | 0 | 0.000 | 0.00% | 1.8 | 0.046 | 0.04% |
| Día 4 | 96 | 5 | 0.127 | 0.11% | 0 | 0.000 | 0.00% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|------------|--------------|--------------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------|------------|--------------------------------|--------|
| | | | Dial mm | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR | Dial kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR | Dial kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 25 | 0.635 | 115 | 158.99 | 7.84 | 45 | 64.28 | 3.17 | 40 | 57.51 | 2.84 | |
| | 50 | 1.270 | 199 | 272.54 | 13.45 | 140 | 192.79 | 9.51 | 75 | 104.88 | 5.17 | |
| | 75 | 1.905 | 312 | 425.11 | 20.97 | 220 | 300.91 | 14.85 | 110 | 152.22 | 7.51 | |
| | 100 | 2.540 | 430 | 584.22 | 28.82 | 41.00% | 289 | 394.07 | 19.44 | 27.65% | 135 | 186.03 |
| | 125 | 3.175 | 515 | 698.69 | 34.47 | | 342 | 465.58 | 22.97 | | 150 | 206.31 |
| | 150 | 3.810 | 610 | 826.50 | 40.78 | | 390 | 530.31 | 26.16 | | 175 | 240.11 |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 755 | 1021.29 | 50.39 | 47.78% | 460 | 624.64 | 30.82 | 29.22% | 210 | 287.40 |
| | 300 | 7.620 | 950 | 1282.73 | 63.29 | | 590 | 799.60 | 39.45 | | 280 | 381.93 |
| | 400 | 10.160 | 1120 | 1510.15 | 74.51 | | 680 | 920.58 | 45.42 | | 330 | 449.40 |
| | 500 | 12.700 | 1290 | 1737.11 | 85.71 | | 795 | 1074.97 | 53.04 | | 385 | 523.57 |
| | | | | | | | | | | | | 25.83 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 36.53% | 45.96% | 1.95 gr/cm³ | 0.11% | 2.57% |
| 26 | 28.74% | 29.67% | 1.90 gr/cm³ | 0.2% | 5.03% |
| 12 | 13.05% | 13.45% | 1.75 gr/cm³ | 0.05% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | | 0.2" | |
|----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|--------|
| | CBR al 100% de la MDS | 33.96% | CBR al 100% de la MDS | 37.66% |
| CBR al 95% de la MDS | 21.91% | CBR al 95% de la MDS | 21.96% | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.8.2: Capacidad de soporte CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

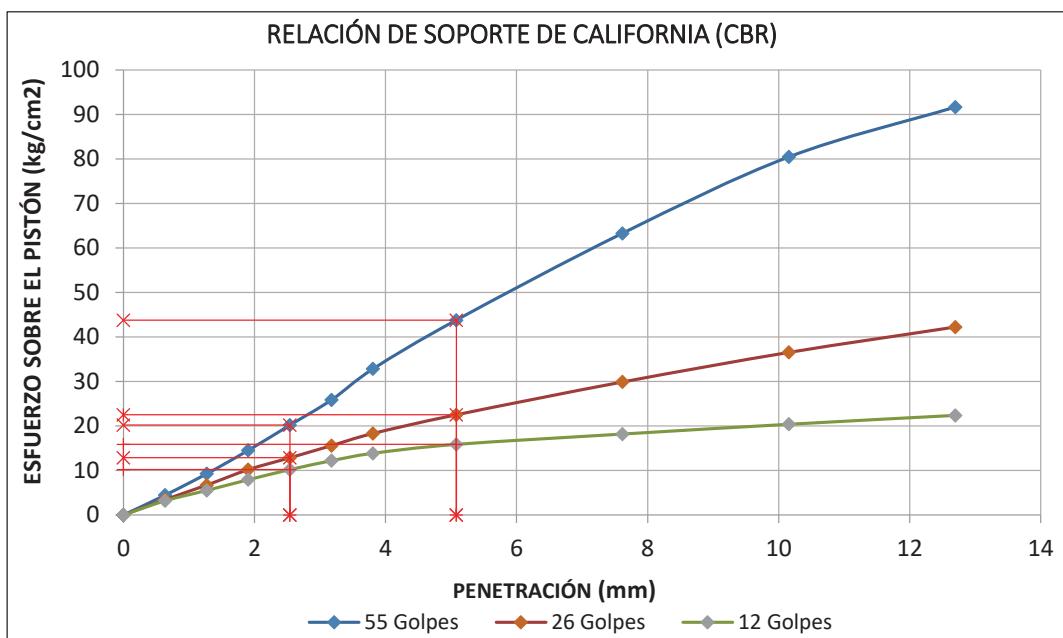
Anexo B.8.2.1-SPS: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.98 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diametro = | 15.24 cm | | |
| Humedad Óptimo = | 10.20 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | |
| Adición de pegamento = | 0 % | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6699.00 | 6794.00 | 6846.00 | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11612.00 | 11393.00 | 11251.00 | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11662.00 | 11484.00 | 11435.00 | | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 50.00 | 91.00 | 184.00 | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4913.00 | 4599.00 | 4405.00 | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4963.00 | 4690.00 | 4589.00 | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4458.12 | 4173.20 | 3997.16 | | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 1.12% | 2.18% | 4.60% | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 2.10 | 1.96 | 1.88 | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Arriba | Medio | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 15.60 | 8.66 | 19.10 | 14.67 | 9.15 | 14.67 | 8.85 | 15.50 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 45.06 | 46.56 | 54.32 | 44.92 | 47.92 | 46.22 | 40.20 | 40.22 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 43.26 | 42.28 | 50.56 | 42.25 | 42.86 | 43.24 | 36.88 | 39.88 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 1.80 | 4.28 | 3.76 | 2.67 | 5.06 | 2.98 | 3.32 | 3.04 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 27.66 | 33.62 | 31.46 | 27.58 | 33.71 | 28.57 | 28.03 | 21.34 |
| Humedad (%) | | | | 6.51% | 12.73% | 11.95% | 9.68% | 15.01% | 10.43% | 11.84% | 15.84% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | 10.40% | | | | 11.71% | | 13.38% |
| Porcentaje de Absorción | | | | | 0.19% | | | | 1.50% | | 1.25% |

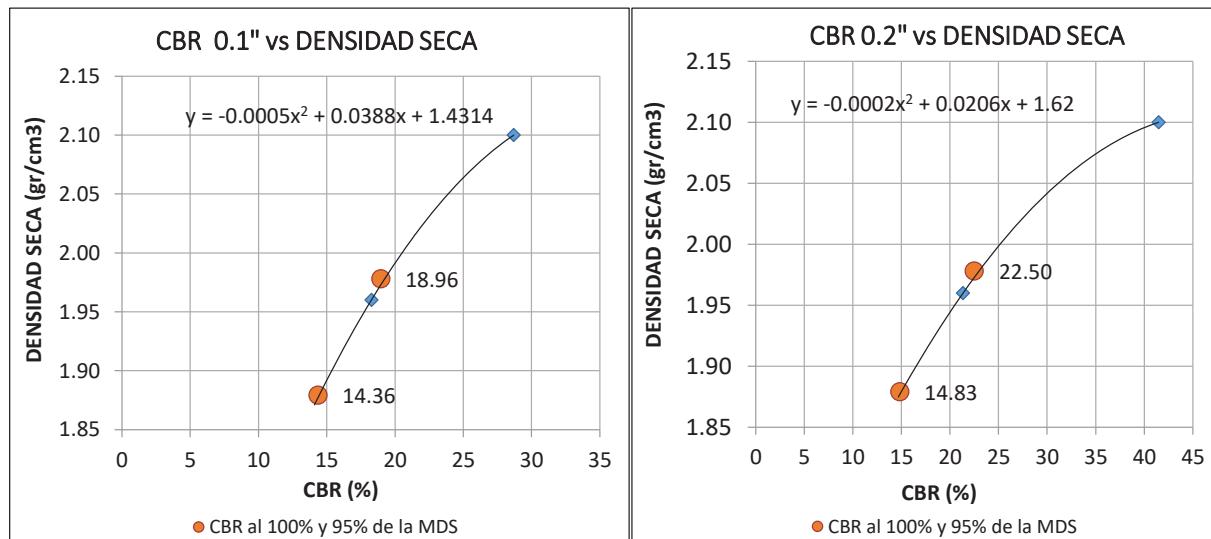
| Tiempo | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | | |
|--------|--------------|---------|--------|--------------|---------|--------|--------------|---------|--------|---------|-------|
| | Transcurrido | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | |
| Días | Horas | *0.001" | mm | % de Expans. | *0.001" | mm | % de Expans. | *0.001" | mm | *0.001" | mm |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 12.5 | 0.318 | 0.27% | 1.5 | 0.038 | 0.03% | 12 | 0.305 | 0.26% | |
| Día 2 | 48 | 21 | 0.533 | 0.46% | 4 | 0.102 | 0.09% | 15 | 0.381 | 0.33% | |
| Día 3 | 72 | 17.2 | 0.437 | 0.38% | 1 | 0.025 | 0.02% | 14 | 0.356 | 0.31% | |
| Día 4 | 96 | 12.5 | 0.318 | 0.27% | 2.1 | 0.053 | 0.05% | 14 | 0.356 | 0.31% | |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|--------------------|--------|-------|--------|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | | | |
| | | | Dial | kg | kg/cm ² | Dial | kg | kg/cm ² | Dial | kg | kg/cm ² | | | |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | | |
| | 25 | 0.635 | 64 | 89.99 | 4.44 | 49 | 69.69 | 3.44 | 45 | 64.28 | 3.17 | | | |
| | 50 | 1.270 | 136 | 187.38 | 9.25 | 98 | 135.99 | 6.71 | 80 | 111.64 | 5.51 | | | |
| | 75 | 1.905 | 215 | 294.15 | 14.51 | 150 | 206.31 | 10.18 | 116 | 160.34 | 7.91 | | | |
| | 100 | 2.540 | 300 | 408.92 | 20.18 | 28.70% | 190 | 260.38 | 12.85 | 18.27% | 150 | 206.31 | 10.18 | 14.48% |
| | 125 | 3.175 | 385 | 523.57 | 25.83 | | 231 | 315.76 | 15.58 | | 180 | 246.86 | 12.18 | |
| | 150 | 3.810 | 490 | 665.04 | 32.81 | | 272 | 371.13 | 18.31 | | 205 | 280.64 | 13.85 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 655 | 886.99 | 43.76 | 41.50% | 335 | 456.14 | 22.51 | 21.34% | 235 | 321.17 | 15.85 | 15.03% |
| | 300 | 7.620 | 950 | 1282.73 | 63.29 | | 446 | 605.78 | 29.89 | | 270 | 368.43 | 18.18 | |
| | 400 | 10.160 | 1210 | 1630.36 | 80.44 | | 546 | 740.41 | 36.53 | | 303 | 412.97 | 20.38 | |
| | 500 | 12.700 | 1380 | 1857.07 | 91.62 | | 632 | 856.08 | 42.24 | | 333 | 453.44 | 22.37 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 28.70% | 41.50% | 2.10 gr/cm³ | 0.27% | 0.19% |
| 26 | 18.27% | 21.34% | 1.96 gr/cm³ | 0.05% | 1.50% |
| 12 | 14.48% | 15.03% | 1.88 gr/cm³ | 0.31% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 18.96% | 22.50% |
| CBR al 95% de la MDS | 14.36% | 14.83% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

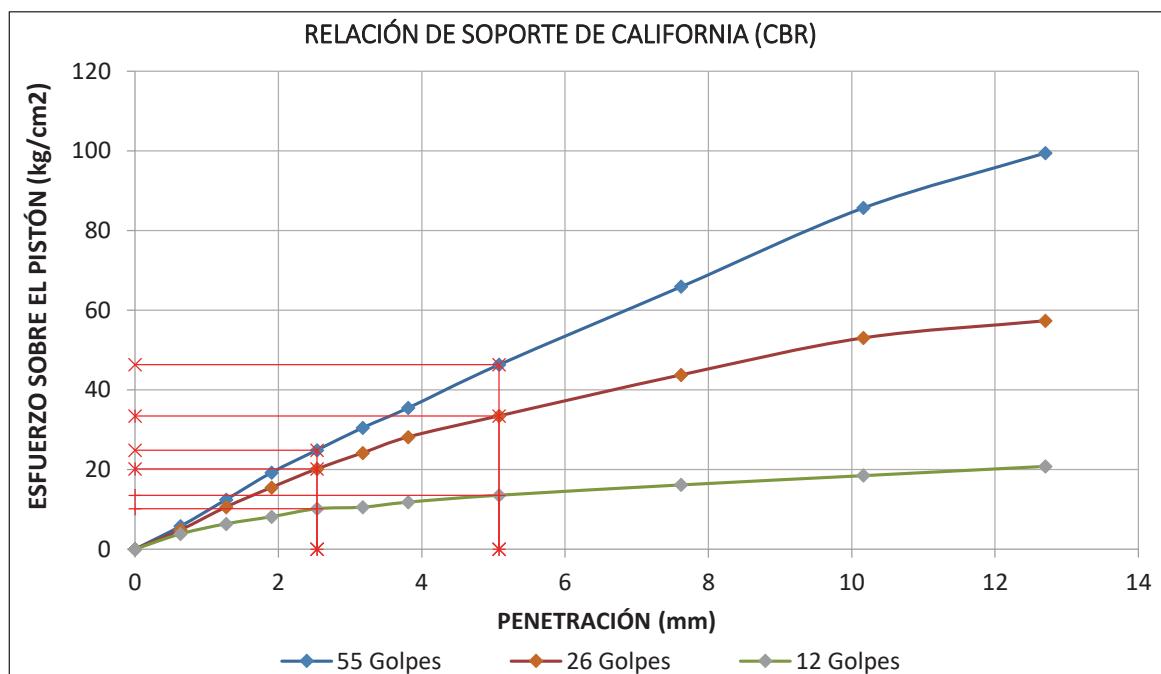
Anexo B.8.2.2-PS-3%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.95 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diámetro = | 15.24 cm | | | |
| Contenido Humedad Óptimo = | 10.25 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = | 3 % | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7366.00 | 8111.00 | 7135.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 12123.00 | 12670.00 | 11478.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 12178.00 | 12765.00 | 11652.00 | | | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 55.00 | 95.00 | 174.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4757.00 | 4459.00 | 4343.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4812.00 | 4654.00 | 4517.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4314.57 | 4134.99 | 3939.08 | | | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 1.27% | 2.30% | 4.42% | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 2.03 | 1.95 | 1.85 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | | | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 15.15 | 19.13 | 19.46 | 15.24 | 16.52 | 19.53 | 14.78 | 11.84 | 19.54 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 54.58 | 48.56 | 51.30 | 53.58 | 52.86 | 49.02 | 42.42 | 105.95 | 52.72 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 51.54 | 46.25 | 47.84 | 49.26 | 49.22 | 45.88 | 39.04 | 97.12 | 48.60 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 3.04 | 2.31 | 3.46 | 4.32 | 3.64 | 3.14 | 3.38 | 8.83 | 4.12 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 36.39 | 27.12 | 28.38 | 34.02 | 32.70 | 26.35 | 24.26 | 85.28 | 29.06 |
| Humedad (%) | | | | 8.35% | 8.52% | 12.19% | 12.70% | 11.13% | 11.92% | 13.93% | 10.35% | 14.18% |
| Humedad Promedio (%) | | | | 9.69% | | | | 11.92% | | | 12.82% | |
| Porcentaje de Absorción | | | | -0.57% | | | | 1.66% | | | 1.25% | |

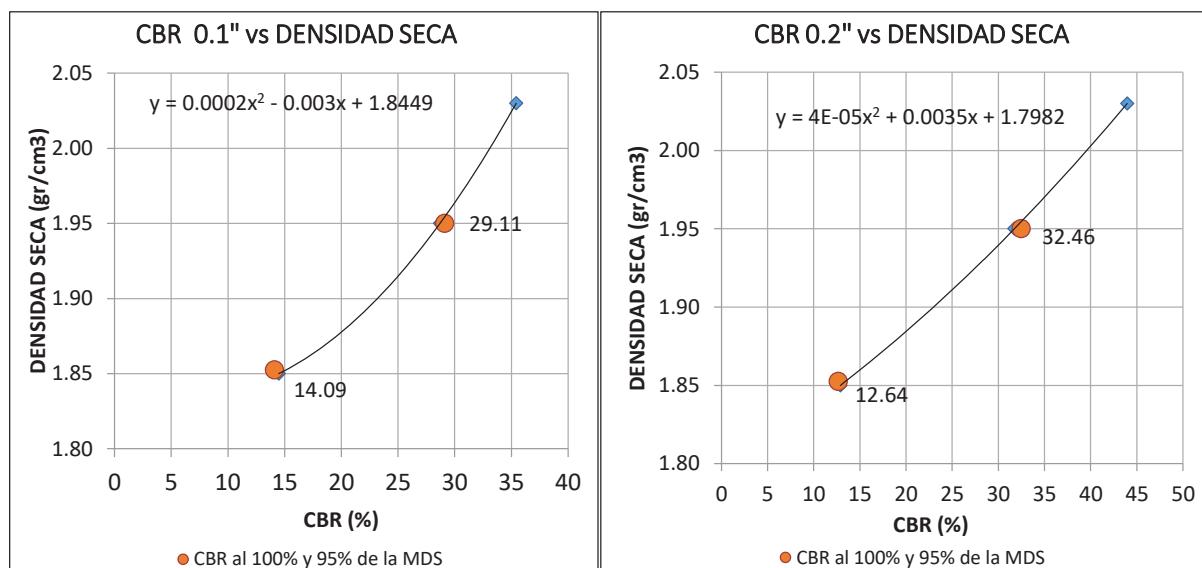
| Tiempo Transcurrido Días | Horas | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | |
|-----------------------------|-------|-----------------|--------------|----------------------------|-----------------|--------------|----------------------------|-----------------|--------------|----------------------------|
| | | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| | | Dial mm | Dial kg | Dial kg/cm ² | Dial % | Dial kg | Dial kg/cm ² | Dial % | Dial kg | Dial kg/cm ² |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 1 | 0.025 | 0.02% | 2 | 0.051 | 0.04% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 2 | 48 | 2.7 | 0.069 | 0.06% | 2.5 | 0.064 | 0.05% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 3 | 72 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 4 | 96 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 3 | 0.076 | 0.07% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | | | |
|---------------------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------|----------------|----------------|--------------------|--------|-------|--------|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | | | |
| | | | Dial | kg | kg/cm ² | Dial | kg | kg/cm ² | Dial | kg | kg/cm ² | | | |
| 70.31 | 100 | 2.540 | 371 | 504.69 | 24.90 | 35.42% | 300 | 408.92 | 20.18 | 28.70% | 150 | 206.31 | 10.18 | 14.48% |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 694 | 939.39 | 46.35 | 43.95% | 500 | 678.50 | 33.48 | 31.74% | 201 | 275.24 | 13.58 | 12.88% |
| | 125 | 3.175 | 455 | 617.90 | 30.49 | | 360 | 489.86 | 24.17 | | 156 | 214.42 | 10.58 | |
| | 150 | 3.810 | 530 | 718.88 | 35.47 | | 420 | 570.75 | 28.16 | | 175 | 240.11 | 11.85 | |
| | 300 | 7.620 | 990 | 1336.28 | 65.93 | | 655 | 886.99 | 43.76 | | 240 | 327.92 | 16.18 | |
| | 400 | 10.160 | 1290 | 1737.11 | 85.71 | | 795 | 1074.97 | 53.04 | | 275 | 375.18 | 18.51 | |
| | 500 | 12.700 | 1500 | 2016.83 | 99.51 | | 860 | 1162.14 | 57.34 | | 310 | 422.41 | 20.84 | |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 35.42% | 43.95% | 2.03 gr/cm³ | 0.07% | -0.57% |
| 26 | 28.70% | 31.74% | 1.95 gr/cm³ | 0.08% | 1.66% |
| 12 | 14.48% | 12.88% | 1.85 gr/cm³ | 0.07% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|---------------------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 29.11 % | 32.46% |
| CBR al 95% de la MDS | 14.09% 12.64 % | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

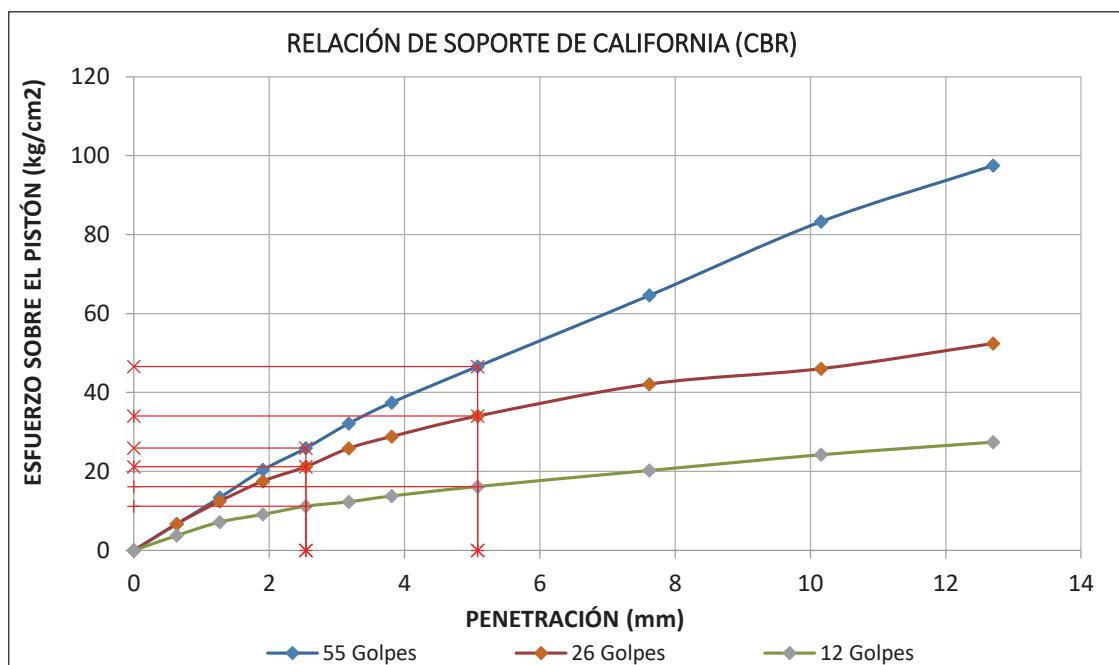
Anexo B.8.2.3-PS-6%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|------------------------|-------------------------|------------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.95 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | Diametro = | 15.24 cm | | |
| Humedad Óptimo = | 10.82% | Altura de Caida del Martillo = | 45.72 cm | Altura = | 17.78 cm | | |
| Adición de pegamento = | 6% | Número de Capas = | 5 | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | MUESTRA 06 | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6282.00 | 7602.00 | 7592.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11321.00 | 12184.00 | 11856.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11364.00 | 12246.00 | 11992.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 43.00 | 62.00 | 136.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 5039.00 | 4582.00 | 4264.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 5082.00 | 4544.00 | 4400.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4547.05 | 4134.67 | 3847.71 | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.95% | 1.50% | 3.53% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 2.14 | 1.95 | 1.81 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 18.56 | 14.90 | 19.30 | 18.80 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 49.26 | 36.16 | 48.98 | 46.40 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 46.14 | 34.10 | 46.06 | 43.82 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 3.12 | 2.06 | 2.92 | 2.58 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 27.58 | 19.20 | 26.76 | 25.02 |
| Humedad (%) | | | | 11.31% | 10.73% | 10.91% | 10.31% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | 10.98% | | 11.19% |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.17% | | 0.37% | 1.25% |

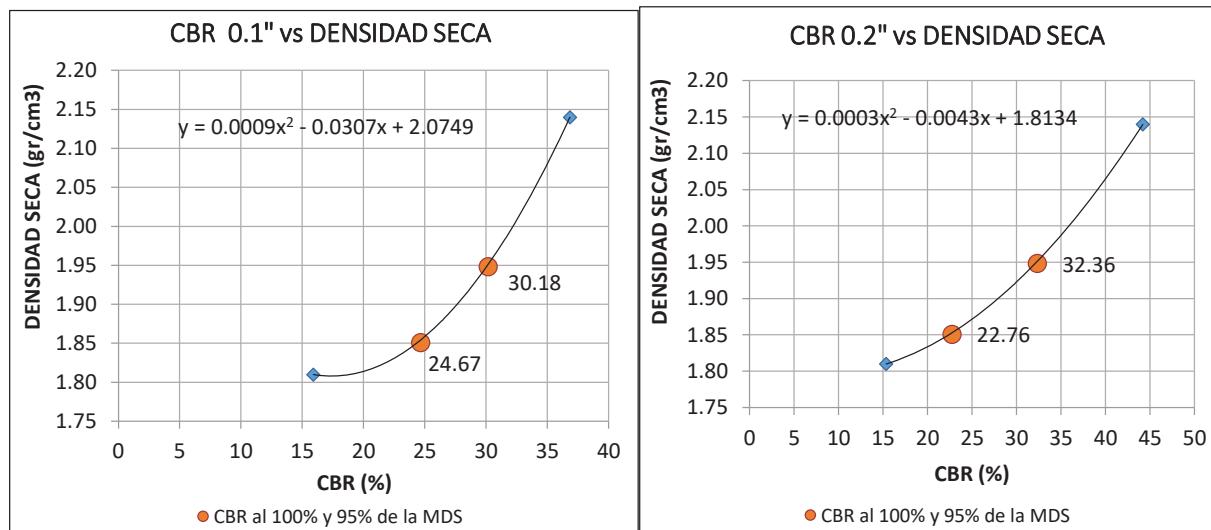
| Tiempo Transcurrido Días | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|--------------------------------|------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | Horas | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| | | | | | | | | | | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 1 | 0.025 | 0.02% | 2 | 0.051 | 0.04% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 2 | 48 | 2.7 | 0.069 | 0.06% | 2.5 | 0.064 | 0.05% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 3 | 72 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 4 | 96 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 3 | 0.076 | 0.07% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|-------|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | |
| | | | | | | | | | | | | |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| | 25 | 0.635 | 98 | 135.99 | 6.71 | 98 | 135.99 | 6.71 | 54 | 76.46 | 3.77 | |
| | 50 | 1.270 | 198 | 271.19 | 13.38 | 184 | 252.27 | 12.45 | 105 | 145.46 | 7.18 | |
| | 75 | 1.905 | 303 | 412.97 | 20.38 | 260 | 354.93 | 17.51 | 134 | 184.68 | 9.11 | |
| | 100 | 2.540 | 386 | 524.92 | 25.90 | 315 | 429.16 | 21.17 | 30.12% | 165 | 226.59 | 11.18 |
| | 125 | 3.175 | 480 | 651.57 | 32.15 | 385 | 523.57 | 25.83 | | 182 | 249.57 | 12.31 |
| | 150 | 3.810 | 560 | 759.25 | 37.46 | 430 | 584.22 | 28.82 | | 204 | 279.29 | 13.78 |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 698 | 944.76 | 46.61 | 508 | 689.27 | 34.01 | 32.25% | 240 | 327.92 | 16.18 |
| | 300 | 7.620 | 970 | 1309.50 | 64.61 | 630 | 853.39 | 42.10 | | 301 | 410.27 | 20.24 |
| | 400 | 10.160 | 1254 | 1689.08 | 83.34 | 689 | 932.67 | 46.02 | | 361 | 491.21 | 24.24 |
| | 500 | 12.700 | 1470 | 1976.91 | 97.54 | 785 | 1061.55 | 52.37 | | 409 | 555.92 | 27.43 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|-------------------------|-----------|-----------|
| 55 | 36.84% | 44.20% | 2.14 gr/cm ³ | 0.07% | 0.17% |
| 26 | 30.12% | 32.25% | 1.95 gr/cm ³ | 0.08% | 0.37% |
| 12 | 15.90% | 15.34% | 1.81 gr/cm ³ | 0.07% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 30.18% | 32.36% |
| CBR al 95% de la MDS | 24.67% | 22.76% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

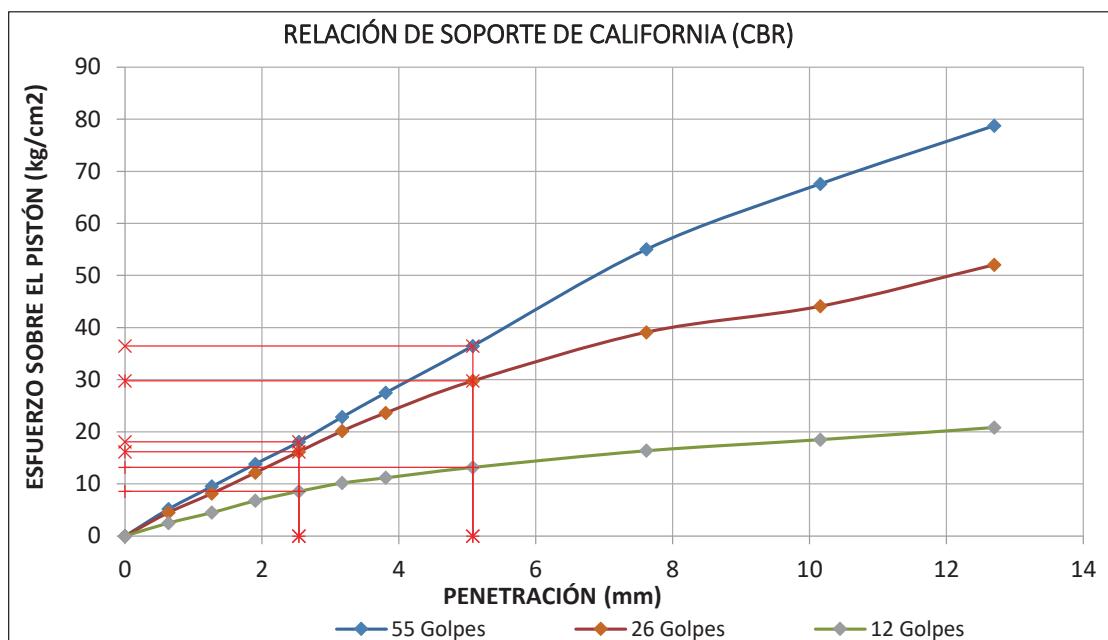
Anexo B.8.2.4-PS-9%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------|--------|
| Densidad Seca Máxima = Humedad Óptima = Adición de pegamento = Área del Pistón = | 1.97 cm ³ 11.74 % 9% 20.27 cm ² | Peso del Martillo = Altura de Caída del Martillo = Número de Capas = Altura del Disco Espaciador = | 4.54 Kg 45.72 cm 5 6.14 cm | Diametro = Altura = Altura de la Muestra = Volumen = | 15.24 cm 17.78 cm 11.64 cm 2123.85 cm ³ | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | |
| Peso del Molde (gr) | | 7228.00 | | 6683.00 | | 6497.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | 11996.00 | | 11323.00 | | 10905.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | 12046.00 | | 11542.00 | | 11103.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | 50.00 | | 219.00 | | 198.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | 4768.00 | | 4640.00 | | 4409.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | 4818.00 | | 4859.00 | | 4606.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | 4267.18 | | 4152.63 | | 3915.00 | |
| Porcentaje de Absorción | | 1.17% | | 5.27% | | 5.02% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | 2.01 | | 1.96 | | 1.86 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba |
| Peso de Capsula (gr) | | 18.78 | | 18.86 | | 18.32 | |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | 44.90 | | 42.46 | | 48.14 | |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | 41.98 | | 39.88 | | 44.76 | |
| Peso del Agua (gr) | | 2.92 | | 3.06 | | 2.58 | |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | 23.20 | | 27.86 | | 21.02 | |
| Humedad (%) | | 12.59% | | 10.98% | | 12.27% | |
| Humedad Promedio (%) | | 11.95% | | 12.27% | | 12.78% | |
| Porcentaje de Absorción | | 0.21% | | 1.13% | | 1.25% | |

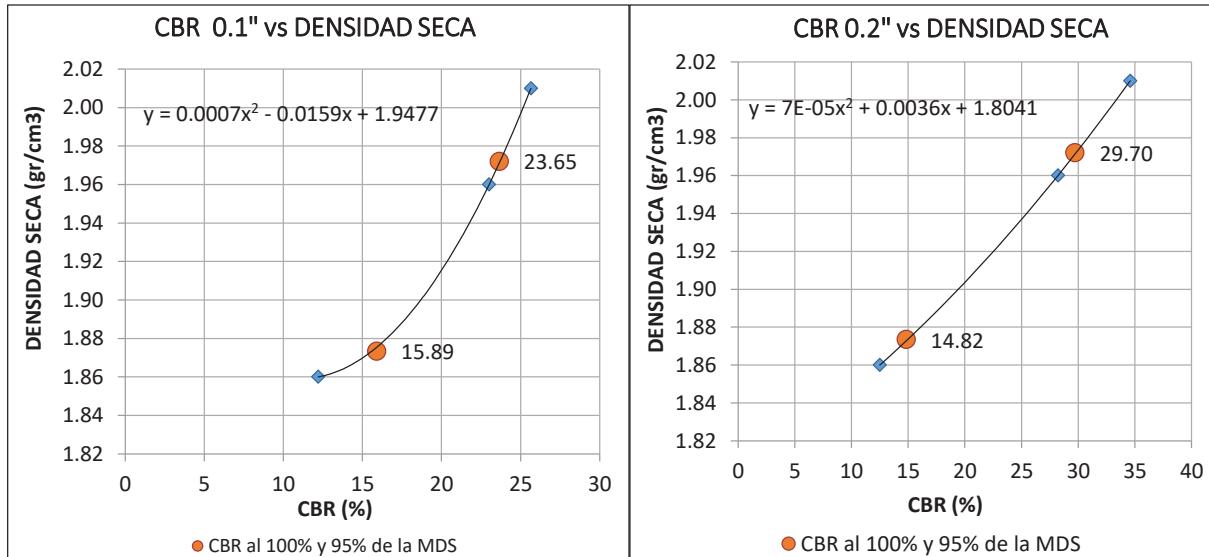
| Tiempo Transcurrido | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|---------------------|------------|--------|--------------|------------|---------|--------------|------------|--------|--------------|-------|
| | Dial | Deform | % de Expans. | Dial | Deform | % de Expans. | Dial | Deform | % de Expans. | |
| | Días | Horas | *0.001" | mm | *0.001" | mm | *0.001" | mm | *0.001" | mm |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 1 | 0.025 | 0.02% | 2 | 0.051 | 0.04% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 2 | 48 | 2.7 | 0.069 | 0.06% | 2.5 | 0.064 | 0.05% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 3 | 72 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 4 | 96 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 3 | 0.076 | 0.07% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % |
| | | | | | | | | | | | |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| | 25 | 0.635 | 75 | 104.88 | 5.17 | 65 | 91.34 | 4.51 | 35 | 50.74 | 2.50 |
| | 50 | 1.270 | 140 | 192.79 | 9.51 | 120 | 165.75 | 8.18 | 65 | 91.34 | 4.51 |
| | 75 | 1.905 | 205 | 280.64 | 13.85 | 180 | 246.86 | 12.18 | 99 | 137.35 | 6.78 |
| | 100 | 2.540 | 268 | 365.73 | 18.04 | 240 | 327.92 | 16.18 | 126 | 173.86 | 8.58 |
| | 125 | 3.175 | 340 | 462.89 | 22.84 | 300 | 408.92 | 20.18 | 150 | 206.31 | 10.18 |
| | 150 | 3.810 | 410 | 557.27 | 27.49 | 352 | 479.07 | 23.64 | 165 | 226.59 | 11.18 |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 545 | 739.07 | 36.46 | 444 | 603.08 | 29.75 | 195 | 267.13 | 13.18 |
| | 300 | 7.620 | 825 | 1115.21 | 55.02 | 585 | 792.88 | 39.12 | 243 | 331.97 | 16.38 |
| | 400 | 10.160 | 1015 | 1369.73 | 67.58 | 660 | 893.71 | 44.09 | 275 | 375.18 | 18.51 |
| | 500 | 12.700 | 1184 | 1595.64 | 78.73 | 780 | 1054.84 | 52.04 | 310 | 422.41 | 20.84 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 25.66% | 34.58% | 2.01 gr/cm³ | 0.07% | 0.21% |
| 26 | 23.01% | 28.21% | 1.96 gr/cm³ | 0.08% | 1.13% |
| 12 | 12.20% | 12.50% | 1.86 gr/cm³ | 0.07% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 23.65% | 29.70% |
| CBR al 95% de la MDS | 15.89% | 14.82% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

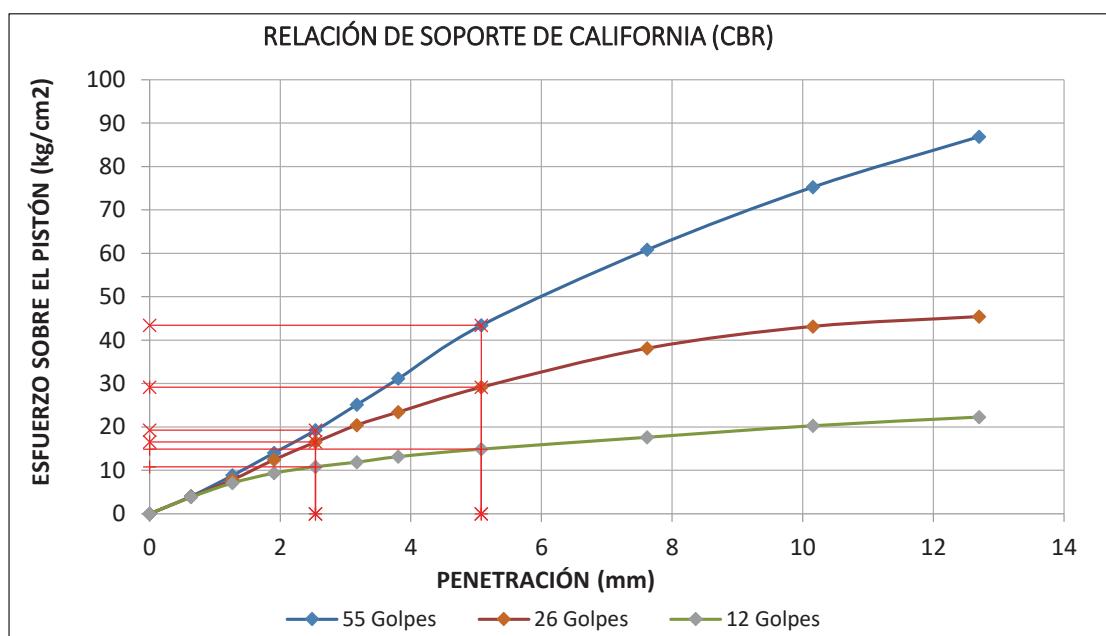
Anexo B.8.2.5-PS-12%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.97 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diametro = | 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = | 11.18 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = | 12 % | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7070.00 | 7784.00 | 7096.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 12106.00 | 12631.00 | 11478.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 12128.00 | 12737.00 | 11675.00 | | | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 22.00 | 106.00 | 197.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 5036.00 | 4847.00 | 4382.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 5058.00 | 4953.00 | 4579.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4529.51 | 4359.52 | 3941.29 | | | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.49% | 2.43% | 5.00% | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 2.13 | 2.05 | 1.86 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | | | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.40 | 18.40 | 19.21 | 19.06 | 18.70 | 17.88 | 19.59 | 18.82 | 18.51 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 49.30 | 45.04 | 49.50 | 52.74 | 42.60 | 42.10 | 48.54 | 43.42 | 46.14 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 45.56 | 42.18 | 45.99 | 48.68 | 39.84 | 38.72 | 44.52 | 40.36 | 41.92 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 3.74 | 2.86 | 3.51 | 4.06 | 2.76 | 3.38 | 4.02 | 3.06 | 4.22 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 31.16 | 23.78 | 26.78 | 29.62 | 21.14 | 20.84 | 24.93 | 21.54 | 23.41 |
| Humedad (%) | | | | 12.00% | 12.03% | 13.11% | 13.71% | 13.06% | 16.22% | 16.13% | 14.21% | 18.03% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | 12.38% | | | 14.33% | | | 16.12% | |
| Porcentaje de Absorción | | | | | 1.20% | | | 3.15% | | | 1.25% | |

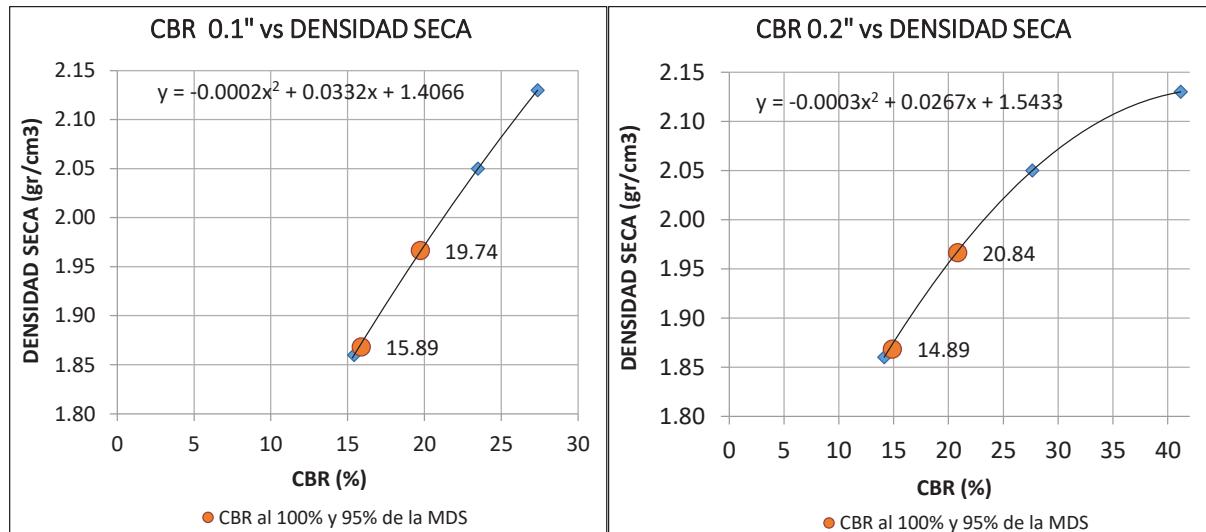
| Tiempo Transcurrido | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|---------------------|------------|---------|--------|--------------|---------|--------|--------------|---------|--------|--------------|
| | Días | Dial | Deform | % de Expans. | Dial | Deform | % de Expans. | Dial | Deform | % de Expans. |
| | | *0.001" | mm | | *0.001" | mm | | *0.001" | mm | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 1 | 0.025 | 0.02% | 2 | 0.051 | 0.04% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 2 | 48 | 2.7 | 0.069 | 0.06% | 2.5 | 0.064 | 0.05% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 3 | 72 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 4 | 96 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 3 | 0.076 | 0.07% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|------------|-----------|-----------------------------|------------|--------|-----------|-----------------------------|--------|------|--------|--------------------|---|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | | | |
| | | | Dial | kg | kg/cm ² | % | Dial | kg | kg/cm ² | % | Dial | kg | kg/cm ² | % |
| | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| | 25 | 0.635 | 58 | 81.87 | 4.04 | 56 | 79.16 | 3.91 | 55 | 77.81 | 3.84 | | | |
| | 50 | 1.270 | 130 | 179.27 | 8.84 | 115 | 158.99 | 7.84 | 104 | 144.11 | 7.11 | | | |
| | 75 | 1.905 | 208 | 284.70 | 14.05 | 184 | 252.27 | 12.45 | 138 | 190.09 | 9.38 | | | |
| 70.31 | 100 | 2.540 | 286 | 390.02 | 19.24 | 27.37% | 245 | 334.67 | 16.51 | 23.49% | 160 | 219.83 | 10.85 | |
| | 125 | 3.175 | 375 | 510.09 | 25.17 | | 304 | 414.32 | 20.44 | | 176 | 241.46 | 11.91 | |
| | 150 | 3.810 | 465 | 631.37 | 31.15 | | 349 | 475.03 | 23.44 | | 195 | 267.13 | 13.18 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 650 | 880.27 | 43.43 | 41.18% | 435 | 590.96 | 29.16 | 27.65% | 221 | 302.26 | 14.91 | |
| | 300 | 7.620 | 913 | 1233.17 | 60.84 | | 570 | 772.70 | 38.12 | | 262 | 357.63 | 17.64 | |
| | 400 | 10.160 | 1132 | 1526.18 | 75.30 | | 646 | 874.89 | 43.17 | | 302 | 411.62 | 20.31 | |
| | 500 | 12.700 | 1308 | 1761.11 | 86.89 | | 680 | 920.58 | 45.42 | | 332 | 452.10 | 22.31 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 27.37% | 41.18% | 2.13 gr/cm³ | 0.07% | 1.20% |
| 26 | 23.49% | 27.65% | 2.05 gr/cm³ | 0.08% | 3.15% |
| 12 | 15.43% | 14.14% | 1.86 gr/cm³ | 0.07% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------------------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 19.74% | 20.84% |
| CBR al 95% de la MDS | 15.89% 14.89% | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

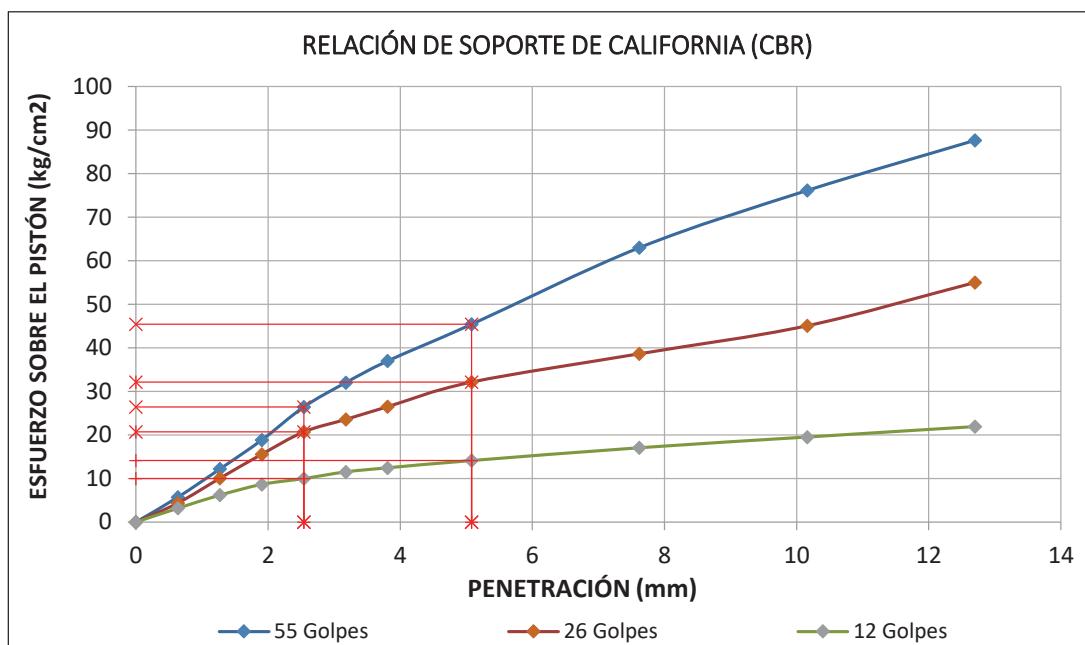
Anexo B.8.2.6-PS-15%: CBR suelo Tipo II (C-2 y C-3)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|-------------|------------------------|-------------------------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.93 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | Diámetro = | 15.24 cm |
| Humedad Óptimo = | 11.08 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | Altura = | 17.78 cm |
| Adición de pegamento = | 15% | Número de Capas = | 5 | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | MUESTRA 06 | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6285.00 | 7685.00 | 7645.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11299.00 | 12196.00 | 11845.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11329.00 | 12291.00 | 12027.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 30.00 | 95.00 | 182.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 5014.00 | 4511.00 | 4200.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 5044.00 | 4606.00 | 4382.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4513.91 | 4061.08 | 3781.10 | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.66% | 2.34% | 4.81% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 2.13 | 1.91 | 1.78 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.66 | 14.58 | 14.86 | 14.66 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 50.08 | 39.84 | 49.32 | 47.26 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 46.50 | 37.38 | 45.40 | 42.12 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 3.58 | 2.46 | 3.92 | 5.14 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 31.84 | 22.80 | 30.54 | 27.46 |
| Humedad (%) | | | | 11.24% | 10.79% | 12.84% | 12.72% |
| Humedad Promedio (%) | | | | 11.62% | 12.94% | 14.15% | 15.25% |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.54% | 1.86% | 1.25% | |

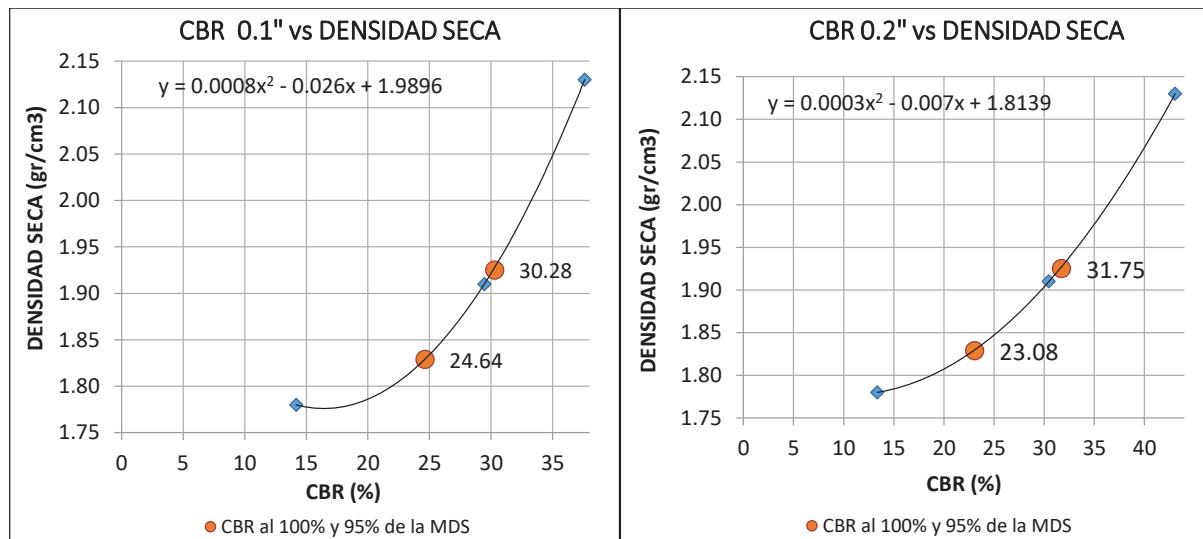
| Tiempo Transcurrido Días | Horas | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | |
|--------------------------------|-------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| | | | | | | | | | | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 1 | 0.025 | 0.02% | 2 | 0.051 | 0.04% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 2 | 48 | 2.7 | 0.069 | 0.06% | 2.5 | 0.064 | 0.05% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 3 | 72 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 2.5 | 0.064 | 0.05% |
| Día 4 | 96 | 3 | 0.076 | 0.07% | 3.5 | 0.089 | 0.08% | 3 | 0.076 | 0.07% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|------------|---------------|--------------------------------|---------------|--------------|--------------------------------|--------------|---------------|--------------------------------|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| | 25 | 0.635 | 83 | 115.70 | 5.71 | 63 | 88.64 | 4.37 | 45 | 64.28 | 3.17 |
| | 50 | 1.270 | 180 | 246.86 | 12.18 | 148 | 203.61 | 10.05 | 90 | 125.17 | 6.18 |
| | 75 | 1.905 | 280 | 381.93 | 18.84 | 231 | 315.76 | 15.58 | 127 | 175.22 | 8.64 |
| 105.46 | 100 | 2.540 | 394 | 535.70 | 26.43 | 37.59% | 308 | 419.71 | 20.71 | 29.45% | 147 |
| | 125 | 3.175 | 478 | 648.88 | 32.01 | 351 | 477.72 | 23.57 | 170 | 233.35 | 11.51 |
| | 150 | 3.810 | 553 | 749.83 | 37.00 | 395 | 537.05 | 26.50 | 184 | 252.27 | 12.45 |
| | 200 | 5.080 | 680 | 920.58 | 45.42 | 43.07% | 480 | 651.57 | 32.15 | 30.48% | 209 |
| | 300 | 7.620 | 946 | 1277.37 | 63.02 | 578 | 783.47 | 38.65 | 253 | 345.47 | 17.05 |
| | 400 | 10.160 | 1145 | 1543.55 | 76.16 | 675 | 913.86 | 45.09 | 290 | 395.42 | 19.51 |
| | 500 | 12.700 | 1320 | 1777.11 | 87.68 | 825 | 1115.21 | 55.02 | 326 | 444.00 | 21.91 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 37.59% | 43.07% | 2.13 gr/cm³ | 0.07% | 0.54% |
| 26 | 29.45% | 30.48% | 1.91 gr/cm³ | 0.08% | 1.86% |
| 12 | 14.19% | 13.38% | 1.78 gr/cm³ | 0.07% | 1.25% |



| Penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 30.28% | 31.75% |
| CBR al 95% de la MDS | 24.64% | 23.08% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.8.3: Capacidad de soporte CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

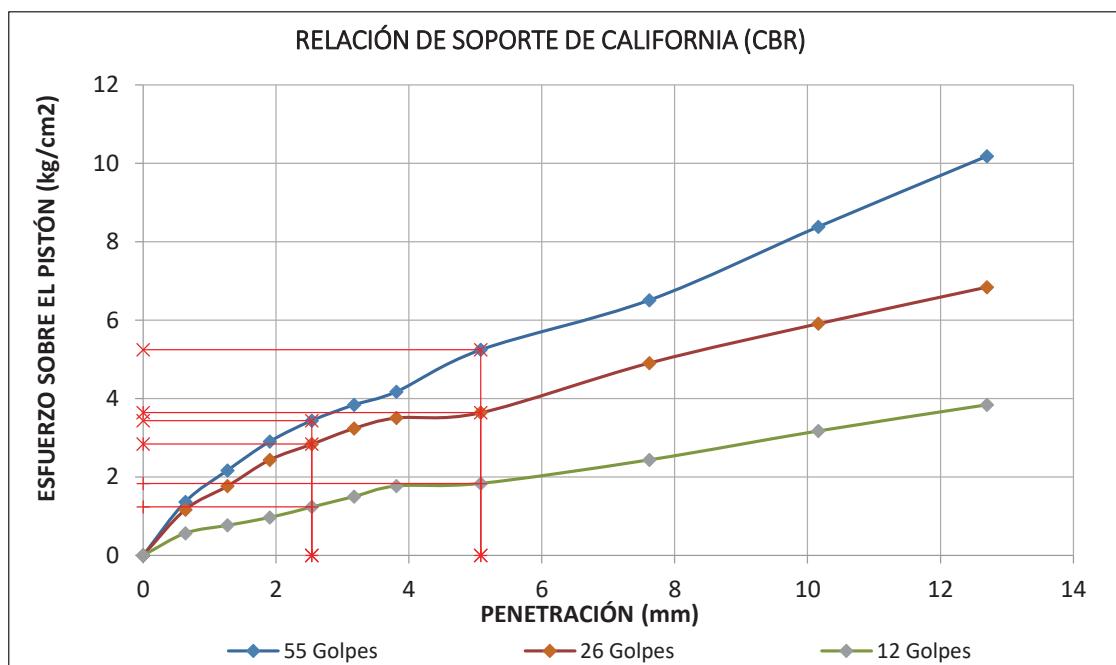
Anexo B.8.3.1-SPS: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.63 cm3 | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diametro = | 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = | 14.69 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = | 0 % | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm2 | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm3 | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7345.00 | 7266.00 | 7178.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11741.00 | 11366.00 | 10856.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11913.00 | 11635.00 | 11261.00 | | | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 172.00 | 269.00 | 405.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4396.00 | 4100.00 | 3678.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4568.00 | 4369.00 | 4083.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 3832.92 | 3574.84 | 3206.89 | | | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 4.49% | 7.52% | 12.63% | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm3) | | | | 1.80 | 1.68 | 1.51 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | | | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.74 | 14.34 | 14.64 | 14.78 | 14.64 | 14.52 | 14.64 | 14.72 | |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 55.17 | 49.14 | 53.90 | 62.34 | 52.43 | 53.15 | 58.10 | 52.54 | 56.70 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 46.72 | 45.58 | 43.56 | 52.52 | 45.40 | 45.36 | 48.76 | 44.62 | 47.78 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 8.45 | 3.56 | 10.34 | 9.82 | 7.03 | 7.79 | 9.34 | 7.92 | 8.92 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 31.98 | 31.24 | 28.92 | 37.74 | 30.76 | 30.52 | 34.24 | 29.98 | 33.06 |
| Humedad (%) | | | | 26.42% | 11.40% | 35.75% | 26.02% | 22.85% | 25.52% | 27.28% | 26.42% | 26.98% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | 24.52% | | | 24.80% | | | 26.89% | |
| Porcentaje de Absorción | | | | | 9.83% | | | 10.11% | | | 12.20% | |

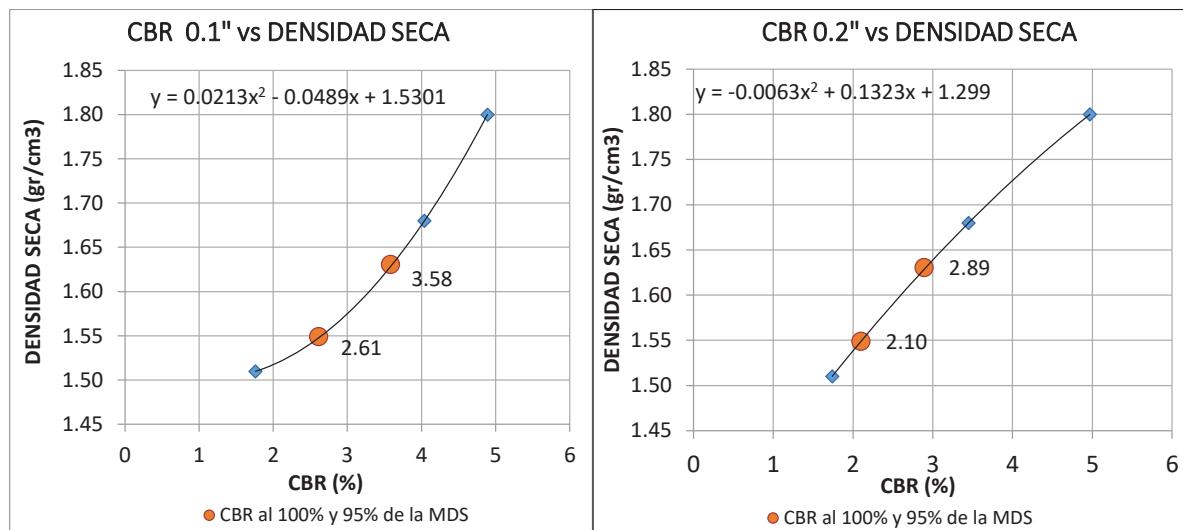
| Tiempo Transcurrido | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | | |
|---------------------|------------|-------|--------------|------------|--------------|--------------|------------|--------------|--------------|-----------|--------------|
| | Días | Horas | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| | | | | | | | | | | | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 61 | 1.549 | 1.549 | 1.33% | 42.5 | 1.080 | 0.93% | 20 | 0.508 | 0.44% |
| Día 2 | 48 | 67 | 1.702 | 1.702 | 1.46% | 60 | 1.524 | 1.31% | 29 | 0.737 | 0.63% |
| Día 3 | 72 | 71 | 1.803 | 1.803 | 1.55% | 57 | 1.448 | 1.24% | 46 | 1.168 | 1.00% |
| Día 4 | 96 | 73.2 | 1.859 | 1.859 | 1.60% | 58.1 | 1.476 | 1.27% | 50 | 1.270 | 1.09% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm2) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | | | |
|--------------------------------|--------------|----------------|------------|-----------|-----------------|------------|-------|-----------|-----------------|-------|------|-------|------|-------|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm2 | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm2 | CBR % | Dial | | | |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | | |
| | 25 | 0.635 | 18 | 27.72 | 1.37 | 15 | 23.66 | 1.17 | 6 | 11.47 | 0.57 | | | |
| | 50 | 1.270 | 30 | 43.97 | 2.17 | 24 | 35.85 | 1.77 | 9 | 15.54 | 0.77 | | | |
| | 75 | 1.905 | 41 | 58.86 | 2.90 | 34 | 49.38 | 2.44 | 12 | 19.60 | 0.97 | | | |
| | 100 | 2.540 | 49 | 69.69 | 3.44 | 4.89% | 40 | 57.51 | 2.84 | 4.04% | 16 | 25.01 | 1.23 | 1.76% |
| | 125 | 3.175 | 55 | 77.81 | 3.84 | | 46 | 65.63 | 3.24 | | 20 | 30.43 | 1.50 | |
| | 150 | 3.810 | 60 | 84.58 | 4.17 | | 50 | 71.04 | 3.51 | | 24 | 35.85 | 1.77 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 76 | 106.23 | 5.24 | 4.97% | 52 | 73.75 | 3.64 | 3.45% | 25 | 37.20 | 1.84 | 1.74% |
| | 300 | 7.620 | 95 | 131.93 | 6.51 | | 71 | 99.46 | 4.91 | | 34 | 49.38 | 2.44 | |
| | 400 | 10.160 | 123 | 169.81 | 8.38 | | 86 | 119.76 | 5.91 | | 45 | 64.28 | 3.17 | |
| | 500 | 12.700 | 150 | 206.31 | 10.18 | | 100 | 138.70 | 6.84 | | 55 | 77.81 | 3.84 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 4.89% | 4.97% | 1.80 gr/cm³ | 1.60% | 9.83% |
| 26 | 4.04% | 3.45% | 1.68 gr/cm³ | 1.27% | 10.11% |
| 12 | 1.76% | 1.74% | 1.51 gr/cm³ | 1.09% | 12.20% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|-------|-------|
| CBR al 100% de la MDS | 3.58% | 2.89% |
| CBR al 95% de la MDS | 2.61% | 2.10% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

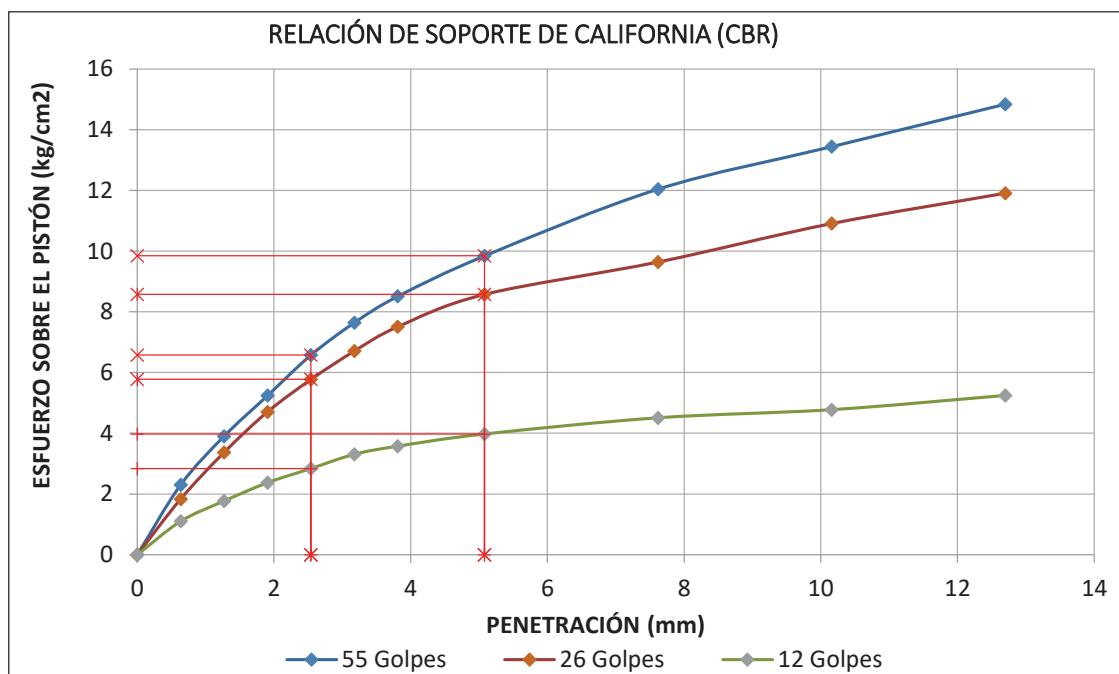
Anexo B.8.3.2-PS-3%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.74 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diametro = | 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = | 15.27 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = | 3 % | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | MUESTRA 06 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7305.00 | 7364.00 | 7480.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11753.00 | 11589.00 | 11004.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11854.00 | 11771.00 | 11433.00 | | | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 101.00 | 182.00 | 499.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4448.00 | 4225.00 | 3524.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4549.00 | 4407.00 | 3953.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 3858.76 | 3665.30 | 3057.16 | | | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 2.62% | 4.97% | 14.03% | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.86 | 1.73 | 1.44 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Aabajo | Arriba | Medio | Aabajo | | | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.90 | 14.52 | 14.42 | 14.54 | 14.50 | 14.74 | 14.32 | 14.66 | 14.36 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 52.56 | 54.90 | 52.08 | 53.67 | 54.23 | 55.53 | 55.79 | 52.82 | 50.41 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 45.50 | 48.74 | 45.81 | 45.84 | 47.44 | 47.34 | 46.99 | 45.19 | 43.13 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 7.06 | 6.16 | 6.27 | 7.83 | 6.79 | 8.19 | 8.80 | 7.63 | 7.28 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 30.60 | 34.22 | 31.39 | 31.30 | 32.94 | 32.60 | 32.67 | 30.53 | 28.77 |
| Humedad (%) | | | | 23.07% | 18.00% | 19.97% | 25.02% | 20.61% | 25.12% | 26.94% | 24.99% | 25.30% |
| Humedad Promedio (%) | | | | 20.35% | | | | 23.58% | | | 25.74% | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 5.08% | | | | 8.31% | | | 10.47% | |

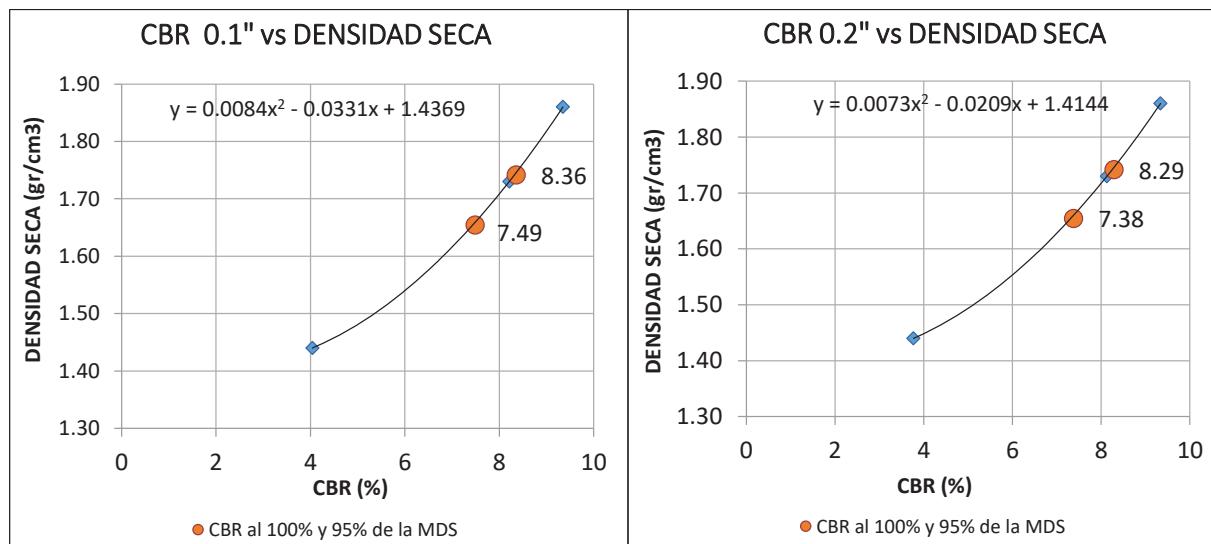
| Tiempo | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|--------|--------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|---------|
| | Transcurrido | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de |
| Días | Horas | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 61 | 1.549 | 1.33% | 72 | 1.829 | 1.57% | 43 | 1.092 | 0.94% |
| Día 2 | 48 | 64 | 1.626 | 1.40% | 92 | 2.337 | 2.01% | 77 | 1.956 | 1.68% |
| Día 3 | 72 | 69.2 | 1.758 | 1.51% | 99 | 2.515 | 2.16% | 102 | 2.591 | 2.23% |
| Día 4 | 96 | 68.5 | 1.740 | 1.49% | 100.2 | 2.545 | 2.19% | 112 | 2.845 | 2.44% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|------------|-----------|-----------------------------|------------|------|-----------|-----------------------------|-------|------|--------|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | |
| 70.31 | 100 | 2.540 | 96 | 133.29 | 6.58 | 9.35% | 84 | 117.05 | 5.78 | 8.21% | 40 | 57.51 |
| | 125 | 3.175 | 112 | 154.93 | 7.64 | | 98 | 135.99 | 6.71 | | 47 | 66.98 |
| | 150 | 3.810 | 125 | 172.51 | 8.51 | | 110 | 152.22 | 7.51 | | 51 | 72.40 |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 145 | 199.55 | 9.85 | 9.34% | 126 | 173.86 | 8.58 | 8.13% | 57 | 80.52 |
| | 300 | 7.620 | 178 | 244.16 | 12.05 | | 142 | 195.50 | 9.65 | | 65 | 91.34 |
| | 400 | 10.160 | 199 | 272.54 | 13.45 | | 161 | 221.18 | 10.91 | | 69 | 96.76 |
| | 500 | 12.700 | 220 | 300.91 | 14.85 | | 176 | 241.46 | 11.91 | | 76 | 106.23 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 9.35% | 9.34% | 1.86 gr/cm³ | 1.49% | 5.08% |
| 26 | 8.21% | 8.13% | 1.73 gr/cm³ | 2.19% | 8.31% |
| 12 | 4.04% | 3.77% | 1.44 gr/cm³ | 2.44% | 10.47% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|-------|-------|
| CBR al 100% de la MDS | 8.36% | 8.29% |
| CBR al 95% de la MDS | 7.49% | 7.38% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

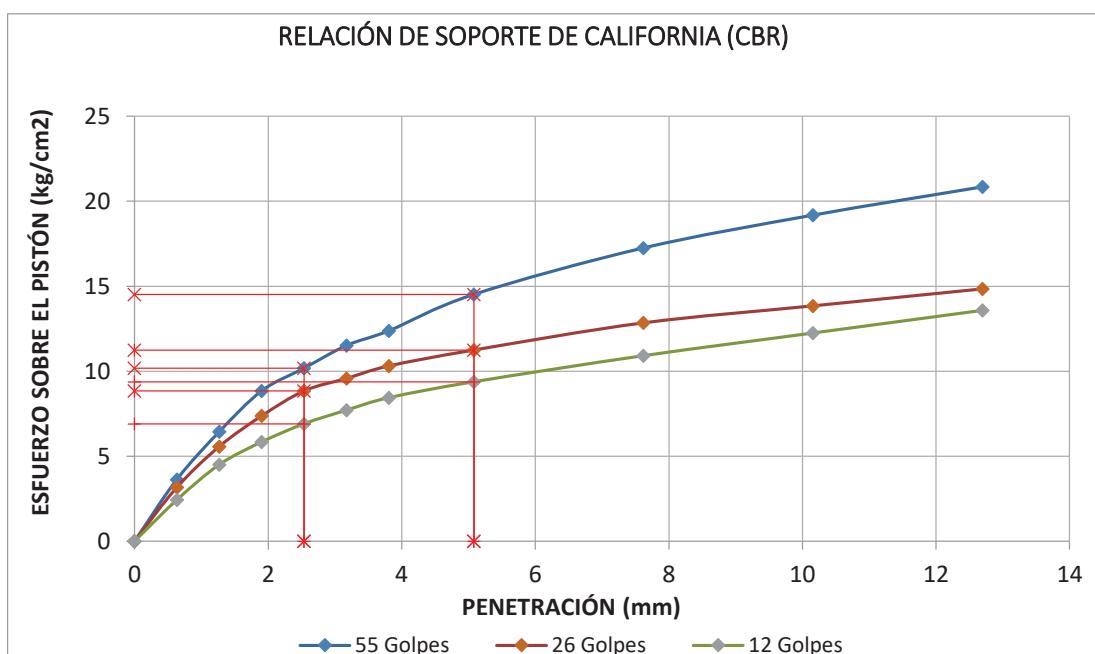
Anexo B.8.3.3-PS-6%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.76 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diámetro = | 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = | 16.28 % | Altura de Caida del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = | 6% | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | | | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7877.00 | 7347.00 | 7304.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 12315.00 | 11612.00 | 11382.00 | | | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 12341.00 | 11702.00 | 11545.00 | | | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 26.00 | 90.00 | 163.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4438.00 | 4265.00 | 4078.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4464.00 | 4355.00 | 4241.00 | | | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 3816.55 | 3667.77 | 3506.96 | | | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 0.68% | 2.45% | 4.65% | | | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.80 | 1.73 | 1.65 | | | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | | | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 11.52 | 11.64 | 11.32 | 10.98 | 11.36 | 18.30 | 18.56 | 18.40 | 14.44 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 62.30 | 61.11 | 63.86 | 65.17 | 64.75 | 75.86 | 73.51 | 70.31 | 65.45 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 54.36 | 53.75 | 55.82 | 57.12 | 55.14 | 66.08 | 65.40 | 62.54 | 57.52 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 7.94 | 7.36 | 8.04 | 8.05 | 9.61 | 9.78 | 8.11 | 7.77 | 7.93 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 42.84 | 42.11 | 44.50 | 46.14 | 43.78 | 47.78 | 46.84 | 44.14 | 43.08 |
| Humedad (%) | | | | 18.53% | 17.48% | 18.07% | 17.45% | 21.95% | 20.47% | 17.31% | 17.60% | 18.41% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | | | | | | | | 17.77% |
| Porcentaje de Absorción | | | | | | | | | | | | 1.49% |

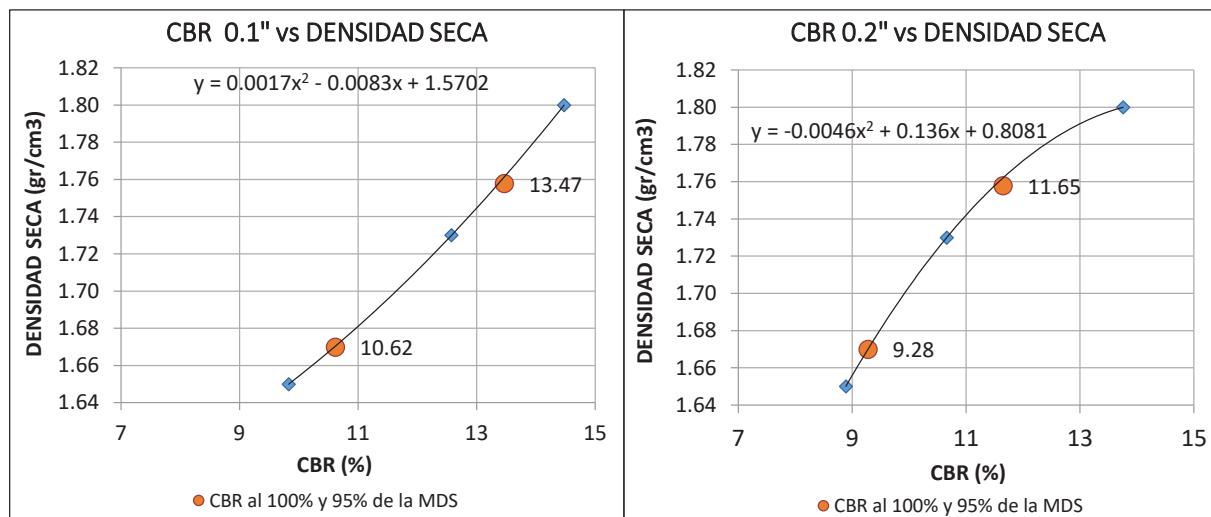
| Tiempo | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|--------|--------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|---------|
| | Transcurrido | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de |
| Días | Horas | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 1.53 | 0.039 | 0.03% | 1.25 | 0.032 | 0.03% | 1.14 | 0.029 | 0.02% |
| Día 2 | 48 | 1.6 | 0.041 | 0.03% | 1.41 | 0.036 | 0.03% | 1.27 | 0.032 | 0.03% |
| Día 3 | 72 | 1.64 | 0.042 | 0.04% | 1.492 | 0.038 | 0.03% | 1.35 | 0.034 | 0.03% |
| Día 4 | 96 | 1.686 | 0.043 | 0.04% | 1.53 | 0.039 | 0.03% | 1.38 | 0.035 | 0.03% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|-------------|-------------|-------|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| | 25 | 0.635 | 52 | 73.75 | 3.64 | 45 | 64.28 | 3.17 | 34 | 49.38 | 2.44 |
| | 50 | 1.270 | 94 | 130.58 | 6.44 | 81 | 112.99 | 5.57 | 65 | 91.34 | 4.51 |
| | 75 | 1.905 | 130 | 179.27 | 8.84 | 108 | 149.52 | 7.38 | 85 | 118.41 | 5.84 |
| | 100 | 2.540 | 150 | 206.31 | 10.18 | 130 | 179.27 | 8.84 | 101 | 140.05 | 6.91 |
| | 125 | 3.175 | 170 | 233.35 | 11.51 | 141 | 194.15 | 9.58 | 113 | 156.28 | 7.71 |
| | 150 | 3.810 | 183 | 250.92 | 12.38 | 152 | 209.02 | 10.31 | 124 | 171.16 | 8.44 |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 215 | 294.15 | 14.51 | 166 | 227.94 | 11.25 | 138 | 190.09 | 9.38 |
| | 300 | 7.620 | 256 | 349.53 | 17.24 | 190 | 260.38 | 12.85 | 161 | 221.18 | 10.91 |
| | 400 | 10.160 | 285 | 388.67 | 19.18 | 205 | 280.64 | 13.85 | 181 | 248.21 | 12.25 |
| | 500 | 12.700 | 310 | 422.41 | 20.84 | 220 | 300.91 | 14.85 | 201 | 275.24 | 13.58 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 14.48% | 13.76% | 1.80 gr/cm³ | 0.04% | 1.74% |
| 26 | 12.58% | 10.66% | 1.73 gr/cm³ | 0.03% | 3.67% |
| 12 | 9.83% | 8.89% | 1.65 gr/cm³ | 0.03% | 1.49% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 13.47% | 11.65% |
| CBR al 95% de la MDS | 10.62% | 9.28% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

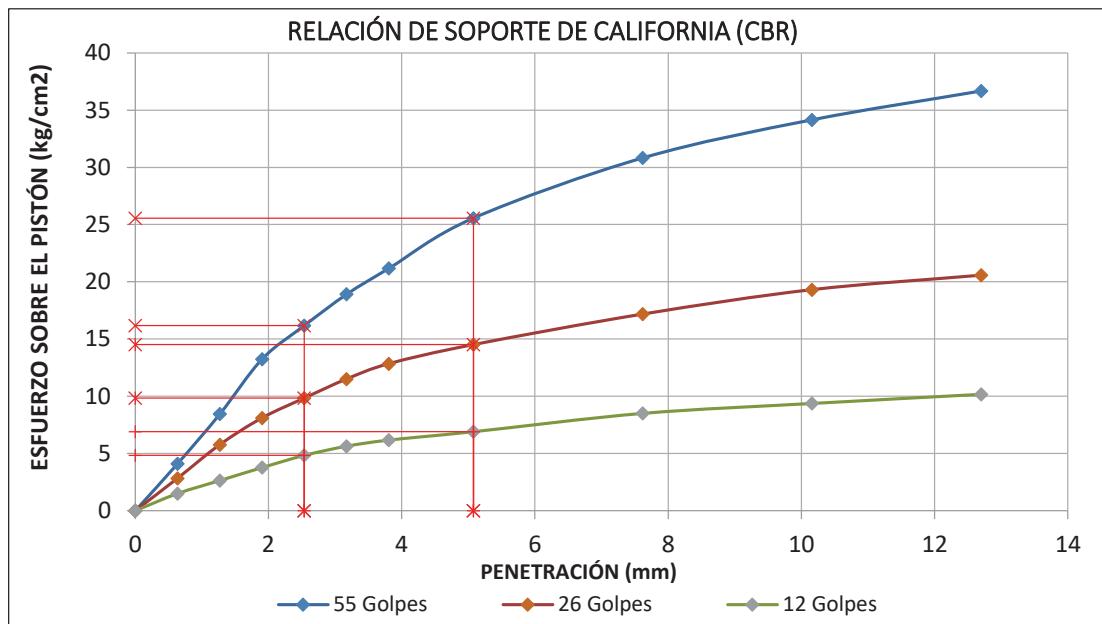
Anexo B.8.3.4-PS-9%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.77 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diametro = | 15.24 cm |
| Humedad Óptimo = | 15.90 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm |
| Adición de pegamento = | 9% | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | MUESTRA 06 | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6903.00 | 7266.00 | 7209.00 | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11377.00 | 11522.00 | 11082.00 | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11438.00 | 11647.00 | 11347.00 | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 61.00 | 125.00 | 265.00 | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4474.00 | 4256.00 | 3873.00 | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4535.00 | 4381.00 | 4138.00 | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 3860.26 | 3672.16 | 3341.70 | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 1.58% | 3.40% | 7.93% | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.82 | 1.73 | 1.57 | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 11.40 | 10.56 | 11.74 | 10.74 | 11.20 | 11.44 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 61.92 | 66.62 | 52.60 | 60.74 | 50.75 | 60.04 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 55.01 | 60.19 | 45.73 | 52.71 | 45.45 | 50.95 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 6.91 | 6.43 | 6.87 | 8.03 | 5.30 | 9.09 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 43.61 | 49.63 | 33.99 | 41.97 | 34.25 | 39.51 |
| Humedad (%) | | | | 15.84% | 12.96% | 20.21% | 19.13% | 15.47% | 23.01% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | | | | 20.33% | 16.14% |
| Porcentaje de Absorción | | | | | | | | | 23.34% |

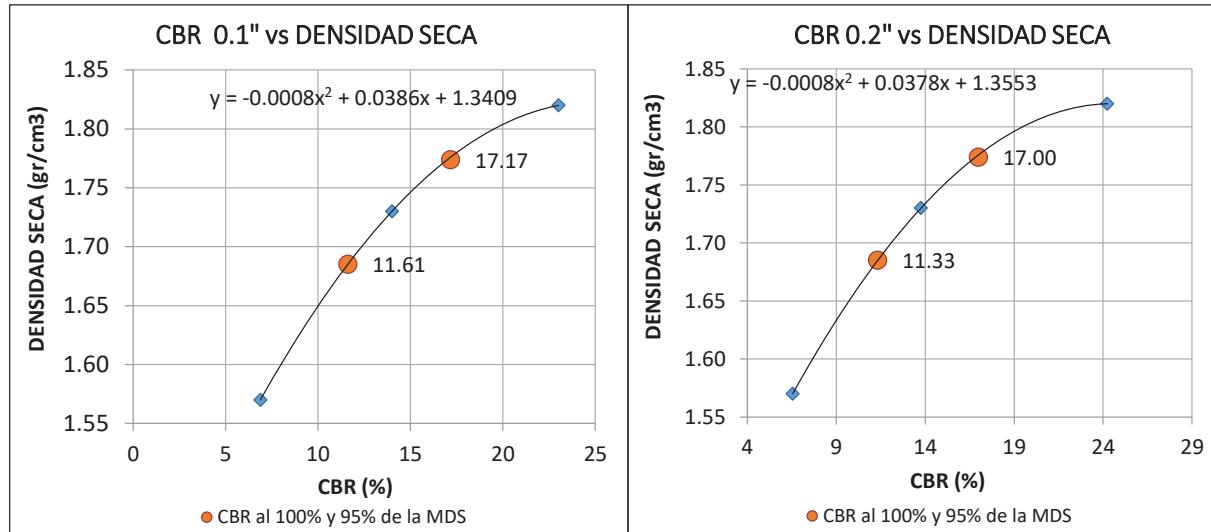
| Tiempo Transcurrido Días | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | |
|--------------------------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| Día 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 64 | 1.40% | 50 | 1.270 | 1.09% | 16 | 0.406 | 0.35% |
| Día 2 | 48 | 68 | 1.48% | 55 | 1.397 | 1.20% | 25 | 0.635 | 0.55% |
| Día 3 | 72 | 74.5 | 1.63% | 60.5 | 1.537 | 1.32% | 31 | 0.787 | 0.68% |
| Día 4 | 96 | 75.8 | 1.65% | 65 | 1.651 | 1.42% | 33.1 | 0.841 | 0.72% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|------------|--------------|--------------------------------|------------|------|--------------|--------------------------------|--------|-------|--------------|--------------------------------|-------|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| | 25 | 0.635 | 59 | 83.22 | 4.11 | 40 | 40 | 57.51 | 2.84 | 20 | 30.43 | 1.50 | | |
| | 50 | 1.270 | 124 | 171.16 | 8.44 | 84 | 84 | 117.05 | 5.78 | 37 | 53.45 | 2.64 | | |
| | 75 | 1.905 | 196 | 268.48 | 13.25 | 119 | 119 | 164.40 | 8.11 | 54 | 76.46 | 3.77 | | |
| | 100 | 2.540 | 240 | 327.92 | 16.18 | 23.01% | 145 | 199.55 | 9.85 | 14.00% | 70 | 98.11 | 4.84 | 6.88% |
| | 125 | 3.175 | 281 | 383.28 | 18.91 | | 170 | 233.35 | 11.51 | | 82 | 114.35 | 5.64 | |
| | 150 | 3.810 | 315 | 429.16 | 21.17 | | 190 | 260.38 | 12.85 | | 90 | 125.17 | 6.18 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 381 | 518.18 | 25.57 | 24.24% | 215 | 294.15 | 14.51 | 13.76% | 101 | 140.05 | 6.91 | 6.55% |
| | 300 | 7.620 | 460 | 624.64 | 30.82 | | 255 | 348.18 | 17.18 | | 125 | 172.51 | 8.51 | |
| | 400 | 10.160 | 510 | 691.96 | 34.14 | | 287 | 391.37 | 19.31 | | 138 | 190.09 | 9.38 | |
| | 500 | 12.700 | 548 | 743.11 | 36.66 | | 306 | 417.02 | 20.57 | | 150 | 206.31 | 10.18 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 23.01% | 24.24% | 1.82 gr/cm³ | 1.65% | 0.44% |
| 26 | 14.00% | 13.76% | 1.73 gr/cm³ | 1.42% | 3.31% |
| 12 | 6.88% | 6.55% | 1.57 gr/cm³ | 0.72% | 4.04% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 17.17% | 17.00% |
| CBR al 95% de la MDS | 11.61% | 11.33% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

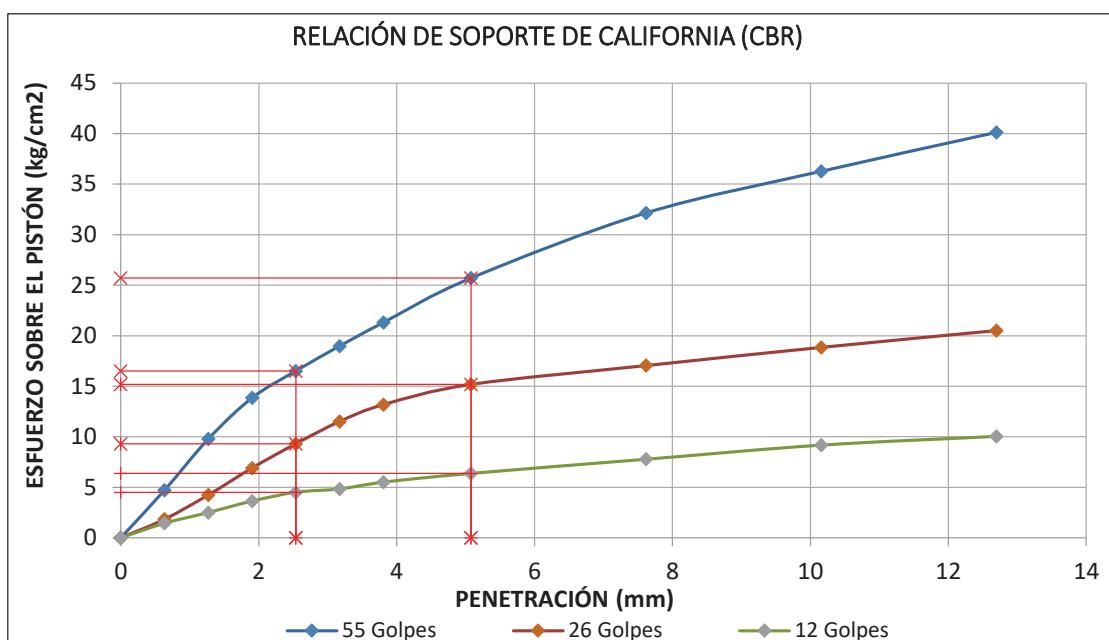
Anexo B.8.3.5-PS-12%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|--|--|--|-----------------------------------------|--------|--------|------------|-----------------------------------|--------|------------|--------|
| Densidad Seca Máxima = 1.75 cm ³ | | | | Peso del Martillo = 4.54 Kg | | | | Diámetro = 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = 14.65 % | | | | Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm | | | | Altura = 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = 12 % | | | | Número de Capas = 5 | | | | Altura de la Muestra = 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = 20.27 cm ² | | | | Altura del Disco Espaciador = 6.14 cm | | | | Volumen = 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7423.00 | | | 7371.00 | | | 7451.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11778.00 | | | 11521.00 | | | 11265.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11867.00 | | | 11703.00 | | | 11558.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 89.00 | | | 182.00 | | | 293.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4355.00 | | | 4150.00 | | | 3814.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4444.00 | | | 4332.00 | | | 4107.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 3798.44 | | | 3619.64 | | | 3326.58 | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 2.34% | | | 5.03% | | | 8.81% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.79 | | | 1.70 | | | 1.57 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 18.76 | 18.44 | 8.88 | 8.78 | 8.74 | 8.56 | 14.66 | 14.64 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 58.16 | 46.90 | 46.00 | 39.42 | 41.18 | 35.98 | 54.90 | 54.92 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 50.18 | 42.30 | 38.64 | 33.24 | 35.02 | 30.52 | 48.38 | 46.48 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 7.98 | 4.60 | 7.36 | 6.18 | 6.16 | 5.46 | 6.52 | 8.44 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 31.42 | 23.86 | 29.76 | 24.46 | 26.28 | 21.96 | 33.72 | 31.84 |
| Humedad (%) | | | | 25.40% | 19.28% | 24.73% | 25.27% | 23.44% | 24.86% | 19.34% | 26.51% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | | | | | | | 26.56% |
| Porcentaje de Absorción | | | | | | | | | | | 11.91% |

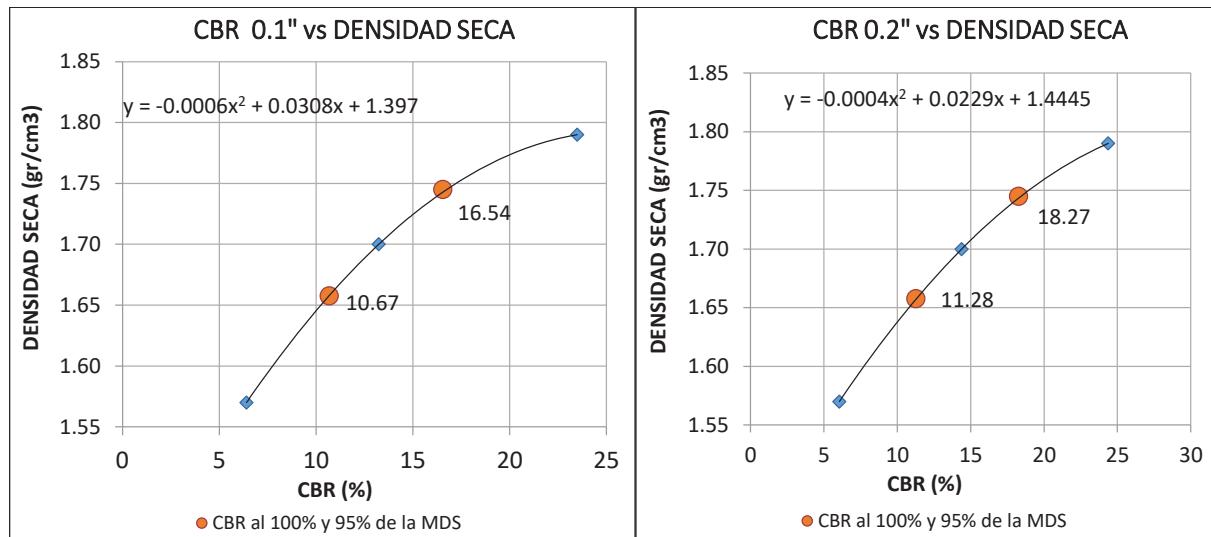
| Tiempo | MUESTRA 04 | | | | MUESTRA 05 | | | | MUESTRA 06 | | | | | | | | | | | | |
|--------|--------------|------|--------|-------|------------|--------|-------|------|------------|-------|-------|-------|---------|----|---------|---------|----|---------|---------|----|---------|
| | Transcurrido | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dias | Horas | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | Día 0 | 0 | | | | | | | | | |
| Día 1 | 24 | 58 | 1.473 | 1.27% | 55 | 1.397 | 1.20% | 39 | 0.991 | 0.85% | | | | | | | | | | | |
| Día 2 | 48 | 59 | 1.499 | 1.29% | 58 | 1.473 | 1.27% | 40.5 | 1.029 | 0.88% | | | | | | | | | | | |
| Día 3 | 72 | 66.5 | 1.689 | 1.45% | 63.5 | 1.613 | 1.39% | 44 | 1.118 | 0.96% | | | | | | | | | | | |
| Día 4 | 96 | 68 | 1.727 | 1.48% | 66 | 1.676 | 1.44% | 46.7 | 1.186 | 1.02% | | | | | | | | | | | |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | | MUESTRA 02 | | | | MUESTRA 03 | | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|-------------|-------|------|------------|-----------------------------|--------|-------|------------|-----------------------------|-------|--|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | |
| | 25 | 0.635 | 68 | 95.40 | 4.71 | 25 | 37.20 | 1.84 | 19 | 29.08 | 1.43 | | | |
| | 50 | 1.270 | 144 | 198.20 | 9.78 | 61 | 85.93 | 4.24 | 35 | 50.74 | 2.50 | | | |
| | 75 | 1.905 | 220 | 300.91 | 14.85 | 101 | 140.05 | 6.91 | 52 | 73.75 | 3.64 | | | |
| | 100 | 2.540 | 245 | 334.67 | 16.51 | 137 | 188.74 | 9.31 | 13.24% | 65 | 91.34 | 4.51 | 6.41% | |
| | 125 | 3.175 | 282 | 384.63 | 18.98 | 170 | 233.35 | 11.51 | | 70 | 98.11 | 4.84 | | |
| | 150 | 3.810 | 317 | 431.86 | 21.31 | 195 | 267.13 | 13.18 | | 80 | 111.64 | 5.51 | | |
| | 200 | 5.080 | 383 | 520.87 | 25.70 | 225 | 307.66 | 15.18 | 14.39% | 93 | 129.23 | 6.38 | 6.05% | |
| | 300 | 7.620 | 480 | 651.57 | 32.15 | 253 | 345.47 | 17.05 | | 114 | 157.63 | 7.78 | | |
| | 400 | 10.160 | 542 | 735.03 | 36.27 | 280 | 381.93 | 18.84 | | 135 | 186.03 | 9.18 | | |
| | 500 | 12.700 | 600 | 813.05 | 40.11 | 305 | 415.67 | 20.51 | | 148 | 203.61 | 10.05 | | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 23.49% | 24.37% | 1.79 gr/cm³ | 1.48% | 8.48% |
| 26 | 13.24% | 14.39% | 1.70 gr/cm³ | 1.44% | 9.87% |
| 12 | 6.41% | 6.05% | 1.57 gr/cm³ | 1.02% | 11.91% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 16.54% | 18.27% |
| CBR al 95% de la MDS | 10.67% | 11.28% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

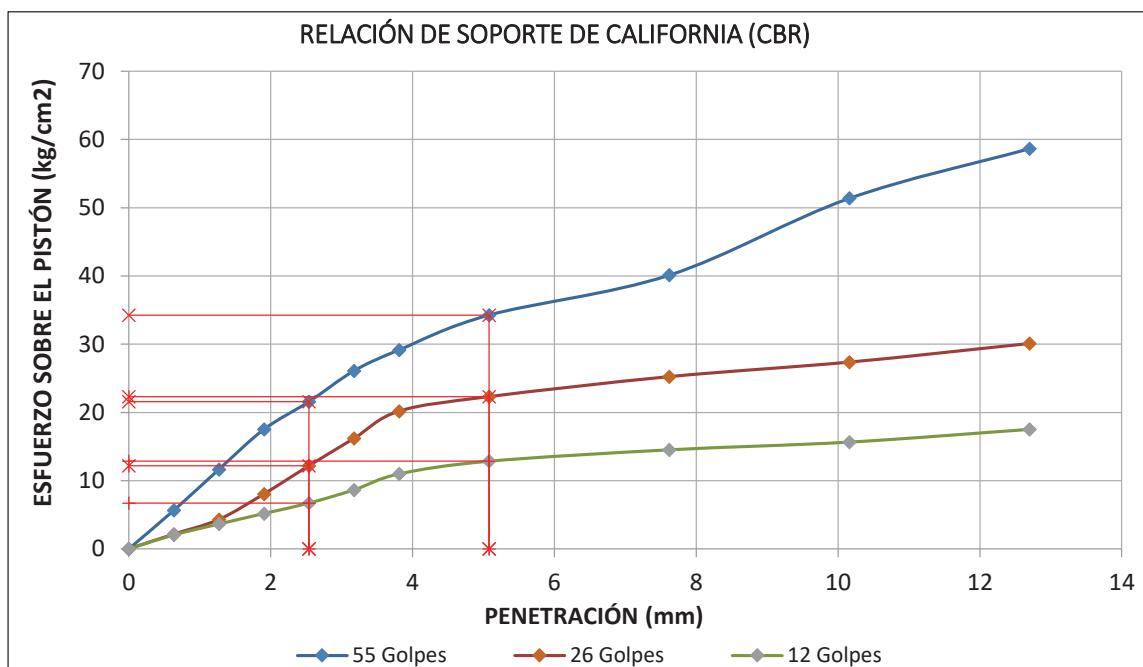
Anexo B.8.3.6-PS-15%: CBR suelo Tipo III (C-4, C-6, C-7, C-9 y C-10)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|--|-----------------------------------|--------|------------|--------|------------|--------|
| Densidad Seca Máxima = 1.72 cm ³ | Peso del Martillo = 4.54 Kg | | | Diámetro = 15.24 cm | | | | | |
| Humedad Óptimo = 16.29 % | Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm | | | Altura = 17.78 cm | | | | | |
| Adición de pegamento = 15% | Número de Capas = 5 | | | Altura de la Muestra = 11.64 cm | | | | | |
| Área del Pistón = 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = 6.14 cm | | | Volumen = 2123.85 cm ³ | | | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | | MUESTRA 06 | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 7488.00 | | 7315.00 | | 7295.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11932.00 | | 11539.00 | | 11290.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11996.00 | | 11671.00 | | 11508.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 64.00 | | 132.00 | | 218.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4444.00 | | 4224.00 | | 3995.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4508.00 | | 4356.00 | | 4213.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 3821.64 | | 3632.45 | | 3435.52 | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 1.67% | | 3.63% | | 6.35% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.80 | | 1.71 | | 1.62 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.44 | 14.40 | 14.32 | 14.58 | 14.86 | 14.46 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 48.28 | 50.56 | 49.90 | 55.26 | 48.24 | 52.24 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 42.94 | 45.26 | 44.24 | 48.12 | 42.76 | 45.50 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 5.34 | 5.30 | 5.66 | 7.14 | 5.48 | 6.74 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 28.50 | 30.86 | 29.92 | 33.54 | 27.90 | 31.04 |
| Humedad (%) | | | | 18.74% | 17.17% | 18.92% | 21.29% | 19.64% | 21.71% |
| Humedad Promedio (%) | | | | 18.28% | 18.28% | 18.28% | 18.28% | 22.50% | 22.04% |
| Porcentaje de Absorción | | | | 1.99% | 1.99% | 1.99% | 4.60% | 6.55% | 6.55% |

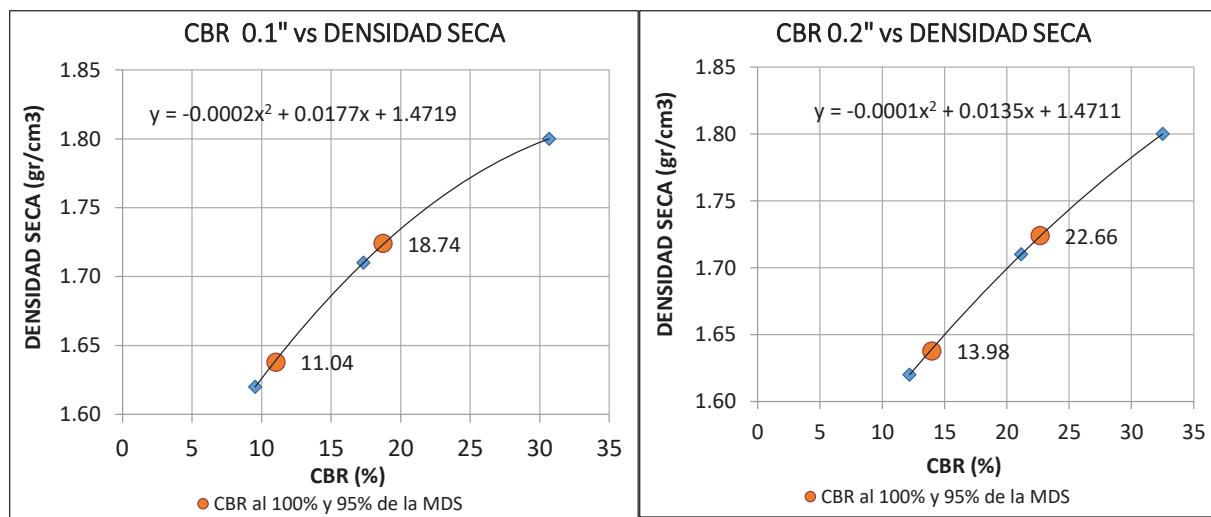
| Tiempo Transcurrido | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|---------------------|------------|------|--------|--------------|---------|--------|--------------|---------|--------|--------------|
| | Días | Dial | Deform | % de Expans. | Dial | Deform | % de Expans. | Dial | Deform | % de Expans. |
| Horas | *0.001" | mm | | | *0.001" | mm | | *0.001" | mm | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 49 | 1.245 | 1.07% | 38.5 | 0.978 | 0.84% | 14.8 | 0.376 | 0.32% |
| Día 2 | 48 | 54.5 | 1.384 | 1.19% | 43.2 | 1.097 | 0.94% | 20 | 0.508 | 0.44% |
| Día 3 | 72 | 56 | 1.422 | 1.22% | 48.2 | 1.224 | 1.05% | 23 | 0.584 | 0.50% |
| Día 4 | 96 | 59.3 | 1.506 | 1.29% | 51 | 1.295 | 1.11% | 26 | 0.660 | 0.57% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial | Penetración | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | | | |
|---------------------------------------------|---------|-------------|------------|---------|--------------------|------------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--------|--------------------|-----|
| | | | Dial | Fuerza | Esfuerzo | CBR | Dial | Fuerza | Esfuerzo | CBR | Dial | Fuerza | Esfuerzo | CBR |
| | *0.001" | mm | | kg | kg/cm ² | % | | kg | kg/cm ² | % | | kg | kg/cm ² | % |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 |
| | 25 | 0.635 | 82 | 114.35 | 5.64 | 30 | 43.97 | 2.17 | 28 | 41.26 | 2.04 | | | |
| | 50 | 1.270 | 172 | 236.05 | 11.65 | 62 | 87.28 | 4.31 | 52 | 73.75 | 3.64 | | | |
| | 75 | 1.905 | 260 | 354.93 | 17.51 | 118 | 163.04 | 8.04 | 75 | 104.88 | 5.17 | | | |
| | 100 | 2.540 | 321 | 437.26 | 21.57 | 180 | 246.86 | 12.18 | 173.2% | 98 | 235.99 | 6.71 | 9.54% | |
| | 125 | 3.175 | 389 | 528.96 | 26.10 | 250 | 341.42 | 16.85 | | 127 | 175.22 | 8.64 | | |
| 105.46 | 150 | 3.810 | 435 | 590.96 | 29.16 | 310 | 422.41 | 20.84 | | 162 | 222.53 | 10.98 | | |
| | 200 | 5.080 | 512 | 694.66 | 34.27 | 332 | 452.10 | 22.31 | 21.15% | 190 | 260.38 | 12.85 | 12.18% | |
| | 300 | 7.620 | 600 | 813.05 | 40.11 | 376 | 511.44 | 25.23 | | 215 | 294.15 | 14.51 | | |
| | 400 | 10.160 | 770 | 1041.42 | 51.38 | 408 | 554.57 | 27.36 | | 232 | 317.12 | 15.65 | | |
| | 500 | 12.700 | 880 | 1188.95 | 58.66 | 449 | 609.82 | 30.09 | | 260 | 354.93 | 17.51 | | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 30.68% | 32.50% | 1.80 gr/cm³ | 1.29% | 1.99% |
| 26 | 17.32% | 21.15% | 1.71 gr/cm³ | 1.11% | 4.60% |
| 12 | 9.54% | 12.18% | 1.62 gr/cm³ | 0.57% | 6.55% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 18.74% | 22.66% |
| CBR al 95% de la MDS | 11.04% | 13.98% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.8.4: Capacidad de soporte CBR suelo Tipo IV (C-5)

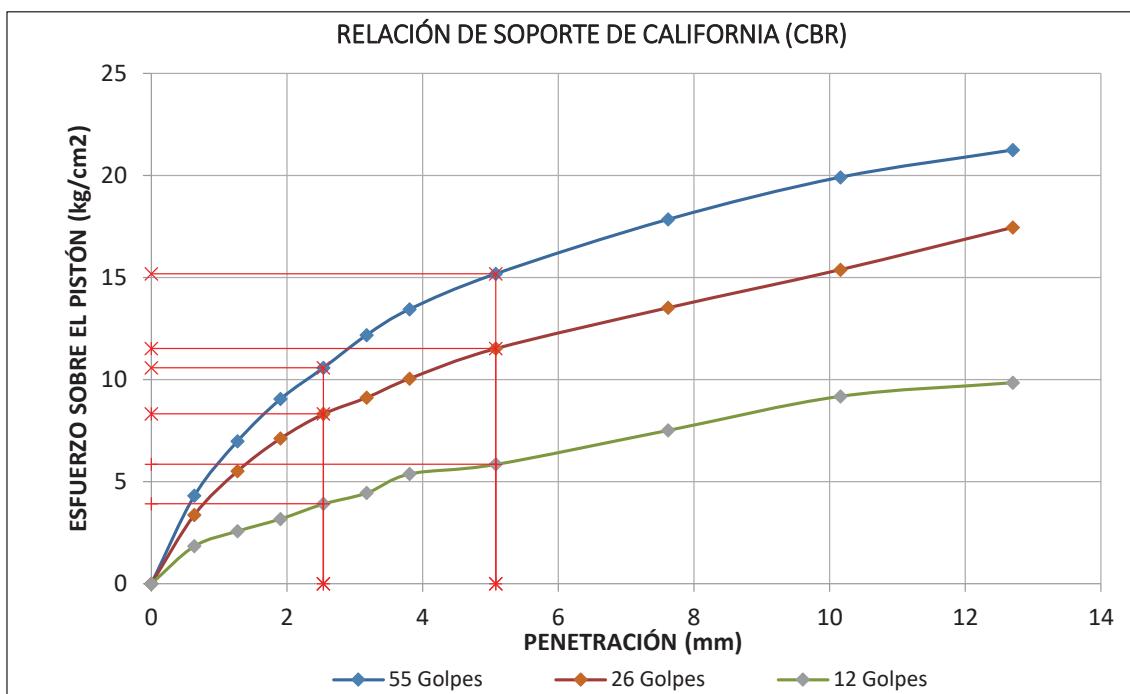
Anexo B.8.4.1-SPS: CBR suelo Tipo IV (C-5)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|------------|------------|--------|------------------------|-------------------------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.88 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diámetro = | 15.24 cm |
| Humedad Óptimo = | 14.02 % | Altura de Caída del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm |
| Adición de pegamento = | 0 % | Número de Cupus = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 01 | MUESTRA 02 | MUESTRA 03 | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6496.00 | 6498.00 | 6626.00 | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11315.00 | 11231.00 | 10921.00 | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11422.00 | 11351.00 | 11198.00 | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 107.00 | 120.00 | 277.00 | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4819.00 | 4733.00 | 4295.00 | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4926.00 | 4853.00 | 4572.00 | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4226.27 | 4150.85 | 3766.73 | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 2.53% | 2.89% | 7.35% | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.99 | 1.95 | 1.77 | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 14.54 | 14.66 | 14.74 | 14.60 | 14.26 | 14.60 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 49.64 | 54.08 | 61.52 | 59.10 | 49.96 | 51.60 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 45.40 | 49.48 | 55.04 | 53.14 | 45.60 | 46.70 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 4.24 | 4.60 | 6.48 | 5.96 | 4.36 | 4.90 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 30.86 | 34.82 | 40.30 | 38.54 | 31.34 | 32.10 |
| Humedad (%) | | | | 13.74% | 13.21% | 16.08% | 15.46% | 13.91% | 15.26% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | | | | 18.75% | 17.48% |
| Porcentaje de Absorción | | | | | | | | 8.98% | |

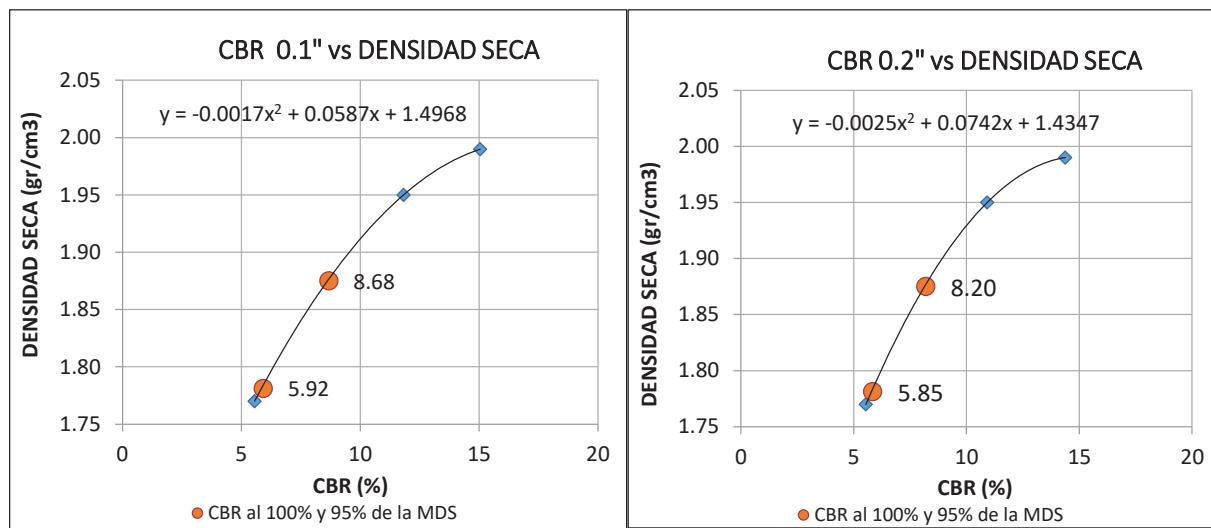
| Tiempo Transcurrido Días | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|--------------------------------|---------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | Dial Horas | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| | | | | | | | | | | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 50 | 1.270 | 1.09% | 43.5 | 1.105 | 0.95% | 34.5 | 0.876 | 0.75% |
| Día 2 | 48 | 52 | 1.321 | 1.13% | 48 | 1.219 | 1.05% | 45 | 1.143 | 0.98% |
| Día 3 | 72 | 55.5 | 1.410 | 1.21% | 53 | 1.346 | 1.16% | 51.8 | 1.316 | 1.13% |
| Día 4 | 96 | 54 | 1.372 | 1.18% | 54.5 | 1.384 | 1.19% | 55 | 1.397 | 1.20% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 01 | | | MUESTRA 02 | | | MUESTRA 03 | | | | | |
|------------------------------------------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|----------------|----------------|----------|--------|------|-------|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | | | |
| | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | | | |
| | 25 | 0.635 | 62 | 87.28 | 4.31 | 48 | 68.34 | 3.37 | 25 | 37.20 | 1.84 | | | |
| | 50 | 1.270 | 102 | 141.40 | 6.98 | 80 | 111.64 | 5.51 | 36 | 52.09 | 2.57 | | | |
| | 75 | 1.905 | 133 | 183.33 | 9.05 | 104 | 144.11 | 7.11 | 45 | 64.28 | 3.17 | | | |
| 70.31 | 100 | 2.540 | 156 | 214.42 | 10.58 | 15.05% | 122 | 168.45 | 8.31 | 11.82% | 56 | 79.16 | 3.91 | 5.56% |
| | 125 | 3.175 | 180 | 246.86 | 12.18 | | 134 | 184.68 | 9.11 | | 64 | 89.99 | 4.44 | |
| | 150 | 3.810 | 199 | 272.54 | 13.45 | | 148 | 203.61 | 10.05 | | 78 | 108.93 | 5.37 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 225 | 307.66 | 15.18 | 14.39% | 170 | 233.35 | 11.51 | 10.92% | 85 | 118.41 | 5.84 | 5.54% |
| | 300 | 7.620 | 265 | 361.68 | 17.84 | | 200 | 273.89 | 13.51 | | 110 | 152.22 | 7.51 | |
| | 400 | 10.160 | 296 | 403.52 | 19.91 | | 228 | 311.71 | 15.38 | | 135 | 186.03 | 9.18 | |
| | 500 | 12.700 | 316 | 430.51 | 21.24 | | 259 | 353.58 | 17.44 | | 145 | 199.55 | 9.85 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 15.05% | 14.39% | 1.99 gr/cm³ | 1.18% | 0.32% |
| 26 | 11.82% | 10.92% | 1.95 gr/cm³ | 1.19% | 0.86% |
| 12 | 5.56% | 5.54% | 1.77 gr/cm³ | 1.20% | 1.04% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|-------|-------|
| CBR al 100% de la MDS | 8.68% | 8.20% |
| CBR al 95% de la MDS | 5.92% | 5.85% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

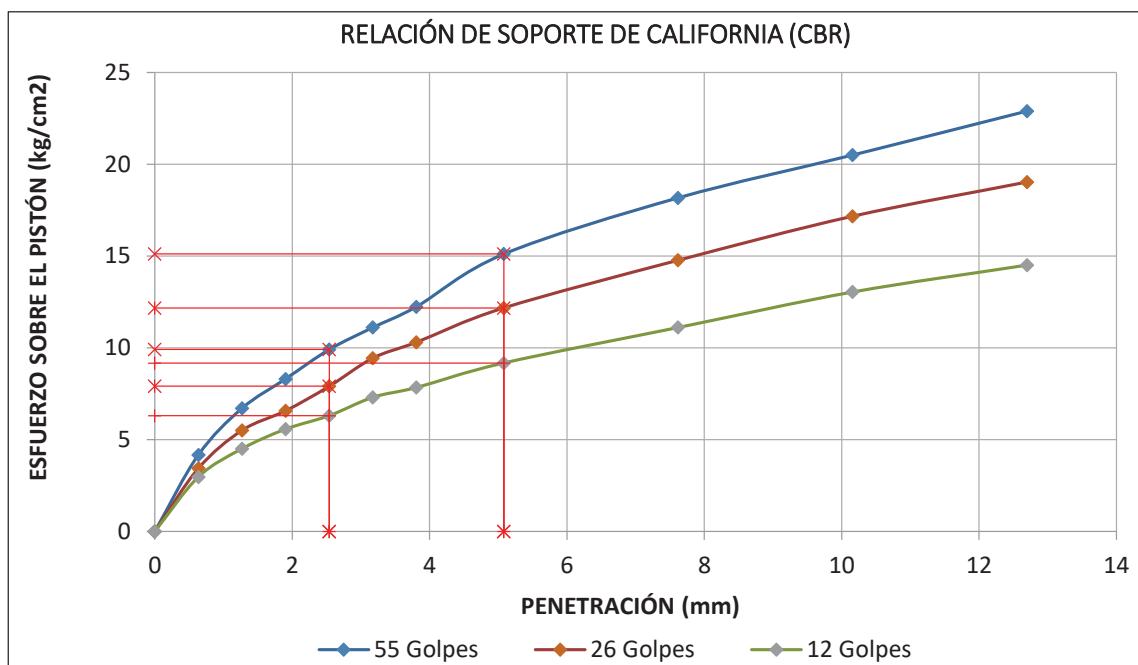
Anexo B.8.4.2-PS-5%: CBR suelo Tipo IV (C-5)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--|--|-----------------------------------|------------|------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = 1.92 cm ³ | Peso del Martillo = 4.54 Kg | | | Diámetro = 15.24 cm | | | | | |
| Humedad Óptimo = 13.63 % | Altura de Caída del Martillo = 45.72 cm | | | Altura = 17.78 cm | | | | | |
| Adición de pegamento = 5 % | Número de Capas = 5 | | | Altura de la Muestra = 11.64 cm | | | | | |
| Área del Pistón = 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = 6.14 cm | | | Volumen = 2123.85 cm ³ | | | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | MUESTRA 06 | | | |
| Peso del Molde (gr) | 7066.00 | | | 7823.00 | 7029.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | 11951.00 | | | 12542.00 | 11385.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | 11975.00 | | | 12662.00 | 11541.00 | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | 24.00 | | | 120.00 | 156.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | 4885.00 | | | 4719.00 | 4356.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | 4909.00 | | | 4839.00 | 4512.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | 4298.96 | | | 4152.88 | 3833.42 | | | | |
| Porcentaje de Absorción | 0.56% | | | 2.89% | 4.07% | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | 2.02 | | | 1.96 | 1.80 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo |
| Peso de Capsula (gr) | 14.66 | | | 14.70 | 14.44 | 14.40 | 14.34 | 14.58 | 14.84 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | 51.82 | | | 56.22 | 64.30 | 60.58 | 54.92 | 53.82 | 54.70 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | 46.32 | | | 57.14 | 53.62 | 49.18 | 47.40 | 48.22 | 49.10 |
| Peso del Agua (gr) | 5.50 | | | 7.16 | 6.96 | 5.74 | 6.42 | 6.48 | 6.38 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | 31.66 | | | 36.12 | 42.44 | 39.18 | 34.78 | 33.06 | 33.64 |
| Humedad (%) | 17.37% | | | 15.12% | 16.87% | 17.76% | 16.50% | 19.42% | 19.26% |
| Humedad Promedio (%) | 16.45% | | | 17.90% | | | 19.82% | | |
| Porcentaje de Absorción | 2.82% | | | 4.26% | | | 6.19% | | |

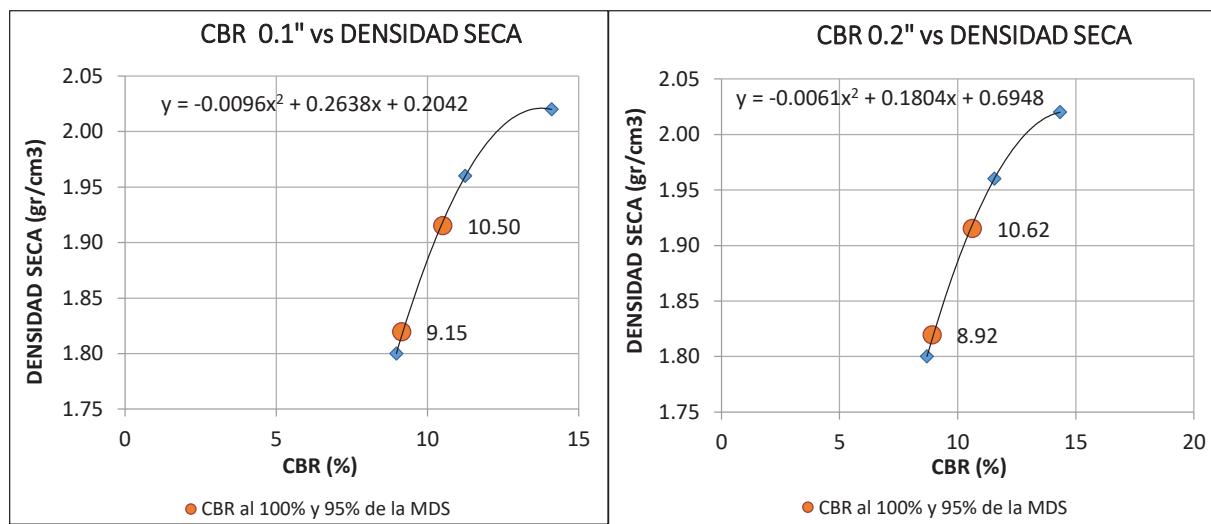
| Tiempo | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|--------|--------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|---------|
| | Transcurrido | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de |
| Días | Horas | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 24 | 0.610 | 0.52% | 5 | 0.127 | 0.11% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 2 | 48 | 28 | 0.711 | 0.61% | 10 | 0.254 | 0.22% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 3 | 72 | 29.9 | 0.759 | 0.65% | 15 | 0.381 | 0.33% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 4 | 96 | 31.5 | 0.800 | 0.69% | 16.5 | 0.419 | 0.36% | 0 | 0.000 | 0.00% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|------------|-----------|-----------------------------|------------|--------|-----------|-----------------------------|--------|------|--------|-------|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | CBR % | Dial | | |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 | | |
| | 25 | 0.635 | 60 | 84.58 | 4.17 | 49 | 69.69 | 3.44 | 42 | 60.21 | 2.97 | | |
| | 50 | 1.270 | 98 | 135.99 | 6.71 | 80 | 111.64 | 5.51 | 65 | 91.34 | 4.51 | | |
| | 75 | 1.905 | 122 | 168.45 | 8.31 | 96 | 133.29 | 6.58 | 81 | 112.99 | 5.57 | | |
| | 100 | 2.540 | 146 | 200.91 | 9.91 | 14.10% | 116 | 160.34 | 7.91 | 11.25% | 92 | 127.88 | 6.31 |
| | 125 | 3.175 | 164 | 225.24 | 11.11 | | 139 | 191.44 | 9.45 | | 107 | 148.17 | 7.31 |
| | 150 | 3.810 | 181 | 248.21 | 12.25 | | 152 | 209.02 | 10.31 | | 115 | 158.99 | 7.84 |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 224 | 306.31 | 15.11 | 14.33% | 180 | 246.86 | 12.18 | 11.55% | 135 | 186.03 | 9.18 |
| | 300 | 7.620 | 270 | 368.43 | 18.18 | | 219 | 299.56 | 14.78 | | 164 | 225.24 | 11.11 |
| | 400 | 10.160 | 305 | 415.67 | 20.51 | | 255 | 348.18 | 17.18 | | 193 | 264.43 | 13.05 |
| | 500 | 12.700 | 341 | 464.24 | 22.90 | | 283 | 385.98 | 19.04 | | 215 | 294.15 | 14.51 |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 14.10% | 14.33% | 2.02 gr/cm³ | 0.69% | 2.82% |
| 26 | 11.25% | 11.55% | 1.96 gr/cm³ | 0.36% | 4.26% |
| 12 | 8.97% | 8.70% | 1.80 gr/cm³ | 0.00% | 6.19% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 10.50% | 10.62% |
| CBR al 95% de la MDS | 9.15% | 8.92% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

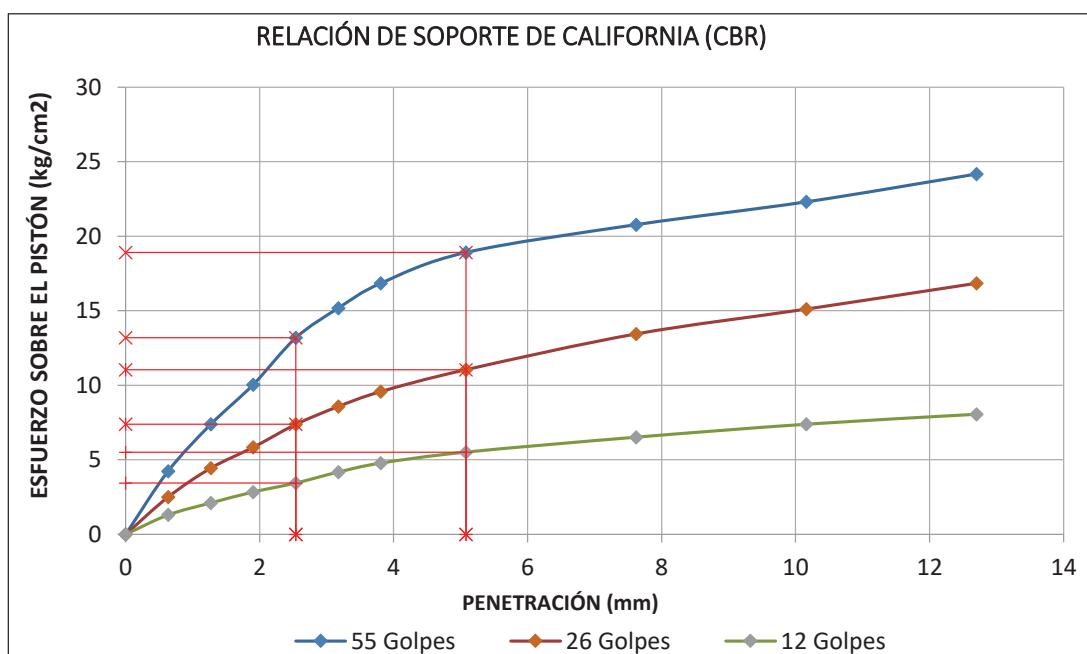
Anexo B.8.4.3-PS-10%: CBR suelo Tipo IV (C-5)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------|--------|
| Densidad Seca Máxima = Humedad Óptima = Adición de pegamento = Área del Pistón = | 1.85 cm ³ 15.04 % 10 % 20.27 cm ² | Peso del Martillo = Altura de Caída del Martillo = Número de Capas = Altura del Disco Espaciador = | 4.54 Kg 45.72 cm 5 6.14 cm | Diámetro = Altura = Altura de la Muestra = Volumen = | 15.24 cm 17.78 cm 11.64 cm 2123.85 cm ³ | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | MUESTRA 05 | MUESTRA 06 | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6281.00 | 7681.00 | 7641.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11060.00 | 11922.00 | 11606.00 | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11220.00 | 12143.00 | 11895.00 | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 160.00 | 221.00 | 289.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4779.00 | 4241.00 | 3965.00 | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4939.00 | 4462.00 | 4254.00 | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4154.32 | 3686.65 | 3446.72 | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 3.85% | 5.99% | 8.38% | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.96 | 1.74 | 1.62 | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 8.82 | 8.66 | 18.88 | 8.82 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 52.28 | 41.38 | 54.22 | 42.98 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 46.54 | 37.28 | 49.12 | 37.38 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 5.74 | 4.10 | 5.10 | 5.60 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 37.72 | 28.62 | 30.24 | 28.56 |
| Humedad (%) | | | | 15.22% | 14.33% | 16.87% | 19.61% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | 15.47% | | 17.90% |
| Porcentaje de Absorción | | | | | 0.43% | | 2.86% |
| | | | | | | | 4.85% |

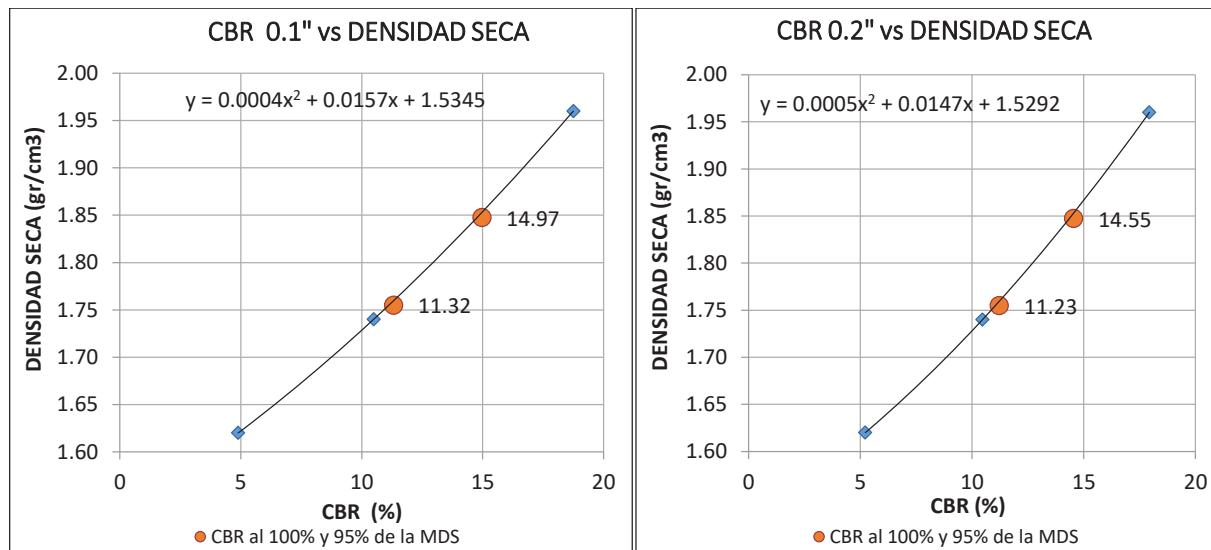
| Tiempo | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | |
|--------|--------------|---------|--------|------------|---------|--------|------------|---------|--------|---------|
| | Transcurrido | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de | Dial | Deform | % de |
| Días | Horas | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. | *0.001" | mm | Expans. |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 55.8 | 1.417 | 1.22% | 64.5 | 1.638 | 1.41% | 49.8 | 1.265 | 1.09% |
| Día 2 | 48 | 61.9 | 1.572 | 1.35% | 67.5 | 1.715 | 1.47% | 56.5 | 1.435 | 1.23% |
| Día 3 | 72 | 65 | 1.651 | 1.42% | 71 | 1.803 | 1.55% | 61.1 | 1.552 | 1.33% |
| Día 4 | 96 | 63.2 | 1.605 | 1.38% | 72.8 | 1.849 | 1.59% | 61 | 1.549 | 1.33% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | |
|---------------------------------------------|--------------|----------------|-------------|--------------------|-------|-------------|--------------------|-------|-------------|--------------------|--------|
| | | | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % | Fuerza Dial | Esfuerzo kg | CBR % |
| | | | kg | kg/cm ² | % | kg | kg/cm ² | % | kg | kg/cm ² | % |
| 70.31 | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 | 0 | 0.00 | 0.00 |
| | 25 | 0.635 | 61 | 85.93 | 4.24 | 35 | 50.74 | 2.50 | 17 | 26.37 | 1.30 |
| | 50 | 1.270 | 108 | 149.52 | 7.38 | 64 | 89.99 | 4.44 | 29 | 42.62 | 2.10 |
| | 75 | 1.905 | 148 | 203.61 | 10.05 | 85 | 118.41 | 5.84 | 40 | 57.51 | 2.84 |
| | 100 | 2.540 | 195 | 267.13 | 13.18 | 108 | 149.52 | 7.38 | 49 | 69.69 | 3.44 |
| | 125 | 3.175 | 225 | 307.66 | 15.18 | 126 | 173.86 | 8.58 | 60 | 84.58 | 4.17 |
| 105.46 | 150 | 3.810 | 250 | 341.42 | 16.85 | 141 | 194.15 | 9.58 | 69 | 96.76 | 4.77 |
| | 200 | 5.080 | 281 | 383.28 | 18.91 | 163 | 223.89 | 11.05 | 10.47% | 80 | 111.64 |
| | 300 | 7.620 | 309 | 421.06 | 20.77 | 199 | 272.54 | 13.45 | | 95 | 131.93 |
| | 400 | 10.160 | 332 | 452.10 | 22.31 | 224 | 306.31 | 15.11 | | 108 | 149.52 |
| | 500 | 12.700 | 360 | 489.86 | 24.17 | 250 | 341.42 | 16.85 | | 118 | 163.04 |
| | | | | | | | | | | | 8.04 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 18.75% | 17.93% | 1.96 gr/cm³ | 1.38% | 0.43% |
| 26 | 10.49% | 10.47% | 1.74 gr/cm³ | 1.59% | 2.86% |
| 12 | 4.89% | 5.22% | 1.62 gr/cm³ | 1.33% | 4.85% |



| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|--------|--------|
| CBR al 100% de la MDS | 14.97% | 14.55% |
| CBR al 95% de la MDS | 11.32% | 11.23% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

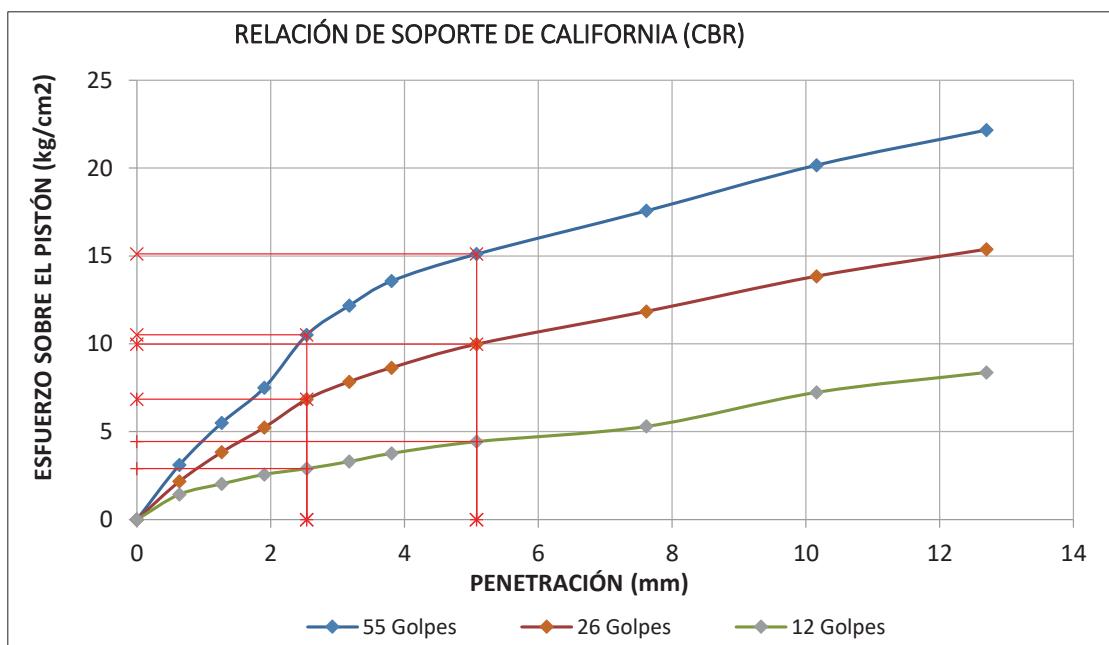
Anexo B.8.4.4-PS-15%: CBR suelo Tipo IV (C-5)

| DATOS GENERALES | | | | DIMENSIONES DEL MOLDE | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------|-----------------------|--------|------------|--------|------------------------|-------------------------|--------|--------|--------|
| Densidad Seca Máxima = | 1.85 cm ³ | Peso del Martillo = | 4.54 Kg | | | | | Diámetro = | 15.24 cm | | | |
| Humedad Óptimo = | 14.92 % | Altura de Cauda del Martillo = | 45.72 cm | | | | | Altura = | 17.78 cm | | | |
| Adición de pegamento = | 15% | Número de Capas = | 5 | | | | | Altura de la Muestra = | 11.64 cm | | | |
| Área del Pistón = | 20.27 cm ² | Altura del Disco Espaciador = | 6.14 cm | | | | | Volumen = | 2123.85 cm ³ | | | |
| DATOS DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN | | | | MUESTRA 04 | | MUESTRA 05 | | MUESTRA 06 | | | | |
| Peso del Molde (gr) | | | | 6991.00 | | 6686.00 | | 6495.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 11635.00 | | 11189.00 | | 10552.00 | | | | |
| Peso del Molde + Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 11837.00 | | 11423.00 | | 10931.00 | | | | |
| Peso del Agua Absorbida (gr) | | | | 202.00 | | 234.00 | | 379.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, antes de la inmersión (gr) | | | | 4644.00 | | 4503.00 | | 4057.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Compactada, después de la inmersión (gr) | | | | 4846.00 | | 4737.00 | | 4436.00 | | | | |
| Peso de la Muestra Seca, Antes de la Inmersión (gr) | | | | 4041.17 | | 3918.47 | | 3530.37 | | | | |
| Porcentaje de Absorción | | | | 5.00% | | 5.97% | | 10.74% | | | | |
| Densidad Seca (gr/cm ³) | | | | 1.90 | | 1.84 | | 1.66 | | | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE LA INMERSIÓN | | | | Arriba | Medio | Abajo | Arriba | Medio | Abajo | | | |
| Peso de Capsula (gr) | | | | 11.52 | 11.34 | 11.66 | 11.42 | 10.98 | 11.38 | 18.28 | 18.56 | 18.40 |
| Peso de Capsula + Muestra Húmeda (gr) | | | | 63.30 | 55.66 | 74.11 | 68.22 | 62.26 | 75.16 | 70.38 | 71.30 | 76.76 |
| Peso de Capsula + Muestra Seca (gr) | | | | 56.80 | 50.48 | 67.23 | 60.50 | 55.72 | 66.72 | 61.20 | 62.88 | 66.72 |
| Peso del Agua (gr) | | | | 6.50 | 5.18 | 6.88 | 7.72 | 6.54 | 8.44 | 9.18 | 8.42 | 10.04 |
| Peso de la Muestra Seca (gr) | | | | 45.28 | 39.14 | 55.57 | 49.08 | 44.74 | 55.34 | 42.92 | 44.32 | 48.32 |
| Humedad (%) | | | | 14.36% | 13.23% | 12.38% | 15.73% | 14.62% | 15.25% | 21.39% | 19.00% | 20.78% |
| Humedad Promedio (%) | | | | | 13.32% | | | 15.20% | | | 20.39% | |
| Porcentaje de Absorción | | | | | -1.59% | | | 0.28% | | | 5.47% | |

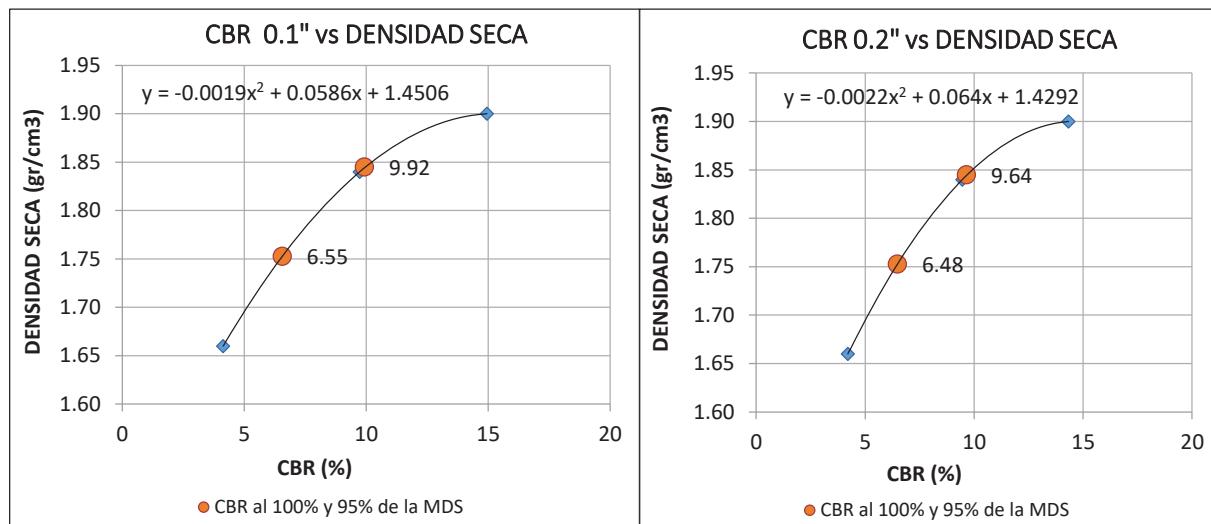
| Tiempo Transcurrido Días | Horas | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | |
|-----------------------------|-------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. | Dial *0.001" | Deform mm | % de Expans. |
| | | | | | | | | | | |
| Día 0 | 0 | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% | 0 | 0.000 | 0.00% |
| Día 1 | 24 | 46.5 | 1.181 | 1.01% | 76.8 | 1.951 | 1.68% | 74 | 1.880 | 1.61% |
| Día 2 | 48 | 61 | 1.549 | 1.33% | 83 | 2.108 | 1.81% | 80 | 2.032 | 1.75% |
| Día 3 | 72 | 64.5 | 1.638 | 1.41% | 84.5 | 2.146 | 1.84% | 85 | 2.159 | 1.85% |
| Día 4 | 96 | 65 | 1.651 | 1.42% | 83 | 2.108 | 1.81% | 85 | 2.159 | 1.85% |

| Carga Unitaria Patrón (kg/cm ²) | Dial *0.001" | Penetración mm | MUESTRA 04 | | | MUESTRA 05 | | | MUESTRA 06 | | | | | |
|---------------------------------------------|-----------------|-------------------|------------|--------------|--------------------------------|------------|------|--------------|--------------------------------|-------|------|--------------|--------------------------------|-------|
| | | | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | % | Dial | Fuerza kg | Esfuerzo kg/cm ² | % |
| | 0 | 0.000 | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | | 0 | 0.00 | 0.00 | |
| | 25 | 0.635 | 44 | 62.92 | 3.10 | | 30 | 43.97 | 2.17 | | 19 | 29.08 | 1.43 | |
| | 50 | 1.270 | 80 | 111.64 | 5.51 | | 55 | 77.81 | 3.84 | | 28 | 41.26 | 2.04 | |
| | 75 | 1.905 | 110 | 152.22 | 7.51 | | 76 | 106.23 | 5.24 | | 36 | 52.09 | 2.57 | |
| 70.31 | 100 | 2.540 | 155 | 213.07 | 10.51 | 14.95% | 100 | 138.70 | 6.84 | 9.73% | 41 | 58.86 | 2.90 | 4.13% |
| | 125 | 3.175 | 180 | 246.86 | 12.18 | | 115 | 158.99 | 7.84 | | 47 | 66.98 | 3.30 | |
| | 150 | 3.810 | 201 | 275.24 | 13.58 | | 127 | 175.22 | 8.64 | | 54 | 76.46 | 3.77 | |
| 105.46 | 200 | 5.080 | 224 | 306.31 | 15.11 | 14.33% | 147 | 202.26 | 9.98 | 9.46% | 64 | 89.99 | 4.44 | 4.21% |
| | 300 | 7.620 | 261 | 356.28 | 17.58 | | 175 | 240.11 | 11.85 | | 77 | 107.58 | 5.31 | |
| | 400 | 10.160 | 300 | 408.92 | 20.18 | | 205 | 280.64 | 13.85 | | 106 | 146.81 | 7.24 | |
| | 500 | 12.700 | 330 | 449.40 | 22.17 | | 228 | 311.71 | 15.38 | | 123 | 169.81 | 8.38 | |

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"



| Número de Golpes | CBR (0.1") | CBR (0.2") | Densidad Seca | Expansión | Absorción |
|------------------|------------|------------|---------------|-----------|-----------|
| 55 | 14.95% | 14.33% | 1.90 gr/cm³ | 1.42% | -1.59% |
| 26 | 9.73% | 9.46% | 1.84 gr/cm³ | 1.81% | 0.28% |
| 12 | 4.13% | 4.21% | 1.66 gr/cm³ | 1.85% | 5.47% |



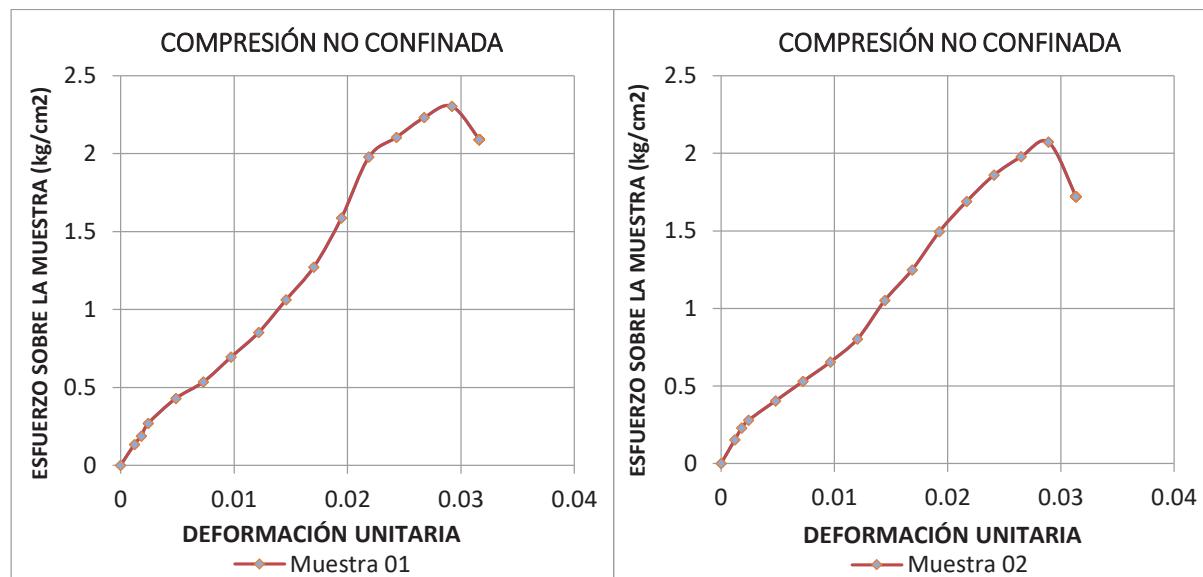
| penetración | 0.1" | 0.2" |
|-----------------------|-------|-------|
| CBR al 100% de la MDS | 9.92% | 9.64% |
| CBR al 95% de la MDS | 6.55% | 6.48% |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

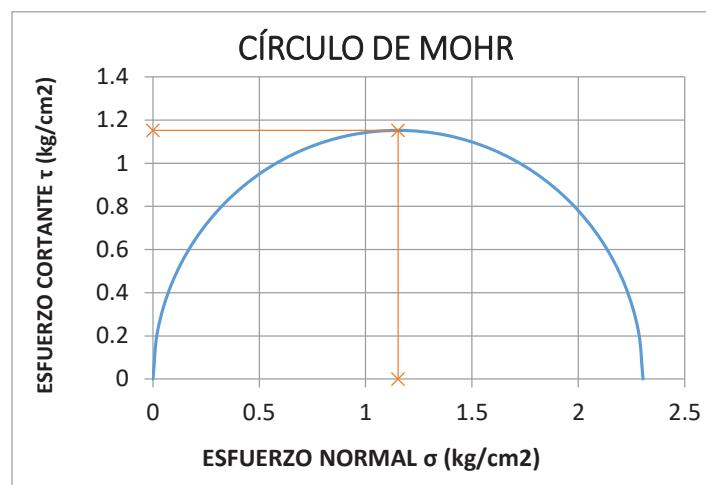
Anexo B.9: Compresión NO confinada

Anexo B.9.1-SPS: Compresión NO confinada para el suelo Tipo III

| DIMENSIONES DE LA MUESTRA | | | M1 | | M2 | | DENSIDAD DE MUESTRAS | | | M1 | | M2 | |
|-----------------------------|--------------------------|------------|------------------------------------|-------|-------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------|-------|----------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------------------|--------------------|
| DEFORMÍMETRO DE LONGITUD | DEFORMÍMETRO DE CARGA | | CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA | | DEFORMACIÓN AL mm | DEFORMACIÓN UNITARIA $\Delta L/L_0$ | DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA | | FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁREA $1 - \Delta L/L_0$ | ÁREA CORREGIDA A' | | ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA | |
| | M-01 | M-02 | M-01 | M-02 | | | M-01 | M-02 | | M-01 | M-02 | cm ² | kg/cm ² |
| | * 0.01 mm | * 0.419 kg | * 0.419 kg | kg | | | mm | mm | | cm ² | kg/cm ² | | |
| 10 | 5 | 6 | 2.09 | 2.51 | 0.10 | 0.001 | 0.999 | 15.54 | 16.49 | 0.13 | 0.15 | | |
| 15 | 7 | 9 | 2.93 | 3.77 | 0.15 | 0.002 | 0.998 | 15.55 | 16.50 | 0.19 | 0.23 | | |
| 20 | 10 | 11 | 4.19 | 4.60 | 0.20 | 0.002 | 0.998 | 15.56 | 16.51 | 0.27 | 0.28 | | |
| 40 | 16 | 16 | 6.70 | 6.70 | 0.40 | 0.005 | 0.995 | 15.59 | 16.55 | 0.43 | 0.40 | | |
| 60 | 20 | 21 | 8.37 | 8.79 | 0.60 | 0.007 | 0.993 | 15.63 | 16.59 | 0.54 | 0.53 | | |
| 80 | 26 | 26 | 10.88 | 10.88 | 0.80 | 0.010 | 0.990 | 15.67 | 16.64 | 0.69 | 0.65 | | |
| 100 | 32 | 32 | 13.39 | 13.39 | 1.00 | 0.012 | 0.988 | 15.71 | 16.68 | 0.85 | 0.80 | | |
| 120 | 40 | 42 | 16.74 | 17.58 | 1.20 | 0.015 | 0.985 | 15.75 | 16.72 | 1.06 | 1.05 | | |
| 140 | 48 | 50 | 20.09 | 20.93 | 1.40 | 0.017 | 0.983 | 15.79 | 16.76 | 1.27 | 1.25 | | |
| 160 | 60 | 60 | 25.11 | 25.11 | 1.60 | 0.019 | 0.981 | 15.83 | 16.80 | 1.59 | 1.50 | | |
| 180 | 75 | 68 | 31.39 | 28.46 | 1.80 | 0.022 | 0.978 | 15.87 | 16.84 | 1.98 | 1.69 | | |
| 200 | 80 | 75 | 33.49 | 31.39 | 2.00 | 0.024 | 0.976 | 15.90 | 16.88 | 2.11 | 1.86 | | |
| 220 | 85 | 80 | 35.58 | 33.49 | 2.20 | 0.027 | 0.973 | 15.94 | 16.92 | 2.23 | 1.98 | | |
| 240 | 88 | 84 | 36.83 | 35.16 | 2.40 | 0.029 | 0.971 | 15.98 | 16.97 | 2.30 | 2.07 | | |
| 260 | 80 | 70 | 33.49 | 29.30 | 2.60 | 0.032 | 0.968 | 16.02 | 17.01 | 2.09 | 1.72 | | |



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

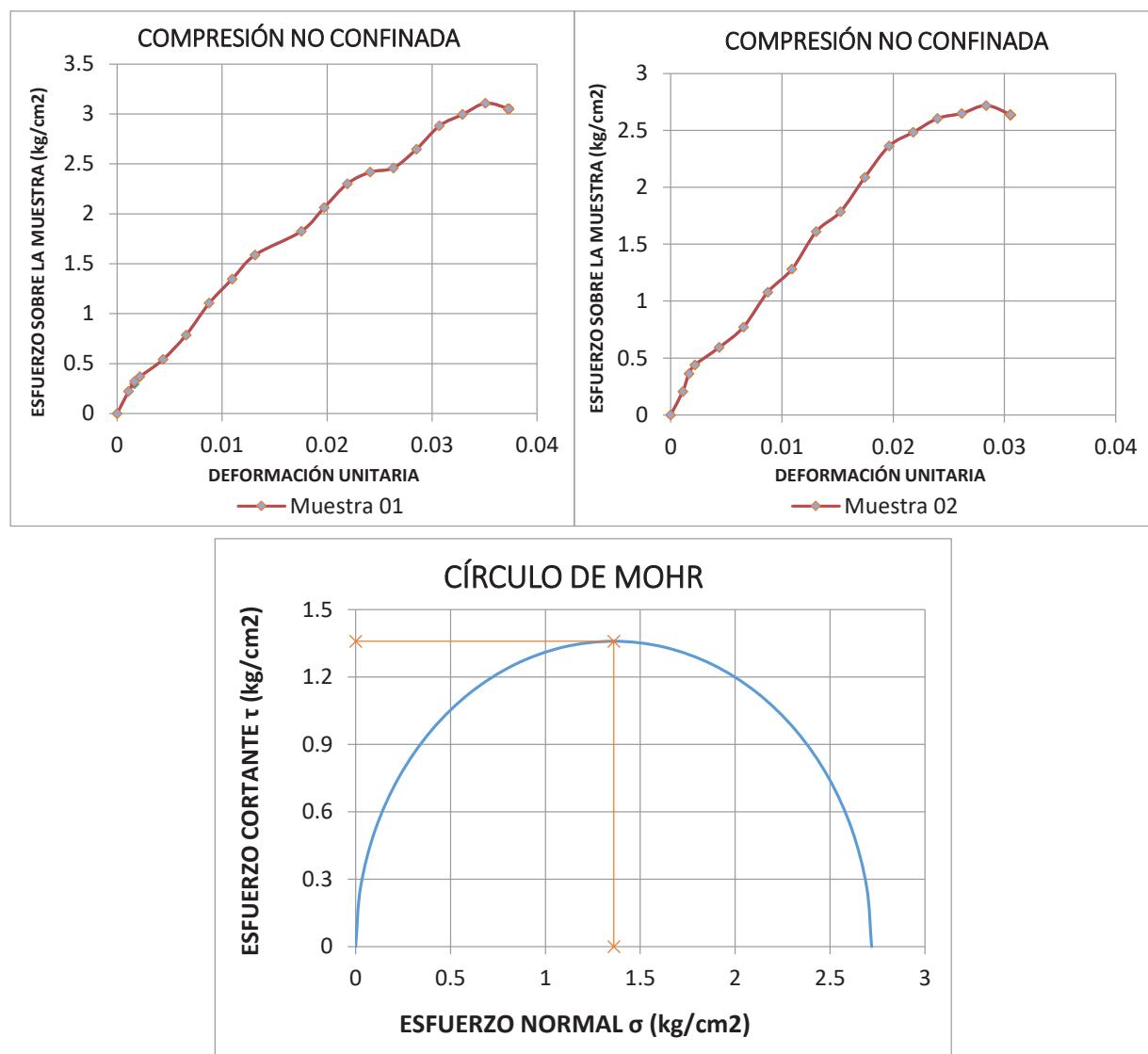


| MUESTRAS | M-01 | M-02 | PROMEDIO |
|----------------|------|------|----------|
| q_u (kg/cm²) | 2.30 | 2.07 | 2.19 |
| c (kg/cm²) | 1.15 | 1.04 | 1.09 |

Anexo B.9.2-PS-9%: Compresión NO confinada para el suelo Tipo III

| DIMENSIONES DE LA MUESTRA | | | M1 | | M2 | | DENSIDAD DE MUESTRAS | | | M1 | | M2 | |
|---------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|-------|---------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------|---------------------------|-------|------|------|------|--|
| DEFORMÍMETRO DE LONGITUD | DEFORMÍMETRO DE CARGA | CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA | DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA | | DEFORMACIÓN UNITARIA $\Delta L / L_0$ | FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁREA $1 - \Delta L / L_0$ | ÁREA CORREGIDA A' | ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA | M-01 | M-02 | M-01 | M-02 | |
| | | | M-01 | M-02 | | | | | | | | | |
| * 0.01 mm | * 0.417 kg | * 0.417 kg | | kg | mm | | | | M-01 | M-02 | M-01 | M-02 | |
| 10 | 9 | 8 | 3.76 | 3.35 | 0.10 | 0.001 | 0.999 | 16.85 | 16.17 | 0.22 | 0.21 | | |
| 15 | 12 | 14 | 5.01 | 5.86 | 0.15 | 0.002 | 0.998 | 16.86 | 16.18 | 0.30 | 0.36 | | |
| 20 | 15 | 17 | 6.26 | 7.12 | 0.20 | 0.002 | 0.998 | 16.87 | 16.19 | 0.37 | 0.44 | | |
| 40 | 22 | 23 | 9.18 | 9.63 | 0.40 | 0.004 | 0.996 | 16.91 | 16.22 | 0.54 | 0.59 | | |
| 60 | 32 | 30 | 13.35 | 12.56 | 0.60 | 0.007 | 0.993 | 16.95 | 16.26 | 0.79 | 0.77 | | |
| 80 | 45 | 42 | 18.78 | 17.58 | 0.80 | 0.009 | 0.991 | 16.99 | 16.29 | 1.11 | 1.08 | | |
| 100 | 55 | 50 | 22.95 | 20.93 | 1.00 | 0.011 | 0.989 | 17.02 | 16.33 | 1.35 | 1.28 | | |
| 120 | 65 | 63 | 27.12 | 26.37 | 1.20 | 0.013 | 0.987 | 17.06 | 16.37 | 1.59 | 1.61 | | |
| 160 | 75 | 70 | 31.30 | 29.30 | 1.60 | 0.018 | 0.982 | 17.14 | 16.40 | 1.83 | 1.79 | | |
| 180 | 85 | 82 | 35.47 | 34.32 | 1.80 | 0.020 | 0.980 | 17.18 | 16.44 | 2.07 | 2.09 | | |
| 200 | 95 | 93 | 39.64 | 38.93 | 2.00 | 0.022 | 0.978 | 17.21 | 16.48 | 2.30 | 2.36 | | |
| 220 | 100 | 98 | 41.73 | 41.02 | 2.20 | 0.024 | 0.976 | 17.25 | 16.51 | 2.42 | 2.48 | | |
| 240 | 102 | 103 | 42.56 | 43.11 | 2.40 | 0.026 | 0.974 | 17.29 | 16.55 | 2.46 | 2.61 | | |
| 260 | 110 | 105 | 45.90 | 43.95 | 2.60 | 0.029 | 0.971 | 17.33 | 16.59 | 2.65 | 2.65 | | |
| 280 | 120 | 108 | 50.08 | 45.21 | 2.80 | 0.031 | 0.969 | 17.37 | 16.62 | 2.88 | 2.72 | | |
| 300 | 125 | 101 | 52.16 | 42.28 | 3.00 | 0.033 | 0.967 | 17.41 | 16.66 | 3.00 | 2.54 | | |
| 320 | 130 | | 54.25 | | 3.20 | 0.035 | 0.965 | 17.45 | | 3.11 | | | |
| 340 | 115 | | 47.99 | | 3.40 | 0.037 | 0.963 | 17.49 | | 2.74 | | | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

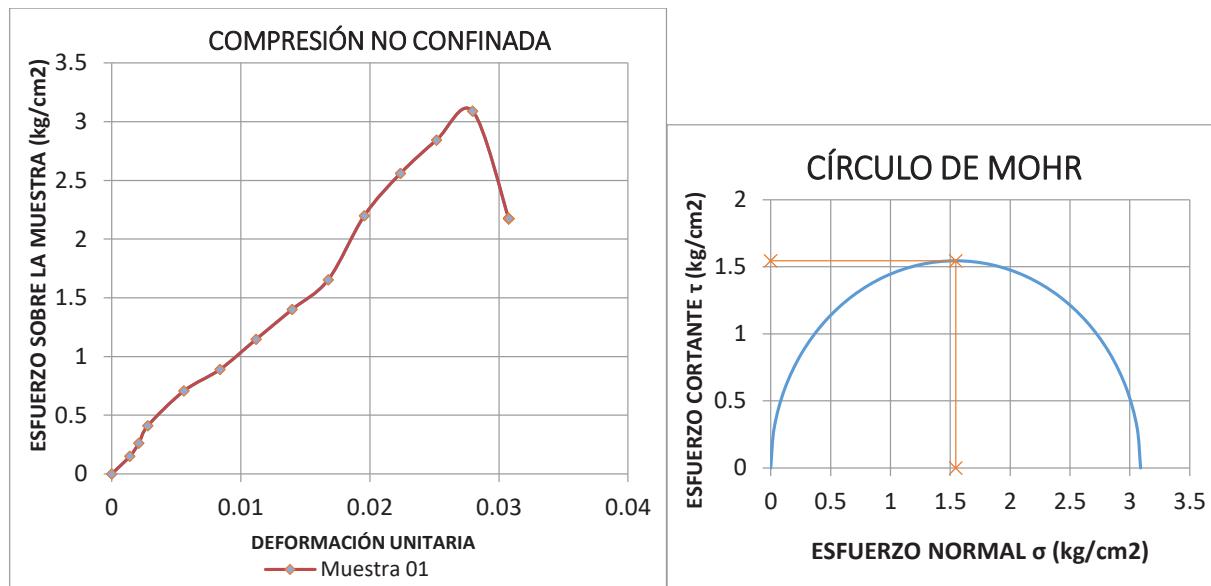


| MUESTRAS | M-01 | M-02 | PROMEDIO |
|-----------------------------|------|------|----------|
| q_u (kg/cm ²) | 3.11 | 2.72 | 2.91 |
| c (kg/cm ²) | 1.55 | 1.36 | 1.45 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.9.3-SPS: Compresión NO confinada para el suelo Tipo IV

| DIMENSIONES DE LA MUESTRA | | | M1 | | DENSIDAD DE MUESTRAS | | | M1 | |
|---------------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------------|----------------------|------------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|--|
| Diámetro = | | | 37.80 mm | | Peso = | | | 123.33 gr | |
| Altura L ₀ = | | | 71.50 mm | | Peso Unitario húmedo = | | | 1.54 gr/cm ³ | |
| Área = | | | 11.19 cm ² | | Humedad = | | | 14.02% | |
| Volumen = | | | 80.03 cm ³ | | Peso Unitario seco = | | | 1.35 gr/cm ³ | |
| DEFORMÍMETRO DE LONGITUD | DEFORMÍMETRO DE CARGA | CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA | DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA | DEFORMACIÓN UNITARIA | FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁREA | ÁREA CORREGIDA A' | ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA | | |
| * 0.01 mm | M-01 *0.419 kg | M-01 kg | ΔL mm | ΔL/L ₀ | 1 - ΔL/L ₀ | M-01 cm ² | M-01 kg/cm ² | | |
| 10 | 4 | 1.67 | 0.10 | 0.001 | 0.999 | 11.21 | 0.15 | | |
| 15 | 7 | 2.93 | 0.15 | 0.002 | 0.998 | 11.22 | 0.26 | | |
| 20 | 11 | 4.60 | 0.20 | 0.003 | 0.997 | 11.22 | 0.41 | | |
| 40 | 19 | 7.95 | 0.40 | 0.006 | 0.994 | 11.26 | 0.71 | | |
| 60 | 24 | 10.05 | 0.60 | 0.008 | 0.992 | 11.29 | 0.89 | | |
| 80 | 31 | 12.98 | 0.80 | 0.011 | 0.989 | 11.32 | 1.15 | | |
| 100 | 38 | 15.91 | 1.00 | 0.014 | 0.986 | 11.35 | 1.40 | | |
| 120 | 45 | 18.84 | 1.20 | 0.017 | 0.983 | 11.38 | 1.65 | | |
| 140 | 60 | 25.11 | 1.40 | 0.020 | 0.980 | 11.42 | 2.20 | | |
| 160 | 70 | 29.30 | 1.60 | 0.022 | 0.978 | 11.45 | 2.56 | | |
| 180 | 78 | 32.65 | 1.80 | 0.025 | 0.975 | 11.48 | 2.84 | | |
| 200 | 85 | 35.58 | 2.00 | 0.028 | 0.972 | 11.51 | 3.09 | | |
| 220 | 60 | 25.11 | 2.20 | 0.031 | 0.969 | 11.55 | 2.17 | | |

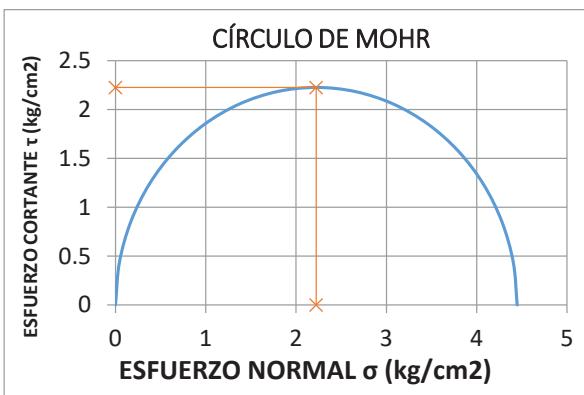
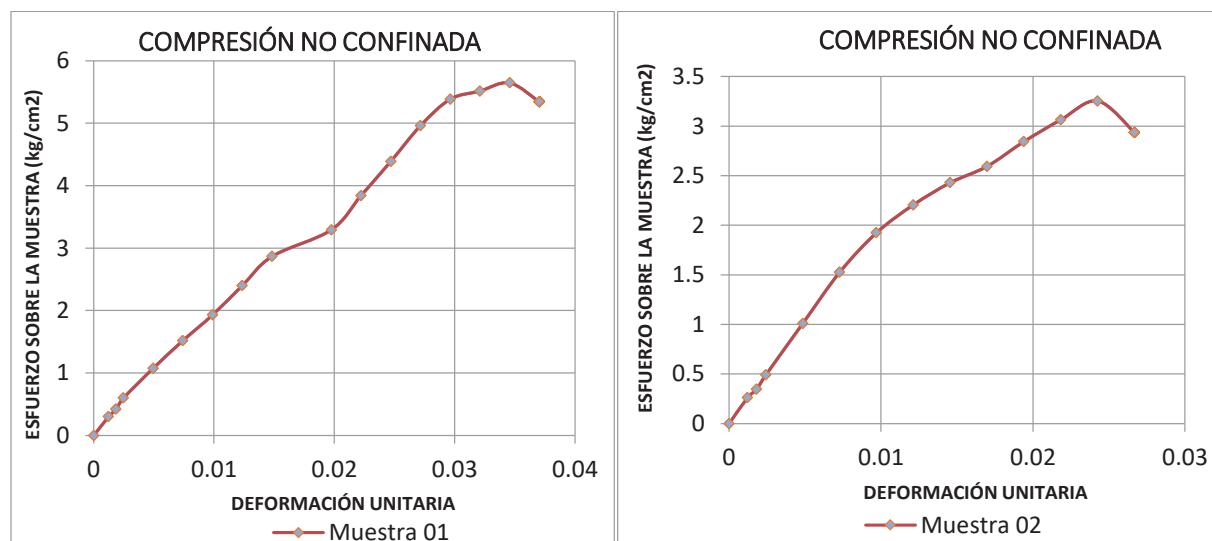


| MUESTRAS | M-01 |
|--------------------------------------|------|
| q _u (kg/cm ²) | 3.09 |
| c (kg/cm ²) | 1.54 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo B.9.4-PS-10%: Compresión NO confinada para el suelo Tipo IV

| DIMENSIONES DE LA MUESTRA | | | M1 | | M2 | | DENSIDAD DE MUESTRAS | | | M1 | | M2 | |
|---------------------------|-----------------------|------------|------------------------------|-------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-------|---------------------|---------------------------|--------------------|------|------|
| DEFORMÍMETRO DE LONGITUD | DEFORMÍMETRO DE CARGA | | CARGA TOTAL SOBRE LA MUESTRA | | DEFORMACIÓN DE LA MUESTRA ΔL | DEFORMACIÓN UNITARIA $\Delta L/L_0$ | FACTOR DE CORRECCIÓN DE ÁREA $1 - \Delta L/L_0$ | | ÁREA CORREGIDA A' | ESFUERZO SOBRE LA MUESTRA | | M-01 | M-02 |
| | M-01 | M-02 | M-01 | M-02 | | | kg | mm | | cm ² | kg/cm ² | M-01 | M-02 |
| * 0.01 mm | * 0.419 kg | * 0.419 kg | | | | | | | | | | | |
| 10 | 10 | 9 | 4.17 | 3.76 | 0.10 | 0.001 | 0.999 | 13.90 | 14.40 | 0.30 | 0.26 | | |
| 15 | 14 | 12 | 5.83 | 5.01 | 0.15 | 0.002 | 0.998 | 13.91 | 14.41 | 0.42 | 0.35 | | |
| 20 | 20 | 17 | 8.33 | 7.09 | 0.20 | 0.002 | 0.998 | 13.92 | 14.42 | 0.60 | 0.49 | | |
| 40 | 36 | 35 | 15.00 | 14.61 | 0.40 | 0.005 | 0.995 | 13.96 | 14.46 | 1.07 | 1.01 | | |
| 60 | 51 | 53 | 21.25 | 22.12 | 0.60 | 0.007 | 0.993 | 13.99 | 14.49 | 1.52 | 1.53 | | |
| 80 | 65 | 67 | 27.08 | 27.96 | 0.80 | 0.010 | 0.990 | 14.03 | 14.53 | 1.93 | 1.92 | | |
| 100 | 81 | 77 | 33.75 | 32.13 | 1.00 | 0.012 | 0.988 | 14.06 | 14.56 | 2.40 | 2.21 | | |
| 120 | 97 | 85 | 40.42 | 35.47 | 1.20 | 0.015 | 0.985 | 14.10 | 14.60 | 2.87 | 2.43 | | |
| 140 | 112 | 91 | 46.67 | 37.97 | 1.60 | 0.020 | 0.983 | 14.17 | 14.64 | 3.29 | 2.59 | | |
| 160 | 131 | 100 | 54.58 | 41.73 | 1.80 | 0.022 | 0.981 | 14.20 | 14.67 | 3.84 | 2.84 | | |
| 180 | 150 | 108 | 62.50 | 45.07 | 2.00 | 0.025 | 0.978 | 14.24 | 14.71 | 4.39 | 3.06 | | |
| 200 | 170 | 115 | 70.83 | 47.99 | 2.20 | 0.027 | 0.976 | 14.28 | 14.74 | 4.96 | 3.25 | | |
| 220 | 185 | 104 | 77.08 | 43.40 | 2.40 | 0.030 | 0.973 | 14.31 | 14.78 | 5.39 | 2.94 | | |
| 240 | 190 | | 79.17 | | 2.60 | 0.032 | 0.968 | 14.35 | | 5.52 | | | |
| 260 | 195 | | 81.25 | | 2.80 | 0.035 | 0.965 | 14.38 | | 5.65 | | | |
| 280 | 185 | | 77.08 | | 3.00 | 0.037 | 0.963 | 14.42 | | 5.35 | | | |



| MUESTRAS | M-01 | M-02 | PROMEDIO |
|-----------------------------------|------|------|----------|
| q_u (kg/cm^2) | 3.25 | 5.65 | 4.45 |
| c (kg/cm^2) | 1.63 | 2.82 | 2.22 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C: Metrados y Análisis de precios unitarios

Anexo C.1: Metrados para pavimento flexible sin adición de pegamento sintético

| ITEM | DESCRIPCION | UND | Nº VECES | MEDIDAS | | | PARCIAL | TOTAL | | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|-------|-------------|---------|-----------------|--|--|--|--|--|
| | | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | | | | | | |
| 1.00 MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | | | | | | | | |
| 1.10 TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | | | | | | | |
| 1.1.1 | Trazo y replanteo preliminar | m2 | | | | | | 13776.00 | | | | | |
| 1.1.1.1 | Para Suelo Tipo I | | 1 | 350 | 5.6 | | 1960 | | | | | | |
| 1.1.1.2 | Para Suelo Tipo II | | 1 | 360 | 5.6 | | 2016 | | | | | | |
| 1.1.1.3 | Para Suelo Tipo III | | 1 | 1560 | 5.6 | | 8736 | | | | | | |
| 1.1.1.4 | Para Suelo Tipo IV | | 1 | 190 | 5.6 | | 1064 | | | | | | |
| 1.20 MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS | | | | | | | | | | | | | |
| 1.2.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 | | | | | |
| 1.2.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | | | | | | |
| 1.2.2 | Perfilado de Terreno a nivel de subrasante | m3 | | | | | | 13776.00 | | | | | |
| 1.2.2.1 | Para Suelo Tipo I | | 1 | 350 | 5.6 | | 1960 | | | | | | |
| 1.2.2.2 | Para Suelo Tipo II | | 1 | 360 | 5.6 | | 2016 | | | | | | |
| 1.2.2.3 | Para Suelo Tipo III | | 1 | 1560 | 5.6 | | 8736 | | | | | | |
| 1.2.2.4 | Para Suelo Tipo IV | | 1 | 190 | 5.6 | | 1064 | | | | | | |
| 1.30 MEJORAMIENTO DE TERRENO D FUNDACION CON M. PRESTAMO | | | | | | | | | | | | | |
| 1.3.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 | | | | | |
| 1.3.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | | | | | | |
| 1.3.2 | Mejoramiento de subrasante para el suelo TIPO I | | | | | | | | | | | | |
| 1.3.2.1 | Escarificado y compactado | m3 | 1 | 350 | 5.6 | 0.30 | 588 | 588.00 | | | | | |
| 1.3.2.2 | Riego en subrasante para suelo tipo I | m3 | 1 | 350 | 5.6 | 0.30 | 588 | 588.00 | | | | | |
| 1.3.3 | Mejoramiento de subrasante para el suelo TIPO II | | | | | | | | | | | | |
| 1.3.3.1 | Escarificado y compactado | m3 | 1 | 360 | 5.6 | 0.30 | 604.8 | 604.80 | | | | | |
| 1.3.3.2 | Riego en subrasante para suelo tipo II | m3 | 1 | 360 | 5.6 | 0.30 | 604.8 | 604.80 | | | | | |
| 1.3.4 | Mejoramiento de subrasante con M. de préstamo para suelo TIPO III | | | | | | | | | | | | |
| 1.3.4.1 | Corte de terreno a nivel de subrasante | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.8 | 2620.80 | | | | | |
| 1.3.4.2 | Eliminación de material natural pobre de subrasante | m3 | 1 | 2620.8 | | Factor 1.25 | 3276 | 3276.00 | | | | | |
| 1.3.4.3 | Extracción y apilamiento de material de préstamo | m3 | 1 | 2620.8 | | 1.30 | 3407.04 | 3407.04 | | | | | |
| 1.3.4.4 | Carguío y transporte de material de préstamo | m3 | 1 | 2620.8 | | 1.30 | 3407.04 | 3407.04 | | | | | |
| 1.3.4.5 | Extendido y compactado | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.8 | 2620.80 | | | | | |
| 1.3.4.6 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo III | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.8 | 2620.80 | | | | | |
| 1.3.5 | Mejoramiento de subrasante con M. de préstamo para suelo TIPO IV | | | | | | | | | | | | |
| 1.3.5.1 | Corte de terreno a nivel de subrasante | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.30 | 319.2 | 319.20 | | | | | |
| 1.3.5.2 | Eliminación de material natural pobre de subrasante | m3 | 1 | 319.2 | | Factor 1.25 | 399 | 399.00 | | | | | |
| 1.3.5.3 | Extracción y apilamiento de material de préstamo | m3 | 1 | 319.2 | | 1.30 | 414.96 | 414.96 | | | | | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------------------------------|----|---|-------|-----|------|----------|-----------------|
| 1.3.5.4 | Cargío y transporte de material de préstamo | m3 | 1 | 319.2 | | 1.30 | 414.96 | 414.96 |
| 1.3.5.5 | Extendido y compactado | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.30 | 319.2 | 319.20 |
| 1.3.5.6 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo IV | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.30 | 319.2 | 319.20 |
| 1.40 | SUBBASE GRANULAR | | | | | | | |
| 1.4.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.4.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | |
| 1.4.2 | Extendido y compactado de subbase | m3 | | | | | | 2281.44 |
| 1.4.2.1 | Suelo Tipo I e = 0.17 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.17 | 333.2 | |
| 1.4.2.2 | Suelo Tipo II e = 0.14 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.14 | 282.24 | |
| 1.4.2.3 | Suelo Tipo III e = 0.17 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.17 | 1485.12 | |
| 1.4.2.4 | Suelo Tipo IV e = 0.17 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.17 | 180.88 | |
| 1.4.3 | Riego en subbase | m3 | | | | | | 2281.44 |
| 1.4.3.1 | Suelo Tipo I e = 0.17 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.17 | 333.2 | |
| 1.4.3.2 | Suelo Tipo II e = 0.14 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.14 | 282.24 | |
| 1.4.3.3 | Suelo Tipo III e = 0.17 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.17 | 1485.12 | |
| 1.4.3.4 | Suelo Tipo IV e = 0.17 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.17 | 180.88 | |
| 1.50 | BASE GRANULAR | | | | | | | |
| 1.5.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.5.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | |
| 1.5.2 | Extendido y compactado de base | m3 | | | | | | 1377.60 |
| 1.5.2.1 | Suelo Tipo I e = 0.10 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.10 | 196 | |
| 1.5.2.2 | Suelo Tipo II e = 0.10 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.10 | 201.6 | |
| 1.5.2.3 | Suelo Tipo III e = 0.10 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.10 | 873.6 | |
| 1.5.2.4 | Suelo Tipo IV e = 0.10 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.10 | 106.4 | |
| 1.5.3 | Riego en base | m3 | | | | | | 1377.60 |
| 1.5.3.1 | Suelo Tipo I e = 0.10 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.10 | 196 | |
| 1.5.3.2 | Suelo Tipo II e = 0.10 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.10 | 201.6 | |
| 1.5.3.3 | Suelo Tipo III e = 0.10 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.10 | 873.6 | |
| 1.5.3.4 | Suelo Tipo IV e = 0.10 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.10 | 106.4 | |
| 1.60 | SUPERFICIE DE RODADURA | | | | | | | |
| 1.6.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.6.1.1 | Para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.6.2 | Imprimación Asfáltica | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.6.2.1 | Suelo Tipo I, II, II y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.6.3 | Tratamiento superficial bicapa | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.6.3.1 | Suelo Tipo I, II, II y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.6.4 | Riego de Liga | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.7.4.1 | Suelo Tipo I, II, II y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.6.5 | Pavimento de concreto asfáltica caliente | m3 | | | | | | 688.80 |
| 1.6.5.1 | Suelo Tipo I e = 0.05 cm | | 1 | 350 | 5.6 | 0.05 | 98.00 | |
| 1.6.5.2 | Suelo Tipo II e = 0.05 cm | | 1 | 360 | 5.6 | 0.05 | 100.80 | |
| 1.6.5.3 | Suelo Tipo III e = 0.05 cm | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.05 | 436.80 | |
| 1.6.5.4 | Suelo Tipo IV e = 0.05 cm | | 1 | 190 | 5.6 | 0.05 | 53.20 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.2: Metrados para pavimento flexible con adición de pegamento sintético

| ITEM | DESCRIPCION | UND | Nº VECES | MEDIDAS | | | PARCIAL | TOTAL |
|--------------|-------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|-------|------|----------|-----------------|
| | | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | |
| 1.00 | MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO FLEXIBLE | | | | | | | |
| 1.10 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | |
| 1.1.1 | Trazo y replanteo preliminar | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.1.1.1 | Para Suelo Tipo I | | 1 | 350 | 5.6 | | 1960.00 | |
| 1.1.1.2 | Para Suelo Tipo II | | 1 | 360 | 5.6 | | 2016.00 | |
| 1.1.1.3 | Para Suelo Tipo III | | 1 | 1560 | 5.6 | | 8736.00 | |
| 1.1.1.4 | Para Suelo Tipo IV | | 1 | 190 | 5.6 | | 1064.00 | |
| 1.20 | MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS | | | | | | | |
| 1.2.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de la obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.2.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | |
| 1.2.2 | Perfilado de Terreno a nivel de subrasante | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.2.2.1 | Para Suelo Tipo I | | 1 | 350 | 5.6 | | 1960 | |
| 1.2.2.2 | Para Suelo Tipo II | | 1 | 360 | 5.6 | | 2016 | |
| 1.2.2.3 | Para Suelo Tipo III | | 1 | 1560 | 5.6 | | 8736 | |
| 1.2.2.4 | Para Suelo Tipo IV | | 1 | 190 | 5.6 | | 1064 | |
| 1.30 | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON PS | | | | | | | |
| 1.3.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.3.1.1 | Para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.3.1 | Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO I | | | | | | | |
| 1.3.1.1 | Escarificado y compactado | m3 | 1 | 350 | 5.6 | 0.15 | 294.00 | 294.00 |
| 1.3.1.2 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo I | m3 | 1 | 350 | 5.6 | 0.15 | 294.00 | 294.00 |
| 1.3.2 | Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO II | | | | | | | |
| 1.3.2.1 | Escarificado y compactado | m3 | 1 | 360 | 5.6 | 0.10 | 201.60 | 201.60 |
| 1.3.2.2 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo II | m3 | 1 | 360 | 5.6 | 0.10 | 201.60 | 201.60 |
| 1.3.3 | Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO III | | | | | | | |
| 1.3.3.1 | Escarificado y compactado | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.80 | 2620.80 |
| 1.3.3.2 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo III | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.80 | 2620.80 |
| 1.3.4 | Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO IV | | | | | | | |
| 1.3.4.1 | Escarificado y compactado | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.15 | 159.60 | 159.60 |
| 1.3.4.2 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo IV | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.15 | 159.60 | 159.60 |
| 1.40 | SUBBASE GRANULAR | | | | | | | |
| 1.4.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.4.1.1 | Para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.4.2 | Extendido y compactado de subbase | m3 | | | | | | 2002.84 |
| 1.4.2.1 | Suelo Tipo I e = 0.125 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.13 | 254.80 | |
| 1.4.2.2 | Suelo Tipo II e = 0.13 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.13 | 262.08 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------------------------------|-----------|---|------|-----|------|----------|-----------------|
| 1.4.2.3 | Suelo Tipo III e = 0.15 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.15 | 1310.40 | |
| 1.4.2.4 | Suelo Tipo IV e = 0.165m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.17 | 175.56 | |
| 1.4.3 | Riego en subbase | m3 | | | | | | 2002.84 |
| 1.4.3.1 | Suelo Tipo I e = 0.13 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.13 | 254.80 | |
| 1.4.3.2 | Suelo Tipo II e = 0.13 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.13 | 262.08 | |
| 1.4.3.3 | Suelo Tipo III e = 0.15 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.15 | 1310.40 | |
| 1.4.3.4 | Suelo Tipo IV e = 0.165m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.17 | 175.56 | |
| 1.50 | BASE GRANULAR | | | | | | | |
| 1.5.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.5.1.1 | Para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.5.2 | Extendido y compactado de base | m3 | | | | | | 1287.44 |
| 1.5.2.1 | Suelo Tipo I e = 0.08 | | 1 | 350 | 5.6 | 0.08 | 156.80 | |
| 1.5.2.2 | Suelo Tipo II e = 0.08 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.08 | 161.28 | |
| 1.5.2.3 | Suelo Tipo III e = 0.1 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.10 | 873.60 | |
| 1.5.2.4 | Suelo Tipo IV e = 0.09 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.09 | 95.76 | |
| 1.5.3 | Riego en base | m3 | | | | | | 1287.44 |
| 1.5.3.1 | Suelo Tipo I e = 0.08 | | 1 | 350 | 5.6 | 0.08 | 156.80 | |
| 1.5.3.2 | Suelo Tipo II e = 0.08 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.08 | 161.28 | |
| 1.5.3.3 | Suelo Tipo III e = 0.10 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.10 | 873.60 | |
| 1.5.3.4 | Suelo Tipo IV e = 0.09 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.09 | 95.76 | |
| 1.60 | SUPERFICIE DE RODADURA | | | | | | | |
| 1.6.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.6.1.1 | Para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.6.2 | Imprimación Asfáltica | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.6.2.1 | Suelo Tipo I, II, II y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.6.3 | Tratamiento superficial bicapa | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.6.3.1 | Suelo Tipo I, II, II y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.6.4 | Riego de Liga | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.6.4.1 | Suelo Tipo I, II, II y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.6.5 | Pavimento de concreto asfáltica caliente | m3 | | | | | | 649.04 |
| 1.6.5.1 | Suelo Tipo I e = 0.04 cm | | 1 | 350 | 5.6 | 0.04 | 78.40 | |
| 1.6.5.2 | Suelo Tipo II e = 0.04 cm | | 1 | 360 | 5.6 | 0.04 | 80.64 | |
| 1.6.5.3 | Suelo Tipo III e = 0.05 cm | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.05 | 436.80 | |
| 1.6.5.4 | Suelo Tipo IV e = 0.05 cm | | 1 | 190 | 5.6 | 0.05 | 53.20 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.3: Metrados para pavimento rígido sin adición de pegamento sintético

| ITEM | DESCRIPCION | UND | Nº VECES | MEDIDAS | | | PARCIAL | TOTAL |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|-------|--------|---------|-----------------|
| | | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | |
| 1.00 | MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO RIGIDO | | | | | | | |
| 1.10 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | |
| 1.1.1 | Trazo y replanteo preliminar | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.1.1.1 | Para Suelo Tipo I | | 1 | 350 | 5.6 | | 1960 | |
| 1.1.1.2 | Para Suelo Tipo II | | 1 | 360 | 5.6 | | 2016 | |
| 1.1.1.3 | Para Suelo Tipo III | | 1 | 1560 | 5.6 | | 8736 | |
| 1.1.1.4 | Para Suelo Tipo IV | | 1 | 190 | 5.6 | | 1064 | |
| 1.20 | MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS | | | | | | | |
| 1.2.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.2.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | |
| 1.2.2 | Perfilado de Terreno a nivel de subrasante | m3 | | | | | | 13776.00 |
| 1.2.2.1 | Para Suelo Tipo I | | 1 | 350 | 5.6 | | 1960 | |
| 1.2.2.2 | Para Suelo Tipo II | | 1 | 360 | 5.6 | | 2016 | |
| 1.2.2.3 | Para Suelo Tipo III | | 1 | 1560 | 5.6 | | 8736 | |
| 1.2.2.4 | Para Suelo Tipo IV | | 1 | 190 | 5.6 | | 1064 | |
| 1.30 | MEJORAMIENTO DE TERRENO D FUNDACION CON M. PRESTAMO | | | | | | | |
| 1.3.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.3.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | |
| 1.3.2 | Mejoramiento de subrasante para el suelo TIPO I | | | | | | | |
| 1.3.2.1 | Escarificado y compactado | m3 | 1 | 350 | 5.6 | 0.30 | 588 | 588.00 |
| 1.3.2.2 | Riego en subrasante para suelo tipo I | m3 | 1 | 350 | 5.6 | 0.30 | 588 | 588.00 |
| 1.3.3 | Mejoramiento de subrasante para el suelo TIPO II | | | | | | | |
| 1.3.3.1 | Escarificado y compactado | m3 | 1 | 360 | 5.6 | 0.30 | 604.8 | 604.80 |
| 1.3.3.2 | Riego en subrasante para suelo tipo II | m3 | 1 | 360 | 5.6 | 0.30 | 604.8 | 604.80 |
| 1.3.4 | Mejoramiento de subrasante con M. de préstamo para suelo TIPO III | | | | | | | |
| 1.3.4.1 | Corte de terreno a nivel de subrasante | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.8 | 2620.80 |
| | | | | | | Factor | | |
| 1.3.4.2 | Eliminación de material natural pobre de subrasante | m3 | 1 | 2620.8 | | 1.25 | 3276 | 3276.00 |
| 1.3.4.3 | Extracción y apilamiento de material de préstamo | m3 | 1 | 2620.8 | | 1.30 | 3407.04 | 3407.04 |
| 1.3.4.4 | Carrojo y transporte de material de préstamo | m3 | 1 | 2620.8 | | 1.30 | 3407.04 | 3407.04 |
| 1.3.4.5 | Extendido y compactado | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.8 | 2620.80 |
| 1.3.4.6 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo III | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.8 | 2620.80 |
| 1.3.5 | Mejoramiento de subrasante con M. de préstamo para suelo TIPO IV | | | | | | | |
| 1.3.5.1 | Corte de terreno a nivel de subrasante | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.30 | 319.2 | 319.20 |
| | | | | | | Factor | | |
| 1.3.5.2 | Eliminación de material natural pobre de subrasante | m3 | 1 | 319.2 | | 1.25 | 399 | 399.00 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| | | | | | | | | |
|--------------|-------------------------------------------------------|-----------|-----|-------|------|-------|---------|-----------------|
| 1.3.5.3 | Extracción y apilamiento de material de préstamo | m3 | 1 | 319.2 | | 1.30 | 414.96 | 414.96 |
| 1.3.5.4 | Carguío y transporte de material de préstamo | m3 | 1 | 319.2 | | 1.30 | 414.96 | 414.96 |
| 1.3.5.5 | Extendido y compactado | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.30 | 319.2 | 319.20 |
| 1.3.5.6 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo IV | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.30 | 319.2 | 319.20 |
| 1.40 | BASE GRANULAR | | | | | | | |
| 1.4.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.4.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | |
| 1.4.2 | Extendido y compactado de base | m3 | | | | | | 2066.40 |
| 1.4.2.1 | Suelo Tipo I | | 1 | 350 | 5.6 | 0.15 | 294 | |
| 1.4.2.2 | Suelo Tipo II | | 1 | 360 | 5.6 | 0.15 | 302.4 | |
| 1.4.2.3 | Suelo Tipo III | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.15 | 1310.4 | |
| 1.4.2.4 | Suelo Tipo IV | | 1 | 190 | 5.6 | 0.15 | 159.6 | |
| 1.4.3 | Riego en base | m2 | | | | | | 2066.40 |
| 1.4.3.1 | Suelo Tipo I e = 0.15 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.15 | 294 | |
| 1.4.3.2 | Suelo Tipo II e = 0.15 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.15 | 302.4 | |
| 1.4.3.3 | Suelo Tipo III e = 0.15 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.15 | 1310.4 | |
| 1.4.3.4 | Suelo Tipo IV e = 0.15 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.15 | 159.6 | |
| 1.50 | SUPERFICIE DE RODADURA | | | | | | | |
| 1.5.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.5.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | |
| 1.5.2 | Encofrado y desencofrado en pavimento | m2 | | | | caras | | 1426.80 |
| 1.5.2.1 | Longitudinal para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 0.15 | 2.00 | 738 | |
| 1.5.2.2 | Transversal para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 820 | 5.6 | 0.15 | | 688.8 | |
| 1.5.3 | Concreto para losa f'c = 210 kg/cm2 | m3 | | | | | | 1653.12 |
| 1.5.3.1 | Suelo Tipo I e = 0.12 cm | | 1 | 350 | 5.6 | 0.12 | 235.2 | |
| 1.5.3.2 | Suelo Tipo II e = 0.12 cm | | 1 | 360 | 5.6 | 0.12 | 241.92 | |
| 1.5.3.3 | Suelo Tipo III e = 0.12 cm | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.12 | 1048.32 | |
| 1.5.3.4 | Suelo Tipo IV e = 0.12 cm | | 1 | 190 | 5.6 | 0.12 | 127.68 | |

Anexo C.4: Metrados para pavimento rígido con adición de pegamento sintético

| PLANILLA DE METRADOS | | | | | | | | |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----|----------|---------|-------|------|---------|-----------------|
| ITEM | DESCRIPCION | UND | Nº VECES | MEDIDAS | | | PARCIAL | TOTAL |
| | | | | LARGO | ANCHO | ALTO | | |
| 1.00 | MEJORAMIENTO DE CAPACIDAD DE SOPORTE CBR PARA PAVIMENTO RIGIDO | | | | | | | |
| 1.10 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | | |
| 1.1.1 | Trazo y replanteo preliminar | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.1.1.1 | Para Suelo Tipo I | | 1 | 350 | 5.6 | | 1960 | |
| 1.1.1.2 | Para Suelo Tipo II | | 1 | 360 | 5.6 | | 2016 | |
| 1.1.1.3 | Para Suelo Tipo III | | 1 | 1560 | 5.6 | | 8736 | |
| 1.1.1.4 | Para Suelo Tipo IV | | 1 | 190 | 5.6 | | 1064 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| | | | | | | | | | |
|--------------|------------------------------------------------------------|----|-----|------|------|------|---------|----------|-----------------|
| 1.20 | MOVIMIENTO Y EXPLANACIONES DE TIERRAS | | | | | | | | |
| 1.2.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.2.1.1 | Para Suelos Tipo I, II, III y IV | | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776 | |
| 1.2.2 | Perfilado de Terreno a nivel de subrasante | | m3 | | | | | | 13776.00 |
| 1.2.2.1 | Para Suelo Tipo I | | | 1 | 350 | 5.6 | | 1960 | |
| 1.2.2.2 | Para Suelo Tipo II | | | 1 | 360 | 5.6 | | 2016 | |
| 1.2.2.3 | Para Suelo Tipo III | | | 1 | 1560 | 5.6 | | 8736 | |
| 1.2.2.4 | Para Suelo Tipo IV | | | 1 | 190 | 5.6 | | 1064 | |
| 1.30 | MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON PS | | | | | | | | |
| 1.3.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | | m3 | | | | | | 13776.00 |
| 1.3.1.1 | Para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.3.1 | Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO I | | | | | | | | |
| 1.3.1.1 | Extendido y compactado | m3 | 1 | 350 | 5.6 | 0.15 | 294.00 | | 294.00 |
| 1.3.1.2 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo I | m3 | 1 | 350 | 5.6 | 0.15 | 294.00 | | 294.00 |
| 1.3.2 | Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO II | | | | | | | | |
| 1.3.2.1 | Extendido y compactado | m3 | 1 | 360 | 5.6 | 0.10 | 201.60 | | 201.60 |
| 1.3.2.2 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo II | m3 | 1 | 360 | 5.6 | 0.10 | 201.60 | | 201.60 |
| 1.3.3 | Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO III | | | | | | | | |
| 1.3.3.1 | Extendido y compactado | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.80 | | 2620.80 |
| 1.3.3.2 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo III | m3 | 1 | 1560 | 5.6 | 0.30 | 2620.80 | | 2620.80 |
| 1.3.4 | Mejoramiento de subrasante con PS de suelo TIPO IV | | | | | | | | |
| 1.3.4.1 | Extendido y compactado | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.15 | 159.60 | | 159.60 |
| 1.3.4.2 | Riego con aditivo de PS de suelo Tipo IV | m3 | 1 | 190 | 5.6 | 0.15 | 159.60 | | 159.60 |
| 1.40 | BASE GRANULAR | | | | | | | | |
| 1.4.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | | m3 | | | | | | 13776.00 |
| 1.4.1.1 | Para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.4.2 | Extendido y compactado de base | | | | | | | | 2066.40 |
| 1.4.2.1 | Suelo Tipo I e = 0.15 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.15 | 294 | | |
| 1.4.2.2 | Suelo Tipo II e = 0.15 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.15 | 302.4 | | |
| 1.4.2.3 | Suelo Tipo III e = 0.15 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.15 | 1310.4 | | |
| 1.4.2.4 | Suelo Tipo IV e = 0.15 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.15 | 159.6 | | |
| 1.4.3 | Riego en base | | | | | | | | 2066.40 |
| 1.4.3.1 | Suelo Tipo I e = 0.15 m | | 1 | 350 | 5.6 | 0.15 | 294 | | |
| 1.4.3.2 | Suelo Tipo II e = 0.15 m | | 1 | 360 | 5.6 | 0.15 | 302.4 | | |
| 1.4.3.3 | Suelo Tipo III e = 0.15 m | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.15 | 1310.4 | | |
| 1.4.3.4 | Suelo Tipo IV e = 0.15 m | | 1 | 190 | 5.6 | 0.15 | 159.6 | | |
| 1.50 | SUPERFICIE DE RODADURA | | | | | | | | |
| 1.5.1 | Trazo y replanteo durante la ejecución de obra | | m2 | | | | | | 13776.00 |
| 1.5.1.1 | Para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | | 1 | 2460 | 5.6 | | 13776.00 | |
| 1.5.2 | Encofrado y desencofrado en pavimento | | | | | | caras | | 1426.80 |
| 1.5.2.1 | Longitudinal para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 1 | 2460 | 0.15 | 2.00 | | 738 | |
| 1.5.2.2 | Transversal para los Suelo Tipo I, II, III y IV | | 820 | 5.6 | 0.15 | | | 688.8 | |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| | | | | | | | | |
|--------------|--------------------------------------------|----|---|------|-----|------|---------|----------------|
| 1.5.3 | Concreto para losa f'c = 210 kg/cm2 | m3 | | | | | | 1593.76 |
| 1.5.3.1 | Suelo Tipo I e = 0.10 cm | | 1 | 350 | 5.6 | 0.10 | 196 | |
| 1.5.3.2 | Suelo Tipo II e = 0.11 cm | | 1 | 360 | 5.6 | 0.11 | 221.76 | |
| 1.5.3.3 | Suelo Tipo III e = 0.12 cm | | 1 | 1560 | 5.6 | 0.12 | 1048.32 | |
| 1.5.3.4 | Suelo Tipo IV e = 0.12 cm | | 1 | 190 | 5.6 | 0.12 | 127.68 | |

Anexo C.5: Análisis de precios unitarios para pavimento flexible y rígido sin PS.

Anexo C.5.1: PU para trabajos preliminares de SUELOS TIPO I y II, III y IV

| Partida | 01.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR | | | | |
|-------------------------------------|----------|------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA | 500.00 ⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m2 | | | 2.33 |
| Descripción Recurso | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ | |
| Mano de Obra | | | | | | 1.36 |
| OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0160 | 17.86 ⁽²⁾ | 0.27 | |
| PEON | hh | 3.0000 | 0.0480 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.74 | |
| OPERARIO TOPOGRAFO | hh | 1.0000 | 0.0160 | 19.15 ⁽²⁾ | 0.35 | |
| Materiales | | | | | | 0.40 |
| CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | kg | | 0.0020 | 4.24 | 0.01 | |
| YESO BOLSA 28 kg | bol | | 0.0200 | 10.17 | 0.20 | |
| ESTACAS DE MADERA | p2 | | 0.0056 | 2.37 | 0.01 | |
| PINTURA ESMALTE | gal | | 0.0050 | 35.60 | 0.18 | |
| Equipos | | | | | | 0.57 |
| NIVEL TOPOGRAFICO | hm | 1.0000 | 0.0160 | 6.90 | 0.11 | |
| ESTACION TOTAL | hm | 1.0000 | 0.0160 | 15.00 | 0.24 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.37 | 0.04 | |
| WINCHAS | und | | 0.0020 | 36.45 ⁽³⁾ | 0.07 | |
| CORDEL | rll | | 0.0150 | 7.63 | 0.11 | |

Anexo C.5.2: PU para movimiento y explanaciones de tierras de SUELOS TIPO I y II, III y IV

| Partida | 01.02.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | | | | |
|-------------------------------------|----------|---------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------|-------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA | 450.00 ⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m2 | | | 2.71 |
| Descripción Recurso | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ | |
| Mano de Obra | | | | | | 1.51 |
| OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0178 | 17.86 ⁽²⁾ | 0.30 | |
| PEON | hh | 3.0000 | 0.0533 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.82 | |
| OPERARIO TOPOGRAFO | hh | 1.0000 | 0.0178 | 19.15 ⁽²⁾ | 0.39 | |
| Materiales | | | | | | 0.58 |
| CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | kg | | 0.0020 | 4.24 | 0.01 | |
| YESO BOLSA 28 kg | bol | | 0.0200 | 10.17 | 0.20 | |
| ESTACAS DE MADERA | p2 | | 0.0056 | 2.37 | 0.01 | |
| PINTURA ESMALTE | gal | | 0.0100 | 35.60 | 0.36 | |
| Equipos | | | | | | 0.62 |
| NIVEL TOPOGRAFICO | hm | 1.0000 | 0.0178 | 6.90 | 0.12 | |
| ESTACION TOTAL | hm | 1.0000 | 0.0178 | 15.00 | 0.27 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.52 | 0.05 | |
| WINCHAS | und | | 0.0020 | 36.45 ⁽³⁾ | 0.07 | |
| CORDEL | rll | | 0.0150 | 7.63 | 0.11 | |

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb.

Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Proviñas Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| Partida | 01.02.02 | PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE | | | | |
|-----------------------------|-----------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Rendimiento | m2/DIA | 1,080.00⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m2 | | | 2.53 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./. | Parcial S./. |
| Mano de Obra | | | | | | 0.75 |
| OPERARIO | | hh | 1.0000 | 0.0074 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.16 |
| OFICIAL | | hh | 1.0000 | 0.0074 | 17.86 ⁽²⁾ | 0.13 |
| PEON | | hh | 4.0000 | 0.0296 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.46 |
| Equipos | | | | | | 1.78 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.77 | 0.02 |
| MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | | hm | 1.0000 | 0.0074 | 237.29 ⁽³⁾ | 1.76 |

Anexo C.5.3: PU para mejoramiento de la subrasante en SUELOS TIPO I y II.

| Partida | 01.03.02.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | | | | |
|----------------------------|--------------------|------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Rendimiento | m3/DIA | 600.00⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m3 | | | 6.99 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./. | Parcial S./. |
| Mano de Obra | | | | | | 1.20 |
| OPERARIO | | hh | 2.0000 | 0.0267 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.58 |
| PEON | | hh | 3.0000 | 0.0400 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.62 |
| Equipos | | | | | | 5.79 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 1.24 | 0.04 |
| RODILLO LISO VIBRATORIO | | hm | 1.0000 | 0.0133 | 191.53 ⁽³⁾ | 2.59 |
| AUTOPROPULSADO 7-9 ton | | hm | 1.0000 | 0.0133 | 237.29 ⁽³⁾ | 3.16 |

| Partida | 01.03.03.02 | RIEGO EN SUBRASANTE | | | | |
|-----------------------------------------------|--------------------|-------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Rendimiento | m3/DIA | 1,000.00⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m3 | | | 1.94 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./. | Parcial S./. |
| Mano de Obra | | | | | | 0.60 |
| OPERARIO | | hh | 2.0000 | 0.0160 | 22.29 | 0.35 |
| PEON | | hh | 2.0000 | 0.0160 | 16.09 | 0.25 |
| Materiales | | | | | | 0.10 |
| TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km | | m3 | | 0.0200 | 5.00 | 0.10 |
| Equipos | | | | | | 1.24 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 0.62 | 0.02 |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP) | | hm | 1.0000 | 0.0080 | 76.26 ⁽³⁾ | 0.10 |
| CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN | | hm | 1.0000 | 0.0080 | 211.86 ⁽³⁾ | 1.12 |

Anexo C.5.4: PU de mejoramiento de la subrasante con material de préstamo para SUELOS TIPO III y IV.

| Partida | 01.03.04.01 | CORTE DEL TERRENO A NIVEL DE LA SUBRASANTE | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-----------------------|---------------------|
| Rendimiento | m3/DIA | 300.00⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m3 | | | 8.20 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./. | Parcial S./. |
| Mano de Obra | | | | | | 1.81 |
| OPERARIO | | hh | 1.0000 | 0.0267 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.58 |
| PEON | | hh | 3.0000 | 0.0800 | 16.09 ⁽²⁾ | 1.23 |
| Equipos | | | | | | 6.39 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 1.89 | 0.05 |
| MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | | hm | 1.0000 | 0.0267 | 237.29 ⁽³⁾ | 6.34 |

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb.

Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA

octubre 2018, Proviñas Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31

de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer). 248

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| Partida | 01.03.04.02 | ELIMINACION DE MATERIAL NATURAL POBRE DE SUBRASANTE | | | | |
|--------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Rendimiento m3/DIA | 7500.00⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | 11.87 | |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 1.33 |
| OPERARIO | | hh | 5.0000 | 0.0533 | 22.29 ⁽²⁾ | 1.15 |
| OFICIAL | | hh | 1.0000 | 0.0107 | 17.86 ⁽²⁾ | 0.18 |
| Equipos | | | | | | 10.54 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 1.33 | 0.04 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | | hm | 1.0000 | 0.0107 | 237.37 ⁽³⁾ | 2.54 |
| CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | | hm | 4.0000 | 0.0427 | 186.44 ⁽³⁾ | 7.96 |

| Partida | 01.03.04.03 | EXTRACCION Y APIALAMIENTO DE MATERIAL DE PRESTAMO | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Rendimiento m3/DIA | 250.00⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | 27.11 | |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 2.17 |
| OPERARIO | | hh | 1.0000 | 0.0320 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.69 |
| PEON | | hh | 3.0000 | 0.0960 | 16.09 ⁽²⁾ | 1.48 |
| Materiales | | | | | | 11.09 |
| MATERIAL GRANULAR | | m3 | | 1.3300 | 8.34 | 11.09 |
| Equipos | | | | | | 13.85 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 2.25 | 0.07 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 H | | hm | 1.0000 | 0.0320 | 237.37 ⁽³⁾ | 7.60 |
| ZARANDEO ESTATICO | | m3 | | 1.3300 | 4.65 | 6.18 |

| Partida | 01.03.04.04 | ARGUIO Y TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO | | | | |
|--------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Rendimiento m3/DIA | 650.00⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | 13.66 | |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 1.52 |
| OPERARIO | | hh | 5.0000 | 0.0615 | 22.29 ⁽²⁾ | 1.33 |
| PEON | | hh | 1.0000 | 0.0123 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.19 |
| Equipos | | | | | | 10.27 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 1.52 | 0.05 |
| CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-135 HP 3 yd3 | | hm | 1.0000 | 0.0123 | 237.37 ⁽³⁾ | 2.92 |
| CAMION VOLQUETE DE 15 m3 | | hm | 4.0000 | 0.0492 | 186.44 ⁽³⁾ | 9.17 |

| Partida | 01.03.04.05 | EXTENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE DE MATERIAL DE PRESTAMO | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Rendimiento m3/DIA | 600.00⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | 6.77 | |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.99 |
| OPERARIO | | hh | 2.0000 | 0.0267 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.58 |
| PEON | | hh | 2.0000 | 0.0267 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.41 |
| Equipos | | | | | | 5.78 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | | %mo | | 3.0000 | 1.03 | 0.03 |
| RODILLO LISO VIBRATORIO | | hm | 1.0000 | 0.0133 | 191.53 ⁽³⁾ | 2.59 |
| AUTOPROPULSADO 7- 9 ton | | hm | 1.0000 | 0.0133 | 237.29 ⁽³⁾ | 3.16 |
| MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | | hm | 1.0000 | 0.0133 | | |

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú”

⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020

determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

| Partida | 01.03.04.06 | RIEGO EN SUBRASANTE | | | | |
|--------------------------------------------------|-------------------------|---------------------|-----------|---------------------------------|------------|-------------|
| Rendimiento m3/DIA | 1,000.00 ⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | | 1.94 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.60 |
| OPERARIO | hh | 2.0000 | 0.0160 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.35 | |
| PEON | hh | 2.0000 | 0.0160 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.25 | |
| Materiales | | | | | | 0.10 |
| TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km | m3 | | | 0.0200 | 5.00 | 0.10 |
| Equipos | | | | | | 1.24 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | | 3.0000 | 0.62 | 0.02 |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP) | hm | 1.0000 | 0.0080 | 76.26 ⁽³⁾ | 0.10 | |
| CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN | hm | 1.0000 | 0.0080 | 211.86 ⁽³⁾ | 1.12 | |

Anexo C.5.5: PU para subbase granular en SUELOS TIPO I, II, III y IV.

| Partida | 01.04.02 | EXTENDIDO Y COMPACTADO EN SUBBASE | | | | |
|---------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------|---------------------------------|------------|--------------|
| Rendimiento m3/DIA | 533.00 ⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | | 54.18 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 1.24 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0150 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.32 | |
| PEON | hh | 4.0000 | 0.0600 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.92 | |
| Materiales | | | | | | 46.42 |
| MATERIAL GRANULAR PARA SUB-BASE | m3 | | | 1.2000 | 38.68 | 46.42 |
| Equipos | | | | | | 6.52 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | | 3.0000 | 1.30 | 0.04 |
| RODILLO LISO VIBRATORIO | hm | 1.0000 | 0.0150 | 191.53 ⁽³⁾ | 2.92 | |
| AUTOPROPULSADO 7- 9 ton | hm | 1.0000 | 0.0150 | 237.29 ⁽³⁾ | 3.56 | |
| MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | hm | 1.0000 | 0.0150 | 237.29 ⁽³⁾ | 3.56 | |

| Partida | 01.04.03 | RIEGO EN SUBBASE | | | | |
|----------------------------------|-------------------------|------------------|-----------|---------------------------------|------------|-------------|
| Rendimiento m3/DIA | 1,000.00 ⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | | 1.94 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.60 |
| OPERARIO | hh | 2.0000 | 0.0160 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.35 | |
| PEON | hh | 2.0000 | 0.0160 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.25 | |
| Materiales | | | | | | 0.10 |
| TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km | m3 | | | 0.0200 | 5.00 | 0.10 |
| Equipos | | | | | | 1.24 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | | 3.0000 | 0.62 | 0.02 |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP) | hm | 1.0000 | 0.0080 | 76.26 ⁽³⁾ | 0.10 | |
| CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 12 | hm | 1.0000 | 0.0080 | 211.86 ⁽³⁾ | 1.12 | |

Anexo C.5.6: PU para base granular en SUELOS TIPO I, II, III y IV.

| Partida | 01.05.02 | EXTENDIDO Y COMPACTADO EN BASE | | | | |
|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------|---------------------------------|------------|--------------|
| Rendimiento m3/DIA | 440.00 ⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | | 81.61 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 1.51 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0182 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.39 | |
| PEON | hh | 4.0000 | 0.0727 | 16.09 ⁽²⁾ | 1.12 | |
| Materiales | | | | | | 72.18 |
| MATERIAL GRANULAR PARA BASE | m3 | | | 1.2000 | 60.15 | 72.18 |
| Equipos | | | | | | 7.92 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | | 3.0000 | 1.58 | 0.05 |
| RODILLO LISO VIBRATORIO | hm | 1.0000 | 0.0182 | 191.53 ⁽³⁾ | 3.55 | |
| AUTOPROPULSADO 7- 9 ton | hm | 1.0000 | 0.0182 | 237.29 ⁽³⁾ | 4.32 | |
| MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | hm | 1.0000 | 0.0182 | 237.29 ⁽³⁾ | 4.32 | |

(1) Obtenida del expediente técnico "Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Proviñas Perú" (2) Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. (3) Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| Partida | 01.05.03 | RIEGO EN BASE | | | | |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-----|-----------|---------------------------------|-------------|
| Rendimiento | m3/DIA | 1,000.00 ⁽¹⁾ | Und | Cuadrilla | Costo unitario directo por : m3 | 1.94 |
| Descripción Recurso | | | | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.60 |
| OPERARIO | hh | 2.0000 | | 0.0160 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.35 |
| PEON | hh | 2.0000 | | 0.0160 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.25 |
| Materiales | | | | | | 0.10 |
| TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km | m3 | | | 0.0200 | 5.00 | 0.10 |
| Equipos | | | | | | 1.24 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | | 3.0000 | 0.62 | 0.02 |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP) | hm | 1.0000 | | 0.0080 | 76.26 ⁽³⁾ | 0.10 |
| CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 12 | hm | 1.0000 | | 0.0080 | 211.86 ⁽³⁾ | 1.12 |

Anexo C.5.7: PU para superficie de rodadura en SUELOS TIPO I, II, III y IV.

Anexo C.5.7.1: PU para pavimento flexible

| Partida | 01.06.02 | IMPRIMACION ASFALTICA | | | | |
|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----|-----------|---------------------------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA | 4,500.00 ⁽¹⁾ | Und | Cuadrilla | Costo unitario directo por : m2 | 1.14 |
| Descripción Recurso | | | | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.20 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | | 0.0018 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.04 |
| PEON | hh | 6.0000 | | 0.0107 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.16 |
| Materiales | | | | | | 0.33 |
| ARENA ZARANDEADA | m3 | | | 0.0050 | 66.24 | 0.33 |
| Equipos | | | | | | 0.61 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | | 3.0000 | 0.21 | 0.01 |
| COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP | hm | 1.0000 | | 0.0018 | 77.49 ⁽³⁾ | 0.14 |
| MINI CARGADOR DE 72.8 HP | hm | 1.0000 | | 0.0018 | 87.79 ⁽³⁾ | 0.16 |
| CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl | hm | 1.0000 | | 0.0018 | 165.53 ⁽³⁾ | 0.30 |

| Partida | 01.06.03 | TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA | | | | |
|--------------------------------------------|-----------------|--------------------------------|-----|-----------|---------------------------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA | 1.00 ⁽¹⁾ | Und | Cuadrilla | Costo unitario directo por : m2 | 3.76 |
| Descripción Recurso | | | | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Equipos | | | | | | 3.76 |
| TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - 1ERA CAPA | m2 | | | 1.0000 | 2.15 | 2.15 |
| TRATAMIENTO SUPERFICIAL BICAPA - 2DA CAPA | m2 | | | 1.0000 | 1.61 | 1.61 |

| Partida | 01.06.04 | RIEGO DE LIGA | | | | |
|-----------------------------------------|-----------------|-------------------------|-----|-----------|---------------------------------|-------------|
| Rendimiento | m2/DIA | 3,500.00 ⁽¹⁾ | Und | Cuadrilla | Costo unitario directo por : m2 | 0.97 |
| Descripción Recurso | | | | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.19 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | | 0.0023 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.05 |
| PEON | hh | 4.0000 | | 0.0091 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.14 |
| Equipos | | | | | | 0.77 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | | 3.0000 | 0.20 | 0.01 |
| COMPRESORA NEUMATICA 125-175 PCM, 76 HP | hm | 1.0000 | | 0.0023 | 77.49 ⁽³⁾ | 0.18 |
| MINI CARGADOR DE 72.8 HP | hm | 1.0000 | | 0.0023 | 87.79 ⁽³⁾ | 0.20 |
| CAMION IMPRIMADOR DE 1800 gl | hm | 1.0000 | | 0.0023 | 165.53 ⁽³⁾ | 0.38 |

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb. Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Provias Perú”

⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

| Partida | 01.06.05 | CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE e= 0.05m | | | | |
|-------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------|-----------|---------------------------------|---------------|---------------|
| Rendimiento | m3/DIA 274.00 ⁽¹⁾ | Und | Cuadrilla | Costo unitario directo por : m3 | 250.65 | Parcial S/. |
| Descripción Recurso | | | | | | |
| Mano de Obra | | | | | | 5.36 |
| OPERARIO | hh | 2.0000 | 0.0584 | 22.29 ⁽²⁾ | 1.26 | |
| OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0292 | 17.86 ⁽²⁾ | 0.50 | |
| PEON | hh | 8.0000 | 0.2336 | 16.09 ⁽²⁾ | 3.60 | |
| Materiales | | | | | | 231.08 |
| PREPARACION DE LA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE | m3 | | 1.3000 | 177.75 | 231.08 | |
| Equipos | | | | | | 14.21 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 5.58 | 0.16 | |
| RODILLO NEUMATICO AUTOPROPULSADO 135 HP 9 ton | hm | 1.0000 | 0.0292 | 139.22 ⁽³⁾ | 4.07 | |
| RODILLO TANDEM VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 130 HP | hm | 1.0000 | 0.0292 | 203.70 ⁽³⁾ | 5.95 | |
| PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 105 HP | hm | 1.0000 | 0.0292 | 138.10 ⁽³⁾ | 4.03 | |

Anexo C.5.7.2: PU para pavimento rígido

| Partida | 01.05.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN PAVIMENTOS | | | | |
|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------|-----------|---------------------------------|--------------|--------------|
| Rendimiento | m2/DIA 12.00 ⁽¹⁾ | Und | Cuadrilla | Costo unitario directo por : m2 | 53.36 | Parcial S/. |
| Descripción Recurso | | | | | | |
| Mano de Obra | | | | | | 30.94 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.6667 | 22.29 ⁽²⁾ | 14.43 | |
| OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.6667 | 17.86 ⁽²⁾ | 11.38 | |
| PEON | hh | 0.5000 | 0.3333 | 16.09 ⁽²⁾ | 5.13 | |
| Materiales | | | | | | 21.49 |
| PETROLEO DIODISEL B-5 | gal | | 0.0200 | 12.12 | 0.24 | |
| ALAMBRE GALVANIZADO N° 8 | kg | | 0.1000 | 4.24 | 0.42 | |
| CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | kg | | 0.2000 | 4.24 | 0.85 | |
| CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4" | kg | | 0.1800 | 4.24 | 0.76 | |
| MADERA CORRIENTE | p2 | | 4.0000 | 4.20 | 16.80 | |
| ROLLIZO DE EUCALIPTO 3x3 M | pza | | 0.3000 | 8.06 | 2.42 | |
| Equipos | | | | | | 0.93 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 32.13 | 0.93 | |

| Partida | 01.05.03 | CONCRETO LOSAS f'c= 210 kg/cm2 | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------------------------------|-----------|---------------------------------|---------------|---------------|
| Rendimiento | m3/DIA 18.00 ⁽¹⁾ | Und | Cuadrilla | Costo unitario directo por : m2 | 504.67 | Parcial S/. |
| Descripción Recurso | | | | | | |
| Mano de Obra | | | | | | 86.53 |
| CAPATAZ | hh | 0.5000 | 0.2222 | 28.07 ⁽²⁾ | 6.24 | |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.4444 | 22.29 ⁽²⁾ | 9.62 | |
| OFICIAL | hh | 3.0000 | 1.3333 | 17.86 ⁽²⁾ | 22.76 | |
| PEON | hh | 7.0000 | 3.1111 | 16.09 ⁽²⁾ | 47.91 | |
| Materiales | | | | | | 348.88 |
| GASOLINA 84 | gal | | 0.2800 | 10.35 | 2.90 | |
| PIEDRA CHANCADA 1/2" | m3 | | 0.7500 | 115.04 | 86.28 | |
| ARENA GRUESA | m3 | | 0.5600 | 66.24 | 37.09 | |
| AGUA PUESTA EN OBRA | m3 | | 0.1800 | 10.00 | 1.80 | |
| CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg) | bol | | 9.0000 | 23.50 | 211.50 | |
| ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE | kg | | 0.4500 | 13.59 | 6.12 | |
| ADITIVO CURADOR | gal | | 0.1760 | 18.13 | 3.19 | |
| Equipos | | | | | | 69.26 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 90.02 | 2.60 | |
| VIBRADOR A GASOLINA | hm | 1.0000 | 0.4444 | 30.00 ⁽³⁾ | 13.33 | |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP) | hm | 1.0000 | 0.4444 | 120.00 ⁽³⁾ | 53.33 | |

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb.

Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Proviñas Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31

de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.6: Análisis de precios unitarios para pavimento flexible y rígido con PS.

Anexo C.6.1: PU para movimiento y explanaciones - SUELO TIPO I, II, III y IV

| Partida | 01.03.01.01 | TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION DE LA OBRA | | | | |
|-------------------------------------|-------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------|------|
| Rendimiento | m2/DIA | 450.00 ⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m2 | | | 2.71 |
| Descripción Recurso | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0178 | 17.86 ⁽²⁾ | 0.30 | |
| PEON | hh | 3.0000 | 0.0533 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.82 | |
| OPERARIO TOPOGRAFO | hh | 1.0000 | 0.0178 | 19.15 ⁽²⁾ | 0.39 | |
| Materiales | | | | | | |
| CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3" | kg | | 0.0020 | 4.24 | 0.01 | |
| YESO BOLSA 28 kg | bol | | 0.0200 | 10.17 | 0.20 | |
| ESTACAS DE MADERA | p2 | | 0.0056 | 2.37 | 0.01 | |
| PINTURA ESMALTE | gal | | 0.0100 | 35.60 | 0.36 | |
| Equipos | | | | | | |
| NIVEL TOPOGRAFICO | hm | 1.0000 | 0.0178 | 6.90 | 0.12 | |
| ESTACION TOTAL | hm | 1.0000 | 0.0178 | 15.00 | 0.27 | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.52 | 0.05 | |
| WINCHAS | und | | 0.0020 | 36.45 ⁽³⁾ | 0.07 | |
| CORDEL | rll | | 0.0150 | 7.63 | 0.11 | |
| Partida | 01.02.02 | PERFILADO DE TERRENO A NIVEL DE SUBRASANTE | | | | |
| Rendimiento | m2/DIA | 1,080.00 ⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m2 | | | 2.53 |
| Descripción Recurso | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0074 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.16 | |
| OFICIAL | hh | 1.0000 | 0.0074 | 17.86 ⁽²⁾ | 0.13 | |
| PEON | hh | 4.0000 | 0.0296 | 16.09 | 0.46 | |
| Equipos | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.77 | 0.02 | |
| MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | hm | 1.0000 | 0.0074 | 237.29 ⁽³⁾ | 1.76 | |

Anexo C.6.2: PU para mejoramiento de subrasante con PS-SUELO TIPO I, II, III y IV

| Partida | 01.03.02.01 | ESCARIFICADO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE | | | | |
|-----------------------------|-------------|-----------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|-------------|------|
| Rendimiento | m3/DIA | 600.00 ⁽¹⁾ | Costo unitario directo por : m3 | | | 6.99 |
| Descripción Recurso | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ | |
| Mano de Obra | | | | | | |
| OPERARIO | hh | 2.0000 | 0.0267 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.58 | |
| PEON | hh | 3.0000 | 0.0400 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.62 | |
| Equipos | | | | | | |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 1.24 | 0.04 | |
| RODILLO LISO VIBRATORIO | hm | 1.0000 | 0.0133 | 191.53 ⁽³⁾ | 2.59 | |
| AUTOPROPULSADO 7- 9 ton | hm | 1.0000 | 0.0133 | 237.29 ⁽³⁾ | 3.16 | |
| MOTONIVELADORA 130 - 135 HP | hm | 1.0000 | 0.0133 | 237.29 ⁽³⁾ | 3.16 | |

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb.

Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Proviñas Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (Transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.6.3: PU con PS-SUELO TIPO I-Partidas: Riego del aditivo PS para SUELO TIPO I

| Partida | 01.03.02.02 | RIESGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO I | | | | |
|------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|-----------|---------------------------------|------------|-------------|
| Rendimiento m3/DIA | 1,000.00 ⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | | 5.82 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.42 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0080 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.17 | |
| PEON | hh | 2.0000 | 0.0160 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.25 | |
| Materiales | | | | | | 4.17 |
| TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km | m3 | | 0.0200 | 5.00 | 0.10 | |
| PEGAMENTO SINTETICO A BASE DE POLIACETATO DE VINILO TIPO I | m3 | | 0.7410 | 5.49 | 4.07 | |
| Equipos | | | | | | 1.23 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.44 | 0.01 | |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP) | hm | 1.0000 | 0.0080 | 76.26 ⁽³⁾ | 0.10 | |
| CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN | hm | 1.0000 | 0.0080 | 211.86 ⁽³⁾ | 1.12 | |

Anexo C.6.4: PU con PS-SUELO TIPO II-Partidas: Riego del aditivo PS para SUELO TIPO II

| Partida | 01.03.03.02 | RIESGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO II | | | | |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------|-----------|---------------------------------|------------|--------------|
| Rendimiento m3/DIA | 1,000.00 ⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | | 13.64 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.42 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0080 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.17 | |
| PEON | hh | 2.0000 | 0.0160 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.25 | |
| Materiales | | | | | | 11.99 |
| TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km | m3 | | 0.0200 | 5.00 | 0.10 | |
| PEGAMENTO SINTETICO A BASE DE POLIACETATO DE VINILO TIPO II | m3 | | 1.2660 | 9.39 | 11.89 | |
| Equipos | | | | | | 1.23 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.44 | 0.01 | |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP) | hm | 1.0000 | 0.0080 | 76.26 ⁽³⁾ | 0.10 | |
| CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN | hm | 1.0000 | 0.0080 | 211.86 ⁽³⁾ | 1.12 | |

Anexo C.6.5: PU con PS-SUELO TIPO III-Partidas: Riego del aditivo PS para SUELO TIPO III

| Partida | 01.03.04.02 | RIESGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO III | | | | |
|--------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------------------------|-----------|---------------------------------|------------|--------------|
| Rendimiento m3/DIA | 1,000.00 ⁽¹⁾ | | | Costo unitario directo por : m3 | | 49.32 |
| Descripción Recurso | | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S./ | Parcial S./ |
| Mano de Obra | | | | | | 0.42 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0080 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.17 | |
| PEON | hh | 2.0000 | 0.0160 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.25 | |
| Materiales | | | | | | 47.67 |
| TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km | m3 | | 0.0200 | 5.00 | 0.10 | |
| PEGAMENTO SINTETICO A BASE DE POLIACETATO DE VINILO TIPO III | m3 | | 2.5330 | 18.78 | 47.57 | |
| Equipos | | | | | | 1.23 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.44 | 0.01 | |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP) | hm | 1.0000 | 0.0080 | 76.26 ⁽³⁾ | 0.10 | |
| CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN | hm | 1.0000 | 0.0080 | 211.86 ⁽³⁾ | 1.12 | |

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb.

Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA octubre 2018, Proviñas Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (transportes Elmer).

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo C.6.6: PU con PS-SUELO TIPO IV-Partidas: Riego del aditivo PS para SUELO TIPO IV

| Partida | 01.03.05.02 | RIEGO DEL ADITIVO DE PS PARA SUELO TIPO IV | | | |
|-------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|
| Rendimiento m3/DIA | 1,000.00 ⁽¹⁾ | | Costo unitario directo por : m3 | | 59.17 |
| Descripción Recurso | Und | Cuadrilla | Cantidad | Precio S/. | Parcial S/. |
| Mano de Obra | | | | | 0.42 |
| OPERARIO | hh | 1.0000 | 0.0080 | 22.29 ⁽²⁾ | 0.17 |
| PEON | hh | 2.0000 | 0.0160 | 16.09 ⁽²⁾ | 0.25 |
| Materiales | | | | | 57.52 |
| TRANSPORTE DE AGUA HASTA 2 km | m3 | | 0.0200 | 5.00 | 0.10 |
| PEGAMENTO SINTETICO A BASE DE POLIACETATO DE VINILO TIPO IV | m3 | | 2.7820 | 20.64 | 57.42 |
| Equipos | | | | | 2.31 |
| HERRAMIENTAS MANUALES | %mo | | 3.0000 | 0.44 | 0.01 |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP) | hm | 1.0000 | 0.0080 | 76.26 ⁽³⁾ | 0.10 |
| CAMION CISTERNA DE 4x2 (AGUA) 122 HP 2000 GLN | hm | 1.0000 | 0.0080 | 211.86 ⁽³⁾ | 1.12 |

⁽¹⁾ Obtenida del expediente técnico “Mejoramiento de la transitabilidad peatonal y vehicular de la Urb.

Coricancha de la provincia de Calca 2016 y Estudio para el mejoramiento de carretera TAUCA-PALLASCA

octubre 2018, Proviñas Perú” ⁽²⁾ Obtenido de costo hora hombre – cusco, vigente del 01 de junio del 2019 al 31 de

mayo del 2020 determinado por Ing. J. Ronald Aguilar H. ⁽³⁾ Obtenida de cotización (transportes Elmer).

Anexo C.8: Deducción del costo por metro cubico de PS-Suelo Tipo I, II, III y IV

| CALCULO DE CANTIDAD DE PS EN MUESTRA TOTAL ENSAYADA | | | | |
|-------------------------------------------------------------|--------|---------|----------|---------|
| TIPO DE SUELO | TIPO I | TIPO II | TIPO III | TIPO IV |
| Muestra total ensayada (Kg) | 15 | 15 | 15 | 16 |
| % Optimo de humedad (Agua+PS) | 13.06 | 10.82 | 15.9 | 15.04 |
| % de PS | 3 | 6 | 9 | 10 |
| Humedad optima (Agua+PS)(Kg) | 0.131 | 1.623 | 2.385 | 2.406 |
| Total de PS en muestra total ensayada (Kg) | 0.006 | 0.01 | 0.021 | 0.024 |
| CALCULO DE LA CANTIDAD DE PS EN 1Kg DE MUESTRA | | | | |
| Muestra total ensayada (Kg) | 15 | 15 | 15 | 16 |
| Total de PS en muestra total ensayada (Kg) | 0.006 | 0.01 | 0.021 | 0.024 |
| PS para 1Kg de muestra (Kg) | 0.0004 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| CALCULO DEL COSTO PARA PS TOTAL EN 1Kg DE MUESTRA | | | | |
| Aditivo (Agua+PS) comercial (Kg) | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Costo de aditivo (soles) | 35 | 35 | 35 | 35 |
| PS para 1Kg de muestra (Kg) | 0.0004 | 0.001 | 0.001 | 0.002 |
| Costo de PS en 1Kg de muestra (soles) | 0.003 | 0.006 | 0.013 | 0.013 |
| Cantidad de PS por m3 | 0.741 | 1.266 | 2.533 | 2.782 |
| CALCULO DEL COSTO DE PS EN 1 METRO CUBICO DE MUESTRA | | | | |
| Densidad del suelo en (Kg/m3) | 1890 | 1950 | 1770 | 1850 |
| Costo de PS en 1Kg de muestra (soles) | 0.003 | 0.006 | 0.013 | 0.013 |
| Costo de PS en 1m3 de muestra (soles) | 6.48 | 11.08 | 22.16 | 24.35 |

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

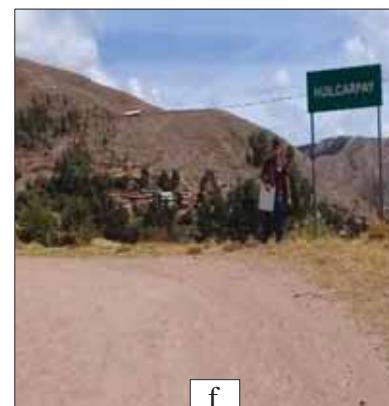
Anexo D: Panel fotográfico

Anexo D.1: Visita preliminar de campo

Fotografía N°1: Ubicación de las Calitas C-3, de acuerdo a sus características y estrato del suelo.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestran las ubicaciones las calicatas 4, 5, 6, 7, 8 y 10 respectivamente.

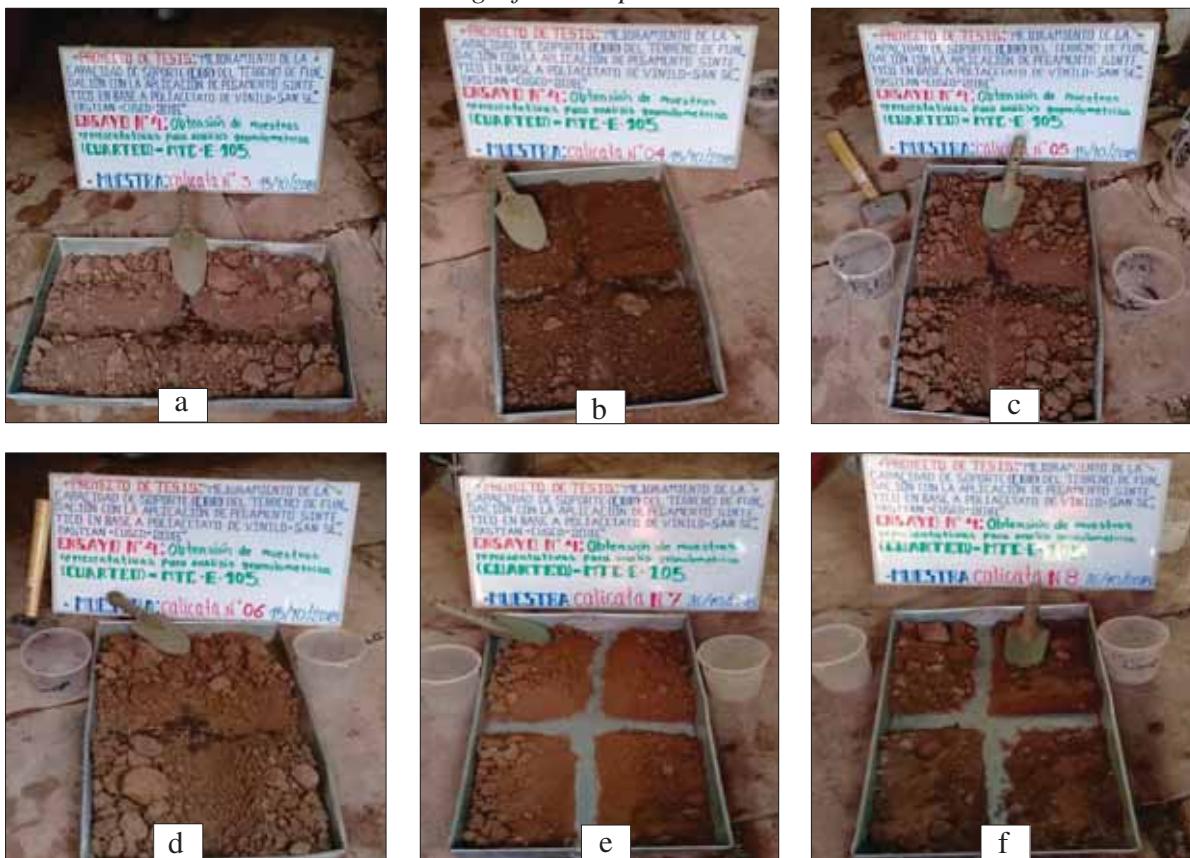
“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.2: Análisis granulométrico

Fotografías N°2 y N°3: Cuarteo de muestras de las calicatas C-1 y C-2, para el ensayo de Granulometría por tamizado.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestran los cuarteos de las calicatas 3, 4, 5, 6, 7 y 8 respectivamente.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografías N°4 y 5: Tamizado mecánico para todas las calicatas (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9 Y C10)



Fotografías complementarias

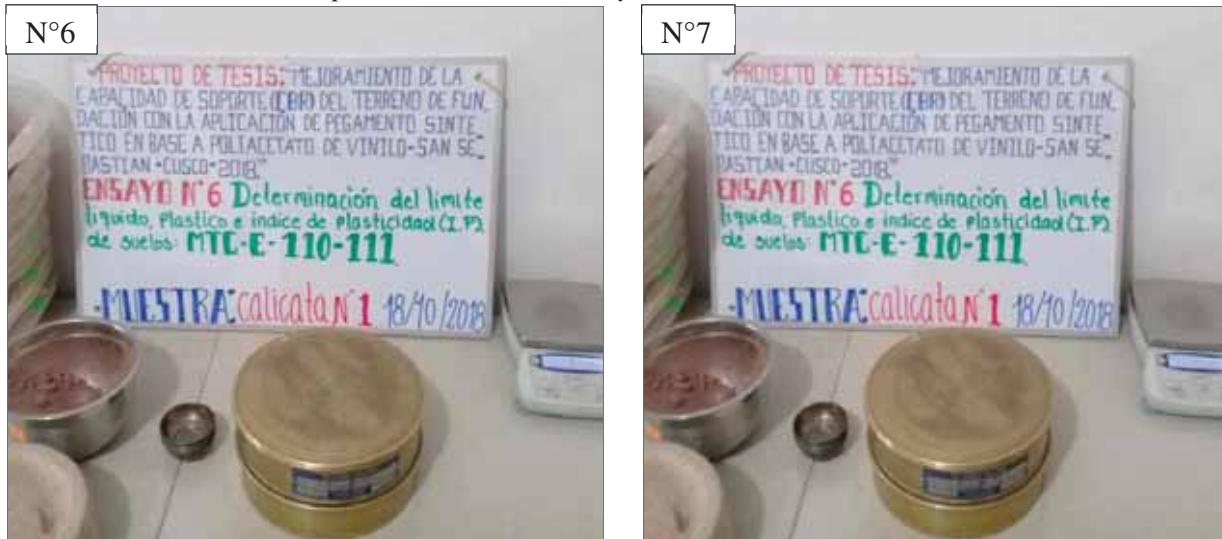


Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra el proceso de tamizado mecánico para todas las calicatas.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.3: Límite líquido

Fotografías N°6 y 7: Desmenuzado de las partículas gruesas y su respectivo tamizado de la muestra en la malla # 40, para las calicatas C-1 y C-2.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c y d muestra desmenuzado de las partículas gruesas y tamizado con malla # 40 para realizar los ensayos de LL Y LP para todas las calicatas.

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Fotografías N° 8 y 9 Materiales, equipos y el proceso del ensayo de ranuración en la cuchara de casa grande de Atterberg de la calicata C-1.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestran el proceso del ensayo de Casa Grande de Atterberg de LL para todas las calicatas.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.4: Límite plástico

Fotografías N°10 y N°11: Elaboración de cilindros de una longitud de 5 cm y un diámetro que varía de 3 mm 3.2 mm, para las calicatas C-1 y C-2.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra el proceso de elaboración de ensayo de LP para todas las calicatas.

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Anexo D.5: Compactación proctor estándar

Fotografía N°12: Tamizado en las mallas # 3/4, # 3/8 y # 4 para determinar el método de compactación



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra materiales y proceso de mezcla del aditivo con los suelos para el ensayo de compactación para suelos de tipo I, II, III Y IV.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Anexo D.6: Capacidad de soporte CBR

Fotografías N°13 y 14: Tamizado (malla # 4) y preparación de los materiales para el ensayo de compactación CBR para todos los tipos de suelo



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestra materiales, preparación, proceso de mezcla del aditivo y compactación de los moldes del ensayo CBR para todo tipo de suelos.

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Fotografía N° 15 y 16: Saturación durante 96 horas, para determinar la expansión de la muestra para todos los tipos de suelo

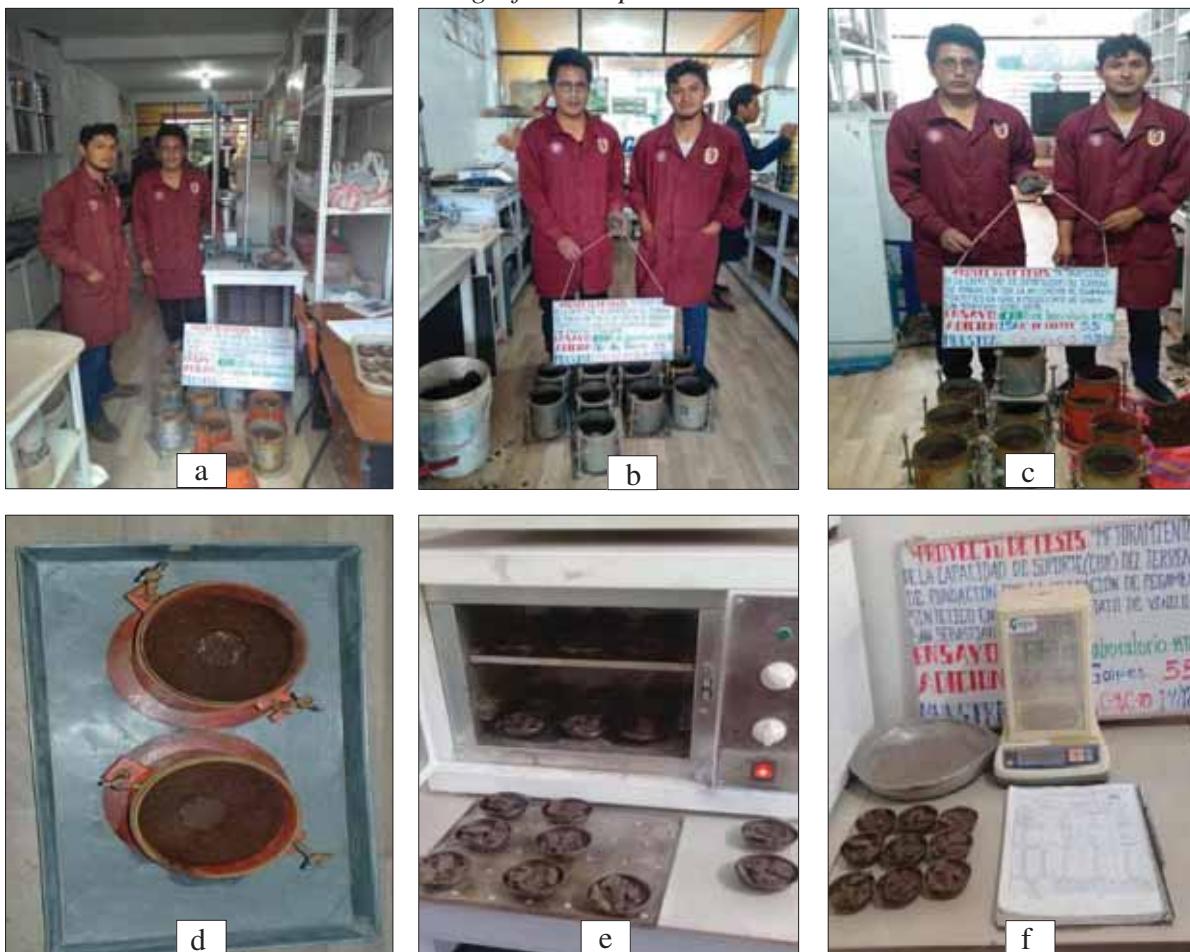


Fotografía N° 17, 18 y 19: Ensayo de penetración después de 96 horas sumergidas, para todas las calicatas



“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestran el ensayo de penetración y extracción de muestras para contenido de humedad para todo tipo de suelos.

Fotografías complementarias



Las fotografías a y b muestran el mezclado de suelo con adición de pegamento y sin adición de pegamento respectivamente.

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Anexo D.7: Durabilidad de los suelos por humedecimiento y secado

Fotografías N° 20 y 21: Preparación de moldes de PVC de 9cm de diámetro y 18 cm de altura, para la elaboración de especímenes.



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c y d muestran elaboración de especímenes para el ensayo de durabilidad, compresión simple y sumergido los primeros 20 minutos.

“MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTETICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIAN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018”

Fotografías complementarias



Las fotografías a y b muestran ensayo de durabilidad de los especímenes con y sin sedición de pegamento sintético.

Fotografías complementarias



Las fotografías a, b y c muestran el sacado al horno, en un promedio de 30 minutos y luego volver a sumergirlo por segunda vez en el mismo lapso de tiempo.

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DEL TERRENO DE FUNDACION CON LA APLICACIÓN DE PEGAMENTO SINTÉTICO EN BASE A POLIACETATO DE VINILO EN EL DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN-PROVINCIA, DEPARTAMENTO DEL CUSCO 2018"

Anexo D.8: Compresión simple NO confinada

Fotografías N° 22 y 23: *Ensayo de compresión simple y sección de falla de especímenes sumergidas.*



Fotografías complementarias



Las fotografías a, b, c, d, e y f muestran el ensayo de los especímenes que soportaron el ensayo de durabilidad.