



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del  
polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres –  
Lima - Lima - 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero civil

**AUTOR:**

Br. Bazán Quiñones, Maelson Daniel (ORCID: 0000-0003-2571-8118)

**ASESOR:**

Mg. Ing. Benites Zuñiga, Jose Luis (ORCID: 0000-0003-4459-494X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LIMA – PERÚ**

**2019**

## **Dedicatoria**

A mis padres Rómulo Carlos Bazán Vidal y Teófila Rayda Quiñones Huerta; A mis hermanas Mahily, Mayla, Maydy y mi hermano Mailder Dinor Bazán Quiñones.

## **Agradecimiento**

Primeramente a Dios por guardar mis caminos y guiarme siempre en todo momento

A mi familia por haberme inculcado valores y principios con la finalidad de formarme como persona y seguir avanzando en mis estudios académicos.

A mis amigos y amigas por estar siempre motivándome en todas las situaciones.

A la Universidad Cesar Vallejo, por ser mi casa de estudios en el transcurso de formación profesional.

## Página del jurado



### ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

**EL JURADO** encargado de evaluar la **TESIS** presentada por

Don: **Bazán Quiñones, Maelson Daniel**  
(Apellidos, Nombres)

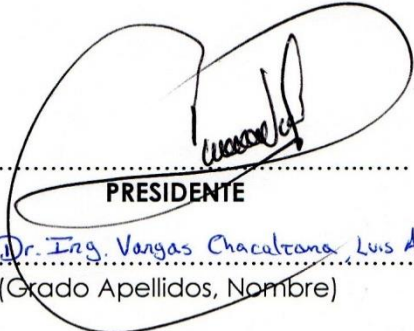
Cuyo título es:

**"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"**


Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de:

..... **15** (Número)..... **QUINCE** ..... (Letras).

Los Olivos, ..... **10** ..... de diciembre del 2019

  
.....  
**PRESIDENTE**  
.....  
**Dr. Ing. Vargas Chacaltana, Luis Alberto**  
.....  
(Grado Apellidos, Nombre)

  
.....  
**SECRETARIO**  
.....  
**Ms. Ing. Cecilia Aracely Moscoso**  
.....  
(Grado Apellidos, Nombre)

  
.....  
**VOCAL**  
.....  
**Ms. Ing. Benites Zuñiga, Jose Luis**  
.....  
(Grado Apellidos, Nombre)

**NOTA:** En el caso de que haya nuevas observaciones en el informe, el estudiante debe levantar las observaciones para dar el pase a Resolución.

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable de SGC	Aprobó	Vicerrectorado de Investigación
---------	----------------------------	--------	--------------------	--------	---------------------------------

## Declaratoria de autenticidad



### Declaratoria de Originalidad del Autor


Yo, **BAZAN QUIÑONES, Maelson Daniel** estudiante de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo sede Lima Norte, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Informe de Investigación titulado:

**“Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima – Lima 2019”**, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima 08 de diciembre de 2019

Apellidos y Nombres del Autor <b>BAZAN QUIÑONES, Maelson Daniel</b>	
DNI: 72358346	Firma 
ORCID: 0000-0003-2571-8118	



## Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Página del jurado .....	iv
Declaratoria de autenticidad .....	v
Índice.....	vi
Índice de tablas .....	vii
Índice de figuras .....	viii
Resumen .....	ix
Abstract .....	x
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MÉTODO.....</b>	<b>39</b>
2.1. Tipo y Diseño de investigación .....	40
2.2. Operacionalización de Variables .....	41
2.3. Población y muestra .....	43
2.4. Técnica, instrumentos de investigación, validez y confiabilidad .....	43
2.5. Procedimientos .....	45
2.6. Método de análisis de datos.....	49
2.7. Aspectos éticos .....	49
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>50</b>
3.1. Descripción de la zona de estudio (Av. Paramonga).....	51
3.2. Resultados Técnicos del Sueno Natural .....	53
3.3. Resultados Técnicos del Suelo con la aplicación del AggreBind .....	68
3.5. Resultados de Diseños Estructurales de Pavimentación .....	76
3.4. Resultados Económicos de pavimentación vial .....	80
3.5. Contrastación de Hipótesis .....	82
<b>IV. DISCUSIÓN .....</b>	<b>84</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>87</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>89</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>90</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> <i>Dosis aproximada de AggreBind en función de los finos</i> .....	19
<b>Tabla 2.</b> <i>Característica de tamices</i> .....	24
<b>Tabla 3.</b> <i>Clasificación de Suelos SUCS</i> .....	27
<b>Tabla 4.</b> <i>Muestra representativa para Humedad Natural</i> .....	28
<b>Tabla 5.</b> <i>Límite Líquido - Factor K</i> .....	29
<b>Tabla 6.</b> <i>Categorías de la Subrasante según el valor CBR</i> .....	32
<b>Tabla 7.</b> <i>Operacionalización de Variables</i> .....	42
<b>Tabla 8.</b> <i>Puntos de Investigación según características de vía</i> .....	43
<b>Tabla 9.</b> <i>Instrumentos de Investigación</i> .....	44
<b>Tabla 10.</b> <i>Ubicación de los puntos (calicatas) a ensayar</i> .....	46
<b>Tabla 11.</b> <i>Ensayo Granulométrico Calicata 1</i> .....	54
<b>Tabla 12.</b> <i>Ensayo Granulométrico Calicata 2</i> .....	55
<b>Tabla 13.</b> <i>Ensayo Granulométrico Calicata 3</i> .....	56
<b>Tabla 14.</b> <i>Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO</i> .....	57
<b>Tabla 15.</b> <i>Ensayo de Límites de ATTERBERG Calicata 1</i> .....	57
<b>Tabla 16.</b> <i>Ensayo de Límites de ATTERBERG Calicata 2</i> .....	58
<b>Tabla 17.</b> <i>Ensayo del Límite de ATTERBERG Calicata 3</i> .....	59
<b>Tabla 18.</b> <i>Ensayo de contenido de Humedad del Suelo</i> .....	60
<b>Tabla 19.</b> <i>Ensayo Proctor Modificado Calicata 1</i> .....	61
<b>Tabla 20.</b> <i>Ensayo Proctor Modificado Calicata 2</i> .....	62
<b>Tabla 21.</b> <i>Ensayo Proctor Modificado Calicata 3</i> .....	63
<b>Tabla 22.</b> <i>Ensayo CBR Calicata 1</i> .....	64
<b>Tabla 23.</b> <i>Ensayo CBR Calicata 2</i> .....	65
<b>Tabla 24.</b> <i>Ensayo CBR Calicata 3</i> .....	66
<b>Tabla 25.</b> <i>Comparación de resultados CBR en las Calicatas</i> .....	67
<b>Tabla 26.</b> <i>Características Generales del Estudio de Suelos de la Calicata 2</i> .....	68
<b>Tabla 27.</b> <i>Dosificaciones AggreBind mas Aguas en Muestra de Suelo</i> .....	69
<b>Tabla 28.</b> <i>Ensayo CBR con dosis de 3 Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind</i> .....	70
<b>Tabla 29.</b> <i>Ensayo CBR con dosis de 3.5 lt/m<sup>3</sup> de AggreBind</i> .....	71
<b>Tabla 30.</b> <i>Ensayo CBR con dosis 4Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind</i> .....	72
<b>Tabla 31.</b> <i>Ensayo CBR con dosis 5Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind</i> .....	73
<b>Tabla 32.</b> <i>Comparación de Valores CBR con dosificaciones AggreBind</i> .....	74
<b>Tabla 33.</b> <i>Ensayo de capilaridad del suelo</i> .....	75
<b>Tabla 34.</b> <i>Consideraciones de Pavimentación y Metodología de diseño a emplear</i> .....	76
<b>Tabla 35.</b> <i>Estructura de pavimento flexible convencional y mejorado con AggreBind</i> .....	77
<b>Tabla 36.</b> <i>Resultados económicos de Pavimentación Vial en 19,209.70 m<sup>2</sup></i> .....	81
<b>Tabla 37.</b> <i>Valor de coeficientes estructurales de capa</i> .....	111
<b>Tabla 38.</b> <i>Periodos típicos de diseño</i> .....	113
<b>Tabla 39.</b> <i>Niveles sugeridos de confiabilidad, R</i> .....	114
<b>Tabla 40.</b> <i>Desviación estándar nominal (Zr)</i> .....	114
<b>Tabla 41.</b> <i>Condición de drenaje</i> .....	115
<b>Tabla 42.</b> <i>Coficiente de drenaje (mi)</i> .....	116
<b>Tabla 43.</b> <i>Conteo vehicular de la Av. Paramonga</i> .....	118
<b>Tabla 44.</b> <i>Factor de equivalencia de cargas</i> .....	119
<b>Tabla 45.</b> <i>ESAL de diseño de diseño - Av. Paramonga</i> .....	121
<b>Tabla 46.</b> <i>Cálculo de Modulo de resiliencia</i> .....	122
<b>Tabla 47.</b> <i>Capacidad de según AggreBind en toneladas</i> .....	128

## Índice de figuras

<i>Figura 1.</i> Estado situacional de la Av. Paramonga .....	3
<i>Figura 2.</i> Propiedades físicas del suelo .....	25
<i>Figura 3.</i> Ensayo Límite Líquido – Ranurado de muestra de suelo en copa de casa grande....	29
<i>Figura 4.</i> Estabilización Mecánico del Suelo.....	34
<i>Figura 5.</i> Estabilización Químico del Suelo .....	34
<i>Figura 6.</i> Ubicación de los puntos (calicatas) a ensayar .....	46
<i>Figura 7.</i> Extracción de Muestras de calicatas de 1.5 m de profundidad.....	47
<i>Figura 8.</i> Muestra obtenidas en la Av. Paramonga mediate calicatas.....	47
<i>Figura 9.</i> Ubicación y Localización de la Av. Paramonga .....	51
<i>Figura 10.</i> Ruta de Acceso a la A. Paramonga .....	52
<i>Figura 11.</i> Curva Granulométrica calicata 1 .....	54
<i>Figura 12.</i> Curva Granulométrica Calicata 2 .....	55
<i>Figura 13.</i> Curva Granulométrica Calicata 3 .....	56
<i>Figura 14.</i> Ensayo de Límites de ATTERBERG Calicata 1 .....	58
<i>Figura 15.</i> Ensayo del Límite de ATTERBERG Calicata 2 .....	59
<i>Figura 16.</i> Límites de ATTERBERG Calicata 3 .....	60
<i>Figura 17.</i> Contenido de Humedad del Suelo .....	61
<i>Figura 18.</i> Ensayo Proctor Modificado Calicata 1.....	62
<i>Figura 19.</i> Ensayo Proctor Modificado Calicata 2.....	63
<i>Figura 20.</i> Ensayo Proctor Modificado Calicata 3.....	64
<i>Figura 21.</i> Ensayo CBR Calicata 1 .....	65
<i>Figura 22.</i> Ensayo CBR de la Calicata 2 .....	66
<i>Figura 23.</i> Ensayo CBR Calicata 3 .....	67
<i>Figura 24.</i> Comparación de resultados CBR en Calicatas .....	68
<i>Figura 25.</i> Dosificaciones AggreBind mas Agua en Muestra de Suelo.....	69
<i>Figura 26.</i> Ensayo CBR con dosis de 3 Lt/m <sup>3</sup> de AggreBind .....	70
<i>Figura 27.</i> Ensayo CBR con dosis de 3.5 lt/m <sup>3</sup> de AggreBind .....	71
<i>Figura 28.</i> Ensayo CBR con dosis 4Lt/m <sup>3</sup> de AggreBind.....	72
<i>Figura 29.</i> Ensayo CBR con dosis de 5Lt/m <sup>3</sup> de AggreBind .....	73
<i>Figura 30.</i> Comparación de Valores CBR con dosificaciones AggreBind.....	74
<i>Figura 31.</i> Ensayo de capilaridad del suelo .....	75
<i>Figura 32.</i> Diseño de pavimento flexible convencional y mejorado con AggreBind .....	77
<i>Figura 33.</i> Estructura de pavimentación con AggreBind más Sellante AggreBind.....	80
<i>Figura 34.</i> Resultados económicos de Pavimentación Vial.....	81
<i>Figura 35.</i> Carta para el cálculo el coeficiente estructural del concreto asfaltico (a1) .....	111
<i>Figura 36.</i> Variación de coeficiente de capa de base granular (a2) con variación de los parámetros de resistencia.....	112
<i>Figura 37.</i> Variación de coeficiente de capa de sub base granular (a3) con variación de los parámetros de resistencia.....	112
<i>Figura 38.</i> Espesores de capa de pavimento asfaltico.....	117
<i>Figura 39.</i> Conteo vehicular de la Av. Paramonga .....	118
<i>Figura 40.</i> Peso máximo por eje de vehículos .....	120
<i>Figura 41.</i> Carta de diseño de pavimento flexible AASHTO 93 .....	123
<i>Figura 42.</i> Diseño de pavimento flexible calculado en suelo Natural .....	124
<i>Figura 43.</i> Diseño de Pavimento flexible calculado en suelo mejorado con AggreBind .....	124
<i>Figura 44.</i> Estructura de Pavimento con AggreBind más sellante.....	128



## Resumen

La presente tesis denominada “Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima –Lima – 2019”, tuvo por objetivo general: determinar cómo influye la aplicación del polímero acrílico AggreBind en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Con respecto al Método empleado en esta investigación fue de tipo aplicada, ya que se pretende aportar y hacer de conocimiento nuevas tendencias en el mejoramiento técnico y económico de pavimentos con el AggreBind; La Población considerada fue tres calicatas en la Av. Paramonga a cada 3000 m<sup>2</sup>, de acuerdo a la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos; La Muestra empleada fue del espécimen de la calicata más desfavorable según el valor CBR.

La metodología de la presente investigación, se dividió en dos etapas de desarrollo denominado proceso Técnico y Económico como describe a continuación para cada proceso:

El proceso Técnico se clasificó en trabajos de campo y trabajos de laboratorio; el trabajo de campo consistió en la extracción de muestras de tres calicatas de 1.50 m de profundidad ubicadas en distintos puntos de la Av. Paramonga. El trabajo de laboratorio consistió en realizar ensayos al suelo natural y ensayos al suelo mejorado con el AggreBind. Los ensayos del suelo natural se realizaron en las tres calicatas, con la finalidad de saber el suelo de la calicata más desfavorable según el valor CBR, que tuvo como resultado la calicata 2 con un valor de 5.2% de CBR al 100% de su MDS, lo cual en adelante se denominará la Muestra. Luego de determinar la calicata más desfavorable se procedió con la aplicación del polímero acrílico AggreBind mediante dosificaciones de 3lt/m<sup>3</sup>, 4lt/m<sup>3</sup> y 5lt/m<sup>3</sup>, que dieron como resultados CBR de 68.61%, 59.17% al 100% de su MDS respectivamente. De acuerdo a los resultados se concluyó que la resistencia del suelo aumento mejor con la dosificación menor de 3lt/m<sup>3</sup> de AggreBind. Así mismo, la aplicación del sellante AggreBind influyo considerablemente a que el suelo sea menos permeable en un 50.34%.

En la parte económica el costo de pavimentación flexible convencional resulto 50.66% mayor que el pavimento flexible mejorado con AggreBind y 66.59% con respecto al pavimento con sellante AggreBind. De acuerdo a los resultados se pudo concluir que la Aplicación del AggreBind reduce costos en la construcción de pavimentos viales.

**Palabras claves:** AggreBind, Sellante, Mejoramiento Técnico, Mejoramiento Económico

## Abstract

The present test specified “Economic technical improvement of pavements with the Application of AggreBind Acrylic Polymer in Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima –Lima - 2019”, had as a general objective: to determine how the application of the AggreBind acrylic polymer influences the economic technical improvement of pavements. With respect to the Method used in this research, it was applied, since it is intended to contribute and make new trends known in the technical and economic improvement of pavements with AggreBind; The Population considered three calicatas in the Paramonga Avenue to every 3000 m<sup>2</sup>, according to the CE.010 Urban Pavements Standard; The Sample used was the most unfavorable calicate specimen according to the CBR value.

The methodology of this research is divided into two stages of development of the Technical and Economic process as describing a continuation for each process:

The Technical process is classified into field work and laboratory work; the field work consists of the extraction of samples from three calyxes of 1.50 m deep located in different points of the Paramonga Avenue. The laboratory work consists of performing natural soil tests and soil tests improved with the AggreBind. The natural soil tests were used in the three calicatas, with the proposal of knowing the most unfavorable calicata soil according to the CBR value, which resulted in the calicata 2 with a value of 5.2% of CBR at 100% of its MDS , which will be referred to as the Sample. After determining the most unfavorable calicate, it was processed with the application of the AggreBind acrylic polymer by means of dosages of 3lt / m<sup>3</sup>, 4lt / m<sup>3</sup> and 5lt / m<sup>3</sup>, which were obtained as CBR results of 68.61%, 59.17% at 100% of their MDS respectively . According to the results, it was concluded that the soil resistance increases better with the dosage less than 3lt / m<sup>3</sup> of AggreBind. Likewise, the application of the AggreBind sealant specifically influenced the less permeable sea floor by 50.34%.

In the economic part, the cost of conventional flexible paving was 50.66% higher than the flexible pavement improved with AggreBind and 66.59% compared to the pavement with AggreBind sealant. According to the results, it was concluded that the Application of Aggre Reduce costs in the construction of road pavements.

**Keywords:** AggreBind, Sealant, Technical Improvement, Economic Improvement

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente la pavimentación vial de transportes es de mucha importancia para el desarrollo socioeconómico de un país. Ya que trae consigo muchos beneficios a favor de los ciudadanos, creando accesos y servicios de transitabilidad vehicular y el impulso hacia el desarrollo económico, mejorando drásticamente las redes viales que interconectan distritos, provincias, departamentos y países, dando lugar a un crecimiento positivo a ciudades; Es el caso del país de Panamá con sus grandes aspiraciones de desarrollo de transitabilidad de autopistas, catalogado como uno de los países con infraestructura notable.

En el Perú una de las grandes problemáticas en el área de transporte terrestre es la falta de pavimentación de las carreteras, esto en su mayoría se debe al costo elevado que se tiene a la hora de construir la infraestructura del pavimento. De otro lado la durabilidad y la resistencia de los pavimentos son características importantes en el ámbito de la infraestructura vías de transporte, pero debido a varios factores que hacen daño al pavimento como la clima y la congestión vehicular, los pavimentos pierden considerablemente sus propiedades que son de gran importancia y empiezan a aparecer las primeras fallas como grietas, fisuras y baches. Así mismo, el comportamiento del suelo con características no apropiadas para una buena pavimentación, presenta problemas en el funcionamiento adecuado de las vías, ocasionando fallas en la infraestructura del pavimento.

La construcción del pavimento, ya sea con asfáltico o concreto, desde el punto de vista económico es muy costoso de realizar, más aún para una población en crecimiento. Es el caso de la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima – Lima – 2019, lo cual no se encuentra pavimentado. Por ello, muchos conductores y peatones se encuentran descontentos al transitar por la zona. Ya que, el levantamiento de polvos producto de la circulación de los vehículos trae consigo la contaminación ambiental y enfermedades respiratorias en los peatones que transitan en la Av. Paramonga, del mismo modo la estética de la Av. se encuentra en malas condiciones, lo cual necesita ser tratado para un mejor servicio de transitabilidad de la población, disminuir la contaminación ambiental y tener una buena infraestructura vehicular, con un producto de bajo costo, sostenible, durable, resistente y fácil de construir.

AggreBind es un polímero de cadenas cruzadas de estireno acrílico estabilizador de suelos capaz de interactuar con cualquier tipo de suelo, mejorando considerablemente las propiedades de carga y de una buena transitabilidad vehicular. A comparación de otros

pavimentos costosos, la pavimentación vial con el AggreBind trae consigo un menor costo, eficiencia y facilidad con menor tiempo en la etapa de construcción.

La presente investigación, busca Evaluar el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima – Lima – 2019.

En las imágenes siguientes se observa la situación real de la Av. Paramonga



*Figura 1.* Estado situacional de la Av. Paramonga

Leiva (2016), en su tesis titulada *“Utilización de Bolsas de Polietileno para el Mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva km 0+000 – km 0 + 100, distrito de Orcutuna, Concepción”*, para optar el título profesional de ingeniero civil, de la Universidad Nacional del Centro del Perú, donde su objetivo general fue definir la influencia de las bolsas de polietileno en el suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa KM 0+00 – KM 0+100. La metodología empleada fue de tipo Aplicada, nivel Descriptivo, diseño Experimental, su población fue de 75 ensayos características de la capacidad de resistencia de la subrasante y una muestra de 03 calicatas de 1.5 m de profundidad. La problemática de la investigación fue la mala calidad del suelo de fundación, ya que las características del suelo presentaban de un terreno arcilloso y baja resistencia. Los resultados de la investigación obtenidos en laboratorios fueron muy significativos, con respecto al CBR se observó un aumento con una dosificación de 6% y redujo la expansión del terreno arcilloso en un 36.85%, así mismo la adición de bolsas de polietileno en liquido incrementa 7.98% del CBR con un 95% de la densidad seca y el Modulo resiliente de la subrasante normal resultó 6347.56 psi y la subrasante mejorada 9653.23. Finalmente esta investigación concluye las bosas del polietileno aportan considerablemente en la mejora de la subrasante del pavimento, mediante la aplicación directa de bolsas de polietileno fundidos en forma de grumos, lo cual se efectuó en distintas maneras de proporcionar la aplicación que fueron: de 2%, 4%, 6%, 8% y 10%. Produciendo una mejora en la capacidad de resistencia de CBR en Promedio 7.98%, superior al optimo permisible.

Calle y Arce (2018), en su tesis titulada *“Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional”* para optar el título profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Donde su objetivo fue demostrar la mejora de las propiedades mecánicas de la subrasante del puente Añashuayco para el uso como base con el uso del polímero acrílico. La metodología empleada en su investigación fue de naturaleza experimental, empleando las siguientes consideraciones como: consultas permanentes al asesor, revisión acerca de estabilización química, ensayos en el laboratorio con fines de obtener resultados del contenido optimo del polímero y trabajos de gabinete. La problemática de la investigación corresponde al incremento de la población y del parque automotor y la aparición de nuevos pueblos alejados de la ciudad donde las vías

solo quedan en trochas carrosables, limitando el transporte y afectando a la mejora de la población. Para la comparación de resultados entre el pavimento convencional y el estabilizado con polímero acrílico se utilizó un valor de espesor de 6.50 cm, donde el diseño de espesor de la base resulto respecto al convencional de 16 cm, y para el suelo estabilizado con polímero acrílico 15.5 cm, dando una diferencia de 0.50 cm que corresponde a una dosificación 1/5 de polímero. Finalmente se concluyó un mejoramiento en la subrasante para uso como base de pavimento, encontrándose un aumento de 110% del CBR con una dosificación de ½ de polímero acrílico, asimismo, se indica que el CBR natural del suelo fue de 55%. Con respecto a la comparación de costos para un tramo de 200m con un ancho de 6.40 m y espesor de 16 cm se tuvo una diferencia de 49,754.89 a favor del pavimento convencional.

De la Cruz y Salcedo (2016), en su tesis titulada “*Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian – Huánuco – Junín*”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Peruana los Andes. Donde el objetivo general de su investigación fue la evaluar cómo influye el aditivo Eco Road 2000 en las propiedades de los suelos cohesivos. La metodología utilizada en su investigación fue de Método científico, Tipo explicativo, Nivel descriptivo, Técnica (recolección de información, experimentación, procedimiento y análisis de datos), Población 10 calicatas en Palian de las vías no pavimentadas, Muestra 10 calicatas. La problemática de su investigación fue el uso desmedido de los materiales para conformar la estructura del pavimento, haciendo grandes gastos en maquinarias durante el movimiento de tierra para luego ser reemplazados por un material de préstamo con mejores propiedades y ser eliminados los materiales no aptos para una pavimentación. Los resultados obtenidos de las 10 calicatas se obtuvo que siete de ellas llegan a un 40% de CBR cumpliendo para materiales para sub base, y tres calicatas resultaron 38.55%, 36.10% y 21.70%, > 30% de CBR, los cuales demuestran una Subrasante extraordinaria y 20% a 30% muestran una buena subrasante. Finalmente se concluye que la adición del aditivo Eco Road 200 produce cambios en las partes físicas y mecánicas, debido que el aditivo acelera el proceso de expansión y contracción, referente al costo de ejecución, la aplicación del aditivo reduce un monto alrededor de 49.01% y 57.27% en pavimentos flexibles y rígidos respectivamente.

Olarte (2015), en su tesis titulada “*Proceso innovado para determinar el espesor de subrasante mejorada es suelos limo-arcillosos aplicados en la carretera Raither – Puente Paucartambo*”, para optar el grado de maestro en ciencias con mención en ingeniería de transportes de la Universidad Nacional de Ingeniería. Donde el objetivo general de su investigación fue proponer un procedimiento analítico-calibrado para el dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada a partir de pruebas en situ y análisis de esfuerzos, deformaciones y deflexiones en los pavimentos flexibles. La metodología de investigación fue de tipo descriptiva, correlacional, tipo explicativo, población (tramo de la carretera Chanchamayo – Villa Rica, lo cual comprende entre el puente Raither y puente Paucartambo), muestra de la investigación son las sub sectores característicos considerados para la conformación de las capas de remplazo. La problemática de la investigación es la existencia de suelos blandos como las arcillas, limos y turbas, ya que presentainadecuadas condiciones de soporte de cualquier tipo de construcción. Las conclusiones obtenidas de los resultados de la investigación reflejan que para mayores espesores del mejoramiento el módulo resiliente disminuye si el espesor del mejoramiento es  $H=80\text{cm}$  y  $100\text{cm}$  el modulo E representa el modulo equivalente de tres capas de mejoramiento, si el mejoramiento es  $H=40\text{cm}$  el modulo E presenta una sola capa de corona mejorando la calidad y resistencia en comparación de las demás capas consideradas en los mejoramientos de la subrasante.

Infantes y Vásquez (2016), en su tesis titulada “*Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas*” para optar el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Señor de Sipan. Donde el objetivo de su investigación fue analizar comparativamente mezclas asfálticas convencionales y con el polímero EVA y SBS en su comportamiento mecánico. La metodología utilizado en su investigación fue de tipo cuantitativo – cuasi experimental, la población son los pavimentos flexibles y la muestra son mezclas asfálticas con polímeros adicionando el EVA y SBS en briquetas en asfalto convencional y 60 para cada palmero EVA y SBS, siendo un total de 150 briquetas utilizando el ensayo Marshall para determinar la estabilidad y fluencia. Se concluye según los resultados obtenidos para ambos polímero en comparación con el pavimento convencional que los polímeros aportan un aumento en la estabilidad del pavimento conservando rangos permisibles según la norma. Así mismo, se concluye al utilizar el polímero SBS el porcentaje que se agregara es



de 4% para aumentar la estabilidad y mantener la fluencia en rangos permisibles del pavimento, utilizando EVA en un mismo porcentaje respecto al polímero SBS la estabilidad y la fluencia varían y el costo del polímero EVA es más costoso que el polímero SBS.

Jurado y Clavijo (2016), en su tesis de investigación “*Estabilización de suelos con cemento tipo MH para mejorar las características físicas y mecánicas del material de subsuelo de la zona de talleres y cocheras de la PLMQ, sector Quejumbre*” para la disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil de la Universidad Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Donde su general fue mejorar las características físicas y mecánicas del suelo mediante la aplicación de dosificaciones de cemento MH. La metodología de la investigación se dividió en cuatro etapas (Recolecciones la información, Muestreo y ensayo de laboratorio, análisis y comparación de resultados y las conclusiones y recomendaciones), la muestra en la investigación corresponde a cuatro puntos más representativos de predio, de los cuales dos puntos se tomaran a mayor profundidad debido al alto material orgánico en la zona. Finalmente se concluyó de acuerdo a los resultados que la aplicación del cemento tipo HM como efectivo estabilizador, Así mismo, el valor del límite plástico y el limite liquido incrementa de valor hasta el 9% y disminuye su valor cuando se aumenta el cemento tipo MH hasta un 15% con respecto al suelo natural.

Maya (2017), En su tesis titulada “*Estabilización de suelos superficiales del NAISM con óxido de calcio (CaO)*” para optar el grado de maestro den Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de México. Donde el objetivo general de su investigación fue la estabilización de los suelos arcilloso en la zona del NAISM, Evaluar el comportamiento de las mezclas tratadas (estabilizadas) a corto y mediano plazo. Identificación de las áreas a intervenir para su aplicación y el uso de los parámetros obtenidos. La metodología de su investigación es de diseño experimental, mediante pruebas físicas y químicas en el laboratorio, los cuales permitieron caracterizar, determinar y evaluar la cantidad necesario de CaO, la muestra estudiada en la investigación fue de tres pozos de profundidad de 0.50 m, los cuales fueron localizadas estratégicamente con distintas cantidades de agua. Los resultados de la investigación mediante adición del CaO logran una resistencia mayor al 900 Kpa, a diferencia de los suelos normales que normalmente son más bajos. Finalmente concluye mediante los resultados obtenidos en laboratorio que la estabilización del suelo superficial en la localidad de NAISM con el

Óxido de calcio se logra una buena mezcla con características físicas y químicas suficientes que permiten su aplicación en la construcción, reduciendo en el costo, tiempo y la atenuación ambiental en el proceso constructivo,

Villavicencio (2015), en su tesis titulada “*Impacto de la aplicación de nuevas tecnologías de sellado con capa de protección asfáltica, en los plazos, costos y calidad de construcción de caminos secundarios en Chile*” para obtener el título de Ingeniero Civil de la Universidad de Chile. Donde objetivo general su fue Analizar el impacto de las nuevas tecnologías en los tiempos de entrega y los costos de construcción y la calidad de las capas de protección de asfalto utilizadas en el desarrollo y mantenimiento de la red nacional de carreteras secundarias en Chile. Así mismo, el autor concluye respecto a una de las nuevas tendencias de sellado, que tiene por nombre tecnología síncrona de sellador con grava (Synchronous Chip Sealing), puede mejorar la calidad en el acabado de sellos de protección asfáltica y reducir los costos considerablemente en equipos hasta un 35%, en tiempos de ejecución hasta un 50% con aplicaciones de Tratamiento Superficial Simple (TSS) y Doble Tratamiento Superficial (DTS).

Parra (2018), en su tesis titulada “*Estabilización de un suelo con cal y ceniza volante*” para optar el título de trabajo de grado de la Universidad Católica de Colombia. Donde su objetivo de investigación se basó en realizar la estabilización química de un suelo mediante la incorporación la cal y ceniza en diferentes proporciones con la finalidad de conseguir una dosificación óptima del estabilizante en su resistencia a la compresión a la tracción. La metodología empleada en la investigación fue un diseño experimental basado en ensayos en laboratorio con materiales que corresponden a Caolin, Cal viva y la ceniza volante. La problemática de la investigación se debió a los suelos con propiedades inadecuados para su construcción, los cuales son de necesidad ser tratados con la finalidad de mejorar las propiedades para su respectiva ejecución. Los resultados de su investigación de acuerdo a sus ensayos de proctor estándar se aplicó al suelos en estudio Caolín, donde se obtuvo una densidad cesa de 1.90g/cm<sup>3</sup>, con una humedad óptima 19.5%, para la estabilización con Cal viva, la resistencia a la compresión del estabilizante reacciono mejora una dosificación de 4% y a la tracción de 8%, al igual que el estabilizante con Ceniza, La rigidez para la ceniza fue de 6% y 4% de cal referente a la deformación. Finalmente la investigación concluyo que los dos estabilizadores (Cal viva y Ceniza) pueden ser usados

satisfactoriamente en la estabilización de suelos arcillosos ya que aumenta la resistencia del suelo.

Moreno (2018), en su tesis titulada "*Estudio comparativo de sostenibilidad en carreteras mexicanas*", donde el objetivo general es aplicar el método Mives para realizar un estudio comparativo de sostenibilidad de dos carreteras. En la en construcciones con pavimento de asfalto y la otra, con pavimento de concreto, como problemática es el problema de deterioro del medio ambiente que actualmente vivimos son de gravedad extrema. Finalmente concluye que el método me Mavis resulta de gran utilidad para la correcta sostenibilidad en pavimentos rugidos y flexibles.

Rasul (2016), in his research thesis entitled "*Investigation of the stabilized use subbrado of the floor for pavimentos of highways in Kuerdistan*" of the university of Birmingham. Where his research objective was to evaluate the requirements for a pavement design procedure using an analytical methodology, which considers natural and stabilized subgrade of the soil, taking into account the effect of seasonal variations. The methodology used in the research was applied experimental design where the following experimental tests were carried out. in stabilized and non-stabilized soil samples respectively: i) Index and Proctor tests to determine the basic properties of the soil, ii) Permanent deformation tests (DP), iii) Resilience module tests (Mr), iv) Testing of Unconfined compressive strength (UCS) and v) Non-consolidated unconsolidated triaxial tests (UU). Finally I conclude For the characterization of stabilized and non-stabilized subsoil soils, only permanent. Deformation tests can be performed (without the need for elastic modulus tests), from which the required data and information on the elastic modulus and permanent deformation can be acquired. However, if the resilience module test is followed, conditioning the sample up to 20,000 cycles, as recommended by BS EN 13286-7: 2004, is more reliable than the elastic modulus obtained from AASHTO T307, in the that the conditioning of the sample takes place from 500 to 1000 cycles.

Para la caracterización de suelos del subsuelo estabilizados y no estabilizados se pueden realizar pruebas de deformación (sin la necesidad de pruebas de módulo de elasticidad), a partir de las cuales se pueden adquirir los datos e información requeridos sobre el módulo de elasticidad y la deformación permanente.

Manikanta (2017), in his research thesis entitled "*Experimental study on the resilient behavior of geocellreinforced recycled pavement asphalt basecoat*", from the University of Texas at Anlinton. Where his research objective was to develop and build a large-scale laboratory test setup, which can perform a series of cyclic plate load tests to identify and evaluate the elastic properties of a RAP base reinforced with geocells. The methodology of the research was experimentally applied design of samples taken to be trials for the purpose of obtaining research results. Finally, it concludes that 1. The geocellular reinforcement significantly reduced the permanent surface of deformations of the RAP base by approximately 50% compared to that of the non-reinforced RAP base. 2. The RAP base sections reinforced with geocells had lower elastic deformations and a lower rate of increase in elastic deformations compared to that of non-reinforced RAP base sections. 3. The reinforcement of geocells had increased the elastic modulus of the base RAP approximately by a factor 3.0, compared with that of the base RAP non-reinforced sections. The improvement in resistant modules is indicative of improvement. Quality of the base layer RAP.

El refuerzo geocelular redujo significativamente la superficie permanente de deformaciones de la base RAP en aproximadamente un 50% en comparación con la de la base RAP no reforzada

Michener (2018), in his thesis entitled "*Effects of environmental factors in the construction of cement pavement layers*" Brigham Young University. Where the objectives of this research were to quantify the effects of certain environmental factors on the relative loss of soil-cement resistance subjected to compaction. delay and develop a numerical tool that can be easily used by engineers and contractors to determine a maximum compaction delay time for a given project. The methodology of the research includes explanations of the experimental design, materials, characterization, preparation and testing of samples, and statistical analyzes conducted in this research. Finally, it was concluded that the soil-cement mixture and the completion of the compaction can be shorter or longer than the widely adopted industrial standard of 2 hours, depending on environmental factors. Consequently, the specific objectives of this research were to quantify the effects of certain environmental factors on the relative loss of soil-cement resistance subjected to compaction, to delay and develop a numerical tool that can be easily used in the field by engineers and contractors for determine an acceptable compaction delay time for

individual projects based on environmental conditions at the respective sites. Knowing in advance how much time is available to work the soil cement, which will help contractors to program their activities are more appropriate and, ultimately, produce higher quality roads. Los objetivos específicos de esta investigación fueron cuantificar, los efectos de ciertos factores ambientales en la pérdida relativa de la resistencia del suelo y el cemento sometidos a la compactación, retrasar y desarrollar una herramienta numérica que pueda ser utilizada fácilmente en el campo por ingenieros y contratistas para determine un tiempo de demora de compactación aceptable para proyectos individuales según las condiciones ambientales en los sitios respectivo

Martirosyan (2017), in his doctoral thesis entitled “*Development of a coupled finite element model for early age concrete behavior : application to concrete pavements*”, of the Polytechnic University of Catalonia. Departament d'Enginyeria Civil y Ambiental. Where the general objective of the study is to integrate and unite the phenomena that affect the behavior of concrete structures at early ages, and the second objective is to predict the interaction of these phenomena for the optimized design of CPs using a single numerical tool. In addition, implement a parametric study and provide models for Optimization of the cutting time of the saw and the spacing of the joints for the PCs based on this tool. The methodology used was of experimental design and was developed in a series of steps, for it in the first place, a review of the literature was made to discover the existing studies and models in this area. This helped to reveal the problems associated with temperature, humidity and mechanical properties of concrete at an early age. The results obtained showed that the coupling of chemical-hydronechanical phenomena allows the evolution of the early age of the concrete behavior using a single numerical tool. On the other hand, based on the algorithm behind the modeling, this could be applied to different types of Simulations in terms of the types of structures and environmental conditions. In addition, the model was used to perform a parametric study to derive several practical parameters for concrete pavements such as the joint cutting time and the separation distance of the joint.

Los resultados obtenidos mostraron que el acoplamiento de fenómenos químico-hidromecánicos permite la evolución de la edad temprana del comportamiento concreto utilizando una herramienta numérica única

Panno (2016), en su artículo de opinión titulada “*Efecto de la estabilización del suelo en la construcción de carreteras y mejora de la resistencia*” en la revista internacional de investigación toda la educación y métodos científicos (IJARESM). Donde considero el objetivo de su investigación el aumento de la fuerza o la estabilidad del suelo y para reducir el costo de la construcción haciendo el mejor uso de materiales disponibles aumentando la resistencia de CBR de 4 a 6 veces del terreno en situ. La problemática de su investigación es el mal uso de los polímeros estabilizantes en las vías que no requieren de unos aditivos referenciados para el terreno a tratar. Finalmente la investigación concluye que los proyectos piloto deben ser estabilizados en la base y sub-base. Ya que, al mejorar el suelo se tendrá una mejor calidad del terreno en todas sus propiedades aumentando la resistencia del suelo, la vida útil del pavimento, el costo, el tiempo en el proceso constructivo.

Molina, Ruge y Camacho (2018), en su artículo de investigación titulada “*Variabilidad especial de un suelo arcilloso del sector Sabana Centro para la confiabilidad del asentamiento por consolidación primaria*” publicado en la revista Ingeniería y Ciencias. Donde su objetivo de investigación del artículo fue presentar un estudio de confiabilidad de parámetros de la consolidación de un suelo arcilloso inalterado. La metodología utilizada fue de tipo experimental, porque el dicho trabajo fue sometido a ensayos de laboratorio con muestras de arcilla para su proceso de experimentación con un total de treinta (30) ensayos. Finalmente se concluyó que el comportamiento de las propiedades hace secuencia un rango de valores que están de acuerdo con el sentido físico de las mismas, es decir que ninguna de sus propiedades presenta comportamientos negativos. Del mismo modo se calculó el asentamiento por consolidación del suelo por el método estocástico y el método de confiabilidad simulaciones de Monte Carlo, donde los resultados dieron a conocer que la magnitud del asentamiento nos es constante debido que el suelo es variado con características y propiedades diferentes

### **Polímero Acrílico AggreBind**

El AggreBind es un polímero acrílico estabilizante de suelos, de composición química con trazadores propietarios, lo cual se ha llegado a convertir en una solución en el impacto económico por su bajo costo, alta durabilidad, resistencia y facilidad en el proceso

constructivo de pistas y carreteras, reduciendo considerablemente el movimiento de tierras y consiguiendo así un impacto sostenible económicamente.

Cabe mencionar que las propiedades y la forma de construcción con el producto del AggreBind, es ecológico. Ya que, es seguro para el medio ambiente como la flora y la fauna, Susunaga (2014) “La implantación de sistemas para las construcciones [...] sostenibles generan un aporte importante mitigación y a la calidad de vida [...]” (p.17).

El producto también puede proporcionar la impermeabilidad previniendo las fallas de las estructuras por penetración de agua o fuertes heladas. Se considera material no tóxico no inflamable, no biodegradable a diferencia de otros productos que causan enfermedades, el aspecto físico de la rasante con la aplicación del producto puede quedar de diferentes colores.

Desde el punto de vista económico la pavimentación haciendo uso del AggreBind tiene un costo muy bajo a comparación de otros pavimentos como el pavimento. Ya que, el producto puede trabajar en cualquier lugar del país con cualquier tipo de terreno según sea el caso, en el proceso constructivo el producto no requiere materiales de préstamo como es el arcilla, sino que puede ser mezclado con arena u otros finos para optimizar las habilidades de esfuerzo, reduciendo el acarreo de los materiales a la obra y lo más primordial el tiempo de ejecución.

#### • **Propiedades y Características del polímero acrílico AggreBind**

El polímero acrílico AggreBind tiene una serie de propiedades positivas en la construcción de pavimentos tanto en la parte técnica como en la parte económica como se describe a continuación:

- ✓ El estado comercial del polímero acrílico AggreBind es líquido.
- ✓ El color de utilización generalmente es de color blanco para la estabilización de suelos y negro para la parte superficial del pavimento.
- ✓ El olor del AggreBind es un olor suave, agradable y muy característico del polímero.
- ✓ El AggreBind no es tóxico de acuerdo a los diferentes estudios realizados y criterios de la comunidad europea.
- ✓ El AggreBind es miscible en el agua. Ya que, se puede mezclar con facilidad el agua con el polímero acrílico AggreBind.
- ✓ El AggreBind no es viscoso con la unión de otro material.

- ✓ El AggreBind puede llegar a tener una ebullición cuando se pase de una temperatura de 100°C

- **Ventajas y desventajas del polímero acrílico AggreBind**

- Ventajas resaltantes del AggreBind**

- ✓ Amigable con el medio ambiente
  - ✓ Realización de pavimentos con material en situ
  - ✓ Incrementa considerablemente el valor CBR
  - ✓ Ayuda que el suelo estabilizado sea menos permeable
  - ✓ El proceso de curado es a temperatura ambiente no necesita sumergir en agua
  - ✓ Fácil de instalar el polímero acrílico AggreBind
  - ✓ Reduce el costo de construcción del pavimento
  - ✓ Reduce el tiempo de construcción del pavimento
  - ✓ Rápido acceso vehicular después del estabilizado

- Desventajas de usar el polímero acrílico AggreBind**

- ✓ No utilizable con suelos granulares
  - ✓ El suelo con AggreBind no es muy flexible por lo que no es recomendable su uso lugares con alto frías.
  - ✓ Exposición a la lluvia antes del curado mínimo de dos horas puede ocasionar que las fortalezas del AggreBind se desperdicien.

- **Condiciones y procedimientos adecuadas para su instalación del AggreBind**

Las condiciones y procedimientos adecuados para su aplicación e instalación del polímero acrílico AggreBind es un punto muy importante. Ya que, se tiene que cumplir algunos requisitos para su correcta instalación, los cuales están ligados al correcto procedimiento de instalación y aplicación del producto, según se detalla a continuación:

- ✓ Tener siempre el Estudio del suelo a tratar, para saber el tipo de suelo, el peso específico del suelo, la cantidad de partículas pasantes la malla N° 200, el índice de plasticidad del suelo, la humedad inicial del suelo, el óptimo contenido de humedad (OCH) del suelo.



- ✓ Se debe asegurar que no quede piedra o roca mayor al 20% de la profundidad del suelo a aplicar el polímero acrílico AggreBind, de ser el caso quitar partículas mayores del 20% de la profundidad considerada.
- ✓ Se debe tener claro el contenido de humedad inicial del suelo y el OCH para una buena dosificación de AggreBind más agua.
- ✓ Se recomienda usar una motoniveladora con escarificador, con el material de desgaste completo o, un equipo de arado para lograr una mejor mezcla de la tierra a tratar. Siempre vigilar la profundidad del brazo escarificador como los operadores tienden a ir demasiado profundo, especialmente en áreas más pequeñas, donde hay poco espacio para realizar maniobras de reajuste.
- ✓ Siempre ponga el AggreBind en el tanque primero y luego agregue la cantidad de agua, calculada sobre la base de la OCH y la humedad inicial, indicada en el Estudio de Suelo.
- ✓ Siempre tener un buen equipo de iluminación en el área de trabajo, con la finalidad de poder visualizar el movimiento correcto de la tierra y lograr una mezcla homogénea
- ✓ Se debe asegurarse que el nivel sea lo correcto en la compactación del suelo
- ✓ Después de la compactación, NO es necesario batir y / o perfilar el terreno, ya que las moléculas de AggreBind han comenzado el proceso de entrelazado.
- ✓ Si se desea tener un buen acabado y mayor duración se puede realizar un sellado superficial después de haber compactado la base, con finalidad de proteger la rasante de la pista con AggreBind.
- ✓ Al final de la estabilización, quedará un resto de la mezcla en el tanque. AggreBind y agua, que deben limpiarse inmediatamente con abundante agua.
- ✓ Si se desea se puede realizar una carpeta asfáltica para mejores resultados estructurales, mayor duración y estética de la vía. Se puede realizar el proceso de asfaltado después de la compactación de la base con AggreBind

- **Especificaciones Técnicas**

Según Rico y Reygadas (2000), mencionan que:

“Las especificaciones técnicas hacen Referencia a las diferentes características del servicio o producto tanto en: composiciones químicas, materiales, niveles de calidad, dimensiones, propiedades, terminología, niveles de seguridad, embalaje, símbolos, etiquetado, marcado, etcétera” (p. 150).

El Polímero AggreBind Puede ser utilizado como estabilizante de la base del pavimento y como sellante de la parte superficial de la vía de carreteras. Como todo producto AggreBind cuenta con Sus propias especificaciones, los cuales son de carácter muy importante cuando se quiera hacer uso del polímero tentó como estabilizante y como un sellante superficial. A continuación se detallaran las especificaciones principales del producto según fabricantes el AggreBind:

- ✓ El estabilizador que se aplica correctamente debe cumplir con los requisitos de las normas AASHTO para la estabilización del suelo.
- ✓ El estabilizador, mientras está en su estado líquido no diluido, puede soportar al menos cinco (5) pruebas de congelación / descongelación y conservar sus propiedades químicas.
- ✓ El estabilizador, cuando está curado, tiene un rango de tolerancia de temperatura entre  $-57^{\circ}\text{C}$  a  $+163^{\circ}\text{C}$  =  $(-70^{\circ}\text{F}$  a  $+325^{\circ}\text{F})$ .
- ✓ El estabilizador con resistencias de compresión no cerradas cerca de concreto de baja ley de 1750 psi (123.07 kg / p / cm<sup>2</sup>) en suelos franco arenosos comunes, así como suelos arcillosos de bajo porcentaje (<15%).
- ✓ El estabilizador opera en suelos de alto Ph y bajo Ph; Es "Compatible con el medio ambiente".
- ✓ El estabilizador aumenta la capacidad de carga en los subsuelos del sitio.
- ✓ El material de la base estabilizada puede abrirse al tráfico después de dos horas de instalación y puede soportar cargas completas de neumáticos, helicópteros y equipo pesado de aviones ligeros, dependiendo de la profundidad. (Se recomiendan al menos 12 pulgadas (30 cm) de requisitos de soporte de carga pesada).
- ✓ El estabilizador repele el agua durante y después del proceso de curado y resiste el escurrimiento del agua en el proceso de construcción en caso de precipitación.
- ✓ El estabilizador se puede utilizar en todo tipo de suelos. Si se desea, pueden agregarse agregados y / o partículas finas para mejorar las propiedades de refuerzo y reducir la concentración de polímeros.
- ✓ El estabilizador en cilindros cerrados dura 24 meses. Se requiere agitarlo antes de su uso.
- ✓ El estabilizador se puede instalar con maquinaria de construcción agrícola / vial común (según el proyecto).

- ✓ El estabilizador tiene una buena resistencia al daño ultravioleta y, si es necesario, tiene la capacidad de mezclarse con aditivos adicionales de protección ultravioleta para aumentar su duración sin pavimentar. (No pavimentado significa superficie de desgaste).
- ✓ El estabilizador se puede mezclar con agua dulce o salada. El uso de agua salada para diluir reducirá la resistencia en aproximadamente un 10%; sin embargo, no debe exceder el 4% de sales (total combinado de sales contenidas en el mar).
- ✓ El estabilizador contiene facultades únicas de "refuerzo en sí mismo"; Proporcionando un refuerzo permanente, sin riesgo de ningún desprendimiento o separación.
- ✓ El estabilizador tiene las propiedades y la resistencia para mantener las piedras molidas (2-4 mm) impregnadas con polímeros en la superficie antes de la laminación final, y proporciona una resistencia a la adherencia / deslizamiento (PSV). (PSV, su acrónimo en inglés, Pulido valor de piedra, es una prueba estándar para la adherencia de la superficie de la carretera).
- ✓ El estabilizador tiene la capacidad de sellar y unir materiales agregados no regulares y de unirlos / sellarlos al suelo. Dichos materiales incluyen (pero no se limitan a) vidrio roto, caucho en polvo, desechos de construcción, desechos municipales no orgánicos (después de la extracción de desechos verdes, metales y otros materiales reciclables).
- ✓ El estabilizador tiene facultades de penetración desde la aplicación de rociado en la superficie; de adherencia y sellado de la superficie para contener el polvo, y evitar la entrada de agua a la superficie.
- ✓ El estabilizador tiene la capacidad de viscosidad, penetración, sellado y encapsulación para contener radiación de bajo nivel y los metales pesados que se emiten en el aire y pueden sellar la superficie para reducir / eliminar la penetración de la filtración en el subsuelo.
- ✓ Los estabilizadores tienen la capacidad de sellar, inerte, realinear las partículas de arcilla (volverse inertes) y se pueden usar en suelos con grandes cantidades de arcilla, siendo compatibles con los polímeros en el sellado y la adhesión en la capa de estabilizado. suelo.
- ✓ Una vez que se curan, los estabilizadores tienen la propiedad de ser irreversibles y, por lo tanto, la integridad del producto se mantiene indefinidamente.
- ✓ En el caso de la precipitación durante la instalación de los estabilizadores, los estabilizadores tienen la capacidad de conservar sus propiedades y se pueden volver a

trabajar para reforzar y sellar el suelo sin ninguna pérdida significativa de dureza o propiedades de resistencia al agua.

- ✓ El estabilizador tiene propiedades de lubricación del suelo, que cuando se usa con una buena combinación de suelo de nivel, generará 95-97 resultados de compactación Proctor. (Proctor es una prueba de compresión estándar en la industria de la construcción)

### **Dosificaciones AggreBind más H2O**

Para determinar las dosificaciones AggreBind más H2O en la muestra de suelo, se tomaron las características generales del suelo, según estudios realizados en laboratorio, tales como: El contenido de Humedad natural del suelo, el Óptimo Contenido de Humedad, porcentaje de finos que pasan el Tamiz N° 200, la Densidad Maxima del Suelo y la dosis de AggreBind en Lt/m<sup>3</sup> a emplear. A continuación se describen tres ecuaciones (a,b y c), empleados para obtener la dosificación óptima para ensayos de laboratorio, con la finalidad de saber las propiedades del suelo con la incorporación del Polímero Acrílico AggreBind.

Ecuación (a): Para calcular el Total de Líquido conformado por el AggreBind más H2O en la muestra suelo.

Ecuación (b): para determinar el total del Polímero AggreBind en la muestra de suelo

Ecuación (c): para determinar el total de H2O en la muestra de suelo

$$\text{Total de Líquido} = PM (OMC - Wn) \dots \text{Ecuación (a)}$$

$$\text{Total AggreBind} = PM \times \frac{\text{Dosis Aggre}}{\text{Densidad del Suelo}} \dots \text{Ecuación (b)}$$

$$\text{Total H2O} = \text{Total de Líquido} - \text{Total AggreBind} \dots \text{Ecuación (c)}$$

Dónde:

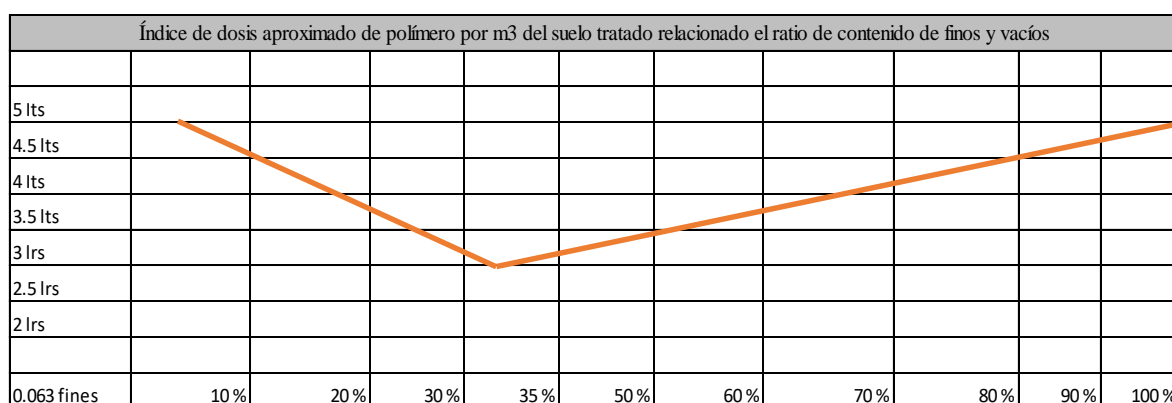
PM = Peso de la muestra de suelo en gramos (6000 gr) para ensayos CBR

OMC = Óptimo contenido de Humedad del suelo a ensayar

Wn = Contenido de Humedad natural del suelo

Así mismo, la dosificación base del producto se ve enmarcada en las características del suelo, como se describe en la tabla 1, que da a conocer la cantidad de AggreBind en LT/M3 en función la cantidad de finos pasante la malla N° 200. Por ejemplo si se tiene un suelo con una cantidad de finos de 70% que pasan la malla N° 200, se estaría empleando aproximadamente 4lt/m3 de AggreBind. Cabe mencionar que esta tabla de dosis es aproximada pero puede servir como una guía base para las dosificaciones a emplear.

**Tabla 1.** Dosis aproximada de AggreBind en función de los finos



Fuente: AggreBind

### Sellante AggreBind

Según Bosch y Del Portal (2002), mencionan que la aplicación de los selladores “Protegen el pavimento de cualquier tipo de penetración de manchas u otros. También ayudan a mantener la arena en las juntas en caso de que fluya agua a alta velocidad” (p.23). Los selladores cumplen un rol muy importante en al ámbito de reparaciones, de fisuras o grietas, también es acondicionada para la protección superficial del pavimento de cualquier tipo de peligros leves. Estéticamente la aplicación de selladores aumenta en la visión paisajista de los transeúntes o peatones de vías selladas.

El AggreBind además de ser un estabilizante de la base de la estructura de un pavimento este Producto, también puede cumplir el rol de sellante que actuaría como revestimiento de la superficie de rodadura. El sellador AggreBind tiene como funciones de Proteger a la estructura del camino de cualquier tipo de derrames superficiales como como petróleos, aceites, bebidas gaseosas, etc. E

El sellante también puede tener la similitud de apariencia al igual que el asfalto negro, lo cual es típico en pavimentos flexibles. El producto también puede resistir los factores climáticos de hasta -57 °C a 163 °C, siendo así un producto que garantiza la durabilidad y resistencia eficiente en pavimentos.

- **Durabilidad**

Según Miravete (2002) señala que: “durabilidad se designan el periodo de tiempo en el que un material desarrollara la tarea asignada en un medio ambiente dado.”(p.88).

De lo citado se puede aclarar que la durabilidad se entiende como la cualidad o característica en la cual un objeto pueda tener un tiempo de vida útil, este sustantivo es aplicado normalmente para los objetos o cosas que puedan durar por un tiempo determinado que puede ser a corte mediano y un periodo largo, ya sea por la calidad del material o por una manera especial de trabajarlo.

La durabilidad de la estructura del pavimento con la aplicación de la AggreBind en la subrasante y en la superficie como sellante, es de carácter muy importante en la permanencia notable y considerable de un pavimento en un tiempo a largo plazo. Esto en primer lugar está de acuerdo al tipo de suelo a tratar y ser proporcionado una cantidad de polímero según el estudio de suelo. Las propiedades químicas de la subrasante tienden a cambiar favorablemente después de la aplicación, teniendo como resultado los suelos resistentes y capaces de soportar cualquier carga que se presenta.

- **Confiabilidad**

Acuña (2003, p.16), “Se dice que la confiabilidad es la probabilidad de que una unidad de producto se desempeñe satisfactoriamente cumpliendo con su función durante un periodo de tiempo diseño y bajo junctiones previamente especificadas”.

Se puede comprender de lo citado que la confiabilidad de un producto te puede garantizar el resultado favorable desde la fase de comienzo y fin de un proyecto. Siendo la probabilidad una etapa donde el resultado propuesto o idealizado sea de positivamente rentable en el tiempo. Asimismo, el periodo de diseño garantice un nivel de satisfacción hacia las personas que hacen uso del producto, hasta un tiempo final de producto. Finalmente las condiciones previamente especificadas que se desarrollan de acuerdo al diseño propuesto y respetando las especificaciones técnicas del producto que hacen

referencia a varias características entre ellas la vida útil del producto. El proceso de funcionamiento se ve afectado por las diferentes gamas medio ambientales (temperatura, viento, presión humedad, etc.) y la acción misma de serviciabilidad del producto hacia las personas pueden traer consigo el deterioro de la vida útil del producto, pero para lo cual el producto haya sido eficiente en gran manera en su tiempo de funcionamiento, teniendo así una confiabilidad notable del producto.

El AggreBind propone desde el inicio de un proyecto resultados capaces de satisfacer al cliente en vista económica, social y ambiental. Ya que las propiedades que lo respaldan son de caracteres muy importantes en la estabilización de suelos, trayendo resultados capaces de resistir cualquier efecto del ambiente y del tránsito. La confianza del producto en primar instancia se puede ver numéricamente en los resultados de laboratorio mediante diferentes ensayos desarrollados para su análisis.

- **Mejora continua**

Tolosa (2010) afirma que: “La mejora continua se aplica de manera gradual y ordenada a través de eventos o procesos de mejor, de modo que se involucre a todas las personas en la empresa y se busquen las soluciones optimas a aquellos procesos que no funcionan” (p.11).

Así mismo Gutiérrez (2004), cita que “El mejoramiento continuo se entiende la política de mejorar constantemente y en forma gradual el producto, estandarizando los resultados de cada mejoría lograda [...]” (p.101).

De acuerdo a lo mencionado en la cita anteriormente se entiende que mejorar continuamente es un acto eficiente para alcanzar la Calidad Total y la Excelencia, en la cual se tiene que involucrar a todo el personal de la empresa o entidad que lo conforma. Ya que mejorar continuamente pone en criterio y énfasis para una mejora continua en las diferentes características o trabajos que pueda tener una empresa y crecer significativamente con la obtención de resultados que sean positivos y eficientes en la calidad.

## **Capacidad de Soporte**

Según Bernal (2005), define que: “La capacidad de carga de los suelos en un área determinado tiene las propiedades de resistir cargas sin que se produzcan deformaciones o fallas considerables en su masa” (p. 22).

La capacidad de un suelo en estado natural puede ser muy variada, esto dependiendo el tipo de suelo que presenta. La carga que soportará el suelo también es muy variada de acuerdo al uso que se dará, en este caso para construcciones de transitabilidad vehicular, en lo cual influirá mucho la carga (peso) del vehículo según su dimensión y peso. Así mismo la capacidad de soporte del suelo es variable según la velocidad de la carga, para vehículos sin movimiento la capacidad de soporte es menor que para los que se encuentran en movimiento.

## **Mejoramiento técnico económico de pavimentos**

### **Mejoramiento Técnico**

Las fallas de la pavimentación por deterioro, agrietamiento y fisuras en las vías de transporte terrestre han sido uno de los problemas más importantes en los últimos tiempos. Y además de ello la mala estética de la vía, por baches provocado el levantamiento del polvo y afecta tanto a los peatones como a los transeúntes. Por tal motivo se ha venido siguiendo constantemente analizando las distintas fallas, con la finalidad de encontrar soluciones sobre estos casos.

La pavimentación actúa como un recubrimiento superficial, su durabilidad depende de su infraestructura, según Trujillo (2013) menciona que: “un pavimento es la parte superficial que tiene la función de comportarse como un recubrimiento del suelo, con la finalidad que tener las condiciones necesarias de firmeza y solidez del terreno según el uso que se pueda designar” (p.4). De cierto modo la pavimentación se comporta o actúa como un revestimiento superficial de la subrasante de una carretera. Pero no influye en la durabilidad y resistencia del terreno al ser muy fluido o al estar en climas muy altos.

El Mejoramiento técnico económico de Pavimentos viales, es de suma importancia en los resultados esperados como la durabilidad y la resistencia. El mejoramiento Según Restrepo (2005), informa que: [...], la mejora puede significar de acuerdo al diccionario Real Academia Española como un perfeccionismo, avance y progreso [...] (p.17).



Pannu (2016), menciona que “El suelo en cualquier localidad en particular no es adecuado, total o parcialmente, a las exigencias de la ingeniería de la construcción” (p.100). Por ello el profesional responsable es el encargado de aceptar y utilizar el material en situ por lo que el suelo cumple algunas exigencias mínimas en sus propiedades, el otro de las salidas que el ingeniero tiene el retirar el material en situ y reemplazar con otro material de mejor calidad, Finalmente la otra alternativa que es más adecuado en el mejoramiento del suelo es alterar las propiedades del suelo existente, con la finalidad de crear otro material en la zona capaz de actuar mejor frente a diferentes problemas que puede sufrir la estructura del pavimento.

## **Caracterización del suelo según ensayo**

### **Granulometría**

El ensayo granulométrico es uno de los parámetros iniciales que se realiza a una cierta cantidad de muestra de suelo, con la finalidad de obtener una distribución de tamaños de partículas y propiedad de suelos para clasificarlo. Según Cassinello (1996), menciona que “El estudio granulométrico se basa en separar cuantitativamente partículas del mismo tamaño mediante tamices de diferentes aberturas” (p.122).

El ensayo granulométrico se puede expresarse de una forma analítica, mediante el porcentaje de peso respecto al peso total obtenido luego del tamizado.

Así mismo, se puede expresar mediante una curva granulométrica, que da a conocer gráficos a partir de puntos de escala logarítmica para las abscisas, y cuya ordenada es el porcentaje de suelo en una escala natural.

Al realizar el proceso de análisis granulométrico se puede distinguir rango de partículas según el tamaño, como se muestra a continuación:

- |                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>Grava</b>          | : Partículas cuyo tamaño es mayor que 4.76 mm (N° 4).             |
| <b>Arena</b>          | : Partículas menores que 4.76 mm y mayores que 0.075 mm (N° 200). |
| <b>Limo y Arcilla</b> | : partículas menores que 0.075 mm (N° 200).                       |

Así mismo la distribución de los tamaños de partículas deben estar sujetas a tamices con distintas aberturas para el estudio adecuado de las muestras, como se detalla en la tabla 2:

**Tabla 2.** *Característica de tamices*

Tamices	Abertura (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 1/2"	38,100
1"	25,400
3/4"	19,000
3/8"	9,500
Nº 4	4,760
Nº 10	2,000
Nº 20	0,840
Nº 40	0,425
Nº 60	0,260
Nº 140	0,106
Nº 200	0,075

Fuente: MTC E 107

El número de ensayos granulométricos generalmente se realiza en dos fracciones de muestra de suelos, según la norma MTC E 107, menciona que se ensayaran partículas retenidas por el tamiz de 4,760mm (Nº4) y a las partículas pasantes por dicho tamiz.

Los resultados de los valores del proceso granulométrico comprenderán de porcentajes de partículas pasantes y retenidas en cada tamiz, según las fórmulas que se detallan a continuación:

$$\% \text{ RETENIDO} = \frac{\text{PESO RETENIDO EN TAMIZ}}{\text{PESO TOTAL DE MUESTRA}} \times 100$$

$$\% \text{ PASANTE} = 100 - \% \text{ RETENIDO ACUMULADO}$$

### **Clasificación de Suelos**

El Perú es uno de los países más diversos con la costa sierra y selva, lo cual cuenta con distintos tipos de suelos, los cuales en el ámbito de construcción pueden comportarse de distintas maneras, esto dependiendo las propiedades del suelo. Uno de los suelos que no es apto para la construcción es el terreno arcilloso. Ya que las propiedades de este tipo de suelo suelen comportarse de una manera peligrosa para cualquier tipo de construcciones,

porque la arcilla suele aumentar de volumen al contacto con el agua o en tiempos de invierno, así mismo puede disminuir de volumen considerablemente en tiempos de sequía o verano, lo cual afecta considerablemente a las construcciones provocando grietas y fisuras producto del asentamiento del suelo. Aracibia (2003), menciona que: “En muchos suelos con alto contenido arcilloso activo, los cambios de humedad originan alteraciones volumétricas, a veces bastante severas, y el humedecimiento, expansión o hinchamiento inadmisibles. Cualquier causa de variaciones sustanciales en el contenido de agua en estos suelos, puede generar movimientos excesivos y el posible daño a la estructura soportado por ellos” (p. 7).

De tal manera referente a este tipo de problemas del suelo, cabe mencionar que es muy importante realizar el estudio mecánica de suelos para tener en conocimiento adecuado de las características de los suelos a intervenir, y respecto a ello tomar cartas en el asunto haciendo un mejoramiento si es necesario.

- **Características Físicas del suelo**

Las características del suelo físicamente suelen ser muy variados de acuerdo a la ubicación del proyecto a intervenir, representa textura, estructura, consistencia, densidad, aireación, temperatura y color.



Figura 2. Propiedades físicas del suelo

Según Crespo (2004) “el conocer las principales características físicas de los suelos es de fundamental importancia porque de acuerdo a sus resultados se puede predecir el futuro comportamiento [...]” (p.41).

La importancia de Las características físicas de los suelo se ven reflejados en los aspectos físicos del suelos estos pueden ser clasificados según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.) según la siguiente tabla 3.

**Tabla 3.** Clasificación de Suelos SUCS

Tipo de suelo*	Permeabilidad	Resistencia a la tubificación	Resistencia al cortante	Compresibilidad	Susceptibilidad al agrietamiento	Susceptibilidad a la licuación	Manejabilidad		
GW	Permeable	Alta	Muy alta	De baja compresibilidad siempre y cuando hayan sido colocados y compactados adecuadamente. Su compactación es fundamental	No susceptible al agrietamiento	No susceptibles a la licuación cuando están bien compactados.	Muy buena		
GP	Permeable a muy permeable	De alta a media	Alta				Muy buena		
SW	Permeable	Alta a media	Muy alta				Muy buena		
SP	Semipermeable a permeable	Baja a muy baja	Alta				De buena a correcta		
GM	Semipermeable	Alta a media	Alta	Compresibilidad baja si más del 60 por ciento del material es grueso (tamaño superior a la malla No. 4). Si el material contiene menos de 35 por ciento de material grueso, se pueden estimar los asentamientos con base en la compresibilidad de finos.	Mediana a alta	Control de humedad de compactación muy importante	Media si mal compactados		
GC	Impermeable	Muy alta	Alta				Baja	Muy buena	
SM	Semipermeable a impermeable	Media a baja	Alta				Mediana a alta	Muy susceptible si mal compactados	Buena a correcta
SC	Impermeable	Alta	Alta a media				Mediana a baja	Muy baja	Buena a correcta
ML	Impermeable	Baja a muy baja	Media a baja	Los asentamientos pueden ser grandes y se calculan con base en pruebas de consolidación.	Muy susceptibles; deben colocarse con alto grado de saturación	Media a alta si mal compactados	Correcta a muy pobre		
MH	Muy impermeable	Media a alta	Baja				Muy baja	Buena a correcta	
CL	Impermeable	Alta	Media				Mediana a alta	Media a alta si mal compactados	Pobre a muy pobre
CH	Muy impermeable	Muy alta	Baja a media					Muy baja	Muy pobre
OL	Impermeable	Media	Baja	Muy baja	Correcta a pobre				

Fuente: Según Crespo 2014

## Humedad Natural

La humedad natural del suelo es el porcentaje de agua existente en el terreno de estudio, lo cual es muy importante determinar para posteriores diseños y construcciones de algún objeto de estudio.

La cantidad de espécimen a utilizar para calcular el contenido de humedad, de acuerdo a la Norma MTC E 108 puede ser de una muestra representativa del suelo húmedo o del siguiente cuadro como se puede ver continuación en la tabla 4:

**Tabla 4.** Muestra representativa para Humedad Natural

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla estandar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados	
		a ± 0.1%	a ± 1%
2 mm o menos	Nº 10	20 g	20 g *
4.75 mm	Nº 4	100 g	20 g *
9.5 mm	3/8"	500 g	50 g *
19.0 mm	3/4"	2.5 kg	250 g *
37.5 mm	1 1/2"	10 kg	1 kg
75.0 mm	3"	50 kg	5 kg *

Figura: MTC E 118

El secado de la muestra del suelo puede ser sometido al horno o secarse de forma natural a la intemperie. Si la muestra es secada en el horno debe permanecer de preferencia a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C, a un tiempo de 12 a 16 horas tal como menciona la Norma MTC E 108.

La fórmula del contenido de humedad está dada por la siguiente expresión:

$$CONTENIDO DE HUMEDAD (\%) = \frac{PESO DE AGUA}{PESO DE SUELO SECADO} \times 100$$

## Límites de Consistencia

### Limite Líquido

El límite líquido se puede distinguir cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Según Crespo (2004), define sobre el limite liquido “como un porcentaje de humedad con respecto al peso seco de la muestra” (p.70).

De acuerdo a los ensayos se puede determinar el límite líquido en un valor numérico, es decir se puede determinar el contenido de humedad respecto al peso seco de la muestra pasante el tamiz Nº 40, para lo cual generalmente se utiliza la Copa de Casagrande que

consiste en separar una pasta en dos mitades y dejar caer la copa 25 veces de una altura de 1 cm a dos caídas por segundo, hasta ver cerrar la separación o la ranura realizada anteriormente, Tal como menciona la Norma el MTC E 110



Figura 3. Ensayo Límite Líquido – Ranurado de muestra de suelo en copa de casa grande

Para determinar el límite líquido se puede utilizar las siguientes ecuaciones como se ve a continuación:

$$\text{LÍMITE LÍQUIDO (LL)} = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0,121} \quad \circ \quad LL = kW^n$$

**N** = Número de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad

**W<sup>N</sup>** = Contenido de humedad del suelo

**K** = Factor dado en el siguiente tabla N° 5

Tabla 5. Límite Líquido - Factor K

N (Número de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0.974
21	0.974
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

Fuente: MTC E 118

## **Limite Plástico**

El límite plástico se puede distinguir cuando un suelo pasa desde un estado semisólido a un estado plástico. Según Crespo et. alt. (2004), el “límite plástico se define como el contenido de humedad en porcentaje con respecto al peso seco de muestra empleada” (p.76).

Para la determinación del límite plástico se puede emplear muestra de suelo pasante el tamiz N° 40, o la sobra del material realizado en el ensayo del límite líquido, el cual se le evapora humedad por mezclado hasta tener una muestra plástica.

El ensayo del Limite plástico consiste en formar pequeñas barras de unos 3.2 mm (1/8”) de diámetro de una muestra de suelo, en una superficie de vidrio esmerilado y con agua destilada. El proceso se realiza empleando la palma de las manos, visualizando que las barras se rompan aproximarse a un diámetro de 1/8” para llevarlos al horno y ponerlos secar para obtener el contenido de humedad.

Si la ruptura de las barras queda divididos en 6 mm de longitud se consideran suelos muy plásticos, si la ruptura queda dividido en trozos menores de 6 mm de longitud se consideran suelos plásticos y los suelos que no puedan rodillarse o formar barras se consideran suelos no plásticos; Tal como menciona la Norma el MTC E 111.

El cálculo del límite plástico se determina por la siguiente ecuación:

$$\text{LÍMITE PLÁSTICO (\%)} = \frac{\text{PESO DE AGUA}}{\text{PESO DE SUELO SECADO EN HORNO}} \times 100$$

## **Índice de Plasticidad**

El índice de plasticidad o plasticidad del suelo es la diferencia del límite líquido y el límite plástico. Según Crespo et. alt (2004), índice de plasticidad “es la margen de humedad que tiene el suelo, lo cual se encuentra entre el limite líquido y el limite plástico” (p. 78).

Cuando el límite líquido o el límite plástico no llegan a determinarse numéricamente el índice de plasticidad se considera no plástico (NP). Así mismo, cuando el límite liquido resulte menor o igual que el límite plástico se considera no plástico (NP). Según la Norma el MTC E 111.



El cálculo del índice de plasticidad está dado por la siguiente ecuación:

$$\text{ÍNDICE DE PLASTICIDAD} = \text{LÍMITE LÍQUIDO} - \text{LÍMITE PLÁSTICO}$$

Cabe mencionar que el límite líquido y límite plástico son valores enteros.

### **Proctor Modificado**

El Proctor Modificado es un ensayo que se realiza con la finalidad de determinar la relación entre el Contenido Óptimo de Humedad y el peso unitario seco del suelo.

Gonzales (2001), menciona que “Realizar el ensayo proctor consiste en conseguir relaciones entre humedades y densidades, las cuales se plasman en gráficos cartesianos, donde la ordenada represente la densidad seca y la abscisa el contenido de humedad” (p.31).

Este ensayo se realiza generalmente para las muestras de suelo que tienen 30% o menos particulares retenidas en el tamiz de 19 mm (3/4 de pulg). Y consta de tres métodos que resultan de los valores obtenidos del ensayo granulométrico, según el MTC E 115

#### **Método A:**

Se emplea cuando el 20% o menos del peso de las partículas del suelo son retenidos en el tamiz 4.75 mm (Nº 4). La muestra a ensayar se toma del tamiz 4.75 mm (Nº 4), el molde a emplear de 101.6 mm de diámetro (4 pulg), el número capas es 5 y el número de golpes por capa es 25. Si no se cumplen estos requisitos se trabaja con los métodos A o B según sea el caso.

#### **Método B:**

Se emplea cuando el 20% o más del peso de las partículas del suelo son retenidos en el tamiz 4.75 mm (Nº 4) y 20% o menos del peso de partículas son retenidos en el tamiz de 9.5 mm (3/8 de pulg). La muestra a ensayar se toma del tamiz 9.5 mm (3/8 de pulg), el molde a emplear de 101.6 mm de diámetro (4 pulg), el número capas es 5 y el número de golpes por capa es 25. Si el método no es especificado y los materiales entran en requerimientos de gradación entonces se pueden ensayar por el método C.

### **Método C:**

Se emplea cuando el 20% o más de las partículas del suelo son retenidos en el tamiz 9.5 mm (3/8 de pulg) y 30% o menos del peso de partículas son retenidos en el tamiz de 19.0 mm (3/4 de pulg). La muestra a ensayar se toma del tamiz 19.0 mm (3/4 de pulg), el molde a emplear de 152.4 mm de diámetro (6 pulg), el número capas es 5 y el número de golpes por capa es 56. El molde de 6 pulg solo es empleado para el método C.

### **California Bearing Ratio (CBR)**

El ensayo California Bearing Ratio (CBR), es una de las pruebas más importantes de penetración, lo cual da a conocer la calidad de resistencia que tiene el suelo con fines de poder intervenir en el terreno mediante diseños estructurales y posibles construcciones.

Según Sanz (1975), menciona que “El CBR es el ensayo más empleado en la técnica vial, en la determinación de la resistencia del suelo” (p.52).

Los valores CBR de un suelo pueden ser muy variados, según el tipo de suelo que se estudia. Ya que existen suelos adecuados e inadecuados para la realización de un pavimento. Entonces estos valores CBR juegan un papel muy importante en la etapa de diseño de las estructuras de un pavimento según las categorías de la subrasante del suelo como se ve en la siguiente Tabla 6:

**Tabla 6.** Categorías de la Subrasante según el valor CBR

<b>Categorías de subrasante</b>	<b>CBR</b>
Subrasante Inadecuada	$CBR < 3\%$
Subrasante Pobre	$CBR \geq 3\%$ a $CBR < 6\%$
Subrasante Regular	$CBR \geq 6\%$ a $CBR < 10\%$
Subrasante Buena	$CBR \geq 10\%$ a $CBR < 20\%$
Subrasante Muy Buena	$CBR \geq 20\%$ a $CBR < 30$
Subrasante Excelente	$CBR \geq 30\%$

Fuente: Manual de Carreteras sección suelos y pavimentos

### **Tratamientos Mecánicos y Químicos del Suelo**

Los suelos por naturaleza tienden a comportarse de diferentes maneras, según sus propiedades estos pueden ser peligrosos para las construcciones. Ya que, un mal

comportamiento puede ocasionar accidentes y pérdidas humanas. Para lo cual existen diversos tipos de tratamientos que se puede realizar con la finalidad de asegurar la estabilidad del suelo. Las mejoras se pueden, realizar con diferentes productos de aditivos u otros materiales.

“En el transcurso de construcción de un pavimento los suelos de baja capacidad portante, en general pueden ser estabilizados mediante aportaciones de otros suelos o por medio de otros elementos” (De la cruz y Salcedo, 2016, p. 23).

Los agentes estabilizantes en la antigüedad eran empíricos, luego a medida que iban pasando los años se fue experimentando con otros medios que en la actualidad son muy comunes en el tratamiento de suelos como el cemento y el cal. Ya que son elementos muy valiosas, presentado regulares resultados en la resistencia del suelo. Esto es debido a que estos elementos contienen sustancias que permiten una buena cohesión y adherencia entre las partículas del suelo, mejorando en todos los ámbitos las propiedades del suelo y estabilizando las partículas sueltas y débiles que existen en el suelo. Pero los estabilizadores comunes no tienen las propiedades suficientes para mantener una vía en buen estado en mayor tiempo ni reducir costos en el proceso constructivo de una vía de transportes.

- **Estabilización Mecánico**

Este tipo de estabilización se puede lograr con la ayuda de materiales naturales haciendo trabajos de compactación con la finalidad de darle resistencia al suelo sin la necesidad de usar productos químicos. Para lograr este tipo de estabilización mecánico generalmente se hace un estudio de suelo y de acuerdo a ello se hacen las compactaciones necesarias según estudios para alcanzar la máxima densidad seca.

Los materiales de préstamo están orientados básicamente en reemplazar un material no adecuado en un determinado tipo de suelo ya sea en las construcciones de pavimentos o en otras edificaciones. El reemplazo se da dependiendo las características que presenta un suelo, por lo general son los suelos de menor resistencia, suelos de alta plasticidad y suelos orgánicos. Los cuales en un diseño de pavimentos ya sea rígidos o flexibles, presentan un problema con el pasar del tiempo en suelos que tienen baja capacidad de soporte o suelos no aptos para las construcciones

El diseño mismo de los pavimentos exige una buena resistencia en el suelo. Para un pavimento con la interacción del tráfico y el adecuado diseño se logra cumpliendo con los

estándares y normas ligados al diseño de pavimentos. Las especificaciones técnicas son regularmente los que ayudan a conocer el estado de los terrenos con el fin de mejorar las propiedades de suelos no aptos para una construcción.



*Figura 4.* Estabilización Mecánico del Suelo

- **Estabilización Químico**

Según Jara (2014), menciona que la estabilización químico “hace referencia a la utilización nuevos productos químicas cuyo uso involucra las sustancias de iones metálicos y producen alteraciones positivos en la constitución de estructuras en los suelos” (p. 30).

Actualmente Este tipo de estabilización es muy utilizado en fines de mejora de suelos con baja capacidad de soporte con productos químicos que son capaces de alterar las propiedades del suelo, amentado la capacidad de soporte. Los estabilizadores más comunes son con la aplicación de Cemento, el cal, Productos asfálticos, Cloruro de sodio, Cloruro de calcio, Escorias de fundición, Polímeros y cauchos neumáticos.



*Figura 5.* Estabilización Químico del Suelo

## **Calidad del Suelo**

El control de calidad de agregados utilizados en las obras de carreteras y pavimentos es de mucha importancia. Debido que las propiedades de los agregados tienen un papel muy importante en la durabilidad del pavimento. Para la verificación del estado en que se encuentra un agregado se hacen diversos ensayos cumpliendo con lo técnico especificado y emitidas por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) EG-2000.

El agregados utilizados en la estructura del pavimentos, ya sea en la base y Base deberán cumplir los estándares establecidos para la buena ejecución en el proceso constructivo empleando la calidad. Los materiales como agregado natural, triturado o combinación de ambos son para la sub base del pavimento; Mientras que en la base es de suma importancia utilizar las piedras trituradas o chancadas. Debido que el esfuerzo provocado en la base será mayor que la sub base y la sobrazaste.

Las canteras, de lo cual son provenientes los materiales de préstamo no deberán contener en exceso partículas chatas o alargadas, no deberán presentar bloques de arcillas ni materiales orgánicas. Ya que debilitan la resistencia y el comportamiento del pavimento; acortando la durabilidad y el tiempo de diseño de ello.

Curiel y Fernández (2006), sostienen que: “La forma de textura del agregado grueso influyen en la resistencia a la flexión del concreto [...]” (p. 3).

## **Mejora Económico**

Las grandes construcciones de transportes viales han traído consigo crecimientos con desarrollos socioeconómicos crecientes y esto se debe que las vías han abierto brechas con ciudades de bajos recursos, que a la larga han crecido económicamente, teniendo la garantía de sacar sus productos y generar ventas para tener ganancias. Por otro lado el costo de la construcción del pavimento convencional es un dolor de cabeza para las ciudades con bajo recurso económico

Chaparro (2002), menciona que:

El impacto La temporalidad de proyectos civiles traen consigo trabajos para el personal como mano de obra ya sean directos o indirectos de infraestructura civil, trae consigo reformas de crecimientos económicos de trabajadores aportantes como mano de obra en el proceso constructivo (p. 26).

Existen pueblos con productos de primera calidad, pero no han podido crecer económicamente y esto se debe que aquellos pueblos no tienen salidas de transitabilidad vehicular, mucho menos cuentan con un pavimento adecuado capaz de tener la fluidez en los desplazamientos.

Entonces el crecimiento económico y el desarrollo sostenible de una vía pavimentada es seguro y muy importante en una ciudad. Porque genera salidas de productos con demandas de mercado.

### **Mejora Ecológico**

Según Neber y Wright (2005) sostienen que: “el desarrollo sostenible se puede mantener por si solo indefinidamente si la necesidad de afectar o usar recursos que requieren para el correcto funcionamiento” (p.14).

Esto quiere decir que el desarrollo sostenible se puede mantener eficientemente por si solo sin tener que estar retocando o cambiando constantemente, y el goce, disfrute y bienestar de los pobladores puede tener grandes resultados favorables sin comprometer o afectar a las generaciones del futuro.

Desde el punto de vista económico Según Neber y Wright (2005) afirman lo siguiente: “la sociedad sostenible, la que, al paso de la generaciones, no agota su base de recursos al exceder la producción sostenible ni produce más contaminantes de los que puede absorber la naturaleza.” (pag. 14)

Por lo antes dicho podemos concluir que la idea de desarrollos sostenible social se enfoca en una vivencia significativa de ejercer el derecho de vivir íntegramente usando todos los recursos que tengamos y estemos dispuestos a usar, pero también sin perjudicar el hábitat en el que nosotros vivimos para que así las generaciones posteriores se beneficien también de todo lo que hemos avanzado y logrado como generación o sociedad.

### **Problema general**

¿De qué manera influye la Aplicación del polímero acrílico AggreBin en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – San Martín de Porres – Lima – Lima – 2019?

### **Problemas específicos**

¿Cómo influyen las dosificaciones del polímero acrílico AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019?

¿Cómo influye la Capacidad de Soporte del suelo con AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019?

¿Cómo influye el Sellante AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019?

### **Justificación de estudio**

Debido a la problemática planteada se pretende determinar la influencia del polímero acrílico AggreBind. Para el mejoramiento técnico económico de pavimentos viales. Y que sirvan como una alternativa referente y factible en el desarrollo sostenible de construcción de pavimentos viales. Así mismo para la justificación del estudio se realizó un comparativo de resultados técnicos y económicos.

### **Justificación teórica**

Desde el punto de vista teórico, se dará en conocimiento sobre la influencia de la aplicación del polímero acrílico AggreBind en el mejoramiento técnico económico de pavimentos viales.

### **Justificación práctica**

La aplicación del polímero AggreBind servirá para la mejora de pavimentos viales, así mismo influirá considerablemente en la etapa de ejecución de pavimentos, en el costo y en el impacto ambiental.

### **Justificación económica**

A diferencia de otros productos que tienen la finalidad de mejorar las propiedades de la subrasante de las vías de transporte, el polímero acrílico AggreBind puede crear pavimento con el mismo suelo en situ, por lo que tendrá un costo muy bajo, rentable y confiable. Debido a ello se puede realizar mucha pavimentación y así llegar hasta los pueblos más olvidados con fines de construir pavimentos duraderos y resistentes ante cualquier riesgo.

## **Justificación ambiental**

El polímero acrílico AggreBind es ecológico. Ya que, cumple las regulaciones de la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA), es decir es seguro para el medio ambiente, la flora y la fauna.

## **Hipótesis general**

La Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind influye en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – San Martin de Porres – Lima –Lima – 2019.

## **Hipótesis específicas**

Las dosificaciones del polímero acrílico AggreBind influyen en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019

La Capacidad de Soporte del suelo con AggreBind influye en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019

El Sellante AggreBind influye en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019

## **Objetivos**

### **Objetivos generales**

Determinar cómo influye la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación en la Av. Paramonga – San Martin de Porres – Lima –Lima – 2019.

### **Objetivos específicos**

Determinar cómo influyen las dosificaciones de Polímero Acrílico AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019

Determinar Cómo influye la Capacidad de Soporte del suelo con AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019

Determinar Cómo influye la Sellante AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019



## **II. MÉTODO**

## 2.1. Tipo y Diseño de investigación

### Enfoque

Hernández, Fernández y Baptista (2014), menciona que: “La recolección de datos cuantitativos están de acorde a las bases de expresiones numéricas y análisis estadístico para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (p. 4)

Por lo tanto, la presente investigación se desarrollará con un enfoque **cuantitativo**, ya que las variables serán sometidas a diferentes tipos de ensayos con la finalidad de tener resultados numéricos y así ver los comportamientos para probar las teorías.

### Tipo de investigación

Para Carrasco (2002) la investigación aplicada: “tiene como características apropiadas de investigación para transformar y actuar. Y de dar un aporte de investigación a las ciudades” (p. 42).

Con respecto al tipo de investigación del presente estudio se considera de **tipo aplicada**, ya que se distingue en tener finalidades que son de mucha necesidad para el conocimiento de los profesionales responsables, que tienen bajo responsabilidad la ejecución de proyectos y requieren conocer nuevas tendencias en el mejoramiento técnico y económico de pavimentos con aplicación el polímero acrílico AggreBind en cualquier tipo de suelo.

### Nivel de investigación

Hernández et al. (2014) menciona que: “Los estudios explicativos están dirigidos responder eventos y fenómenos físicos o sociales con los resultados” (p. 95).

Por ende la investigación la presente investigación es **explicativo**, porque se pretende analizar, evaluar y explicar como el AggreBind influye considerablemente en el mejoramiento técnico económico de la Subrasante de pavimentos.

### Diseño de investigación

Según Hernández et al. (2014), cita que: “Los diseños se clasifican por Diseños Experimentales y No Experimentales. En consecuente la presente exploración se explayara dentro del diseño experimental, para el tratamiento experimental el investigador podrá manipular una o más variables de su estudio.

En base a lo anteriormente descrito se procederá a continuar la aplicación del AggreBind para el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos vial, pudiendo manipular la variable independiente, por ende la presente investigación de diseño es **experimental-Transversal**

## **2.2. Operacionalización de Variables**

### **Variable 01: AggreBind**

El AggreBind es un polímero acrílico estabilizante de suelos, de composición química con trazadores propietarios, lo cual se ha llegado a convertir en una solución en el impacto económico por su bajo costo, alta durabilidad, resistencia y facilidad en el proceso constructivo de pistas y carreteras, reduciendo considerablemente el movimiento de tierras y consiguiendo así un impacto sostenible económicamente.

Cabe mencionar que las propiedades y la forma de construcción con el producto del AggreBind, es ecológico. Ya que, es seguro para el medio ambiente la flora y la fauna, Susunaga (2014) “La implantación de sistemas para las construcciones [...] sostenibles generan un aporte importante mitigación a favor del ambiente y a la calidad de vida [...]” (p. 17).

El producto también puede ayudar a reducir la permeabilidad de agua a la estructura de los pavimentos, previniendo las fallas de las estructuras por penetración de agua o fuertes heladas.

### **Variable 02: Mejoramiento Técnico Económico de pavimentos**

El Mejoramiento técnico económico de Pavimentos, es de gran importancia en los resultados esperados como la durabilidad y la resistencia. El mejoramiento Según Restrepo (2005), informa que: [...], La mejora es el cambio positivo para la perfección, avance y progreso, dando resultados óptimos y esperado” (p.17).

Para el mejoramiento de las vías terrestres, se da en conocimiento puntos importantes que se deben tomar en consideración en el mejoramiento de las vías de tránsito como el perfeccionar, progresar y avanzar. Ello es de carácter importante por lo que a medida que pasa el tiempo la vía de tránsito terrestre tiende a deteriorarse, ya sea pavimentada o no, es en este caso donde entra a tallar el mejoramiento como uno de los puntos muy importantes en el ámbito de los pavimentos, brindando adecuadas vías de transitabilidad y satisfacción de los usuarios con las vías más seguras y estéticamente presentables.

**Tabla 7.** Operacionalización de Variables

<b>Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga del distrito de San Martín de Porres – Lima –Lima - 2019</b>					
<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>dimensiones</b>	<b>indicadores</b>	<b>Análisis de Ensayo</b>
Independiente	AggreBind es un polímero acrílico estabilizante de propietarios, económico por su bajo costo, alta durabilidad, resistencia y facilidad en el proceso constructivo de pistas y carreteras.	El AggreBind constituye indicadores que demuestran sus diversas características.	Dosificaciones AggreBind	Especificaciones	Granulometría Contenido de Humedad Límites de consistencia Protor Modificado
<b>Polímero Acrílico AggreBind</b>				Dosificaciones	Calculadora AggreBind
			Capacidad de Soporte del suelo con AggreBind	Especificaciones	Permeabilidad
			Sellante AggreBind	Dosificaciones	Calculadora AggreBind
				Resistencia del suelo	CBR (Agg. + H2O)
<b>Variable II</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>dimensiones</b>	<b>indicadores</b>	<b>Análisis de Ensayo</b>
Dependiente	La mejora es el cambio positivo alterando las propiedades de la subrasante para algo mejor	Realización de diferentes tipos de ensayos ligados a las muestras con el polímero AggreBind, para el mejoramiento de la subrasante	Técnico	Caracterización del suelo	Granulometría Clasificación SUCS y AASHTO Contenido de Humedad Límites de consistencia Proctor modificado
<b>Mejoramiento Técnico Económico de Pavimentación vial</b>				Capacidad de Resistencia del Suelo	Relación de Soporte de Californiana (CBR)
				Tratamientos Mecánicos y Químicos del Suelo	
			Económico	APU en Construcción de Pavimentos	-Pavimento flexible convencional -Pavimento flexible convencional mejorado con AggreBind -Pavimento con AggreBind mas sellante AggreBind

Fuente: Elaboración Propia

## 2.3. Población y muestra

### Población

Para Hernández (2014), la “Población o universo Conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p.174).

En el presente Trabajo de Investigación la población está conformada por 03 calicatas en la Av. Paramonga tramo Av. Tantamayo con la Av. El Olivar, en una longitud de 1.45 km, sentido norte. Cabe mencionar que el número de calicatas se considero según la Tabla 8, considerado en la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

**Tabla 8.** *Puntos de Investigación según características de vía*

Tipo de vía	Número mínimo de puntos de Investigación	Área (m <sup>2</sup> )
Expresas	1 cada	2000
Arteriales	1 cada	2400
Colectoras	1 cada	3000
Locales	1 cada	3600

Fuente: Norma CE.010

### Muestra

Según Hernández, et. Al (2014), define que “La muestra es un Subconjunto del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de ésta” (p. 172).

La muestra que se tomó para la siguiente investigación fue de 01 calicata, según el valor CBR más desfavorable, lo cual se obtuvo del Estudio Mecánico de Suelos ensayadas a 03 calicatas.

## 2.4. Técnica, instrumentos de investigación, validez y confiabilidad

- **Técnica**

Para Huamanchumo y Rodrigues (2015) define que “La técnica de recolección de datos permite acumular y sistematizar información sobre un hecho o fenómeno social que tiene relación con el problema que motiva la investigación” (p.164).

La técnica utilizada para la presente investigación fue la **observación** del estudio a tratar, para lo cual se realizara visitas de campo con el fin de reconocimiento de terreno y seleccionar los puntos para su respectivo análisis y estudio mediante calicatas.

- **Instrumento de investigación**

Hernández, et. Al (2014), menciona que el instrumento de medición es “Recurso que utiliza el investigador para registrar la información o datos sobre las variables que tiene en mente” (p.199).

Los recursos o instrumentos que se utilizaron en la presente investigación fueron básicamente dirigidos a la Identificación del problema de investigación, trabajos de campo, trabajos de laboratorio y trabajos de gabinete. los cuales se realizaran con instrumentos como se puede ver en la siguiente tabla:

**Tabla 9.** *Instrumentos de Investigación*

Técnica	Instrumento de Investigación
Observación (Identificación de problema)	Apuntes, Fotos y videos
Trabajos de campo (Calicatas 1, 2 y 3)	Herramientas para la extracción de muestras
Trabajos de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Granulometría MTC E 207</li> <li>- Clasificación de suelos SUCS Y AASHTO 93</li> <li>- Limites de Atterberg MTC R 110 Y MTC E 111</li> <li>- Contenido de Humedad MTC E 108</li> <li>- Proctor Modificado MTC E 115</li> <li>- CBR en suelo natural y mejorado MTC E 132 Y Metodología AggreBind</li> <li>- Capilaridad en suelo natural y mejorado con AggreBind</li> </ul>
Trabajos de Gabinete	Formatos Excel, Programa S10

Fuente: Elaboración Propia

- **Validez**

Para Hernández, et. Al (2014), la validez es el “Grado en que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir “(p. 200).

Una vez realizado las variables de la presente investigación (Mejoramiento técnico económico de Pavimentos y Polímero acrílico AggreBind), se procedió en la formulación del instrumento de evaluación de juicio de expertos (análisis de ensayo), lo cual fue

evaluado y validado por tres profesionales especialistas de ingenierías civil (ver anexo 10), mediante formatos y el nivel de confiabilidad de valides de cero (0) y uno (1). Donde 0 representa el rechazo de validación del instrumento y el 1 representa la validación del instrumento.

Cabe mencionar que el análisis de ensayo está directamente relacionado con los indicadores de la variable dependiente (Mejoramiento técnico económico de Pavimentos) y a la variable independiente (Polímero Acrílico AggreBind). Por su parte la variable Independiente AggreBind, produjo cambios notables en el mejoramiento técnico y económico de pavimentos.

- **Confiabilidad**

Para Hernández, et. Al (2014), la confiabilidad “Es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes” (p. 200). El grado de confiabilidad de esta investigación está respaldado con la validación del instrumento de análisis de ensayos por los profesionales expertos de Ingeniería civil, que dieron un promedio de aceptación de valides de uno (1), que representa que los profesionales expertos aceptan y validan los instrumentos. Además de ellos, no constituyen plagios según el reporte de originalidad del programa turnitin.

Así mismo, los resultados de laboratorio son confiables. Ya que, se realizaron con equipos calibrados y en buen estado, con respaldo de un especialista en suelos y un Ingeniero civil colegiado y habilitado. Cabe mencionar que la presente investigación corresponde básicamente a la aplicación del polímero acrílico AggreBind para el mejoramiento técnico económico de pavimentos y

## **2.5. Procedimientos**

El desarrollo de la presente investigación de tesis, se inició apartar de la problemática del estado situacional de la Av. Paramonga. Para lo cual se realizó una secuencia de trabajo de investigación, que constó de trabajos de campo, trabajos de laboratorio y trabajos de gabinete, como se describe a continuación.

- **Trabajos de Campo**

Los trabajos de campo se realizaron con un recorrido general del objeto de estudio (Av. Paramonga), con la finalidad de ubicar los puntos para la realización de calicatas, como se observa en la tabla 10

**Tabla 10.** *Ubicación de los puntos (calicatas) a ensayar*

	Progresiva	Latitud	Longitud
Calicata 01	0+450 km	11°57'42.91"S	77° 6'1.03"O
Calicata 02	0+951 km	11°57'42.91"S	77° 6'13.34"O
Calicata 03	1+430 km	11°57'42.91"S	77° 6'21.28"O

Fuente: elaboración propia



*Figura 6.* Ubicación de los puntos (calicatas) a ensayar

Luego de definir los tres puntos de calicatas en la Av. Paramonga del Distrito de San Martín de Porres, se procedió con la ejecución de la extracción de muestras mediante la realización de calicatas de 1.50 m de profundidad en distintos puntos (ver figura 7). Para



ello, se utilizó herramientas como barreta, pico, lampa y cinta métrica. Según la inspección visual de las tres calicatas, se observó un solo extracto de suelo.



*Figura 7.* Extracción de Muestras de calicatas de 1.5 m de profundidad

Luego de terminar con la extracción de muestras se procedió al cierre de las calicatas, con el fin de no causar problemas a los pobladores colindantes de la Av. Paramonga. Finalmente se transportó las muestras extraídas al laboratorio en bolsas plásticas, para los ensayos correspondientes.



*Figura 8.* Muestras obtenidas en la Av. Paramonga mediante calicatas

### **Trabajos de Laboratorio**

Los trabajos de laboratorio consistieron en realizar ensayos a las muestras de suelo natural y ensayos de suelo con dosificaciones del polímero acrílico AggreBind en distintos

porcentajes. Para lo cual el trabajo de laboratorio se dividió en dos partes Ensayos del suelo Natural y Ensayos del Suelo alterado con el Polímero AggreBind.

- **Ensayos del Suelo Natural**

Los ensayos del suelo natural se realizaron en el laboratorio de HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. Con fines de determinar las características de suelo y proceder la investigación con la aplicación del polímero acrílico AggreBind. Durante el ensayo se consideró todos los procedimientos mediante normativas vigentes para los siguientes ensayos:

- ✓ Análisis Granulométrico de suelos por tamizado MTC E 207 – ASTM D-422
- ✓ Clasificación SUCS
- ✓ Clasificación AASHTO 99
- ✓ Límites de Atterberg MTC E 110 Y E 111- ASTM D 4818 – AASHTO T-89 Y T-90
- ✓ Contenido de Humedad del Suelo MTC E 108
- ✓ Ensayo Protor Modificado MTC E 115
- ✓ Relación de Soporte de Californiana (CBR) MTC E 132
- ✓ Ensayo de Capilaridad MTC

- **Ensayos del Suelo con la aplicación del AggreBind**

El ensayo del suelo con la aplicación del polímero acrílico AggreBind se realizó en el laboratorio de HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Luego de realizar el ensayo natural del suelo y saber las características propias del suelo, se procedió escoger la muestra más desfavorable resultante del valor CBR de cada calicata. Luego de identificar el CBR más desfavorable, se procedió realizar ensayos incorporando el polímero acrílico AggreBind mediante dosificaciones de 3%, 3.5%, 4% y 5%. Con la finalidad de obtener valores del CBR y evaluar estos resultados; Para ello se realizó el siguiente ensayo:

- ✓ Relación de Soporte de Californiana (CBR) con dosificaciones de AggreBind
- ✓ Ensayo de Capilaridad MTC

## **Trabajos de Gabinete**

Los trabajos de gabinete consistieron en generar un presupuesto detallado de pavimentación en el objeto de estudio (Av. Paramonga). Para ello, se realizó el análisis de precios empleando estructuras de una pavimentación de concreto rígido, pavimentación con asfalto y una pavimentación con el Polímero Acrílico AggreBind.

Luego de la ejecución de los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y Trabajos de gabinete, se procederá a su evaluación y comprensión de los resultados del ensayo. Para luego proceder dar respuesta a las hipótesis plantadas y objetivos propuestos, los cuales se basan básicamente en responder como influye la aplicación del AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos viales.

### **2.6. Método de análisis de datos**

El método de análisis de datos corresponde a la estadística inferencial, de tal manera que son adecuadas las características de investigación y la confiabilidad no sea cambiada o vulnerada de los estudios. Además, se cuantificarán los resultados tomando como base los parámetros relacionados al os costos de (especifica qué tipo de parámetros) cuantificaremos todos resultados en dinero para la comparación y como consecuente sacar la conclusión.

### **2.7. Aspectos éticos**

#### **Respeto**

El respeto es una de las virtudes del ser humano, y ello se demuestra mediante hechos reales. Al respecto del proceso de realizar la investigación se hará de acuerdo la autenticidad de fuentes bibliográficas de acuerdo a derecho de autor, con las citas bibliográficas.

#### **Honestidad:**

En la presente investigación se pretende trabajar con fuentes de información de severa confianza, con la finalidad de tener datos relevantes de severidad, así mismo toda la información de ensayos y recolección de muestra en situ serán fotografiadas, para el manejo transparente del mismo.

### **III. RESULTADOS**

### 3.1. Descripción de la zona de estudio (Av. Paramonga)

#### Nombre del Proyecto

“Mejoramiento Técnico Económico de Pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga del Distrito de San Martín de Porres – Lima – Lima - 2019 ”

Distrito : San Martín de Porres  
Provincia : Lima  
Departamento : Lima  
Vía a Intervenir : Av. Paramonga

#### Mapa de Ubicación y Localización del objeto de estudio

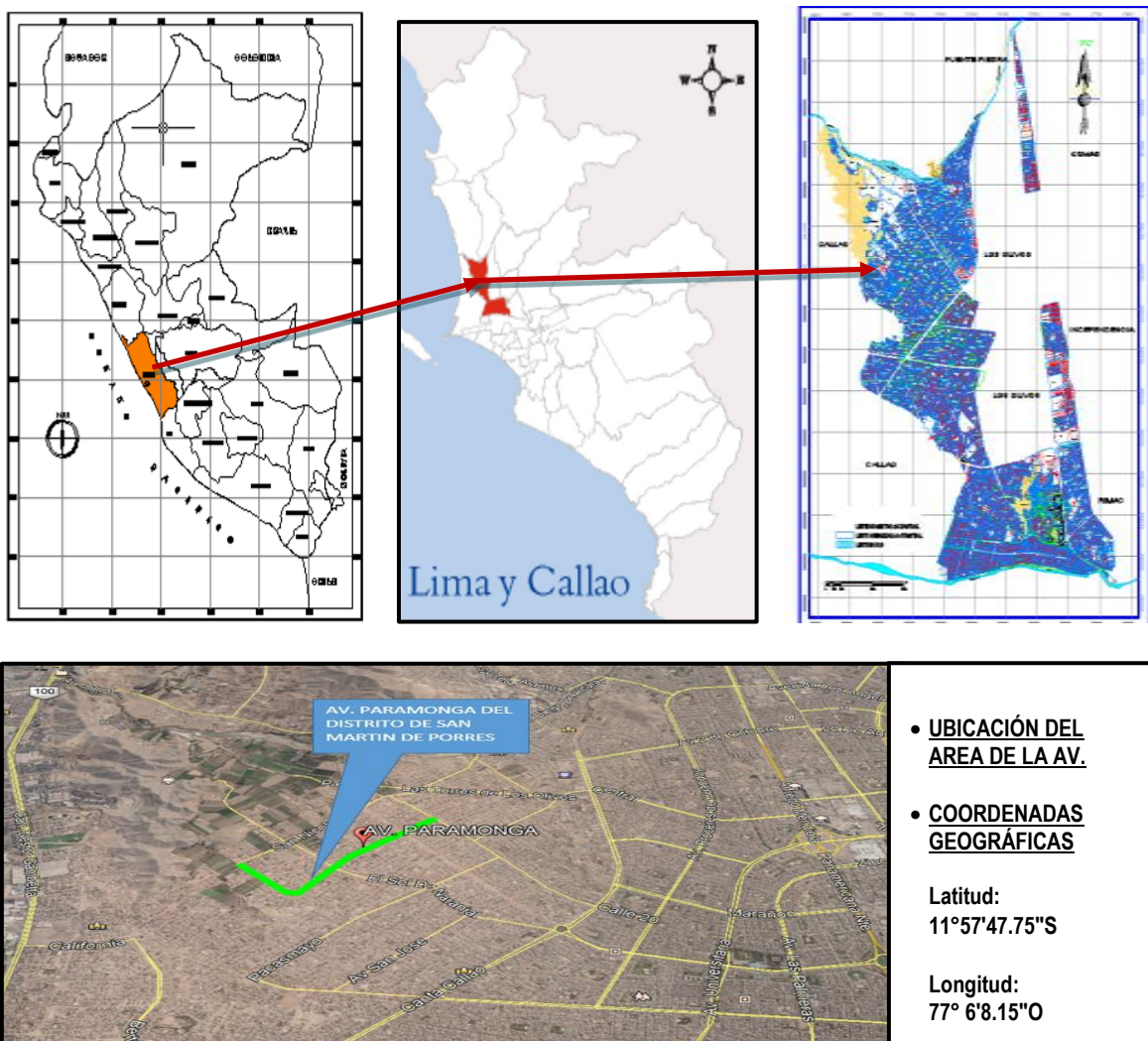


Figura 9. Ubicación y Localización de la Av. Paramonga

Fuente: Google Earth



## **Clima**

El clima en la zona del proyecto es húmedo con una temperatura media anual de 19.2 °C con un mínimo de 14 °C en invierno y un máximo de 31 °C en verano. La Precipitación es de 176 mm al año y la humedad promedio es de 85%

### **3.2. Resultados Técnicos del Sueno Natural**

Los siguientes resultados técnicos corresponden a los ensayos realizados en laboratorio según el Manual de ensayo de Materiales actualizado y aprobado mediante la Resolución Directoral N° 18-2016-MTC/14, de fecha 03 de junio de 2016. Así mismo, se tuvo en consideración para mejores resultados en los ensayos las normas AASHTO y ASTM.

Con la finalidad de conocer las características técnicas del terreno y realizar un mejoramiento de la subrasante mediante la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se hicieron los siguientes ensayos según detallan a continuación:

- Análisis Granulométrico de suelos por tamizado MTC E 207
- Clasificación de Suelos SUCS Y AASHTO
- Límites de Atterberg MTC E 110 Y E 111
- Contenido de Humedad del Suelo MTC E 108
- Ensayo Protor Modificado MTC E 115
- Relación de Soporte de Californiana (CBR) MTC E 132

#### **3.2.1. Análisis Granulométrico de suelos por tamizado MTC E 207**

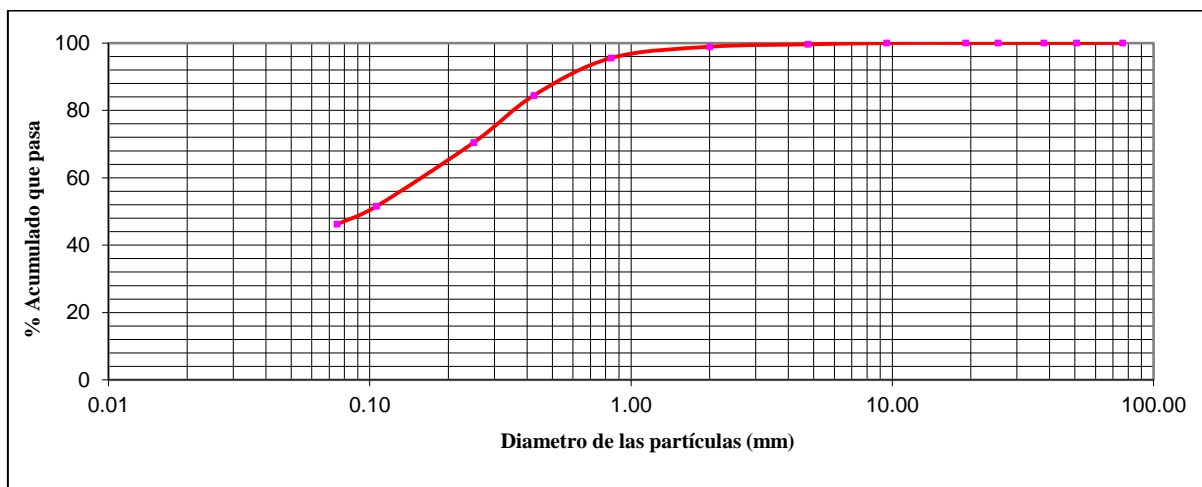
##### **Calicata 01. Granulometría**

En la tabla 11 y Figura 11, se muestran los resultados del ensayo granulométrico de la calicata 1, distribuidas mediante tamices con diferentes aberturas. Donde se pudo cuantificar lo retenido en el tamiz N° 4 con un 0.4% de partículas que representan gravas, 53.7% de partículas retenidas en el tamiz N° 200 que representan arenas y 46.2% de partículas que pasan el tamiz N° 200 que representan finos. Se puede notar que el suelo tiene mayor porcentaje de arenas y finos, con un mínimo de gravas.

**Tabla 11.** *Ensayo Granulométrico Calicata 1*

	Tamiz	Abertura (mm)	Calicata 1			
			Peso (g)	% Pasante	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado
<b>Gravas = 0.4%</b>	3 "	76.2	0.0	100.0	0.0	0.0
	2 "	50.8	0.0	100.0	0.0	0.0
	1 1/2 "	38.1	0.0	100.0	0.0	0.0
	1 "	25.4	0.0	100.0	0.0	0.0
	3/4"	19.1	0.0	100.0	0.0	0.0
	3/8"	9.52	0.0	100.0	0.0	0.0
	N° 4	4.76	3.2	99.6	0.4	0.4
<b>Arena = 53.7%</b>	N° 10	2	5.6	98.9	0.7	1.1
	N° 20	0.84	26.4	95.6	3.3	4.4
	N° 40	0.425	87.9	84.5	11.1	15.5
	N° 60	0.25	110.8	70.5	14.0	29.5
	N° 140	0.106	150.0	51.5	18.9	48.4
	N° 200	0.075	42.1	46.2	5.3	53.7
<b>Finos 46.6%</b>	< N° 200	NTP 339.132:1999	366.5	0.0	46.2	100.0

Fuente: elaboración propia.



**Figura 11.** *Curva Granulométrica calicata 1*



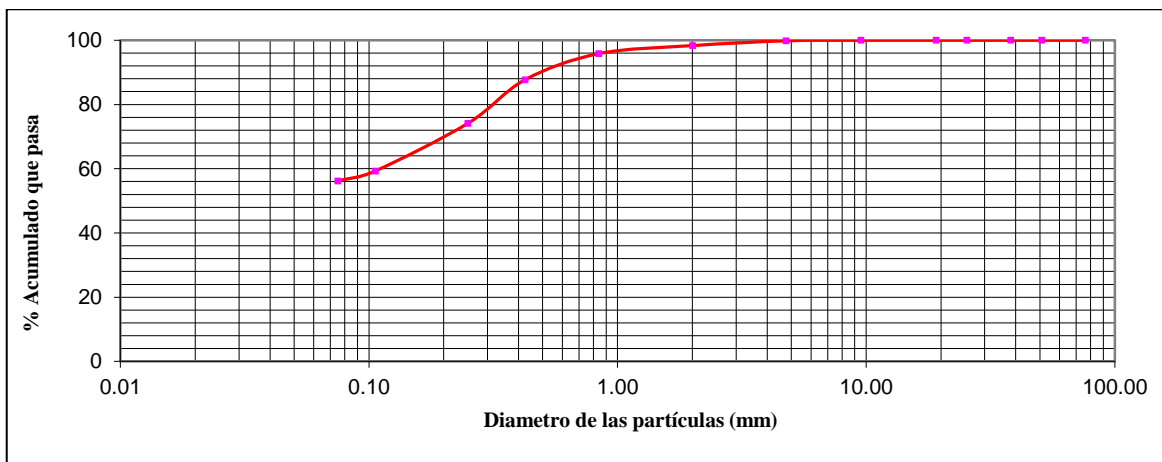
## Calicata 02. Granulometría

En la tabla 12 y Figura 12, se muestran los resultados del ensayo granulométrico por tamizado. Donde se tiene un 0.2% de gravas retenidas por el tamiz N° 4, Arenas un total de 43.6% retenidas en el tamiz N° 200 y finos pasantes el tamiz N° 200 resulto 56.2%. Se puede notar que el suelo tiene mayor de arenas y finos, con un mínimo de gravas.

**Tabla 12.** Ensayo Granulométrico Calicata 2

	Tamiz	Abertura (mm)	Calicata 2			
			Peso (g)	% Pasante	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado
Gravas = 0.2%	3 "	76.2	0.0	100.0	0.0	0.0
	2 "	50.8	0.0	100.0	0.0	0.0
	1 1/2 "	38.1	0.0	100.0	0.0	0.0
	1 "	25.4	0.0	100.0	0.0	0.0
	3/4"	19.1	0.0	100.0	0.0	0.0
	3/8"	9.52	0.0	100.0	0.0	0.0
	N° 4	4.76	1.5	99.8	0.2	0.2
Arena = 43.6%	N° 10	2	13.3	98.3	1.5	1.7
	N° 20	0.84	22.4	95.8	2.5	4.2
	N° 40	0.425	72.4	87.7	8.1	12.3
	N° 60	0.25	121.5	74.1	13.6	25.9
	N° 140	0.106	132.6	59.3	14.8	40.7
	N° 200	0.075	27.5	56.2	3.1	43.8
Finos 56.2%	< N° 200	NTP 339.132:1999	502.2	0.0	56.2	100.0

Fuente: elaboración propia



**Figura 12.** Curva Granulométrica Calicata 2

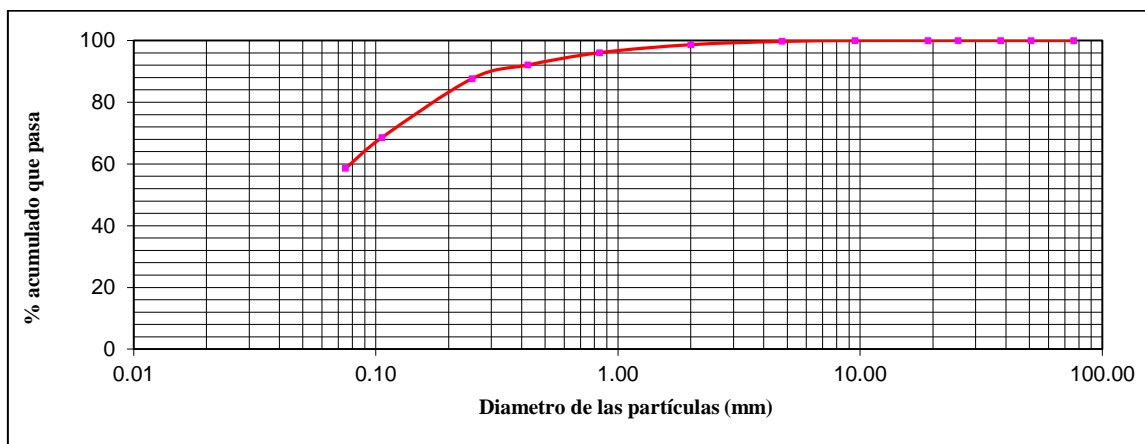
### Calicata 03. Granulometría

En la tabla 13 y Figura 13, se muestran los resultados del ensayo granulométrico por tamizado. Donde se tiene un 0.3% de gravas retenidas por el tamiz N° 4, Arenas un total de 41.2% retenidas en el tamiz N° 200 y finos pasantes el tamiz N° 200 resulto 58.6%. Se puede notar que el suelo tiene mayor de arenas y finos, con un mínimo de gravas.

**Tabla 13.** Ensayo Granulométrico Calicata 3

	Tamiz	Abertura (mm)	Calicata 1			
			Peso (g)	% Pasante	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado
Gravas = 0.3%	3 "	76.2	0.0	100.0	0.0	0.0
	2 "	50.8	0.0	100.0	0.0	0.0
	1 1/2 "	38.1	0.0	100.0	0.0	0.0
	1 "	25.4	0.0	100.0	0.0	0.0
	3/4"	19.1	0.0	100.0	0.0	0.0
	3/8"	9.52	0.0	100.0	0.0	0.0
	N° 4	4.76	2.4	99.7	0.3	0.3
Arena = 41.1%	N° 10	2	8.7	98.7	1.1	1.4
	N° 20	0.84	21.3	96.1	2.6	4.0
	N° 40	0.425	32.8	92.1	4.0	8.0
	N° 60	0.25	36.3	87.7	4.4	12.4
	N° 140	0.106	157.0	68.6	19.1	31.5
	N° 200	0.075	82.2	58.6	10.0	41.5
Finos 58.6%	< N° 200	NTP 339.132:1999	480.7	0.0	58.6	100.0

Fuente: elaboración propia



**Figura 13.** Curva Granulométrica Calicata 3

### 3.2.2. Clasificación de Suelos SUCS Y AASHTO

En la tabla 14, se puede observar la clasificación de suelos por el sistema SUCS Y AASHTO en las calicatas 1, 2 y 3. Donde la calicata 1 se describe según la clasificación SUCS, como un suelo arcilloso de baja plasticidad con arena limosa, y según clasificación AASHTO es un suelo limoso. Así mismo, se observa que la calicata 1 y 2, tienen la misma clasificación, según SUCS es un suelo arcilloso de baja plasticidad y según AASHTO es un suelo limoso. Por lo cual se puede concluir que la mayor parte del suelo es arcilla limosa.

**Tabla 14.** Clasificación de Suelos SUCS y AASHTO

	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
SUCS	SC - SM	CL	CL
AASHTO	A - 4	A - 4	A - 4

Tabla: elaboración propia

### 3.2.3. Límites de ATTERBERG MTC E 110 y MTC E 111

#### Calicata 1. Límites de ATTERBERG

En la Tabla 15 y Figura 14, se puede apreciar el ensayo de Límites de ATTERBERG de la Calicata 1. Donde el valor del Límite Líquido es 23% y Límite Plástico de 19%, existiendo una diferencia de 4%, lo cual representa índice de Plasticidad que indica el margen de Humedad que tiene el suelo que se encuentra entre el Límite Líquido y Límite Plástico

**Tabla 15.** Ensayo de Límites de ATTERBERG Calicata 1

Descripción	Und	Limite Líquido			Límite Plástico	
		E-01	E-02	E-03	E-01	E-02
Tara + Suelo Húmedo	gr	44.15	38.39	42.30	20.51	20.80
Tara + Suelo Seco	gr	41.55	35.76	39.65	19.56	19.78
Agua	gr	2.60	2.63	2.65	0.95	1.02
Peso de Tara	gr	29.92	24.15	28.05	14.56	14.67
Peso del suelo Seco	gr	11.63	11.61	11.60	5.00	5.11
% de Humedad	gr	22.36	22.65	22.84	19.00	19.96
Nº de Golpes	#	35.00	25.00	15.00		

Límite Líquido - Límite Plástico	%	23.00	19.00
<b>Índice de Plasticidad</b>	<b>%</b>	<b>4.00</b>	

Fuente: elaboración propia

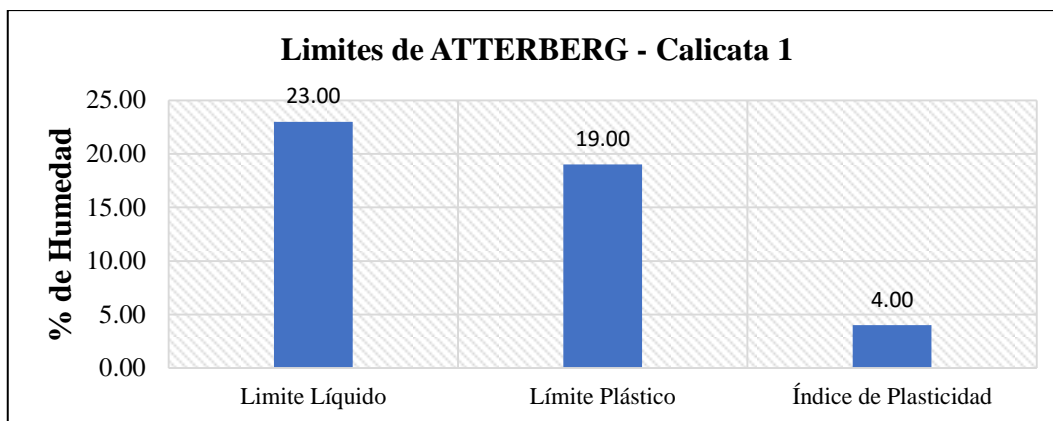


Figura 14. Ensayo de Límites de ATTERBERG Calicata 1

### Calicata 2. Límites de ATTERBERG

En la Tabla 16 y Figura 15, se puede apreciar el ensayo de Límites de ATTERBERG de la Calicata 2. Donde el valor del Límite Líquido es 23% y Límite Plástico de 14%, existiendo una diferencia de 9%, lo cual representa índice de Plasticidad que indica el margen de Humedad que tiene el suelo que se encuentra entre el Límite Líquido y Límite Plástico

Tabla 16. Ensayo de Límites de ATTERBERG Calicata 2

Descripción	Und	Limite Líquido			Límite Plástico	
		E-01	E-02	E-03	E-01	E-02
Tara + Suelo Húmedo	gr	38.10	41.15	39.65	20.60	20.34
Tara + Suelo Seco	gr	35.73	38.98	37.42	19.86	19.60
Agua	gr	2.37	2.17	2.23	0.74	0.74
Peso de Tara	gr	25.27	29.47	27.82	14.62	14.62
Peso del suelo Seco	gr	10.46	9.51	9.60	5.24	4.98
% de Humedad	gr	22.66	22.82	23.23	14.12	14.86
Nº de Golpes	#	35.00	25.00	15.00		
Límite Líquido - Límite Plástico	%	23.00			14.00	
<b>Índice de Plasticidad</b>	<b>%</b>	<b>9.00</b>				

Fuente: elaboración propia

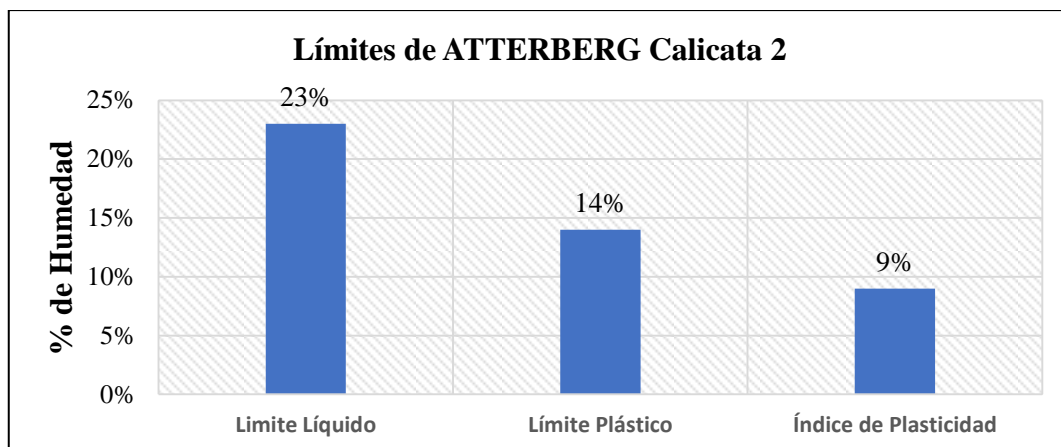


Figura 15. Ensayo del Límite de ATTERBERG Calicata 2

### Calicata 3. Límites de ATTERBERG

En la Tabla 17 y Figura 16, se puede apreciar el ensayo de Límites de ATTERBERG de la Calicata 3. Donde el valor del Límite Líquido es 25% y Límite Plástico de 16%, existiendo una diferencia de 9%, lo cual representa índice de Plasticidad que indica el margen de Humedad que tiene el suelo que se encuentra entre el Límite Líquido y Límite Plástico.

Tabla 17. Ensayo del Límite de ATTERBERG Calicata 3

Descripción	Und	Límite Líquido			Límite Plástico	
		E-01	E-02	E-03	E-01	E-02
Tara + Suelo Húmedo	gr	41.77	43.20	41.06	20.70	20.42
Tara + Suelo Seco	gr	39.26	40.34	38.53	19.86	19.60
Agua	gr	2.51	2.86	2.53	0.84	0.82
Peso de Tara	gr	29.05	29.00	28.81	14.71	14.52
Peso del suelo Seco	gr	10.21	11.34	9.72	5.15	5.08
% de Humedad	gr	24.58	25.22	26.03	16.31	16.14
Nº de Golpes	#	35.00	25.00	15.00		
Límite Líquido - Límite Plástico	%	25.00			16.00	
<b>Índice de Plasticidad</b>	<b>%</b>	<b>9.00</b>				

Fuente: elaboración Propia

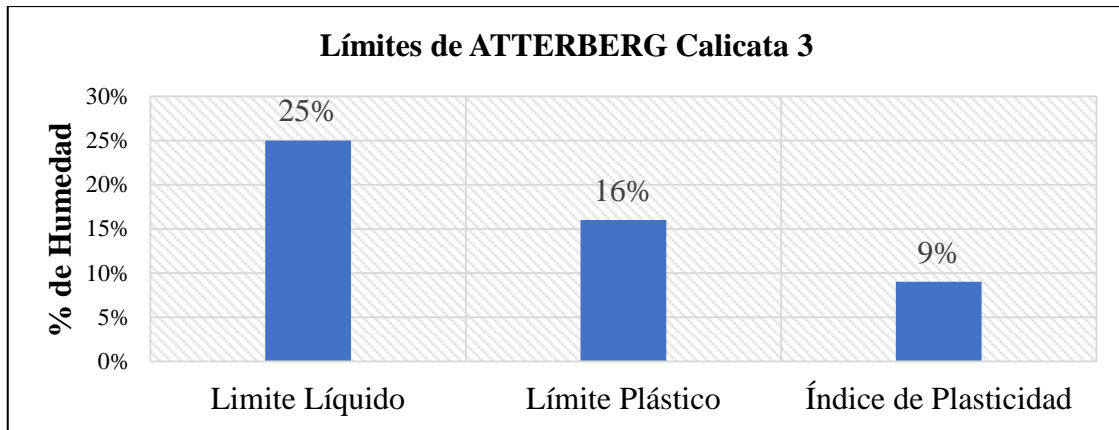


Figura 16. Límites de ATTERBERG Calicata 3

### 3.2.4. Contenido de Humedad del suelo MTC E 115

En la tabla 18 y figura 17, se puede apreciar los resultados del contenido de humedad del suelo en muestras representados en tres calicatas. Donde la calicata 1 tiene un contenido de humedad de 14.5%, mientras que la calicata 2 tiene 6% y la calicata 3 tiene contenido de humedad de 7.4%.

Cabe mencionar, que la calicata 1 contiene más contenido de humedad a diferencia de la calicata 2, que contiene una menor cantidad de Humedad.

**Tabla 18.** *Ensayo de contenido de Humedad del Suelo*

Descripción	Und	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 2
Peso tara	(g)	32.0	35.1	35.9
Peso tara + muestra húmeda	(g)	253.0	253.0	272.5
Peso tara + muestra seca	(g)	225.0	240.7	256.1
Peso de agua	(g)	28.0	12.2	16.4
Peso de suelo seco	(g)	193.0	205.6	220.2
<b>Contenido de Humedad</b>	<b>(%)</b>	<b>14.5</b>	<b>6.0</b>	<b>7.4</b>

Tabla: elaboración propia

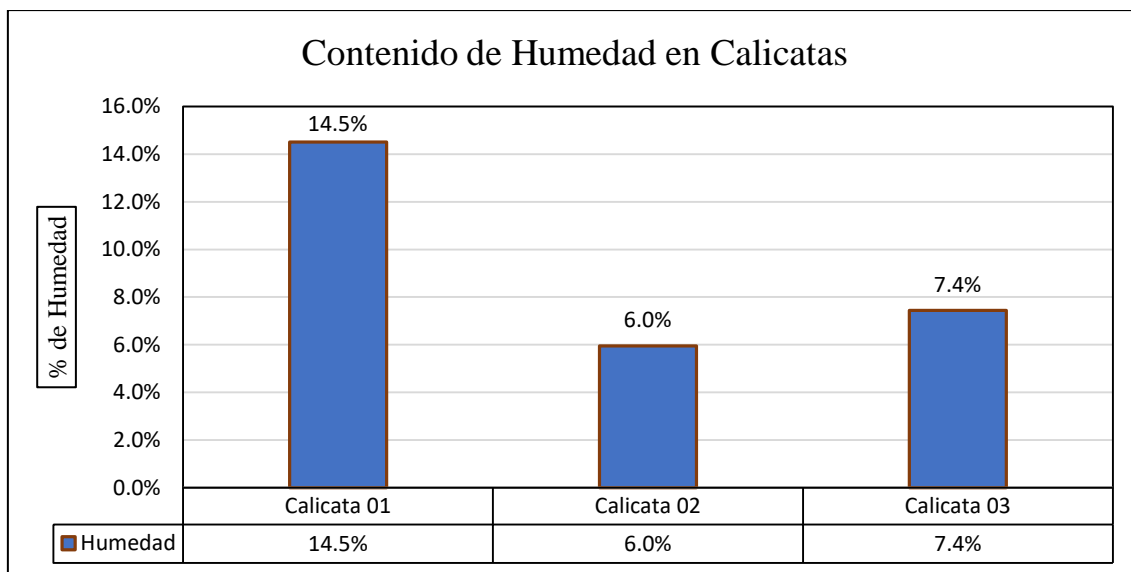


Figura 17. Contenido de Humedad del Suelo

### 3.2.5. Proctor Modificado

#### Calicata 1. Proctor Modificado

En la tabla 19 y figura 18, se puede observar los resultados del ensayo Proctor Modificado de la Calicata 1. Donde se puede apreciar la Densidad Máxima 1.889 gr/cm<sup>3</sup> y la Humedad óptima de 11.8%. Lo cual se considerará en el ensayo CBR para poder saber la capacidad portante del suelo

Tabla 19. Ensayo Proctor Modificado Calicata 1

<b>Compactación</b>					
Peso suelo + molde	gr	<b>5698.00</b>	<b>5829.00</b>	<b>5875.00</b>	<b>5786.00</b>
Peso molde	gr	3884.00	3884.00	3884.00	3884.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1814.00	1945.00	1991.00	1902.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.40	940.40	940.40	940.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.93	2.07	2.12	2.02
Peso del suelo húmedo + tara	gr	<b>290.00</b>	<b>411.00</b>	<b>316.00</b>	<b>326.00</b>
Peso del suelo seco + tara	gr	<b>269.00</b>	<b>375.00</b>	<b>285.00</b>	<b>289.00</b>
Tara	gr	<b>31.00</b>	<b>37.00</b>	<b>31.00</b>	<b>31.00</b>
Peso de agua	gr	21.00	36.00	31.00	37.00
Peso del suelo seco	gr	238.00	338.00	254.00	258.00
Contenido de agua	%	<b>8.82</b>	<b>10.65</b>	<b>12.20</b>	<b>14.34</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.773</b>	<b>1.869</b>	<b>1.887</b>	<b>1.769</b>

<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.438</b>	<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>	<b>1.889</b>
		<i>Humedad óptima (%)</i>	<b>11.8</b>

Fuente: elaboración propia

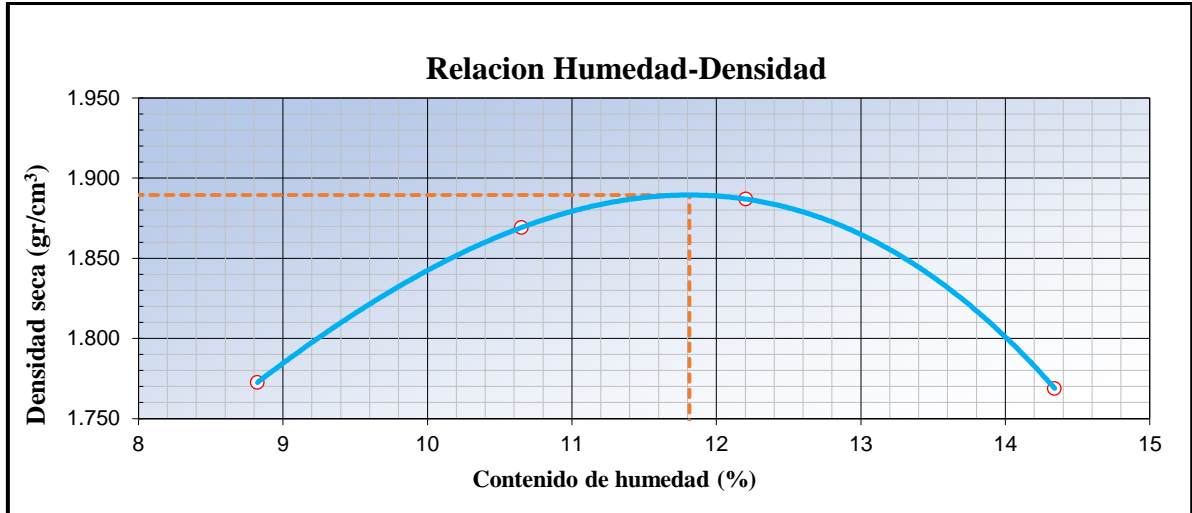


Figura 18. Ensayo Proctor Modificado Calicata 1

### Calicata 2. Proctor Modificado

En la tabla 20 y figura 19, se puede observar los resultados del ensayo Proctor Modificado de la Calicata 2. Donde se puede apreciar la Densidad Máxima de 1.735 gr/cm<sup>3</sup> y la Humedad óptima de 14.0%. Lo cual se considerará en el ensayo CBR para poder saber la capacidad portante del suelo

Tabla 20. Ensayo Proctor Modificado Calicata 2

<b>Compactación</b>					
Peso suelo + molde	gr	<b>5519.00</b>	<b>5705.00</b>	<b>5760.00</b>	<b>5698.00</b>
Peso molde	gr	3884.00	3884.00	3884.00	3884.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1635.00	1821.00	1876.00	1814.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.40	940.40	940.40	940.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.74	1.94	1.99	1.93
Peso del suelo húmedo + tara	gr	<b>251.00</b>	<b>217.00</b>	<b>239.00</b>	<b>240.00</b>
Peso del suelo seco + tara	gr	<b>234.14</b>	<b>197.00</b>	<b>210.00</b>	<b>205.00</b>
Tara	gr	<b>35.00</b>	<b>35.00</b>	<b>31.00</b>	<b>31.00</b>
Peso de agua	gr	16.86	20.00	29.00	35.00
Peso del suelo seco	gr	199.14	162.00	179.00	174.00
Contenido de agua	%	<b>8.47</b>	<b>12.35</b>	<b>16.20</b>	<b>20.11</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.603</b>	<b>1.724</b>	<b>1.717</b>	<b>1.606</b>



<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.445</b>	<b>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>1.735</b>
		<b>Humedad óptima (%)</b>	<b>14.0</b>

Fuente: elaboración propia

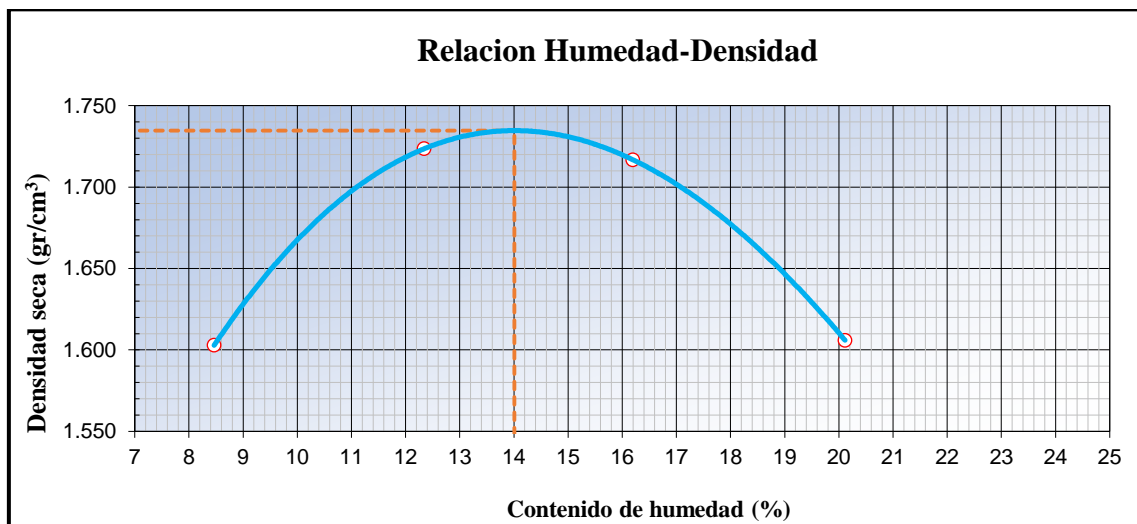


Figura 19. Ensayo Proctor Modificado Calicata 2

### Calicata 3. Proctor Modificado

En la tabla 21 y figura 20, se puede observar los resultados del ensayo Proctor Modificado de la Calicata 3. Donde se puede apreciar la Densidad Máxima de 1.822 gr/cm<sup>3</sup> y la Humedad óptima de 13.1%. Lo cual se considerará en el ensayo CBR para poder saber la capacidad portante del suelo

Tabla 21. Ensayo Proctor Modificado Calicata 3

<b>Compactación</b>					
Peso suelo + molde	gr	<b>5624.00</b>	<b>5775.00</b>	<b>5825.00</b>	<b>5735.00</b>
Peso molde	gr	3884.00	3884.00	3884.00	3884.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1740.00	1891.00	1941.00	1851.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.40	940.40	940.40	940.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.85	2.01	2.06	1.97
Peso del suelo húmedo + tara	gr	<b>289.00</b>	<b>315.00</b>	<b>219.00</b>	<b>326.00</b>
Peso del suelo seco + tara	gr	<b>267.08</b>	<b>285.00</b>	<b>196.70</b>	<b>285.30</b>
Tara	gr	<b>27.00</b>	<b>28.00</b>	<b>30.00</b>	<b>30.00</b>
Peso de agua	gr	21.92	30.00	22.30	40.70

Peso del suelo seco	gr	240.08	257.00	166.70	255.30
Contenido de agua	%	<b>9.13</b>	<b>11.67</b>	<b>13.38</b>	<b>15.94</b>
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	<b>1.695</b>	<b>1.801</b>	<b>1.820</b>	<b>1.698</b>
<b>Gravedad Específica (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.444</b>	<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>		<b>1.822</b>	
		<i>Humedad óptima (%)</i>		<b>13.1</b>	

Fuente: elaboración propia

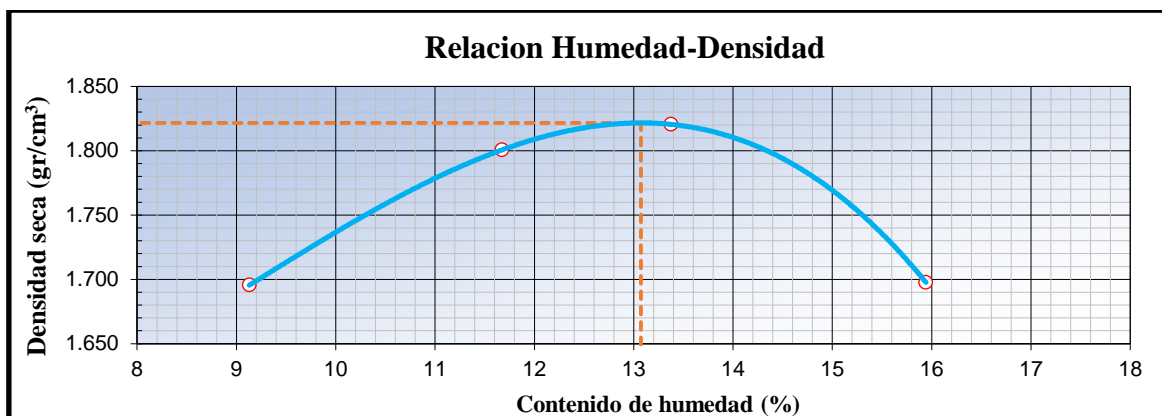


Figura 20. Ensayo Proctor Modificado Calicata 3

### 3.2.6. Ensayo de CBR natural del suelo

#### Calicata 1. CBR Natural

En la tabla 22, y figura 21, se puede observar los resultados del ensayo CBR realizado a la Calicata 1. Donde se da a conocer los valores CRR de 6.3% y 3.4% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 4.8% y 2.2% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR, se puede catalogar al suelo de la calicata 1 al 100% de su MDS en 2" de penetración como un suelo regular.

Tabla 22. Ensayo CBR Calicata 1

Descripción	CBR
<b>RESULTADOS (0.2"):</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	6.3%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	3.4%

<b>RESULTADOS (0.1'')</b> :	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	4.8%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	2.2%

Fuente: elaboración Propia

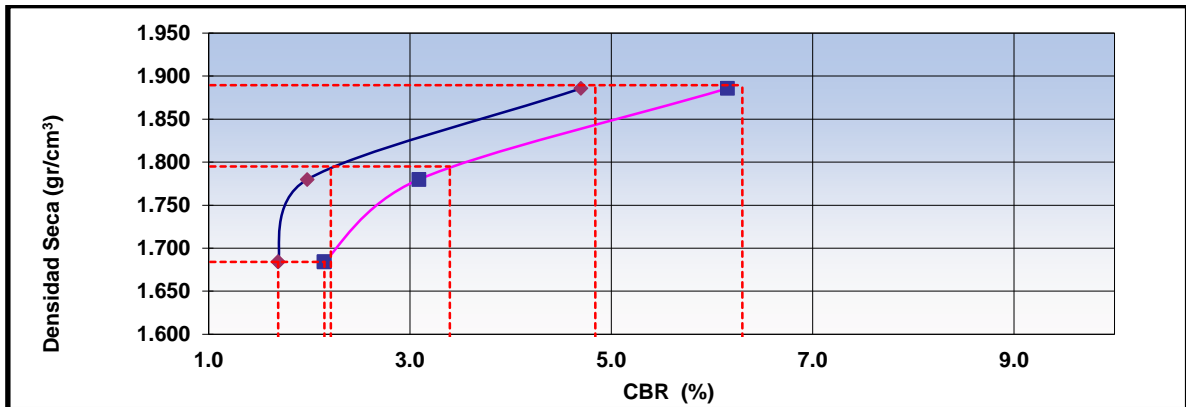


Figura 21. Ensayo CBR Calicata 1

### Calicata 2. CBR Natural

En la tabla 23, y figura 22, se puede observar los resultados del ensayo CBR realizado a la Calicata 2. Donde se da a conocer los valores CRR de 5.2% y 4.5% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 4.0% y 3.4% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR, se puede catalogar al suelo de la calicata 2 al 100% de su MDS en 2" de penetración como un suelo Pobre.

Tabla 23. Ensayo CBR Calicata 2

Descripción	CBR
<b>RESULTADOS (0.2'')</b> :	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	5.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	4.5%

<b>RESULTADOS (0.1'')</b> :	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	4.0%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	3.4%

Fuente: elaboración Propia

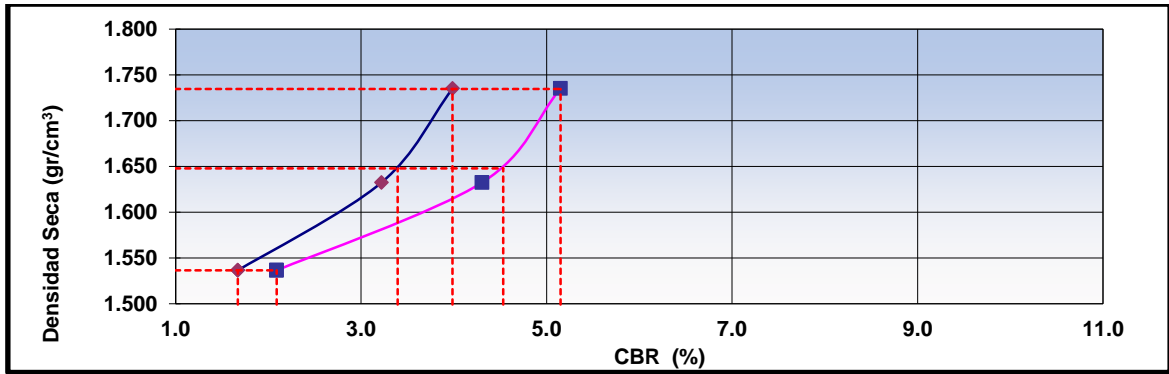


Figura 22. Ensayo CBR de la Calicata 2

### Calicata 3. CBR Natural

En la tabla 24, y figura 23, se puede observar los resultados del ensayo CBR realizado a la Calicata 3. Donde se da a conocer los valores CRR de 7.3% y 6.2% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 5.7% y 6.2% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR, se puede catalogar al suelo de la calicata 2 al 100% de su MDS en 2" de penetración como un suelo muy bueno.

Tabla 24. Ensayo CBR Calicata 3

Descripción	CBR
<b>RESULTADOS (0.2'')</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	7.3%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	6.2%

<b>RESULTADOS (0.1'')</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	5.7%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	4.9%

Fuente elaboración Propia

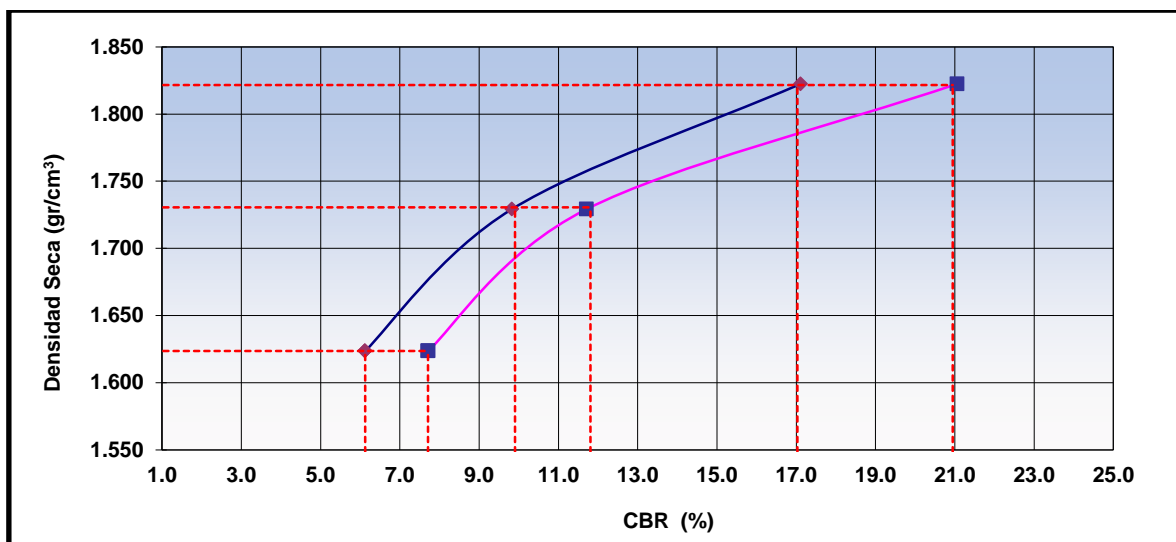


Figura 23. Ensayo CBR Calicata 3

### 3.2.7. Comparación de valores CBR en Suelo Natural

En la tabla 25 y figura 24, se puede observar la comparación de resultados CBR realizados a las tres calicatas, con la finalidad escoger la calicata con el CBR más desfavorable, lo cual se empleará para el proceso de investigación con el polímero acrílico AggreBind. De acuerdo a la tabla 24, se determinó que la muestra más desfavorable es la calicata 2 con un CBR de 5.20% del 100% de su MDS en una penetración de 2 pulg. A diferencia de la de la calicata 1 y 3 que tienen valores más altos que la calicata 2 en una penetración de 2 pulg. Al 100% de su MDS.

Tabla 25. Comparación de resultados CBR en las Calicatas

DESCRIPCIÓN	CBR		
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 3
<b>PENETRACIÓN (0.2'')</b>			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	6.30%	5.20%	7.3%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	3.40%	4.50%	6.2%
<b>PENETRACIÓN (0.1'')</b>			
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	4.80%	4.00%	5.7%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	2.20%	3.40%	4.9%

Fuente elaboración Propia

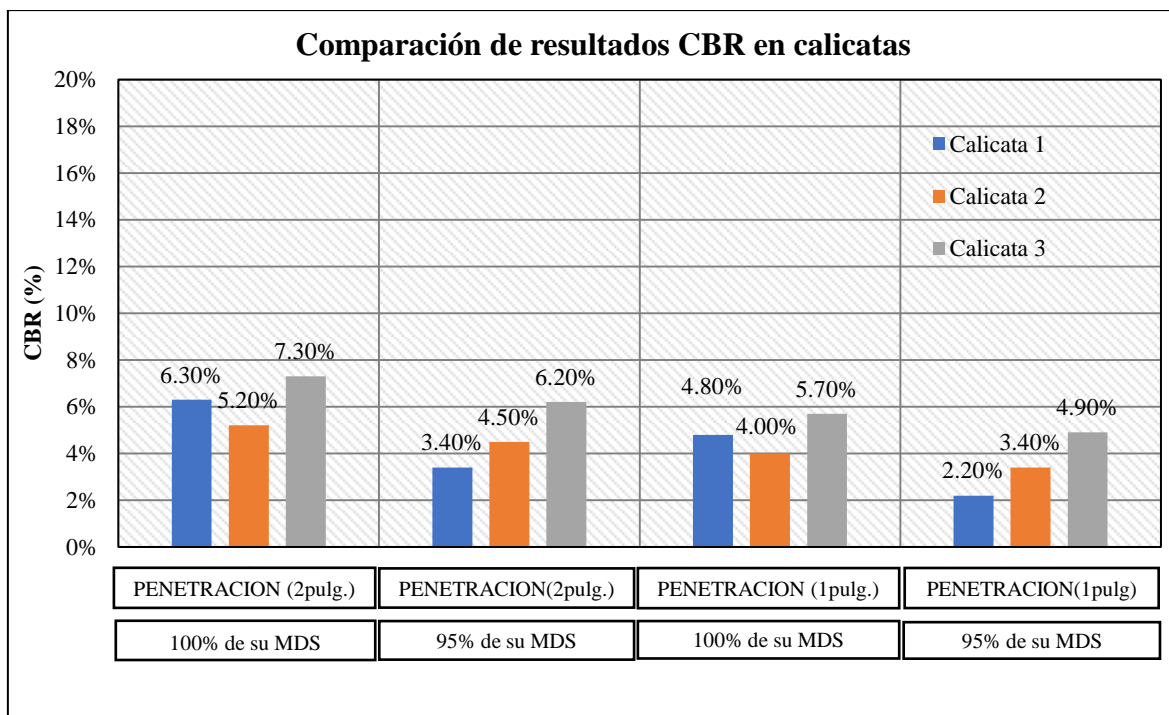


Figura 24. Comparación de resultados CBR en Calicatas

### 3.3. Resultados Técnicos del Suelo con la aplicación del AggreBind

Después de identificar el suelo más desfavorable (calicata 2), se prosiguió hacer un mejoramiento técnico del suelo con la aplicación del polímero acrílico AggreBind con dosificaciones de 3, 3.5, 4 y 5 Lts/m<sup>3</sup> de AggreBind.

Para ello se empleó todas las características del suelo de la calicata 2, lo cual se apreciar en la tabla 26. Con la finalidad de calcular la relación de agua con el polímero AggreBind.

Tabla 26. Características Generales del Estudio de Suelos de la Calicata 2

Descripción General de la calicata 2								
Dimensión de Calicata			: 1.2 x 1.2 x 1.50		Progresiva		: 0+450 km	
Referencia			: Nivel de Terreno		Latitud		: 11°57'42.91"S	
Nivel Freático			: No se encontró		Longitud		: 77° 6'1.03"O	
Resultados de ensayos de calicata 2								
% de Finos QPM(200)	Clasificación		% del OMC	Peso específico	Wn (%)	Límites de ATTERBERG		
	SUSC	AASHTO				L.L. (%)	L.P. (%)	I.P. (%)
56.2	CL	A - 4	14	1.735	6	23	14	9

Fuente: elaboración propia

### 3.3.1. Dosificaciones AggreBind más H2O para muestra en laboratorio

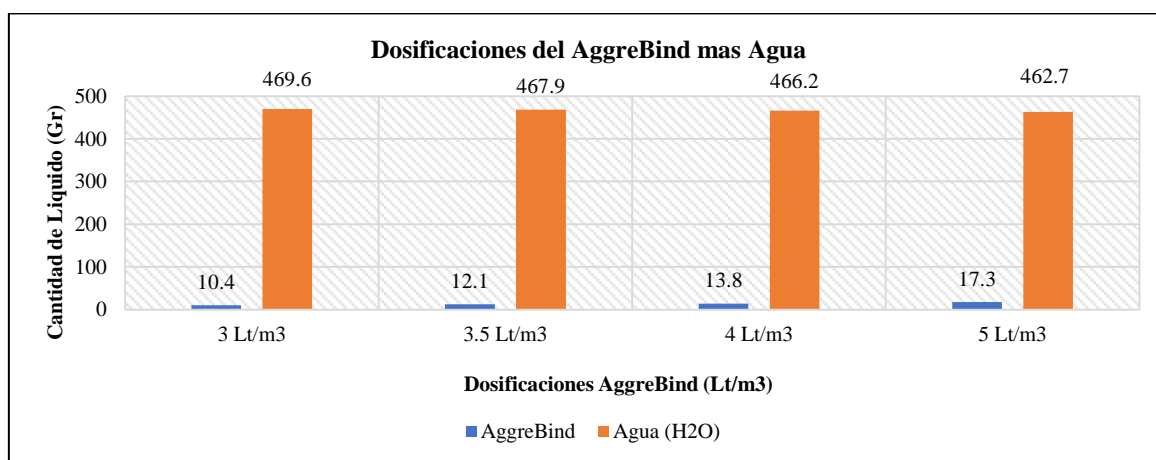
Para determinar las dosificaciones del AggreBind más agua en la muestra de suelo, se tomaron las características generales del suelo de la calicata 2, lo cual se puede ver en la tabla 26. Así mismo, para la investigación se proyectó considerar cuatro dosis de AggreBind en Lt/m<sup>3</sup>, y se prosiguió calcular la dosificación con la calculadora AggreBind.

En la tabla 27 y figura 25, se puede apreciar las dosificaciones del AggreBind más Agua, lo cual fue calculado de acuerdo la calculadora AggreBind y según los resultados del estudio de suelo. Para la dosis 3 Lt/m<sup>3</sup>, se empleó 10.4 y 469.6 gramos de AggreBind y Agua respectivamente sumando un total de 480 gramos. Para la dosis de 3.5 Lt/m<sup>3</sup> se empleó 12.1 y 467.9 gramos de AggreBind y Agua respectivamente. Así mismo, para la dosis 4 Lt/m<sup>3</sup>, se empleó 13.8 y 466.2 gramos de AggreBind y Agua respectivamente sumando un total de 480 gramos. Finalmente para la dosis 5 Lt/m<sup>3</sup>, se empleó 17.3 y 462.7 gramos de AggreBind y Agua respectivamente sumando un total de 480 gramos

**Tabla 27.** Dosificaciones AggreBind mas Aguas en Muestra de Suelo

Dosis AggreBind	Total AggreBind (Gramos)	Total de H2O (Gramos)	Total de Liquido (Gramos)
3 Lt/m <sup>3</sup>	10.4	469.6	480
3.5 Lt/m <sup>3</sup>	12.1	467.9	480
4 Lt/m <sup>3</sup>	13.8	466.2	480
5 Lt/m <sup>3</sup>	17.3	462.7	480

Fuente: elaboración propia



**Figura 25.** Dosificaciones AggreBind mas Agua en Muestra de Suelo

### 3.3.2. Ensayo CBR con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind

#### Dosis 3 Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

En la tabla 28 y figura 26, se puede apreciar el ensayo CBR con dosis de 3Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind realizado a la calicata 2. Donde se da a conocer los valores CRR de 68.6% y 59.9% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 54.3% y 46.7% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR y de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 28, se puede mencionar que el polímero AggreBind aumento su valor CBR considerablemente hasta alcanzar un suelo excelente.

**Tabla 28.** Ensayo CBR con dosis de 3 Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

Descripción	CBR
<b>RESULTADOS (0.2"):</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	68.6%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	58.9%

<b>RESULTADOS (0.1"):</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	54.3%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	46.7%

Fuente: elaboración propia

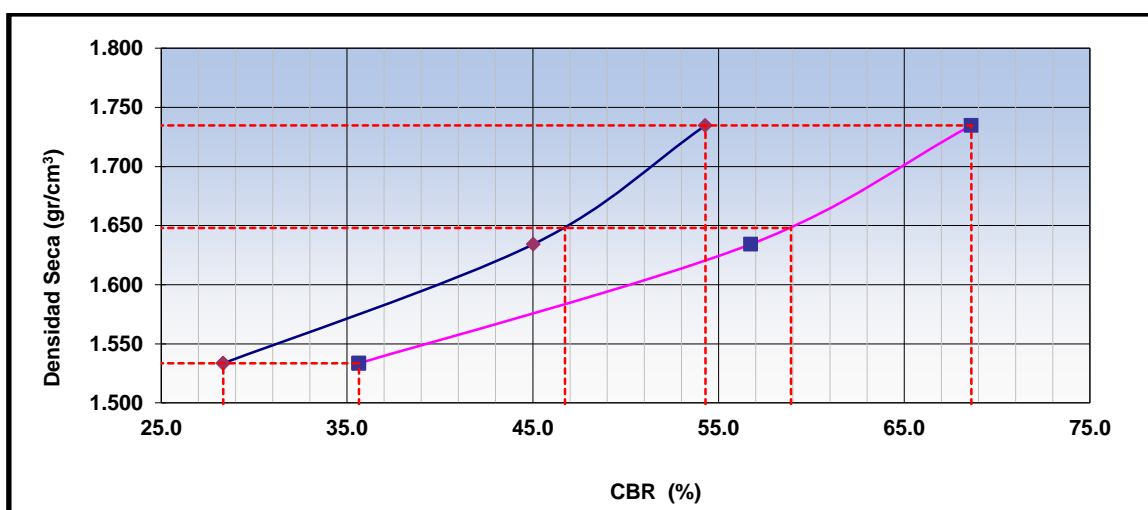


Figura 26. Ensayo CBR con dosis de 3 Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind



### Dosis 3.5 Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

En la tabla 29 y figura 27, se puede apreciar el ensayo CBR con dosis de 3.5Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind realizado a la calicata 2. Donde se da a conocer los valores CRR de 65.1% y 58.3% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 52.3% y 47.1% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR y de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 29, se puede mencionar que el polímero AggreBind aumento su valor CBR considerablemente hasta alcanzar un suelo excelente.

**Tabla 29.** Ensayo CBR con dosis de 3.5 lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

Descripción	CBR
<b>RESULTADOS (0.2'')</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	65.1%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	58.3%

<b>RESULTADOS (0.1'')</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	52.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	47.1%

Fuente: elaboración propia

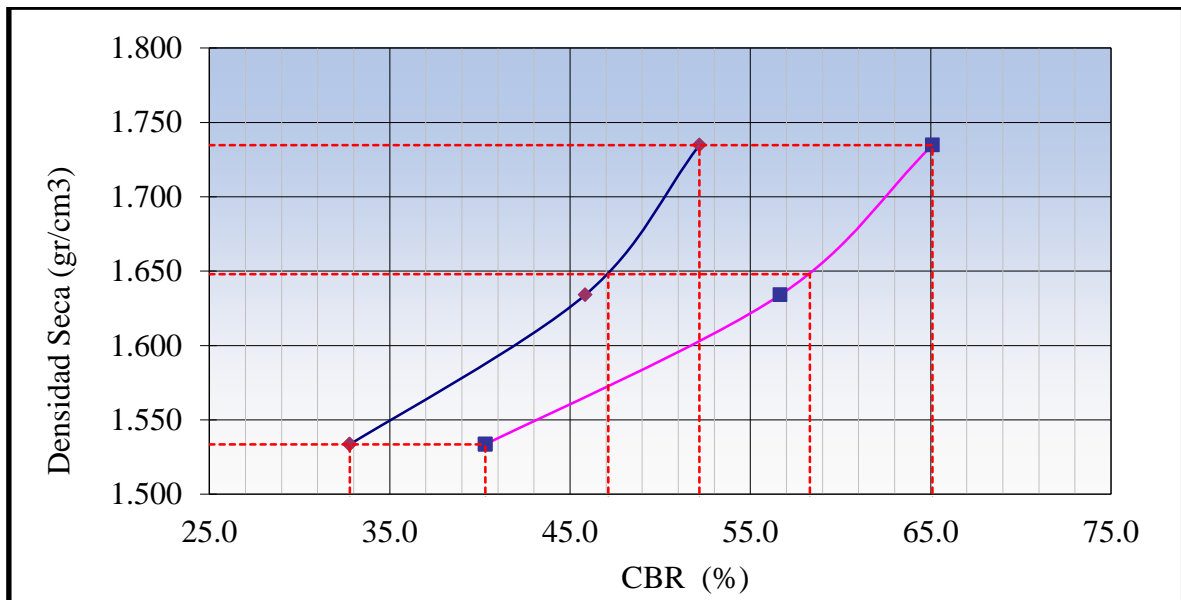


Figura 27. Ensayo CBR con dosis de 3.5 lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

### Dosis 4 Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

En la tabla 230 y figura 28, se puede apreciar el ensayo CBR con dosis de 4Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind realizado a la calicata 2. Donde se da a conocer los valores CRR de 59.2% y 51.5% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 48.3% y 40.8% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

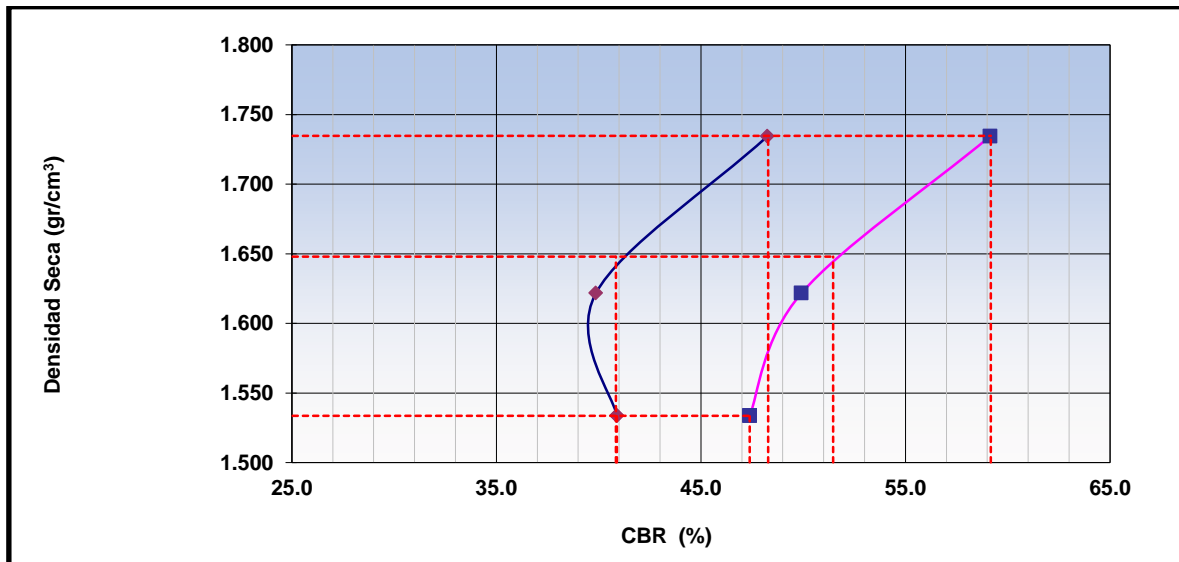
De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR y de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 230, se puede mencionar que el polímero AggreBind aumento su valor CBR considerablemente hasta alcanzar un suelo excelente.

**Tabla 30.** Ensayo CBR con dosis 4Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

Descripción	CBR
<b>RESULTADOS (0.2"):</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	59.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	51.5%

<b>RESULTADOS (0.1"):</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	48.3%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	40.8%

Fuente: elaboración propia



**Figura 28.** Ensayo CBR con dosis 4Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

### Dosis 5 Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

En la tabla 31 y figura 29, se puede apreciar el ensayo CBR con dosis de 5Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind realizado a la calicata 2. Donde se da a conocer los valores CRR de 49.8% y 49.8% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 100% Y 95% consecutivamente en una penetración de 2 pulg. Así mismo, se tiene valores CBR de 46.2% y 38.6% de su MDS de 100% y 95% consecutivamente en una penetración de 1 pulg.

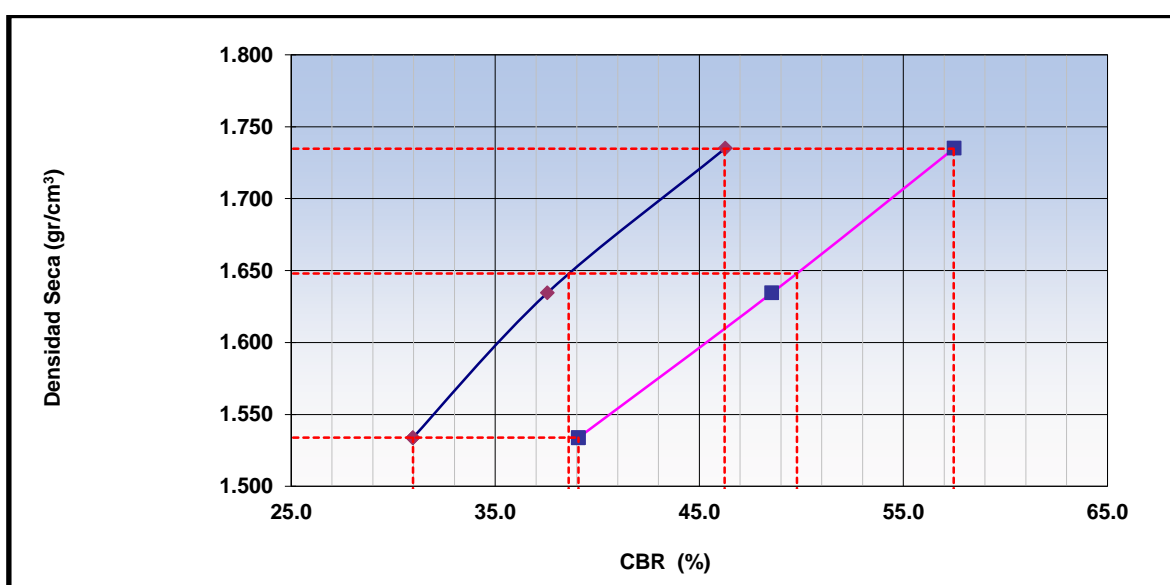
De acuerdo a la Tabla 5 Categoría de la Subrasante según el valor CBR y de acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 31, se puede mencionar que el polímero AggreBind aumento su valor CBR considerablemente hasta alcanzar un suelo excelente

**Tabla 31.** *Ensayo CBR con dosis 5Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind*

Descripción	CBR
<b>RESULTADOS (0.2"):</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	57.5%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	49.8%

<b>RESULTADOS (0.1"):</b>	
Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.	46.2%
Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.	38.6%

Fuente: elaboración propia



*Figura 29.* Ensayo CBR con dosis de 5Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind

### Comparación de valores CBR con dosificaciones de AggreBind

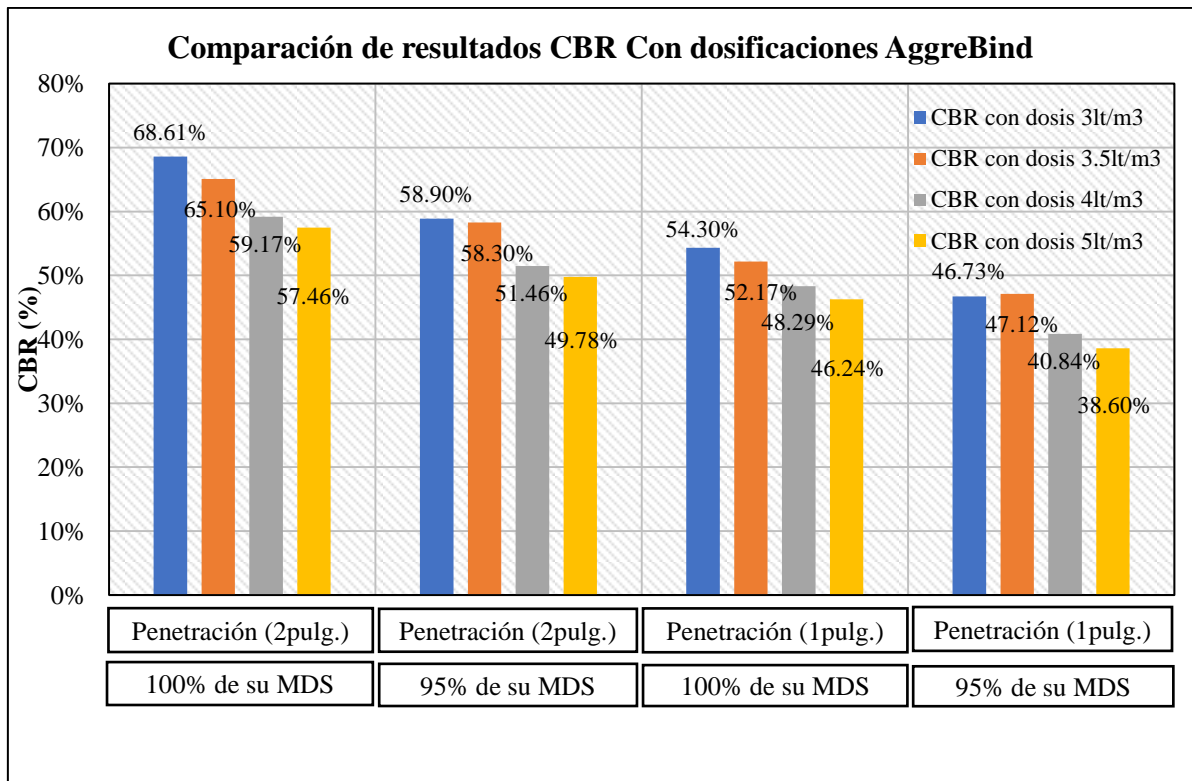
En la tabla 32 y figura 30, se puede observar la comparación de valores CBR con dosificaciones del polímero acrílico AggreBind. Donde el CBR más alto resulta mejor a una dosificación de 3Lt/m<sup>3</sup> de AggreBind con un valor de 68.61% de CBR del 100% de su DMD en una penetración de 2 pulg. La dosificaciones de 3.5, 4 y 5 Lt/m<sup>3</sup> van decreciendo a medida que se va aumentado más el polímero.

Entonces, de acuerdo a estos resultados se puede asegurar que la capacidad de soporte del suelo (CBR) no crece a medida que se aumenta mayor cantidad de polímero AggreBind.

**Tabla 32.** Comparación de Valores CBR con dosificaciones AggreBind

Descripción	CBR			
	3%	3.50%	4%	5%
<b>Resultados (0.2'')</b>				
<b>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.</b>	68.61%	65.10%	59.17%	57.46%
<b>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.</b>	58.90%	58.30%	51.46%	49.78%
<b>Resultados (0.1'')</b>				
<b>Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S.</b>	54.30%	52.17%	48.29%	46.24%
<b>Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S.</b>	46.73%	47.12%	40.84%	38.60%

Fuente: elaboración propia



**Figura 30.** Comparación de Valores CBR con dosificaciones AggreBind

### 3.3.3. Ensayo de capilaridad del suelo con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind

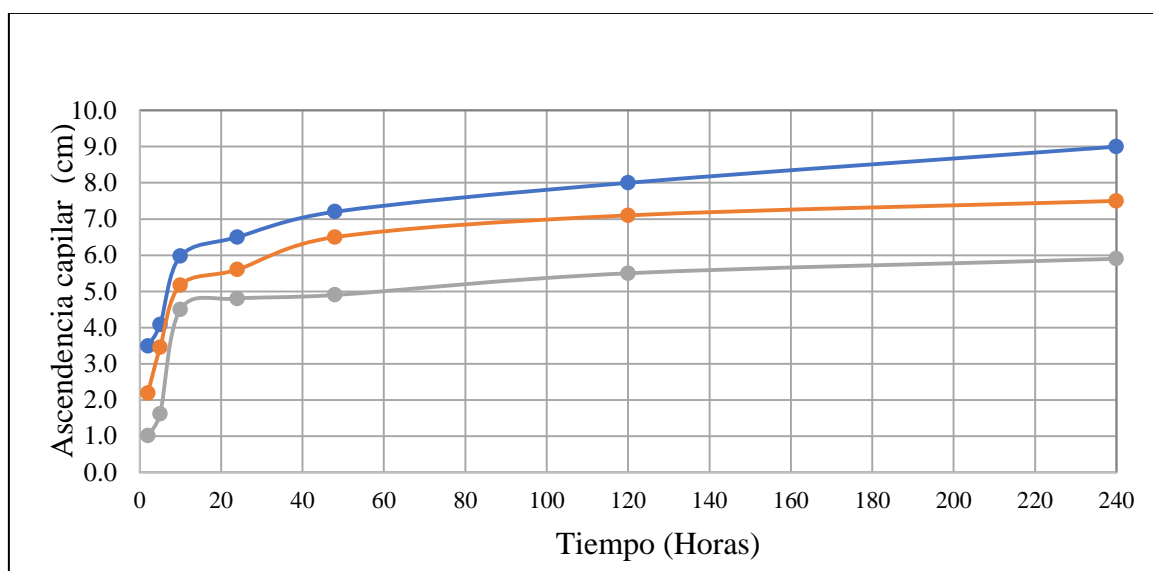
En la tabla 33 y figura 31, se puede observar el ensayo de capilaridad del suelo natural (M-1), suelo mejorado con el AggreBind (M-2) y suelo mejorado y sellado con el AggreBind (M-3).

De lo cual se puede concluir que la aplicación del sellante en el suelo estabilizado con el AggreBind, influye a que el suelo sea menos permeable. Ya que según los resultados se obtuvo un valor de absorción de 50.34% a diferencia del suelo natural que tuvo un valor de absorción de 76.79%

Ensayo de capilaridad en tres muestras

**Tabla 33.** Ensayo de capilaridad del suelo

N° Probeta	Altura (H)	Ascensor Capilar								Absorción de agua
		Minutos	01 Día				02 Días	5 Días	10 Días	
		0	Horas 2	Horas 5	Horas 10	Horas 24	Horas 48	Horas 120	Horas 240	
M-1	11,72 cm	0.0	3.5	4.1	6.0	6.5	7.2	8.0	9.0	76.79 %
M-2	11,72 cm	0.0	2.2	3.5	5.2	5.6	6.5	7.1	7.5	63.99 %
M-3	11,72 cm	0.0	1.0	1.6	4.5	4.8	4.9	5.5	5.9	50.34 %



*Figura 31.* Ensayo de capilaridad del suelo

### 3.5. Resultados de Diseños Estructurales de Pavimentación

Para obtener los resultados de diseños estructurales de pavimentación flexible, se consideró 3 (tres) alternativas de pavimentos según describe la siguiente Tabla 34:

**Tabla 34.** *Consideraciones de Pavimentación y Metodología de diseño a emplear*

<b>Pavimentación</b>	<b>Metodología de diseño</b>
1. Pavimento Flexible convencional	AASHTO 93
2. Pavimento Flexible mejorado con AggreBind	
3. Pavimento mejorado y Sellante AggreBind	AggreBind

Fuente: elaboración propia

#### 3.5.1. Diseño de pavimento flexible convencional y mejorado con AggreBind por el método AASHTO 1993

El presente diseño consistió realizar el diseño pavimento flexible convencional y un pavimento flexible mejorado con AggreBind, lo cual se realizó en la muestra de suelo más desfavorable (Calicata 2) de la Av. Paramonga.

Del mismo modo el método que utilizó para el cálculo estructural del pavimento en la presente tesis denominada “Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martin de Porres – Lima –Lima – 2019”, fue la guía AASHTO 93 de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Cabe mencionar que también se utilizó el Manuel de Carreteras Sección Suelos Y Pavimentos en el transcurso del diseño de pavimento.

Finalmente en tabla 35 y figura 32, se observa la estructura del pavimento flexible realizado por el método AASHTO 93, tanto en suelo natural y en suelo mejorado con AggreBind. Donde el Pavimento flexible convencional requiere de una carpeta asfáltica de 3”, base granular de 25 cm y sub base granular de 30 cm. Mientras que el Pavimento Flexible mejorado con la incorporación del polímero acrílico AggreBind requiere de una carpeta asfáltica de 2” y una base con AggreBind de 20 cm.

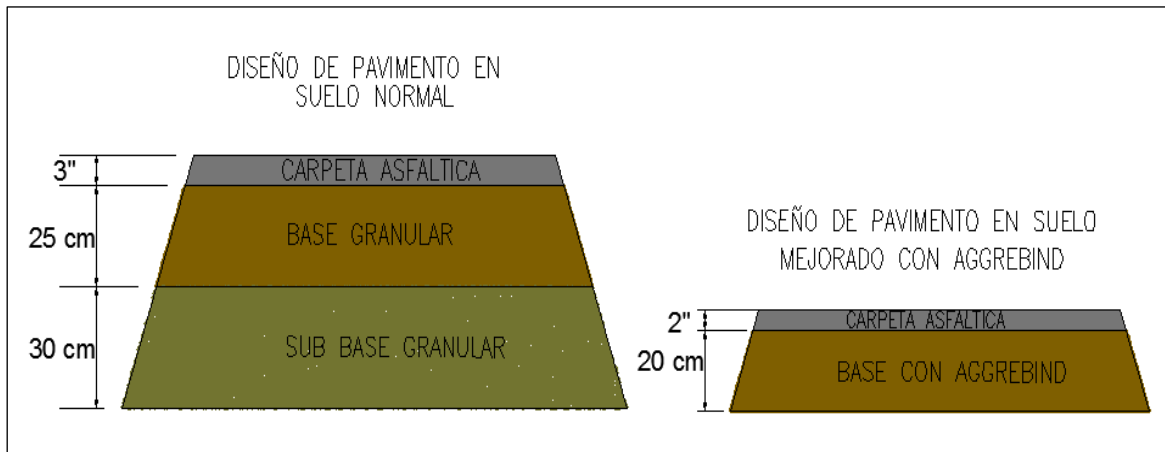
Según estos resultados obtenidos mediante el cálculo estructural del pavimento flexible por el método AASHTO 93, se puede mencionar que el pavimento flexible mejorado con

AggreBind, requiere de menos material en la estructuración del pavimento, además no necesita de una sub base. A diferencia del pavimento flexible convencional que requiere de mayor material en la carpeta asfáltica, en la base granular y en la sub base granular.

**Tabla 35.** Estructura de pavimento flexible convencional y mejorado con AggreBind

Diseño de pavimento el método AASHTO 93	Estructura de pavimento
1. Pavimento Flexible convencional	Carpeta Asfáltica 3" Base Granular 25 cm Sub Base Granular 30 cm
2. Pavimento Flexible mejorado con AggreBind	Carpeta Asfáltica 2" Base AggreBind 20 cm

Fuente: elaboración propia



**Figura 32.** Diseño de pavimento flexible convencional y mejorado con AggreBind

Fuente: elaboración propia

Es preciso señalar, que el siguiente diseño estructural, tanto para el pavimento flexible convencional y pavimento flexible mejorado con AggreBind se realizó con la Hoja de cálculo 1 y 2, Por el método AASHTO y con la ayuda del Manual de carreteras sección Suelos y Pavimentos. “Mayor detalle de cálculo ver Anexo N° 5”.

## Hoja de Diseño 1. Calculo de espesores de Pavimento Flexible con datos del suelo natural

### DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE CONVENCIONAL METODO AASHTO 1993

TESIS : MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTAS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES – LIMA –LIMA - 2019

#### 1. REQUISITOS DEL DISEÑO

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.63E+06
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)	2.5
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.036
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

#### 2. PROPIEDADES DE MATERIALES

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN <sup>2</sup> )	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	7.34

#### 3. CALCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)

SN Requerido	G <sub>t</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
3.74	-0.25527	6.213	6.213

#### 3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.44
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.10
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	3.74	3.86	7.5	25	30

Comentarios:

\* La estructura del Pavimento Flexible, es: - espesor de carpeta en caliente = 3.00"

- Base Granular = 25 cm

- Sub Base Granular = 30 cm

Fuente: elaboración propia



**Hoja de Diseño 2.** Calculo de espesores de Pavimento Flexible con carpeta asfáltica y base AggreBind.

**DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON AGGREBIND  
MÉTODO AASHTO 1993**

**TESIS : MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTAS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES – LIMA –LIMA - 2019**

**1. REQUISITOS DEL DISEÑO**

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.63E+06
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.5
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.036
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

**2. PROPIEDADES DE MATERIALES**

a. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN <sup>2</sup> )	
b. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	38.25

**3. CÁLCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)**

SN Requerido	G <sub>t</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
<b>1.93</b>	-0.25527	6.213	6.213

**3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO**

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.44
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.00
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	0.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	1.93	1.98	<b>5.08</b>	<b>20</b>	<b>0</b>

Comentarios:

\* La estructura del Pavimento Flexible, es: - espesor de carpeta en caliente = 2.00"

- Base Granular = 20 cm

- Sub Base Granular = 0 cm

Fuente: elaboración propia

### 3.5.2. Diseño de Pavimento AggreBind más sello asfáltico

El diseño de pavimentación con el uso del AggreBind más sellante como carpeta de rodadura, se realizó de acuerdo a los resultados del espesor de base de 25 cm de acuerdo a la hoja de cálculo 2, pero esta vez con carpeta de rodadura empleando el sellante AggreBind.

En la figura 33, se puede apreciar la estructura de pavimento con el uso del polímero acrílico AggreBind, que tiene una base de 25 cm y un sellante con una dosificación de 0.25 lt/m<sup>2</sup>.

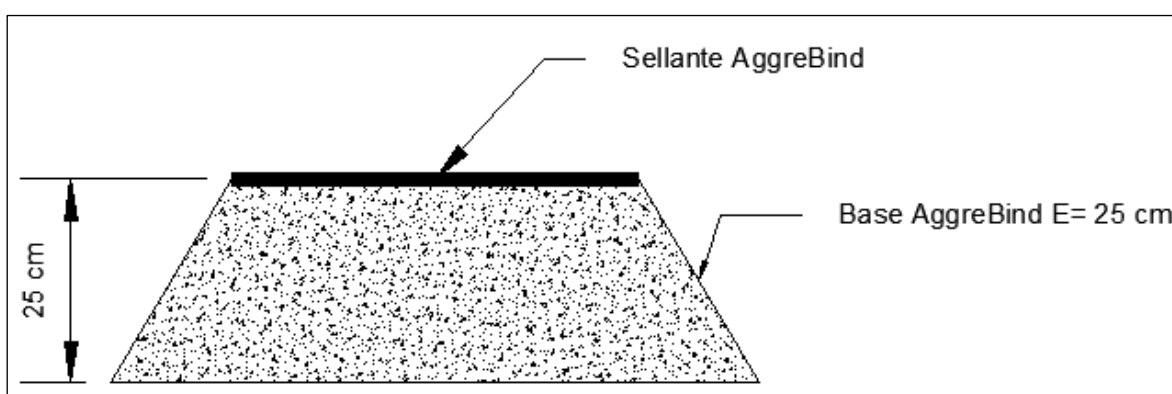


Figura 33. Estructura de pavimentación con AggreBind más Sellante AggreBind

### 3.4. Resultados Económicos de pavimentación vial

En la presente investigación los resultados económicos de pavimentación vial corresponden al comparativo costo en la fase de construcción de un pavimento, para lo cual se consideró una estructura de pavimento flexible convencional, estructura de pavimento flexible con AggreBind y estructura de pavimento con AggreBind más sellante AggreBind.

Cabe mencionar que, para la elaboración del presupuesto de obra se consideró un área de 19,209.70 m<sup>2</sup>, con una longitud de 1,455.25 m y una ancho vial de 13.2 m en vía de dos sentidos, de la Av. Paramonga del Distrito de San Martín de Porres Provincia de Lima Departamento de Lima – Perú.

En tabla 36 y figura 34, se puede apreciar los resultados económicos obtenidos para cada tipo de pavimento. Donde se puede cuantificar económicamente el costo del pavimento

flexible convencional que resultó de S/ 2'553,503.94, el pavimento flexible mejorado con AggreBind resulto S/ 1'259,868.13 y el Pavimentación con AggreBind mas sellante AggreBind resulto S/ 853,198.79.

De acuerdo a estos resultados económicos obtenidos, se puede señalar que el pavimento con mayor costo es el pavimento flexible convencional con un costo de S/ 132.93 por m2, seguido del pavimento flexible mejorado con AggreBind de S/ 65.58 por m2 y finalmente el costo del pavimento con AggreBind mas sellante AggreBind es S/ 44.41 por m2

**Tabla 36.** Resultados económicos de Pavimentación Vial en 19,209.70 m2

Pavimentación	Costo total de la vía	Costo por m2
Flexible Convencional	2,553,503.94	132.93
Flexible Mejorado con AggreBind	1,259,868.13	65.58
AggreBind mas sellante AggreBind	853,198.79	44.41

Fuente: elaboración propia

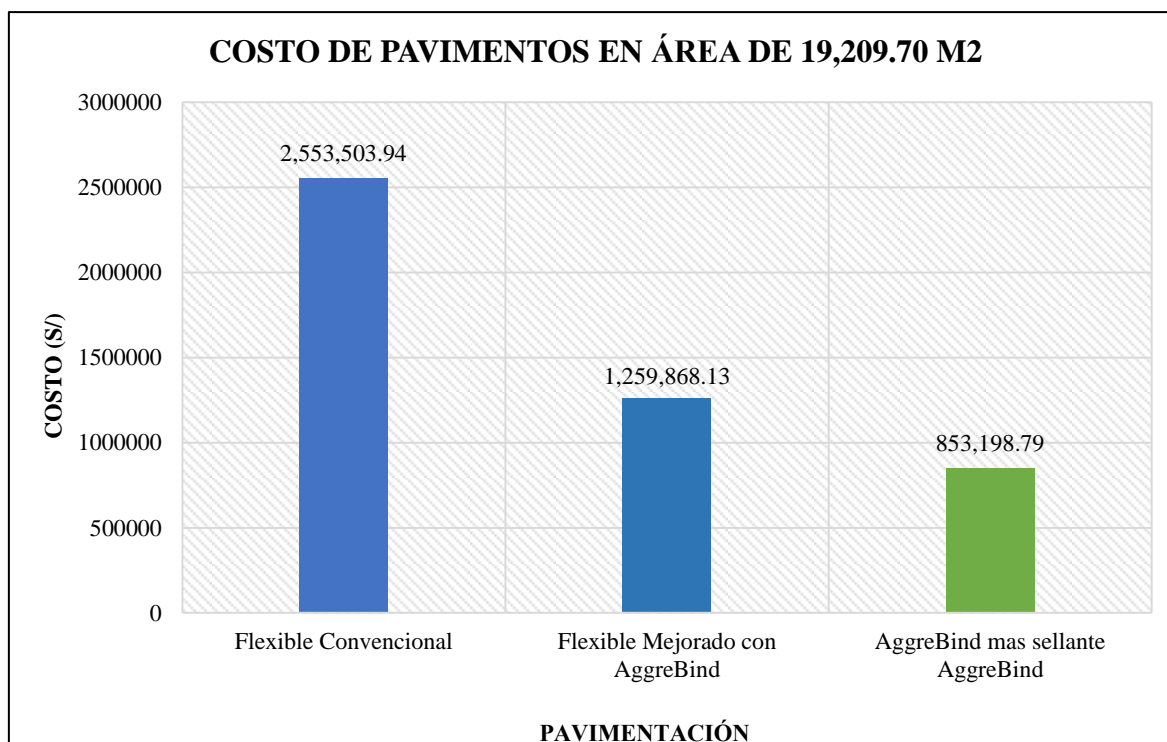


Figura 34. Resultados económicos de Pavimentación Vial

### **3.5. Contrastación de Hipótesis**

#### **Contrastación de hipótesis general**

**Hi:** La aplicación del polímero acrílico AggreBind influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima 2019

**Ho:** La aplicación del polímero acrílico AggreBind no influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima 2019

De acuerdo a los resultados técnicos del suelo con la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se determinó que el AggreBind influye considerablemente en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Ya que, aumentó su capacidad portante hasta 13 veces más con una dosificación óptima de AggreBind más agua, además de ello el sellante AggreBind reduce hasta en un 50% de absorción de agua protegiendo la estructura del pavimento ante cualquier derrame dañino. Y el costo de pavimentación con la aplicación del polímero acrílico AggreBind es 50% más económico que el pavimento flexible convencional. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (Hi) y se rechaza la hipótesis alterna (Ho). Con esta conclusión se consigue el objetivo general planteado inicialmente en la investigación y se confirma así la hipótesis general.

#### **Contrastación de hipótesis específica 1**

**Hi:** Las dosificaciones del AggreBind más agua influyen en el mejoramiento técnico económico de pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima 2019

**Ho:** Las dosificaciones del AggreBind más agua no influyen en el mejoramiento técnico económico de pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima 2019

De acuerdo a los resultados en las dosificaciones realizadas con el polímero acrílico AggreBind más agua, se determinó que una óptima dosificación entre el AggreBind más agua influyen notoriamente en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Ya que, se determinó que una dosificación de 3 lt/m<sup>3</sup>, puede aumentar la capacidad portante del suelo hasta 13 veces más con respecto al suelo natural. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (Hi) y se rechaza la hipótesis alterna (Ho). Con esta conclusión se consigue el objetivo específica 1 planteado inicialmente en la investigación y se confirma así la hipótesis específica 1.

### **Contrastación de hipótesis específica 2**

**Hi:** La capacidad portante del suelo con AggreBind influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima 2019

**Ho:** La capacidad portante del suelo con AggreBind no influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima 2019

De acuerdo a los resultados de CBR con la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se determinó que la capacidad del suelo con el AggreBind influye considerablemente el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Ya que, se determinó que el suelo aumenta su capacidad portante hasta 13 veces con respecto a la capacidad portante del suelo natural. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (Hi) y se rechaza la hipótesis alterna (Ho). Con esta conclusión se consigue el objetivo específica 2 planteado inicialmente en la investigación y se confirma así la hipótesis específica 2.

### **Contrastación de hipótesis específica 3**

**Hi:** El sellante AggreBind influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima 2019

**Ho:** El sellante AggreBind no influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima 2019

De acuerdo a los resultados de la capilaridad y absorción del suelo con el polímero acrílico AggreBind, se determinó que el sellante AggreBind influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Ya que, el sellante AggreBind, redujo la absorción de agua hasta 50%. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (Hi) y se rechaza la hipótesis alterna (Ho). Con esta conclusión se consigue el objetivo específica 3 planteado inicialmente en la investigación y se confirma así la hipótesis específica 3.

## **IV. DISCUSIÓN**

## **Discusión 01 – Resultados Técnicos**

En la presente investigación los resultados técnicos del suelo natural ensayadas en tres calicatas, presenta un suelo arcilloso de baja plasticidad, con presencia de bolonería (partículas de grava menor de 3/8” de diámetro), de forma sub redondeada, de textura rugosa a lisa, con tamaño máximo nominal de 0.1870” de diámetro. El suelo es medianamente plástico, medianamente compacto, con presencia de humedad natural de 14.5%, 6% y 7.4% para calicatas C-1, C2, y C-3 respectivamente. Así mismo, se tuvo valores CBR del suelo natural de 6.3%, 5.2% y 7.3% para calicatas C-1, C2, y C-3. Los resultados técnicos del suelo con la aplicación del polímero acrílico AggreBind ensayadas con muestras de suelo de la calicata 2, mejoraron considerablemente la capacidad portante del suelo en valores CBR de 68.01%, 59.17% y 57.46% con dosificaciones de 3lt/m<sup>3</sup>, 4lt/m<sup>3</sup> y 5lt/m<sup>3</sup> respectivamente. Donde se puede apreciar que con la dosificación de 3lt/m<sup>3</sup> la capacidad del suelo aumenta considerablemente hasta 13 veces más el valor inicial del CBR.

Leiva (2016), en su tesis titulada *“Utilización de Bolsas de Polietileno para el Mejoramiento de suelo a nivel de la subrasante en el Jr. Arequipa, progresiva km 0+000 – km 0 + 100, distrito de Orcutuna, Concepción”*, determinó que las bolsas de polietileno mejoran la capacidad portante del suelo hasta un promedio de 7.98% reduce la expansión del suelo arcilloso de 36.85% con una dosificación de 6%. De acuerdo a la investigación citada se puede indicar que existe una similitud de aumento de CBR pero en distintos tipos de suelo y con distinto material de investigación.

De acuerdo a la investigación realizada por los tesisistas Calle y Arce (2018), en su tesis titulada *“Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional”*, donde los suelos estudiados según la clasificación SUCS fue catalogado como Arena Limosa (SM), con un valor de capacidad de soporte natural del suelo (CBR) de 55% y un aumento de CBR de 110% con dosificación de ½ del polímero acrílico con respecto a la humedad inicial, lo cual indican un aumento de 2 veces más su valor inicial. Por tratarse de un polímero acrílico se puede mencionar que los suelos finos reaccionan mejor con el polímero acrílico, aumentando capacidad portante del suelo. Así mismo la investigación citada tiene una similitud de aumento de la capacidad portante en suelos finos y aumenta.

De la Cruz y Salcedo (2016), en su tesis titulada “*Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian – Huánuco – Junín*”, determinaron que el aditivo Eco Road 2000, produce cambios en las partes físicas y mecánicas de suelos arcillosos, acelerando el proceso de expansión y contracción del suelo. Así mismo, el aditivo aumento su capacidad portante del suelo hasta 6.52 veces más respecto al suelo más desfavorable con valor CBR inicial de 6.70%. De acuerdo a la investigación citada con el Aditivo Eco Road 2000, se puede indicar que existe una similitud de aumento de la capacidad portante del suelo, pero en diferentes tipos de suelo.

## **Discusión 02 – Resultados Económicos**

Los resultados económicos determinados por la presente investigación corresponden a costos de pavimentación AggreBind mas sellante AggreBind, pavimento Asfáltico y pavimento mixto (AggreBind mas Asfalto). Los cuales se presupuestaron en 19,209.70 m2 de espacio público en la Av. Paramonga del Distrito de San Martín de Porres. De los cuales se obtuvo resultados económicos de pavimentación, siendo el pavimento AggreBind con sellante AggreBind más económico que el pavimento asfáltico en un 61.08%.

De acuerdo a la investigación realizada por los tesisistas Calle y Arce (2018), donde realizaron un presupuesto comparativo entre pavimentación con polímero acrílico y pavimentación convencional, resultando un 33% más caro el pavimento estabilizada con polímero acrílico.

Respecto a estos resultados se puede indicar que una pavimentación con el AggreBind con sellante superficial resultada más económica que un pavimento estabilizado con polímero y asfaltado como carpeta de rodadura.

De la Cruz y Salcedo (2016), en su tesis titulada “*Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian – Huánuco – Junín*”, determinaron que el aditivo Eco Road 2000, el reduce costos de construcción de pavimento flexible hasta 19.01% respecto al pavimento convencional. De acuerdo a ello se indica que existe una similitud de reducción de costos con el aditivo Eco Road 2000 y el polímero acrílico AggreBind.



## V. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación, se puede afirmar que la aplicación del polímero acrílico AggreBind influye en Mejoramiento técnico económico de Pavimentos. Ya que se demostró en la parte técnica, que la incorporación del polímero acrílico AggreBind produce cambios notables en el mejoramiento de las propiedades del suelo, aumentado su capacidad de soporte de hasta 13 veces más con respecto al suelo natural y una dosificación óptima del AggreBind más agua, también ayuda que el suelo sea menos permeable, y tenga mayor rigidez. Respecto la parte económica se demostró que se puede realizar pavimentos más resistentes y con menor costo.
- Se demostró que las dosificaciones del polímero acrílicos AggreBind influyen notablemente en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos. Ya que, al realizar una correcta dosificación se logra una mejor resistencia en el suelo, cabe mencionar que en la presente investigación, la mejor dosificación del AggreBind es de 3lt/m<sup>3</sup>, lo cual adquirió un valor CBR hasta 13 veces más con respecto al CBR natural del suelo
- Se determinó que la capacidad de soporte del suelo con la aplicación del AggreBind, influye en el mejoramiento técnico económico de pavimentos. Ya que, según los resultados el suelo natural con CBR de 5.2% al 100% de su MDS, aumento hasta 68.61% al 100% de su MDS con la aplicación del polímero acrílico AggreBind. Por ende se puede concluir que el AggreBind puede aumentar la capacidad portante del suelo hasta 13 veces más en suelos arcillosos de baja plasticidad según la clasificación SUCS y suelos limosos según clasificación AASHTO.
- Se demostró que el sellante AggreBind Influye considerablemente en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentos. Ya que se realizó un comparativo de absorción de agua con 76% de absorción de agua al suelo natural, 64% al suelo mejorado con AggreBind y 50% al suelo mejorado y sellado con AggreBind. Finalmente se puede concluir el sellante AggreBind reduce en un 50% en absorber

agua, lo cual influirá mucho en la protegiendo de la estructura del pavimento ante cualquier derrame y estéticamente forma una apariencia.

- De acuerdo a los resultados estructurales para cada tipo de pavimento en la Av. Paramonga, se determinó que la estructura requerida del pavimento flexible convencional es 3” de carpeta asfáltica, 25cm de base granular y 30cm de sub base granular según método AASHTO 93. Asimismo la estructura requerida para un pavimento flexible mejorado con AggreBind es de 2” de carpeta asfáltica y 20cm de base granular. Finalmente la estructura requerida para un pavimento mejorado y sellado con AggreBind según la metodología AggreBind es de 25cm de base con suelo en situ y una lechada del sellante AggreBind. De acuerdo a estos resultados estructurales se puede concluir que la utilización del AggreBind cambia drásticamente la estructura del pavimento de forma positiva con el mismo suelo en situ.

Con respecto al costo de construcción de pavimento, se determinó que el pavimento mejorado y sellado con el AggreBind, reduce el costo en la fase de construcción de pavimentos hasta un 61.08% menos a comparación del pavimento convencional (pavimento asfáltico). Así mismo el pavimento flexible mejorado con AggreBind tienen un costo de 49.07 % menos que el pavimento convencional. De acuerdo a estos resultados se puede concluir que la pavimentación con el uso del polímero acrílico AggreBind reduce drásticamente el costo del pavimento en la fase de construcción de la misma.

## VI. RECOMENDACIONES

- Con respecto al polímero acrílico AggreBind, Se recomienda su aplicación en suelos finos de baja capacidad portante. Ya que, cambia las propiedades del suelo de manera positiva, aumentado su valor CBR considerablemente.
- A fin de realizar pavimentaciones viales con la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se recomienda realizar ensayos de CBR con distintas dosificaciones, con la finalidad de obtener la óptima relación de AggreBind más agua. Para ello tener como base general la Tabla 1 (dosis AggreBind respecto a la cantidad de finos) y el Anexo 4 (calculadora AggreBind para relación AggreBind mas Agua).
- Si se desea realizar el pavimento con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en zonas urbanas con alto tráfico de vehículos, Se recomienda realizar la estructura del pavimento empleando el polímero acrílico AggreBind como base y la carpeta de rodadura de asfalto para mejor comportamiento, estética y duración de la vía.
- En lugares con alto friaje, la pavimentación con la aplicación del polímero acrílico AggreBind no es muy recomendable. Ya que el comportamiento del AggreBind mezclado con el suelo es semi rígido y con temperaturas altas el pavimento puede contraerse provocando fisuras superficiales. Pero si se desea pavimentar con el AggreBind en estos lugares con temperatura muy baja, se recomienda el usar como base el polímero AggreBind y asfalto modificado como carpeta de rodadura. Ya que, el asfalto modificado tiene la capacidad de recuperación consecutiva ante deformaciones por factores climatológicos y el tránsito pesado.
- Se recomienda realizar pavimentaciones con el polímero acrílico más sellante AggreBind en pueblos de bajos recursos que carecen de pavimentos viales. Ya que, el costo de dicho pavimento es muy económico a diferencia de pavimentos convencionales.

## REFERENCIAS

ACUÑA, Jorge. Ingeniería de confiabilidad. Costa Rica: Tecnología de Costa Rica, 2003. 328 pp.  
ISBN: 9977661411

AMAYA Mario. Estabilización de suelos superficiales del NAICM con Óxido de calcio (CaO). Tesis (Maestro en Ingeniería). México: Universidad Nacional Autónoma de México, Ingeniería Civil, 2017.  
Disponible en <http://132.248.9.195/ptd2017/octubre/0766091/Index.html>

ANGLAS, Miguel. Presencia del paradigma postmoderno en el modelo curricular del programa del Diploma de Bachillerato Internacional. Tesis (Magíster en Educación). Lima: Universidad Católica del Perú, 2009. Disponible en <http://blog.pucp.edu.pe/item/68320/sustentacion-de-tesis-presenciadel-paradigma-postmoderno-en-el-modelo-curricular-del-programa-del-diploma-debachillerato-internacional>

Arancibia, Carolina. Arcillas expansivas: comportamiento, identificación y su correlación mediante ensayos de fácil ejecución. Tesis (de titulación). Chile: Universidad Austral de Chile, 2003. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2003/bmfcia662a/pdf/bmfcia662a-TH.6.pdf>

BERNAL, Jorge. Hormigón Armado - Zapatas. Buenos Aires: Nobuco, 2005. 312 pp.  
ISBN: 987584019

BOSCH, Montese y DEL PORTAL, Maria. Pavimentos. Nuevos Revestimientos. Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, 2002. 312 pp.  
ISBN: 8483015366

CALLE Solaces y ARCE Moisés. Estabilización con polímero acrílico de la subrazante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un pavimento convencional. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Ingeniería Civil, 2018.  
Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6118>

CRESPO, Carlos. Mecánica de suelos y cimentaciones. 5ª. ed. México: Limusa, 2008. 650 pp.  
ISBN: 968-18-6489-01

DE LA CRUZ Lizath y SALCEDO Kaite. Estabilización de suelos cohesivos por medio de aditivos (Eco Road 2000) para pavimentación en Palian – Huánuco – Junín. Tesis (Título profesional de Ingeniero Civil). Perú: Universidad Peruana los Andes, Ingeniería Civil, 2016.  
Disponible en: <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/UPLA/112>

GARCIA, Dias Y Valdez. *El mejoramiento de los suelos: una experiencia desde la agroecología en la Cooperativa de Producción Agropecuaria*. *Revista Científica* [en línea]. Octubre-Diciembre 2014, n° [Fecha de consulta 06 de junio de 2019]. Disponible en <https://www.Dialnet-ElMejoramientoDeLosSuelos-5350836.pdf>

Gerencia de Investigación y Normalización: PAVIMENTOS URBANOS. Lima: 2010. 79 pp.

GONZALES, Matilde. *Terreno*. Barcelona: Universidad Nacional de Catalunya, 2001, 309 pp. ISBN: 84-8301-530-7

INFANTES Carlos y VASQUES Deynis. Estudio comparativo del método convencional y uso de los polímeros EVA y SBS en la aplicación de mezclas asfálticas. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Perú: Universidad Señor de Sipan, Ingeniería Civil, 2016. Disponible en [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS\\_e0d3b7f0a6b828a3177191bb680d1290/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/USSS_e0d3b7f0a6b828a3177191bb680d1290/Details)

JABAR, Rasul. Investigating the use of stabilized subgrade soils for road pavements in Kurdistan. Tesis (Grado de doctor en Ingeniería). Birmingham: Universidad de Birmingham, escuela de ingeniería civil, 2016. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/42551278.pdf>

JURADO Carlos y CLAVIJO Daniel. Estabilización de suelos con cemento tipo MH para mejorar las características físicas y mecánicas del material de subsuelo de la zona de talleres y cocheras de la PLMQ, sector Quejumbre. Tesis (Disertación previa a la obtención del título de Ingeniero Civil). Perú: Pontífice Universidad Católica del Ecuador, Ingeniería Civil, 2016. Disponible en <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/13191>

LEIVA, Roly. Utilización de bolsas de Polietileno para el Mejoramiento de Suelo a nivel de la subrasante en el jr. Arequipa, progresiva km 0+000 – km 0+100, distrito de Orcotuna, Concepción. Tesis (Ingeniero Civil). Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 125 pp. Disponible en <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1181/Leiva%20Gonzales%20Roly%20Roberth%20-%202016%20-%20Pregrado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MARTIROSYAN, Razmik. Development of a coupled finite element model for early age concrete behavior: application to concrete pavements. Tesis (doctoral en ingeniería civil). España: Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Civil y Ambiental, 2017. Disponible en <https://www.tesisenred.net/handle/10803/460836>

MANIKANTA, Saladhy. Estudio experimental sobre el comportamiento resiliente de geocellreinforced recycled pavimento de asfalto capa base. Tesis (Maestría en la ciencia de

Ingeniería Civil). Estados Unidos: Universidad de Texas de Arlington, Escuela de Ingeniería Civil, 2017.

Disponible en <https://rc.library.uta.edu/uta-ir/bitstream/handle/10106/27163/SALADHI-THESIS-2017.pdf?sequence=1>

Molina, Ruge y Camacho. Variabilidad especial de un suelo arcilloso del sector Sabana Centro para la confiabilidad de asentamientos por consolidación primaria. *Revista de Ingeniería y Ciencia* [en línea]. Enero-Junio 2018. N° 14 [fecha de consulta 08 de junio del 2019].

Disponible en

[file:///C:/Users/ORLANDO/Downloads/Variabilidad\\_espacial\\_un\\_suelo.PDF](file:///C:/Users/ORLANDO/Downloads/Variabilidad_espacial_un_suelo.PDF)

MICHENER, John. Efectos de los factores ambientales en la construcción de las capas de pavimento del cemento. Tesis (Grado de Maestro en la Ciencia). Estados Unidos: Universidad Brigham Young, escuela de Ingeniería Civil, 2008.

Disponible en

<https://pdfs.semanticscholar.org/c88f/98446e7c4b65ebed50031c0043a8ac80f1c9.pdf>

MINISTERIO de transportes y comunicaciones. Manual de Carreteras: Suelo Geología, Geotecnia y Pavimentos. 2013.

OLARTE, Jorge. Proceso innovado para determinar el espesor de subrasante mejorada es suelos limo-arcillosos aplicados en la carretera Raither – Puente Paucartambo. Tesis (Grado de Maestro). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería, Ingeniería Civil, 2015.

Disponible en [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2662/1/olarte\\_pj.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2662/1/olarte_pj.pdf)

PANNU Ankit. *Efecto de la estabilización del suelo en la construcción de carreteras y mejora de la resistencia*. *Revista internacional de investigación de la educación y métodos científicos IJARESM* [en línea]. Agosto 2016, n.º 4. [Fecha de consulta: 02 de junio de 2019].

Disponible en

[https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual\\_ISO.pdf](https://www.ucv.edu.pe/datafiles/FONDO%20EDITORIAL/Manual_ISO.pdf)

RICO, Roberto y REYGADAS, Luis. Globalización económica y Distrito federal estrategias desde el ámbito local. México: Plaza y Valdés Editores, 2000. 151 pp.

ISBN: 968856740

RESTREPO, Luis. La gestión del mejoramiento bajo ambiente TQM. Colombia: Centro editorial universal del rosario, 2005. 143 pp.

SBN: 9588225566

SANZ, Juan. *Mecánica de Suelos*. Barcelona: Universi: Editores técnicos asociados, 1975, ISBN: 74-7146-165-X

TRUJILLO, Juan. Ejecución de pavimentos de hormigón impreso [en 93ínea]. 1.<sup>a</sup> ed. España: Ic editorial, 2013 [fecha de consulta: 25/05/2019].

Disponible en

<https://books.google.com.pe/books?id=0FfqAgAAQBAJ&pg=PT32&dq=pavimento&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwjhviGpITjAhWHGc0KHX4tAboQ6AEIUDAH#v=onepage&q=pavimento&f=false>

ISBN: 9788415942795

## **ANEXOS**



**Anexo 1.** Operalización de variables

<b>Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga del distrito de San Martín de Porres – Lima –Lima - 2019</b>					
<b>VARIABLES</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>dimensiones</b>	<b>indicadores</b>	<b>Análisis de Ensayo</b>
Independiente	<p>AggreBind es un polímero acrílico estabilizante de propietarios, económico por su bajo costo, alta durabilidad, resistencia y facilidad en el proceso constructivo de pistas y carreteras.</p>	<p>El AggreBind constituye indicadores que demuestran sus diversas características.</p>	Dosificaciones AggreBind	Especificaciones	Granulometría Contenido de Humedad Límites de consistencia Protor Modificado
<b>Polímero Acrílico AggreBind</b>			Dosificaciones	Calculadora AggreBind	
			Capacidad de Soporte del suelo con AggreBind	Especificaciones	Permeabilidad
			Dosificaciones	Calculadora AggreBind	
			Sellante AggreBind	Resistencia del suelo	CBR (Agg. + H2O)
<b>Variable II</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Definición operacional</b>	<b>dimensiones</b>	<b>indicadores</b>	<b>Análisis de Ensayo</b>
Dependiente	<p>La mejora es el cambio positivo alterando las propiedades de la subrasante para algo mejor</p>	<p>Realización de diferentes tipos de ensayos ligados a las muestras con el polímero AggreBind, para el mejoramiento de la subrasante</p>	Técnico	Caracterización del suelo	Granulometría Clasificación SUCS y AASHTO Contenido de Humedad Límites de consistencia Proctor modificado
<b>Mejoramiento Técnico Económico de Pavimentación vial</b>				Capacidad de Resistencia del Suelo	Relación de Soporte de Californiana (CBR)
				Tratamientos Mecánicos y Químicos del Suelo	
			Económico	APU en Construcción de Pavimentos	-Pavimento flexible convencional -Pavimento flexible convencional mejorado con AggreBind -Pavimento con AggreBind mas sellante AggreBind

**Anexo. 2** Matriz de consistencia

<b>Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga del distrito de San Martin de Porres – Lima –Lima - 2019</b>							
<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>dimensiones</b>	<b>indicadores</b>	<b>Análisis de Ensayo</b>	
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable I</b>				
¿De qué manera influye la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019?	Determinar cómo influye La Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019	La Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind influye en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019	Independiente	Polímero Acrílico AggreBind	Dosificaciones AggreBind	Especificaciones	Granulometría Contenido de Humedad Límites de consistencia Protor Modificado
						Dosificaciones Agg + H2O	Calculadora AggreBind
					Capacidad de Soporte del suelo con el AggreBind	Especificaciones	Permeabilidad
						Dosificaciones	Calculadora AggreBind
					Sellante AggreBind	Resistencia del suelo	CBR (Agg. + H2O)
<b>Problemas Específicos</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Variable II</b>	<b>dimensiones</b>	<b>indicadores</b>	<b>Análisis de Ensayo</b>	
¿Cómo influye las dosificaciones AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019?	Determinar cómo influyen las dosificaciones AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019	las dosificaciones AggreBind influye en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019	Dependiente	Técnico	Caracterización del suelo	Granulometría Clasificación SUCS y AASHTO Contenido de Humedad Límites de consistencia Proctor modificado	
						Capacidad de Resistencia del Suelo	
¿Cómo influye la Capacidad de Soporte en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019?	Determinar Cómo influye la Capacidad de Soporte del suelo con AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019	La Capacidad de Soporte influye en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019	Mejoramiento Técnico Económico de Pavimentación vial		Tratamientos Mecánicos y Químicos del Suelo	Relación de Soporte de Californiana (CBR)	
¿Cómo influye el Sellante AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019?	Determinar Cómo influye la Sellante AggreBind en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019	El Sellante AggreBind influye en el Mejoramiento técnico económico de Pavimentación vial en la Av. Paramonga – SMP – Lima – Lima – 2019		Económico	APU en Construcción de Pavimentos	-Pavimento flexible convencional -Pavimento flexible convencional mejorado con AggreBind -Pavimento con AggreBind mas sellante AggreBind	

### **Anexo 3. Panel fotográfico**



**Calicata 01** : Hasta 1.50m de profundidad presenta suelo de un solo extracto de clasificación SUCS - SC-SM y se encontró desmonte hasta el nivel -0.20 m.



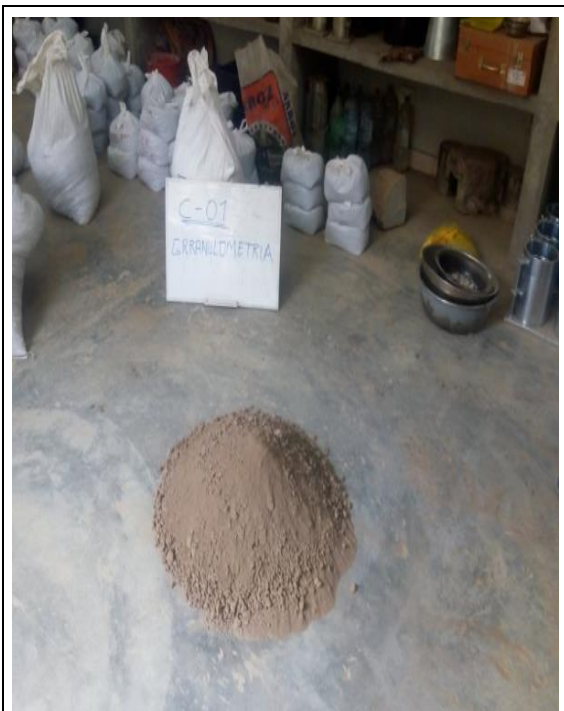
**Calicata 02**: Hasta 1.50 m de profundidad presenta suelo de un solo extracto de clasificación SUCS – CL.



**Calicata 03**: Hasta 1.50 m de profundidad presenta suelo de un solo extracto de clasificación SUCS – CL.



Muestras extraídas de las tres calicatas para ensayos de laboratorio:



**Granulometría - calicata 01:** Muestra de suelo para el ensayo granulométrico.



**Granulometría - calicata 02:** Cuarteamiento de muestra.



**Granulometría - calicata 03:** Muestras seleccionados por cuarteamiento que será pesada e introducida en horno para proceder el lavado por la malla N° 200 y volver secar las partículas retenidas en dicha malla.



**Granulometría – calicata 01, 02 y 03:** Tamizado de muestra seca que será pesada en cada abertura de tamices,



**Contenido de Humedad Inicial:** Muestra de suelo de las tres calicatas pesadas y sometidas al secado en horno para volver pesarlos y calcular su Contenido de Humedad inicial.



**Límite Líquido:** Ensayo del Límite líquido para las tres calicatas empleando la Copa de Casagrande.

FOTO N° 11



**Límite Plástico:** Ensayo del límite plástico para las tres muestras de suelo en cada calicata, empleando superficie de vidrio esmerilado

FOTO N° 12



**Límite Líquido y Límite Plástico:** Muestras secas de límites que serán pesadas después del ensayo para obtener el contenido de humedad y luego calcular el Índice de plasticidad.



**Proctor Modificado:** Ensayo proctor modificado por el método A, con 3 kilos de muestra de suelo, de 5 capas de 25 golpes de acuerdo al MTC – E 115.



Secado en horno de la muestra obtenida del ensayo proctor modificado, con fines de calcular el OMC y la MDS



**Proceso de ensayo CBR Natural del Suelo:** con muestra de 6 kg, de 5 capas, para moldes de 12, 25 y 56 golpes.



Moldes con muestras después de del proceso de saturado por 24 horas para tomar lectura de su deformación atreves del dial.



**Ensayo CBR Natural del suelo para muestras de tres calicatas,** a través de la prensa CBR, donde se toma lectura de cada penetración por tiempos establecidos. Con fines de determinar el suelo de la calicata más desfavorable.



**Dosificación del Polímero AggreBind de 3, 3.5, 4 y 5 lt/m<sup>3</sup>**



Proceso de chancado a muestra CBR con AggreBind utilizando distintas dosificaciones y 6kg de muestra de suelo con 5 capas de 12, 25 y 56 golpes.



Total de Moldes (12) realizadas aplicando el AggreBind para determinar la dosificación óptima.





**Curado de los moldes AggreBind a temperatura ambiente:** El curado se realiza retirando la muestra del molde.



**Ensayo CBR del suelo desfavorable (C-2) con Polímero AggreBind más agua:** De acuerdo al dicho ensayo se procederá al diseño de pavimentos aplicando el AggreBind.



Muestras de suelo moldeado después del ensayo con la Prensa CBR.



Ensayo de Capilaridad del suelo natural, con estabilizante AggreBind y sellante AggreBind.



**Simulación de Pavimentación con AggreBind - preparación del suelo a pavimentar.**



**Simulación de Pavimentación con AggreBind – Proceso de mezclado homogéneo del suelo con el AggreBind.**



**Simulación de Pavimentación con AggreBind – Estabilización del suelo con el AggreBind**



**Simulación de Pavimentación con AggreBind - sellado superficial con AggreBin.**

**Anexo 4.** Dosificaciones del AggreBind más Agua  
para muestra de ensayo CBR

**Dosificación empleando 3lt/m3:** Resulto 10.4 gramos de AggreBind más 469.6 gramos de Agua para una muestra de ensayo de 6 kilos, teniendo en cuenta todos datos del estudio de suelo a ensayar.

Calculadora con Datos del Estudio de Suelos					
Informacion General				ECH	12/11/2019
1	Nro.de Muestra/ Item	1.1	Origen de la muestra	1.2	% que PM200
1-1		Calicata 1		58.60%	
1.3	% del Indice de Plasticidad	1.4	Peso de 1 M3 del suelo en Kilos (Densidad Seca)	1.5	Peso de 1 M3 del suelo en Gramos
9.0%		1,735		1,735,000	
1.6	Nombre del Polimero	1.7	Litros de AGB por M3	1.8	Grs de AGB por M3
Aggrebind-W		3.0		3,000	
1.9	Peso de la muestra a usar en Grs	2	% de Humedad Inicial	2.1	Peso de la humedad inicial en Grs
6,000		6.00%		360.00	
2.2	Peso de la muestra a usar en Grs	2.3	% del OMC	2.4	Total Liquido para la muestra en Grs
6,000		14.00%		840.0	
Mezcla de AGB/H2O PARA LA BASE					
1	Total de AGB en gramos para la	1.1	Total de H2O en gramos para la muestra	1.2	Total Liquido en gramos para la muestra
10.4		469.6		480.0	

**Dosificación empleando 3.5lt/m3:** Resulto 12.1 gramos de AggreBind más 467.9 gramos de Agua para una muestra de ensayo de 6 kilos, teniendo en cuenta todos datos del estudio de suelo a ensayar.

Calculadora con Datos del Estudio de Suelos					
Informacion General				ECH	12/11/2019
1	Nro.de Muestra/ Item	1.1	Origen de la muestra	1.2	% que PM200
1-1		Calicata 1		58.60%	
1.3	% del Indice de Plasticidad	1.4	Peso de 1 M3 del suelo en Kilos (Densidad Seca)	1.5	Peso de 1 M3 del suelo en Gramos
9.0%		1,735		1,735,000	
1.6	Nombre del Polimero	1.7	Litros de AGB por M3	1.8	Grs de AGB por M3
Aggrebind-W		3.5		3,500	
1.9	Peso de la muestra a usar en Grs	2	% de Humedad Inicial	2.1	Peso de la humedad inicial en Grs
6,000		6.00%		360.00	
2.2	Peso de la muestra a usar en Grs	2.3	% del OMC	2.4	Total Liquido para la muestra en Grs
6,000		14.00%		840.0	
Mezcla de AGB/H2O PARA LA BASE					
1	Total de AGB en gramos para la	1.1	Total de H2O en gramos para la muestra	1.2	Total Liquido en gramos para la muestra
12.1		467.9		480.0	

**Dosificación empleando 4lt/m3:** Resulto 13.8 gramos de AggreBind más 466.2 gramos de Agua para una muestra de ensayo de 6 kilos, teniendo en cuenta todos datos del estudio de suelo a ensayar.

<b>Calculadora con Datos del Estudio de Suelos</b>					
Informacion General				ECH	12/11/2019
1	Nro.de Muestra/ Item	1.1	Origen de la muestra	1.2	% que PM200
1-1		Calicata 1		58.60%	
1.3	% del Indice de Plasticidad	1.4	Peso de 1 M3 del suelo en Kilos (Densidad Seca)	1.5	Peso de 1 M3 del suelo en Gramos
9.0%		1,735		1,735,000	
1.6	Nombre del Polimero	1.7	Litros de AGB por M3	1.8	Grs de AGB por M3
Aggrebind-W		4.0		4,000	
1.9	Peso de la muestra a usar en Grs	2	% de Humedad Inicial	2.1	Peso de la humedad inicial en Grs
6,000		6.00%		360.00	
2.2	Peso de la muestra a usar en Grs	2.3	% del OMC	2.4	Total Liquido para la muestra en Grs
6,000		14.00%		840.0	
<b>Mezcla de AGB/H2O PARA LA BASE</b>					
1	Total de AGB en gramos para la	1.1	Total de H2O en gramos para la muestra	1.2	Total Liquido en gramos para la muestra
13.8		466.2		480.0	

**Dosificación empleando 5lt/m3:** Resulto 17.3 gramos de AggreBind más 462.7 gramos de Agua para una muestra de ensayo de 6 kilos, teniendo en cuenta todos datos del estudio de suelo a ensayar.

<b>Calculadora con Datos del Estudio de Suelos</b>					
Informacion General				ECH	12/11/2019
1	Nro.de Muestra/ Item	1.1	Origen de la muestra	1.2	% que PM200
1-1		Calicata 1		58.60%	
1.3	% del Indice de Plasticidad	1.4	Peso de 1 M3 del suelo en Kilos (Densidad Seca)	1.5	Peso de 1 M3 del suelo en Gramos
9.0%		1,735		1,735,000	
1.6	Nombre del Polimero	1.7	Litros de AGB por M3	1.8	Grs de AGB por M3
Aggrebind-W		5.0		5,000	
1.9	Peso de la muestra a usar en Grs	2	% de Humedad Inicial	2.1	Peso de la humedad inicial en Grs
6,000		6.00%		360.00	
2.2	Peso de la muestra a usar en Grs	2.3	% del OMC	2.4	Total Liquido para la muestra en Grs
6,000		14.00%		840.0	
<b>Mezcla de AGB/H2O PARA LA BASE</b>					
1	Total de AGB en gramos para la	1.1	Total de H2O en gramos para la muestra	1.2	Total Liquido en gramos para la muestra
17.3		462.7		480.0	

## **Anexo 5.**

Calculo estructural de Pavimentos Flexibles del suelo natural y el suelo mejorado con AggreBind.

### **Diseño de pavimento flexible método AASHTO 1993**

Para el diseño del tesis de investigación denominada “Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martin de Porres – Lima –Lima – 2019”, se está considerando el diseño de pavimentos flexibles de asfalto y mixto (AggreBind de base más carpeta de rodadura de Asfalto), utilizando la "Guide for Design of Pavement Structures 1993", de la American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO).

Por lo general el pavimento flexible está conformado por una estructura de capas (sub base, base, carpeta asfáltica) apoyadas en la subrasante, en la construcción vial estas capas se someten a una compactación con una densidad específica. Así mismo en la secuencia constructiva se coloca la sub base sobre la subrasante, la base sobre la sub base y la carpeta asfáltica sobre la base. Cabe mencionar que la sub base puede ser omitida dependiendo la calidad de la subrasante tal como indica la Norma CE.010 Pavimentos Urbanos.

El método AASHTO que se emplea en la presente investigación es un método de regresión basado en resultados empíricos de la carretera de prueba AASHTO, construida en los años 50. AASHTO publicó la guía para el diseño de estructuras de pavimento en 1972, cuyas revisiones fueron publicadas en 1981, 1986 y la actual versión de 1993.

### **Procedimiento de diseño**

El método AASHTO 1993, utiliza el número estructural (SN), lo cual es el espesor total requerida para la estructura del pavimento. Así mismo, el SN sirve para cuantificar la resistencia estructural que el pavimento requiere para determinada capacidad de soporte del suelo, tráfico esperado y pérdida de Serviciabilidad.

### **Ecuación de Diseño AASHTO para la determinación del SN**

$$\log W_{18} = Z_R S_O + 9.36 \log(SN+1) + \frac{\log(\Delta PSI)}{0.40 + \frac{4.2-1.5}{1094}} + 2.32 \log M_R - 8.07 - \frac{1.5}{(SN+1)^{5.19}}$$

Dónde:

W18 = Tránsito, expresado en ejes equivalentes a 8,16 Ton para la vida de diseño.

SN = Número Estructural requerido por la sección de la carretera

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Dónde:

$a_i$ : Coeficiente estructural de capa

$D_i$ : espesor de la capa  $i$  del pavimento.

$m_i$  : Coeficiente de drenaje de las capas de base y sub base granulares

$P_o$  = Índice de Serviciabilidad inicial

$P_t$  = Índice de Serviciabilidad final

$M_R$  = Módulo resiliente del suelo de sub rasante (kg/cm<sup>2</sup>)

$F_R$  = Factor de confiabilidad del diseño. ( $F_R = 10Z_r \times S_o$ )

$Z_r$  = Coeficiente de Student para el nivel de confiabilidad (R%) adoptado

$S_o$  = Desviación normal del error combinado en la estimación de los parámetros de diseño y modelo de deterioro.

### **Coefficientes Estructurales ( $a_i$ )**

Los coeficientes estructurales de capas que conforman el pavimento ( $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$ ), representa la capacidad estructural del material para resistir las cargas solicitantes. Estos coeficientes están en correlaciones obtenidas de la prueba AASHO de 1958-60 y pruebas posteriores que se han extendido a otros materiales y otras condiciones para generalizar la aplicación del método.

En la tabla 37, se observan rangos de valores de los coeficientes estructurales para  $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$ . Siendo un coeficiente estructural de 0.40 al 0.44 pulg-1 para la capa  $a_1$ , de 0.10 a 0.14 pulg-1 para la capa  $a_2$  y de 0.06 a 0.10 pulg-1 para la capa  $a_3$ .

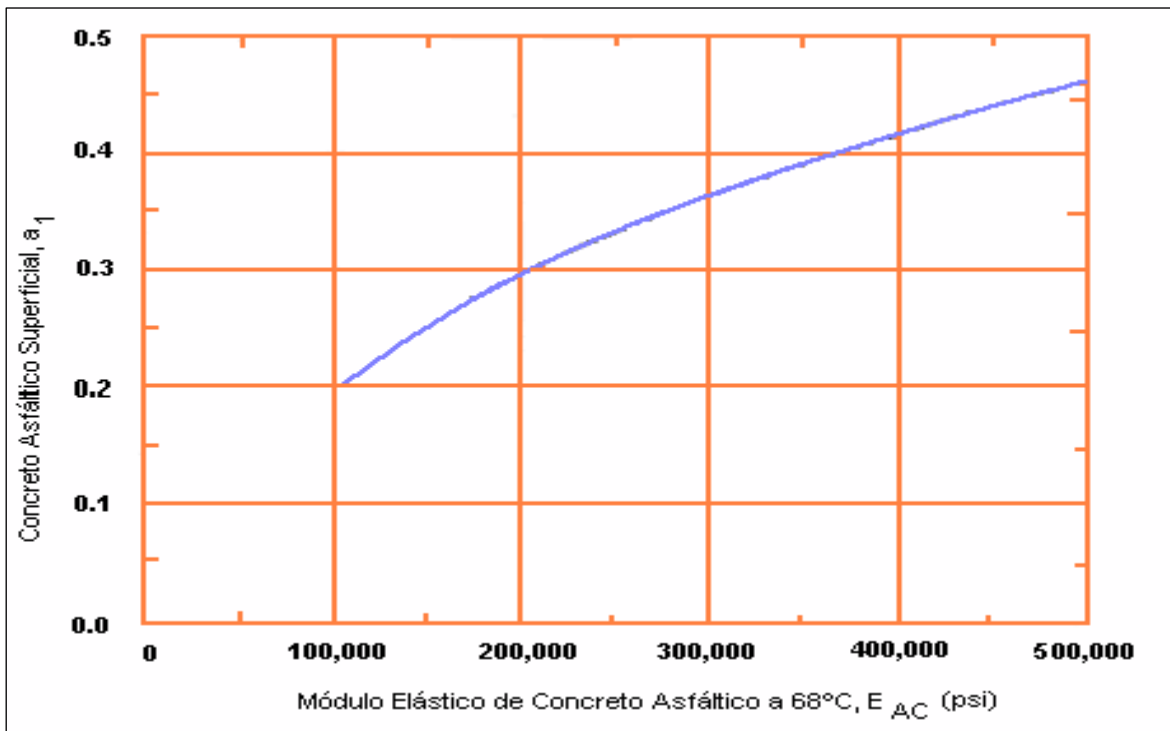


**Tabla 37.** Valor de coeficientes estructurales de capa

Descripción	Coefficiente Estructural
Concreto asfáltico superficial ( $a_1$ )	0.40 – 0.44 pulg-1
Base de piedra chancada ( $a_2$ )	0.10 – 0.14 pulg-1
Sub base de grava arenosa ( $a_3$ )	0.06 – 0.10 pulg-1

Fuente: método AASHTO 93

La determinación de estos coeficientes estructurales ( $a_1$ ,  $a_2$  y  $a_3$ ), se puede hallar mediante figuras proporcionada por el AASHTO, para cada capa de pavimento como se ver en las siguientes figuras 35, 36 y 37.



*Figura 35.* Carta para el cálculo el coeficiente estructural del concreto asfáltico ( $a_1$ )

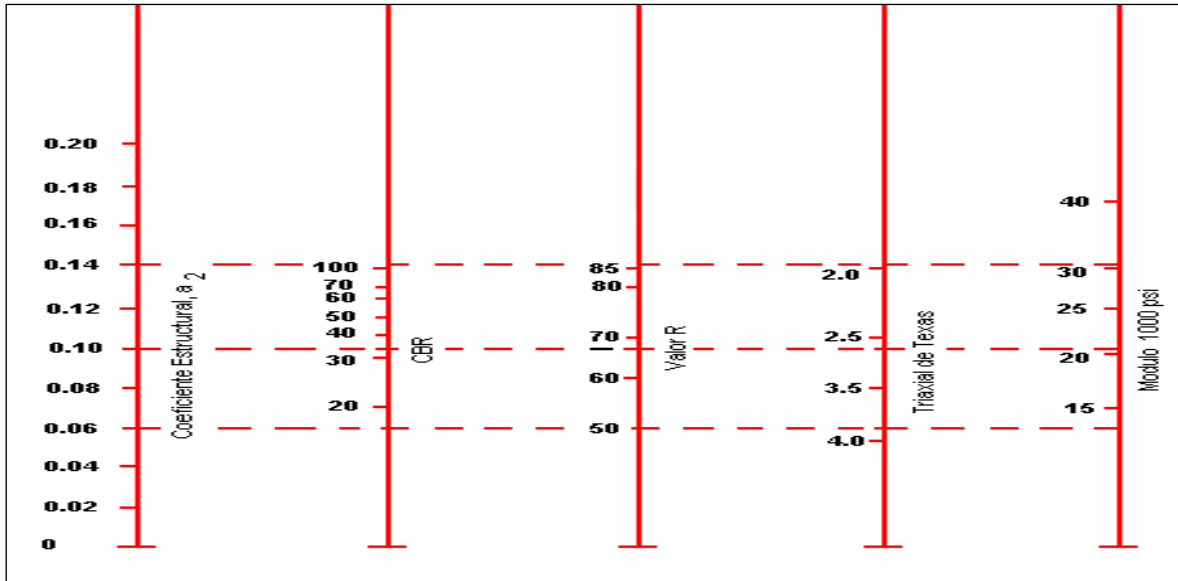


Figura 36. Variación de coeficiente de capa de base granular (a<sub>2</sub>) con variación de los parámetros de resistencia

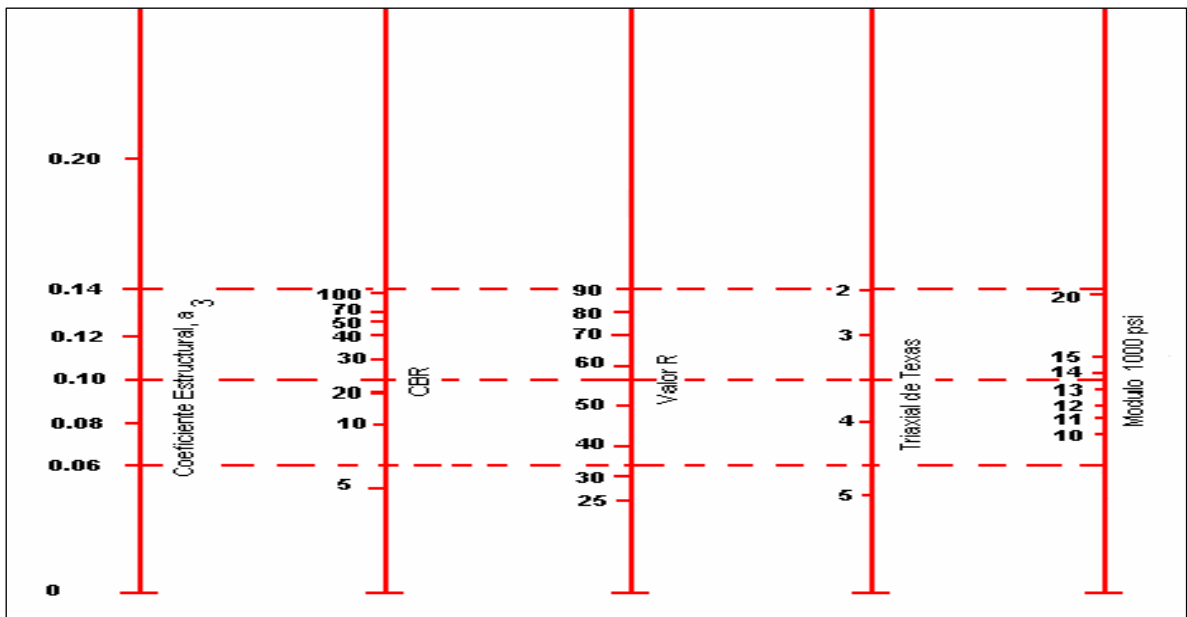


Figura 37. Variación de coeficiente de capa de sub base granular (a<sub>3</sub>) con variación de los parámetros de resistencia

### Calculo del número estructural requerido

El diseño de los pavimentos depende del tráfico esperado durante la vida de funcionamiento de la vía y de la confiabilidad en su comportamiento. Luego de

caracterizar la subrasante del suelo y tomar los valores de confiabilidad (R), para el error estándar  $S_o$  y ESAL estimado, se puede determinar el valor del número estructural, SN, usando la ecuación antes mencionada.

### Periodo de Diseño

El período de diseño se refiere al tiempo desde que la estructura de pavimento entra en servicio hasta antes que necesite algún trabajo de rehabilitación. Los periodos de diseño se consideran de acuerdo las condiciones de las carreteras establecidos por el método AASHTO 93, como se muestra a continuación:

**Tabla 38.** *Periodos típicos de diseño*

Condiciones de Carreteras	Periodo de Análisis
Vías urbanas con alto volumen	30-50
Vías rurales con alto volumen	20-50
Pavimentadas con bajo volumen	15-25
Superficie granular con bajo volumen	oct-20

Fuente: método AASHTO 93

### Tránsito

El diseño considera el número de ejes equivalentes (EAL) para el período de análisis (W18) en el carril de diseño. A partir de conteos vehiculares y conversión a ejes equivalentes, se debe afectar el EAL en ambas direcciones por factores direccionales y de carril, si son más de dos. El factor de distribución direccional generalmente es de 0.5 (50%) para la mayoría de las carreteras, sin embargo, este puede variar de 0.3 a 0.7 dependiendo de la incidencia en una dirección.

### Factor de confiabilidad, R

Es una medida que incorpora algún grado de certeza en el proceso de diseño para asegurar que los diferentes parámetros alcancen el período de análisis. La tabla 39, presenta los niveles recomendados de confiabilidad para diferentes clasificaciones funcionales.

**Tabla 39.** Niveles sugeridos de confiabilidad,  $R$ 

Clasificación Funcional	Nivel recomendado de confiabilidad	
	Urbano	Rural
Interestatal y otras vías	85-99,9	80-99,9
Arterias principales	80-99	75-95
Colectores	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

Fuente: método AASHTO 93

### Desviación Estándar Normal ( $Z_R$ )

La desviación estándar normal está en función de la confiabilidad del proyecto,  $R$ . En la siguiente tabla se muestran los valores de desviación estándar correspondiente a diferentes niveles de confiabilidad.

**Tabla 40.** Desviación estándar nominal ( $Z_r$ )

Confiabilidad $R$ , %	Desviación Estándar Normal, $Z_R$
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
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	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: método AASHTO 93

## **Pérdida de Serviciabilidad**

La Serviciabilidad se define como la calidad de servicio del pavimento. La primera medida de la Serviciabilidad es el Índice de Serviciabilidad Presente, PSI, que varía de 0 (carretera imposibles de transitar) a 5 (carretera perfecta). El PSI se obtiene midiendo la rugosidad y Idaho (agrietamiento, parchado y de formación permanente) en un tiempo en particular durante la vida de servicio del pavimento. La rugosidad es el factor dominante para estimar el PSI del pavimento.

La guía AASHTO 93 usa la variación total del Índice de Serviciabilidad (APSI) como criterio de diseño, que se define como:

$$\text{APSI} = \text{Po} - \text{Pt}$$

Dónde:

Po: Índice de Serviciabilidad inicial

Pt: Índice de Serviciabilidad final, que es el más bajo Índice tolerable antes de la rehabilitación

## **Coefficientes de drenaje (mi)**

El método AASHTO asume que la resistencia de la sub rasante y base permanecerá constante durante la vida de servicio del pavimento. Para que esto sea cierto, la estructura de pavimento debe tener drenaje apropiado. La calidad de drenaje se incorpora al diseño, modificando los coeficientes de capa. El factor que modifica el coeficiente de capa se representa por mi. El posible efecto del drenaje en el concreto asfáltico no se considera. Las tablas 41 y 42, presenta valores de los coeficientes de drenaje, correspondientes a los diferentes niveles de drenaje.

**Tabla 41.** *Condición de drenaje*

<b>Drenaje</b>	<b>Agua eliminada en</b>
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	(el agua no drena)

Fuente: método AASHTO 93

**Tabla 42. Coeficiente de drenaje ( $m_i$ )**

Coeficientes de Drenaje recomendados $m_i$				
Calidad de Drenaje	Porcentaje de tiempo anual en que la estructura del pavimento está expuesta a niveles cercanos a saturación			
	Menos que 1%	1a 5%	5 a 25%	Mayor que 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
Malo	1,05-0,95	0,95-0,75	0,75-0,40	0,40

Fuente: método AASHTO 93

### Procedimiento de diseño

El número estructural requerido se convierte a espesores de concreto asfáltico, base y sub base, por medio de coeficientes de capa y utilizando la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3$$

Dónde:

$a_i$ : Coeficiente estructural de capa

$D_i$ : espesor de la capa  $i$  del pavimento.

$m_i$ : Coeficiente de drenaje de las capas de base y sub base granulares

Una vez calculado el Número Estructural, el siguiente paso es definir las diferentes capas de la estructura del pavimento, las que de acuerdo a sus características estructurales satisfagan el N.E. definido. La estructuración no tiene una solución única, se pueden establecer variadas combinaciones de capas que satisfacen la ecuación del N.E. En la elección de las capas se deben considerar los materiales disponibles y su costo

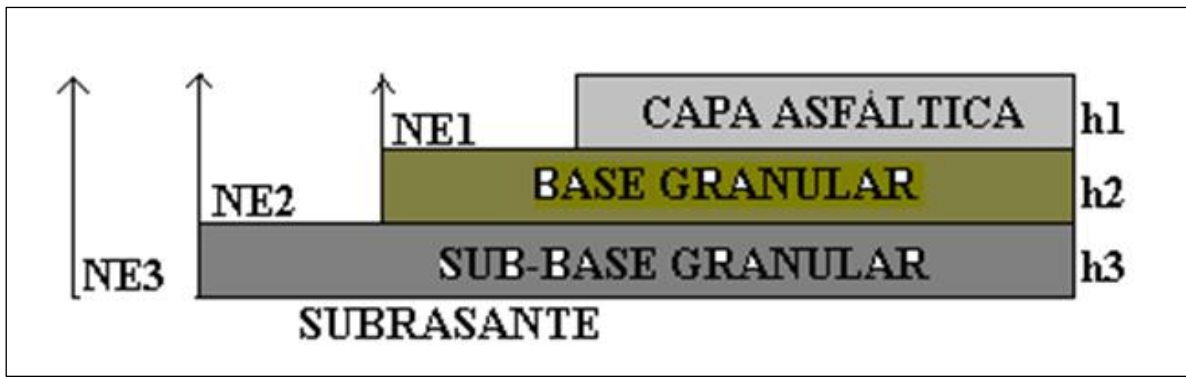


Figura 38. Espesores de capa de pavimento asfáltico

**Condición de Diseño**

$$h1 > NE / a1$$

$$SN1 = a1 * h1 \text{ ----- } SN1 > NE1$$

$$h2 (NE2 - SN) / a2 * m2$$

$$SN2 = SN1 + a2 * h2 * m2 \text{ ----- } SN2 > NE2$$

$$h3 (NE3 - SN2) / a3 * m3$$

Nota:

NE = Número Estructural Requerido

SN = Número Estructural Efectivo

h = Espesores Adoptados (cms)

**Datos generales para el diseño de pavimentos flexibles en la Av. Paramonga**

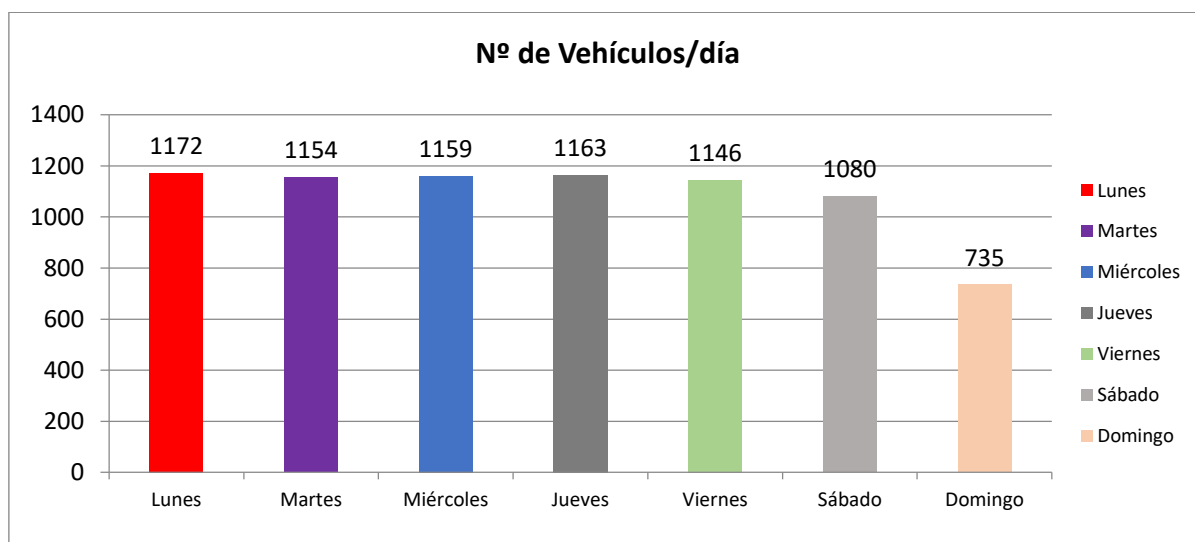
Debido a realizar comparaciones de costos entre pavimento flexible convencional, pavimento flexible con AggreBind y Pavimento con suelo mejorado y se sellado con AggreBind en la Av. Paramonga, clasificado como una red colectora urbana, se procedió a realizar el conteo vehicular en un lapso de una semana, que tuvo como resultado un IMD promediado en una semana de 1087 veh/ día, de los cuales 985 son ligeros (Autos,

Camionetas y Combies). 68 Ómnibus de 2 ejes, 25 camiones de 2 ejes, 8 camiones de 3 ejes y 1 camión de 4 ejes; Tal como se puede apreciar en la tabla 43 y figura 39.

**Tabla 43.** *Conteo vehicular de la Av. Paramonga*

Tipo de Vehículo	Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							Promedio de veh/día
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	
Autos, Camionetas y Combies	1040	1022	1052	1048	1040	1002	691	985.0
Bus 2 Ejes	80	86	78	75	76	48	33	68.0
Camión 2 Ejes	40	32	20	30	20	25	8	25.0
Camión 3 Ejes	10	12	8	10	9	4	3	8.0
Camión 4 Ejes	2	2	1	0	1	1	0	1.0
<b>TOTAL</b>	<b>1172</b>	<b>1154</b>	<b>1159</b>	<b>1163</b>	<b>1146</b>	<b>1080</b>	<b>735</b>	<b>1087</b>

Fuente: elaboración propia



*Figura 39.* Conteo vehicular de la Av. Paramonga

Para el cálculo del ESAL de diseño, se procedió a tomar los valores del conteo vehicular, Así mismo para el cálculo de Factor Camión (F.C.), se utilizó los Factores de Equivalencia de cargas de la Guía AASHTO para cada peso de eje del vehículo, tal como se ve en la



siguiente tabla 44. Factores de Equivalencia y en la Figura 40 peso máximo por ejes de vehículos.

**Tabla 44.** *Factor de equivalencia de cargas*

Carga bruta por eje		Factor de equivalencia de carga		
KN	Ib	Ejes Simples	Ejes Tándem	Ejes Tridem
4.45	1.000	0.00002		
8.9	2.000	0.00018		
17.8	4.000	0.00209	0.0003	
26.7	6.000	0.01043	0.001	0.0003
35.6	8.000	0.0343	0.003	0.001
44.5	10.000	0.0877	0.007	0.002
53.4	12.000	0.189	0.014	0.003
62.3	14.000	0.360	0.027	0.006
71.2	16.000	0.623	0.047	0.011
80.0	18.000	1.000	0.077	0.017
89.0	20.000	1.51	0.121	0.027
97.9	22.000	2.18	0.180	0.040
106.8	24.000	3.03	0.260	0.057
115.6	26.000	4.09	0.364	0.080
124.5	28.000	5.39	0.495	0.109
133.4	30.000	6.97	0.658	0.145
142.3	32.000	8.88	0.857	0.191
151.2	34.000	11.18	1.095	0.246
160.1	36.000	13.93	1.38	0.313
169.0	38.000	17.20	1.70	0.393
178.0	40.000	21.08	2.08	0.487
187.0	42.000	25.64	2.51	0.597
195.7	44.000	31.00	3.00	0.723
204.5	46.000	37.24	3.55	0.868
213.5	48.000	44.50	4.17	1.033
222.4	50.000	52.88	4.86	1.22
231.3	52.000		5.63	1.43
240.2	54.000		6.47	1.66
249.0	56.000		7.41	1.91
258.0	58.000		8.45	2.20
267.0	60.000		9.59	2.51
275.8	62.000		10.84	2.85
284.5	64.000		12.22	3.22
293.5	66.000		13.73	3.62
302.5	68.000		15.38	4.05

311.5	70.000		17.19	4.52
320.0	72.000		19.16	5.03
329.0	74.000		21.32	5.57
338.0	76.000		23.66	6.15
347.0	78.000		26.22	6.78
356.0	80.000		29.0	7.45
364.7	82.000		32.0	8.20
373.6	84.000		35.3	8.90
382.5	86.000		38.8	9.80
391.4	88.000		42.6	10.6
400.3	90.000		46.8	11.6

Fuente: AASHTO 1986

Conjunto de eje(s)	Nomenclatura	Simbología	Nº de Neumáticos	GRAFICO	Peso máximo por eje(s) (t)
Simple	1RS		02		7
Simple	1RD		04		11
Doble	1RS+1RD		06		16
Doble	2RS		04		12
Doble	2RD		08		18
Triple	3RS		06		16
Triple	1RS+2RD		10		23
Triple	3RD		12		25
Doble Separado	1RD+1RD		08		11+11

Figura 40. Peso máximo por eje de vehículos

Fuente: reglamento nacional de vehículos aprobado mediante el Decreto Supremo N° 058-2003 – MTC

Finalmente para el cálculo de ESAL de diseño, se considera el factor de crecimiento poblacional que corresponde a la tasa de crecimiento anual de la población del departamento de Lima que es 1.3% según el INEI 2010 a 2015 y la tasa de crecimiento anual del PBI del departamento de lima según las cifras INEI del año 2018 es 4.4%.

En la tabla 45. Se observa el ESAL de diseño de 1'633.811, con lo cual se procederá calcular las dimensiones de la estructura del pavimento.

**Tabla 45. ESAL de diseño de diseño - Av. Paramonga**

Tipo de Vehículo	N° veh/día (2 sentidos) <b>1</b>	N° veh/día (1 sentido) 2= 50%(1)	N° veh/año <b>3= 2x365</b>	FC <b>4</b>	ESAL en carril de diseño <b>5=3x4</b>	Factor de crecimiento <b>6</b>	ESAL diseño <b>7=5x6</b>
Autos, camionetas y combis	985	492.5	179762.5	0.0001	18.0	22.67	408
Buses (B2)	68	34	12410	3.56	44,179.6	22.67	1,001,552
Camión dos ejes (2)	25	12.5	4562.5	3.56	16,242.5	31.04	504,167
Camión tres ejes (C3)	8	4	1460	2.53	3,693.8	31.04	114,656
Camión cuatro ejes (C4)	1	0.5	182.5	2.3	419.8	31.04	13,029
<b>total</b>	<b>1,087</b>	<b>544</b>	<b>198,378</b>		<b>64,553.6</b>		<b>1,633,811</b>

Fuente: elaboración propia

#### **Cuadro de CBR de la Sub rasante.**

Del Estudio de Mecánica de Suelos, se ha obtenido valores de CBR, en base a las calicatas realizadas en tres puntos estratégicos (C-1, C-2 y C3). De los cuales el CBR más bajo se muestra en el punto C-2, con un valor de 5.2% de CBR de su 100% de su MDS.

Del suelo Mejorado con la aplicación del polímero acrílico AggreBind se ha obtenido un valor de CBR de 68.61% de su 100% de su MDS.

Es preciso señalar que para el cálculo de espesor de Pavimento se deberá emplear el módulo de resiliencia en función al CBR del suelo Natural y del Suelo Mejorado con la aplicación del polímero acrílico AggreBind, como se muestra tabla 46.

**Tabla 46. Cálculo de Modulo de resiliencia**

<b>CBR al 100% de su MDS</b>	<b>Módulo de resiliencia (MR) (psi) = 2555XCBR^0.64</b>
<b>5.2%</b>	<b>7.3 PSI</b>
<b>68.61%</b>	<b>38.25 PSI</b>

Fuente: elaboración propia

De acuerdo al método se ha obtenido como valor de Numero Estructural (SN) de 3.74 para suelo natural y 1.93 para suelo mejorado con la aplicación del polímero acrílico AggreBind.

En general para los dos suelos tanto para el natural y el suelo mejorado con el polímero AggreBind, se ha establecido los siguientes datos con respecto al valor del ESAL de diseño.

**Factor de confiabilidad R = 85%**

**Desviación normal So** Error combinado en la estimación de los parámetros de diseño y modelo de deterioro So = 0.45 (pavimentos flexibles)

**Índices de Serviciabilidad,**

Psi= Serviciabilidad inicial (Po) - Serviciabilidad Final (Pt) = 4 – 2.5 = 1.5

**Tráfico: EAL:** 1.63E+06

### **DISEÑO FINAL**

Teniendo en cuenta, estos parámetros, y considerando el número de tráfico en la zona, se ha creído conveniente utilizar los siguientes espesores de pavimentos como se muestra en la hoja de cálculo 1 y 2, donde se da a conocer el siguiente detalle según ítem:

- **Pavimento asfáltico en Suelo Natural: con el suelo natural:** Carpeta asfáltico 7.5 cm (3”), una base de 25cm y sub base de 30cm.
- **Pavimento asfáltico en Suelo Mejorado con la aplicación del polímero acrílico AggreBind:** Carpeta asfáltico 5 cm (2”) y una base de 20 cm sin la necesidad de la sub base.

El cálculo del numero estructural (SN) requerido, se puede determinar aplicando las ecuaciones descritas, y asumen espesores prácticos hasta obtener un Numero Estructural mayor que el numero estructural requerido. En la siguiente figura, se puede apreciar la ecuación del número estructural y la carta AASHTO 93 para determinar el valor del SN.

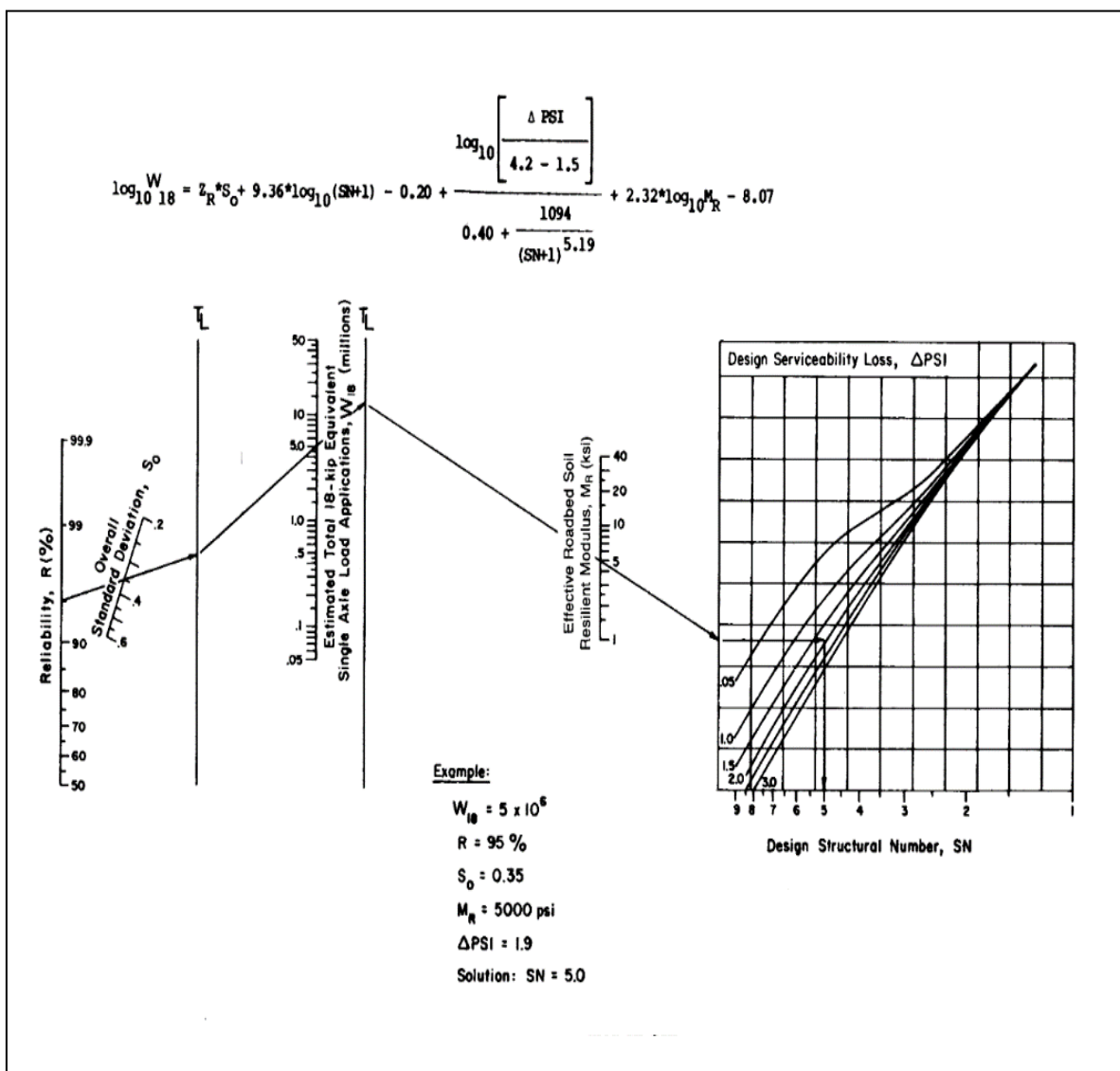


Figura 41. Carta de diseño de pavimento flexible AASHTO 93

**Método AASHTO 1993: diseño adoptado en suelo natural**

Teniendo en cuenta las razones antes expuestas y considerando los parámetros descritos se debe usar 3 pulg de espesor de carpeta asfáltica, 25 cm de base y 30 cm de sub base en la Av. Paramonga, tal como se menciona en la siguiente figura:

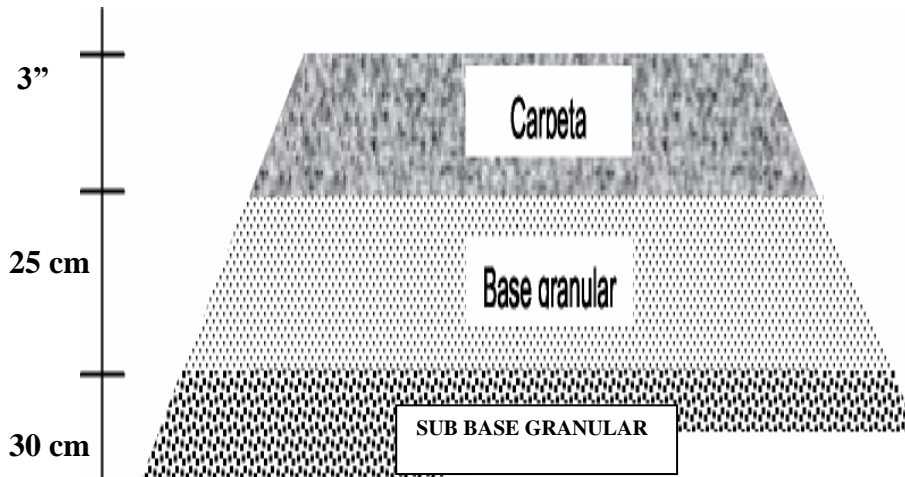


Figura 42. Diseño de pavimento flexible calculado en suelo Natural

**Método AASHTO 1993: diseño adoptado en suelo mejorado con AggreBind**

De acuerdo a los resultados obtenidos con la aplicación del plomero acrílico AggreBind, se debe usar 2 pulg de espesor de carpeta asfáltica y 20 cm de base sin la necesidad de la sub base. Tal como se muestra en la siguiente figura:

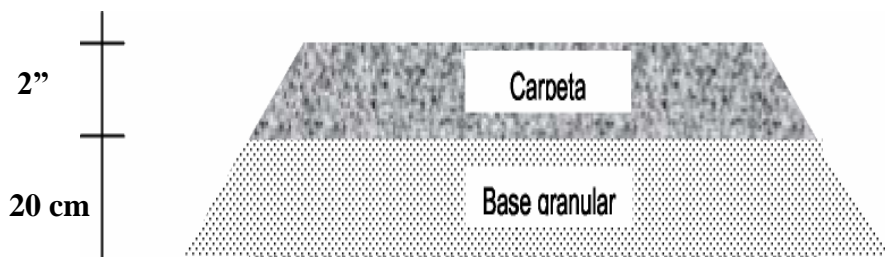


Figura 43. Diseño de Pavimento flexible calculado en suelo mejorado con AggreBind

**DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
METODO AASHTO 1993**

**TESIS : MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTACIÓN VIAL CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES – LIMA –LIMA - 2019**

**1. REQUISITOS DEL DISEÑO**

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.63E+06
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.5
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.036
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

**2. PROPIEDADES DE MATERIALES**

a. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN <sup>2</sup> )	
b. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	7.34

**3. CÁLCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)**

SN Requerido	G <sub>t</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
<b>3.74</b>	-0.25527	6.213	6.213

**3. ESTRUCTURACION DEL PAVIMENTO**

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.44
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.10
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	1.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	3.74	3.86	<b>7.5</b>	<b>25</b>	<b>30</b>

Comentarios:

\* La estructura del Pavimento Flexible, es: - espesor de carpeta en caliente = 2.00"

- Base Granular = 30 cm

- Sub Base Granular = 50 cm

**DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE - CON BASE AGGREBIND  
METODO AASHTO 1993**

**TESIS : MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTACIÓN VIAL CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES – LIMA –LIMA - 2019**

**1. REQUISITOS DEL DISEÑO**

a. PERIODO DE DISEÑO (Años)	20
b. NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)	1.63E+06
c. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)	4.0
d. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)	2.5
e. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)	85%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)	-1.036
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)	0.45

**2. PROPIEDADES DE MATERIALES**

a. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (KIP/IN <sup>2</sup> )	
b. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE	
c. MÓDULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	38.25

**3. CÁLCULO DEL NUMERO ESTRUCTURAL (Variar SN Requerido hasta que N18 Nominal = N18 Calculo)**

SN Requerido	G <sub>t</sub>	N18 NOMINAL	N18 CALCULO
<b>1.93</b>	-0.25527	6.213	6.213

**3. ESTRUCTURACIÓN DEL PAVIMENTO**

a. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA	
Concreto Asfáltico (a1)	0.44
Base granular (a2)	0.14
Subbase (a3)	0.00
b. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA	
Base granular (m2)	1.00
Subbase (m3)	0.00

ALTERNATIVA	SNreq	SNresul	D1(cm)	D2(cm)	D3(cm)
1	1.93	1.98	<b>5.08</b>	<b>20</b>	<b>0</b>

Comentarios:

\* La estructura del Pavimento Flexible, es: - espesor de carpeta en caliente = 2.00"

- Base Granular = 20 cm

- Sub Base Granular = 0 cm



**Anexo 6.**

Propuesta Estructural de Pavimento con AggreBind mas  
Sellante AggreBind

De acuerdo a los resultados técnicos favorables del suelo con la aplicación del polímero acrílico AggreBind, se puede realizar una pavimentación con el AggreBind, más sellante superficial AggreBind. Empleando la siguiente metodología según la empresa AggreBind:

Según la tabla 47. De la metodología AggreBind se puede realizar pavimentos capaces de resistir de 20 a 700 toneladas según la profundidad a excavar.

**Tabla 47.** Capacidad de según AggreBind en toneladas

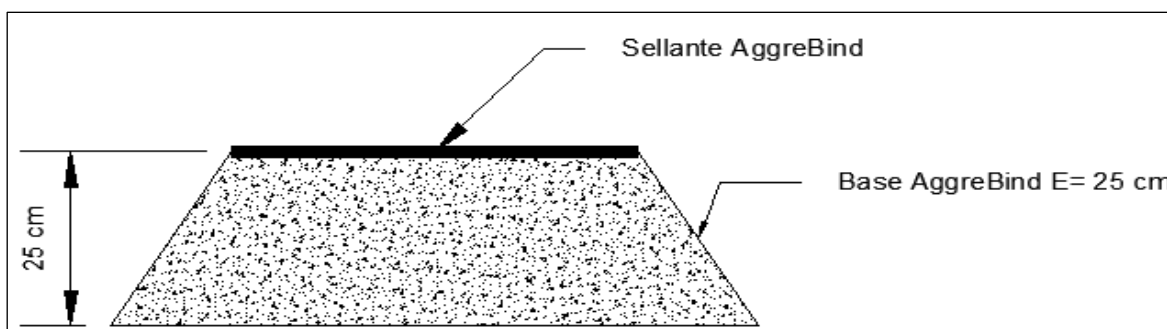


### Capacidad de Resistencia de AGB en Toneladas

Para Resistir	Solo tendra que Excavar	Observaciones
20 toneladas	10 Centímetros	Para Ciclovias, Bases de Tribunales
40 toneladas	15 Centímetros	Para Pistas y/o Carreteras
80 toneladas	20 Centímetros	Para Pistas y/o Carreteras
200 toneladas	25 Centímetros	2 Capas de 12.5 cm c/u
Mas de 700 toneladas	30 Centímetros	2 Capas de 15.0 cm c/u

Fuente: AggreBind

Para el comparativo de costos económicos en la siguiente tesis de investigación se ha propuesto realizar un pavimento capaz de resistir 200 toneladas realizando una excavación de 25 cm de profundidad según la metodología AggreBind. Lo cual se observa en la Figura 43.



*Figura 44.* Estructura de Pavimento con AggreBind más sellante

**Anexo 7.** Planilla de metrados y calculadora AggreBind para obtener la cantidad del polímero más agua.

Planilla de Metrados - Pavimento flexible convencional									
<b>PROYECTO</b>	MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTACION VIAL CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO DEL AGGREGIND EN LA A.V. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA - 2019								
<b>UBICACIÓN</b>	A.V. PARAMONGA DEL DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES								
<b>TIPO</b>	PAVIMENTO FLECIBLE CONVENCIONAL								
<b>FECHA</b>	NOVIEMBRE - 2019								
ÍTEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	METRADO				SUMA	
				LARGO	ANCHO	ALTO	A, P o V	PARCIAL	TOTAL
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>								
01.02	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2							19,209.70
	Pistas		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
01.03	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2							19,209.70
	Pistas		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
02	<b>PAVIMENTACIÓN</b>								
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>								
02.01.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO	m3							12,102.11
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60	0.63		12,102.11	
02.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE 15 mt3, D= 10km	m3							14,522.53
	Pistas - Paramonga		1.20				12,102.11	14,522.53	
02.02	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE CONVENCIONAL</b>								
02.02.01	COMPACTACION Y CONFORMACION DE LA SUBRASANTE C/EQUIPO	m2							19,209.70
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
02.02.02	SUB BASE GRANULAR C/EQUIPO H = 0.30 M	m2							19,209.70
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
02.02.03	BASE GRANULAR C/EQUIPO H=0.25M	m2							19,209.70
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
02.02.04	IMPRIMACION ASFALTICA	m2							19,209.70
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
02.02.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	m2							19,209.70
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
02.03	<b>VARIOS</b>								
02.03.01	LIMPIEZA FINAL DE TERRENO	m2							19,209.70
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	

Planilla de Metrados - Pavimento flexible mejorado con AggreBind									
<b>PROYECTO</b>	MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTACION VIAL CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO DEL AGGREGIND EN LA A.V. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA - 2019								
<b>UBICACIÓN</b>	A.V. PARAMONGA DEL DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES								
<b>TIPO</b>	PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON AGGREGIND								
<b>FECHA</b>	NOVIEMBRE - 2019								
ÍTEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	METRADO				SUMA	
				LARGO	ANCHO	ALTO	A, P o V	PARCIAL	TOTAL
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>								
01.02	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2							19,209.70
	Pistas		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
01.03	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2							19,209.70
	Pistas		2.00	1,455.28	6.60			19,209.70	
02	<b>PAVIMENTACIÓN</b>								
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>								
02.01.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO	m3							4,802.42
	Pistas		2.00	1,455.28	6.60	0.25		4,802.42	

02.02	<b>PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON AGGREBIND</b>								
02.02.01	PREPARACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
02.02.02	BASE GRANULAR - AGGREBIND C/EQUIPO H = 0.20 M	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
02.02.03	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
02.02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 2"	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
02.03	<b>VARIOS</b>								
02.03.01	LIMPIEZA FINAL DE TERRENO	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70

<b>Planilla de metrados - pavimentación con AggreBind mas sellante AggreBind</b>									
<b>PROYECTO</b>	MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTACION VIAL CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO DEL AGGREBIND EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA - 2019								
<b>UBICACIÓN</b>	AV. PARAMONGA DEL DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES								
<b>TIPO</b>	PAVIMENTO CON AGGREBIND MAS SELLANTE AGGREBIND								
<b>FECHA</b>	NOVIEMBRE - 2019								
ÍTEM	DESCRIPCION	UND	N° VECES	METRADO				SUMA	
				LARGO	ANCHO	ALTO	A, P o V	PARCIAL	TOTAL
01	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>								
01.02	LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
01.03	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
02	<b>PAVIMENTACIÓN</b>								
02.01	<b>PAVIMENTO DE TIERRA</b>								
02.01.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO	m3							<b>4,802.42</b>
	Pistas		2.00	1,455.28	6.60	0.25			4,802.42
02.02	<b>PAVIMENTO AGGREBIND</b>								
02.02.01	PREPARACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
02.02.02	BASE GRANULAR - AGGREBIND C/EQUIPO H = 0.25 M	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
02.02.03	SELLANTE AGGREBIND	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70
02.03	<b>VARIOS</b>								
02.03.01	LIMPIEZA FINAL DE TERRENO	m2							<b>19,209.70</b>
	Pistas - Paramonga		2.00	1,455.28	6.60				19,209.70

### Pavimento flexible mejorado con AggreBind – Polímero y agua requerido

En las siguientes tablas, se puede observar la calculadora AggreBind para el cálculo de litros necesarios para conformar la base, siendo un total de 11,663.00lts de AggreBind y 290,641.96 lts de agua. En un área total de 19,207.70 m<sup>2</sup> ubicado en la Av. Paramonga del distrito de san Martín de Porres.

Calculadora AggreBind para calcular el polímero requerido para el pavimento mejorado

Calculo individual de los Litros necesarios para conformar la Base						
Area o Referencia	Parcial M2	Profundidad	Parcial M3	Suelo + Esponjamiento de 1.20% - M3	AGB de 3lt/m3 Para la Base	Se Aplicara Sello?
Area a Presupuestar	19,207.70	0.20	3,841.54	3,887.64	<b>11,663.00</b>	NO
<b>TOTALES ==&gt;</b>	<b>19,207.70</b>		<b>3,841.54</b>	<b>3,887.64</b>	<b>11,663.00</b>	
<b>Total Litros de AGB Requeridos ==&gt;</b>					<b>11,663.00</b>	

Calculadora AggreBind para calcular el agua requerida para el pavimento mejorado

Peso de la Muestra en Campo, en grs ==>		178.53	9.72	3.00		Relacion AGB / H2O		LIQUIDO A APLICAR	
Calculo del Optimo Contenido de Humedad						Base		BASE	
Material Con Agua	Solo Agua	Factor	TOT. LIQ.	AGB	Agua	AGB	Agua	AGB	Agua
186.53	8	9.72	<b>77.76</b>	3.00	74.76	1	<b>24.92</b>	<b>11,663.00</b>	290,641.96
	0	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00
	0	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00
	0	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00
	0	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00
								<b>11,663.00</b>	<b>290,641.96</b>
<b>Total Litros de Agua Requeridos ==&gt;</b>								<b>290,641.96</b>	

## Pavimento con AggreBind mas sellante AggreBind – Polímero y agua requerido

En las siguientes tablas, se puede observar la calculadora AggreBind para el cálculo de litros necesarios para conformar la base, siendo un total de 19,380.63lts de AggreBind y 377,707.07 lts de agua. En un área total de 19,207.70 m<sup>2</sup> ubicado en la Av. Paramonga del distrito de san Martin de Porres.

Calculadora AggreBind para calcular el agua requerida para el pavimento con AggreBind

Calculo individual de los Litros necesarios para conformar la Base y el Sellarla							
Area o Referencia	Parcial M2	Profundidad	Parcial M3	Suelo + Esponjamiento de 1.20% - M3	AGB de 3lt/m3 Para la Base	Se Aplicara Sello?	AGB de 0.25lt/m3 Para el Sello
Area a Presupuestar	19,207.70	0.25	4,801.93	4,859.56	<b>14,578.70</b>	S	<b>4,801.93</b>
<b>TOTALES ==&gt;</b>	<b>19,207.70</b>		<b>4,801.93</b>	<b>4,859.56</b>	<b>14,578.70</b>		<b>4,801.93</b>
<b>Total Litros de AGB Requeridos ==&gt;</b>					<b>19,380.63</b>		

Calculadora AggreBind para calcular el agua requerida para el pavimento con AggreBind

Peso de la Muestra en Campo, en grs ==>		178.53	9.72	3.00	Relacion AGB / H2O					LIQUIDO A APLICAR			
Material Con Agua	Solo Agua	Factor	TOT. LIQ.	AGB	Agua	Base		Sello		BASE		SELLO	
						AGB	Agua	AGB	Agua	AGB	Agua	AGB	Agua
186.53	8	9.72	<b>77.76</b>	3.00	74.76	1	<b>24.92</b>	1	<b>3.00</b>	<b>14,578.70</b>	363,301.20	<b>4,801.93</b>	14,405.79
	0	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0	<b>0.00</b>	0	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00	<b>0.00</b>	0.00
	0	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0	<b>0.00</b>	0	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00	<b>0.00</b>	0.00
	0	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0	<b>0.00</b>	0	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00	<b>0.00</b>	0.00
	0	0.00	<b>0.00</b>	0.00	0.00	0	<b>0.00</b>	0	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	0.00	<b>0.00</b>	0.00
										<b>14,578.70</b>	<b>363,301.21</b>	<b>4,801.93</b>	<b>14,405.79</b>
<b>Total Litros de Agua Requeridos ==&gt;</b>										<b>377,707.00</b>			

**Anexo 8.** Presupuesto directo y APU de Pavimento flexible convencional, Pavimento flexible mejorado con AggreBind y Pavimento mejorado y sellado con AggreBind



## Presupuesto del pavimento flexible convencional

El presente presupuesto y el análisis de costo unitario (APU), se trata de pavimento flexible convencional en la Av. Paramonga del distrito de San Martín de Porres en un área de 19,209.70 m<sup>2</sup>, realizado en el presente tesis de Investigación denominado “Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima –Lima – 2019”, lo cual dio como resultado un costo directo de S/ 2’553,503.94. Cabe mencionar que el presupuesto se desarrolló con el programa costos y presupuestos (S10), así mismo los costos de mano de obra, materiales y equipos se tomaron de la revista costos actualizados al mes de noviembre de 2019. Por otra parte los rendimientos para el APU, se realizaron con la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO) y con el Manual de costos y presupuestos de obras viales por el Ing. Walter Ibáñez.

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto	<b>0203004</b>	<b>MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA -LIMA - 2019</b>			
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>PAVIMENTO LEXIBLE CONVENCIONAL</b>			
Cliente	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		Costo al	<b>12/11/2019</b>	
Lugar	<b>LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>41,685.05</b>
01.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	19,209.70	0.63	12,102.11
01.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	19,209.70	1.54	29,582.94
02	<b>PAVIMENTACIÓN</b>				<b>2,511,818.89</b>
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>479,816.82</b>
02.01.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO	m3	12,102.11	9.30	112,549.62
02.01.02	ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE 15mt3. D=10km.	m3	14,522.23	25.29	367,267.20
02.02	<b>PAVIMENTO ASFÁLTICO</b>				<b>2,010,487.21</b>
02.02.01	COMPACTACION Y CONFORMACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO	m2	19,209.70	3.37	64,736.69
02.02.02	SUB BASE GRANULAR C/EQUIPO H=0.30 M	m2	19,209.70	27.78	533,645.47
02.02.03	BASE GRANULAR C/EQUIPO H=0.25 M	m2	19,209.70	25.95	498,491.72
02.02.04	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	19,209.70	4.00	76,838.80
02.02.05	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"	m2	19,209.70	43.56	836,774.53
02.03	<b>VARIOS</b>				<b>21,514.86</b>
02.03.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	19,209.70	1.12	21,514.86
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>2,553,503.94</b>
SON : DOS MILLONES QUINIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL QUINIENTOS TRES CON 94/100 SOLES					

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004 MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND EN LA AV		. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA - 2019		Fecha presupuesto	12/11/2019		
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO LEXIBLE CONVENCIONAL							
<b>Partida</b>	<b>01.01</b>	<b>LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 220.0000</b>	<b>EQ. 220.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>0.63</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0364	16.39	0.60		
						<b>0.60</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.60	0.03		
						<b>0.03</b>		
<b>Partida</b>	<b>01.02</b>	<b>TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 1,000.0000</b>	<b>EQ. 1,000.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>1.54</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	18.14	0.15		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	16.39	0.26		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0080	23.69	0.19		
						<b>0.60</b>		
	<b>Materiales</b>							
0204120004	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0050	4.76	0.02		
02130300010002	YESO BOLSA 20 kg	bol		0.0350	16.00	0.56		
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0300	6.50	0.20		
02760100100003	WINCHA DE 30 m	und		0.0002	50.00	0.01		
0292010004	CORDEL ROLLO DE 50 MTS	pza		0.0010	15.33	0.02		
						<b>0.81</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0080	14.30	0.11		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.60	0.02		
						<b>0.13</b>		
<b>Partida</b>	<b>02.01.01</b>	<b>CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/QUIPO</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 350.0000</b>	<b>EQ. 350.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>9.30</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	18.14	0.42		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	16.39	0.75		
						<b>1.17</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.17	0.04		
03011800020004	TRACTOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP	hm	1.0000	0.0229	353.29	8.09		
						<b>8.13</b>		
<b>Partida</b>	<b>02.01.02</b>	<b>ELIMINACION MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE 15m3. D=10km.</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 640.0000</b>	<b>EQ. 640.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>25.29</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>		
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0013	22.94	0.03		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0250	16.39	0.41		
						<b>0.44</b>		
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.44	0.01		
03011600010005	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125 HP 2.5 yd3	hm	1.0000	0.0125	176.74	2.21		
03012200040005	CAMION VOLQUETE 6 X 4 330 HP 15 m3	hm	6.0000	0.0750	301.77	22.63		

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004 MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND EN LA AV . PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA - 2019			Fecha presupuesto	12/11/2019			
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO LEXIBLE CONVENCIONAL				24.85			
<b>Parída</b>	<b>02.02.01</b>	<b>COMPACTACION Y CONFORMACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 1,500.0000</b>	<b>EQ. 1,500.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>3.37</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	0.0027	22.94	0.06	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0053	18.14	0.10	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0213	16.39	0.35	
							<b>0.51</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.51	0.02	
03011000060003	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 TN		hm	1.0000	0.0053	179.85	0.95	
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	1.0000	0.0053	186.95	0.99	
03012200050005	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 gl		hm	1.0000	0.0053	169.71	0.90	
							<b>2.86</b>	
<b>Parída</b>	<b>02.02.02</b>	<b>SUB BASE GRANULAR C/EQUIPO H=0.30 M</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 600.0000</b>	<b>EQ. 600.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>27.78</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0133	18.14	0.24	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0533	16.39	0.87	
							<b>1.11</b>	
	<b>Materiales</b>							
02070400010003	MATERIAL GRANULAR PARA SUB BASE		m3		0.3900	50.00	19.50	
							<b>19.50</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.11	0.03	
03011000060003	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 TN		hm	1.0000	0.0133	179.85	2.39	
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	1.0000	0.0133	186.95	2.49	
03012200050005	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 gl		hm	1.0000	0.0133	169.71	2.26	
							<b>7.17</b>	
<b>Parída</b>	<b>02.02.03</b>	<b>BASE GRANULAR C/EQUIPO H=0.25 M</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 700.0000</b>	<b>EQ. 700.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>25.95</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0114	22.94	0.26	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0114	18.14	0.21	
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.0457	16.39	0.75	
							<b>1.22</b>	
	<b>Materiales</b>							
02070400010002	MATERIAL GRANULAR PARA BASE		m3		0.3250	57.16	18.58	
							<b>18.58</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.22	0.04	
03011000060003	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 TN		hm	1.0000	0.0114	179.85	2.05	
03012000010004	MOTONIVELADORA 125 HP		hm	1.0000	0.0114	186.95	2.13	
03012200050005	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGUA) 145-165 HP 2,000 gl		hm	1.0000	0.0114	169.71	1.93	
							<b>6.15</b>	
<b>Parída</b>	<b>02.02.04</b>	<b>IMPRIMACION ASFALTICA</b>						
<b>Rendimiento</b>	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 1.0000</b>	<b>EQ. 1.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>4.00</b>		

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203004 MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGIND EN LA AV PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA -LIMA - 2019						
Subpresupuesto	001 PAVIMENTO LEXIBLE CONVENCIONAL					Fecha presupuesto	12/11/2019
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
02010500010006	Materiales SUMINISTRO Y COLOCACION DE IMPRIMACION ASFALTICA CON MC-30	m2		1.0000	4.00	4.00	
<b>4.00</b>							
Partida	02.02.05 CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 3"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : m2		43.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
02010500010007	Materiales SUMINISTRO Y COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 3"	m2		1.0000	43.56	43.56	
<b>43.56</b>							
Partida	02.03.01 LIMPIEZA FINAL DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		1.12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
0101010005	Mano de Obra PEON	hh	1.0000	0.0667	16.39	1.09	
<b>1.09</b>							
0301010006	Equipos HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.09	0.03	
<b>0.03</b>							

## Presupuesto del pavimento flexible mejorado con AggreBind

El presente presupuesto y el análisis de costo unitario (APU), se trata de pavimento flexible mejorado con AggreBind en la Av. Paramonga del distrito de San Martín de Porres en un área de 19,209.70 m<sup>2</sup>, realizado en el presente tesis de Investigación denominado “Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima –Lima – 2019”, lo cual dio como resultado un costo directo de S/ 1’259,868.13. Cabe mencionar que el presupuesto se desarrolló con el programa costos y presupuestos (S10), así mismo los costos de mano de obra, materiales y equipos se tomaron de la revista costos actualizados al mes de noviembre de 2019. Por otra parte los rendimientos para el APU, se realizaron con la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO) y con el Manual de costos y presupuestos de obras viales por el Ing. Walter Ibáñez.

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto	0203005	MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA -LIMA - 2019			
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON AGGREBIND			
Cliente		UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	Costo al		12/11/2019
Lugar		LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES			
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>41,685.05</b>
01.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	19,209.70	0.63	12,102.11
01.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	19,209.70	1.54	29,582.94
02	<b>PAVIMENTACION</b>				
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>1,218,183.08</b>
03.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO	m3	10,565.33	9.30	98,257.57
03.02	<b>PAVIMENTO MIXTO AGGREBIND MAS ASFALTO</b>				<b>1,098,410.65</b>
03.02.01	PREPARACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO	m2	19,209.70	1.58	30,351.33
03.02.02	BASE GRANULAR - AGGREBIND C/EQUIPO H=0.20 M	m2	19,209.70	22.60	434,139.22
03.02.03	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	19,209.70	4.00	76,838.80
03.02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"	m2	19,209.70	29.00	557,081.30
03.03	<b>VARIOS</b>				<b>21,514.86</b>
03.03.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	19,209.70	1.12	21,514.86
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>1,259,868.13</b>

SON : UN MILLON DOCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y OCHO CON 13/100 SOLES

### Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0203005 MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGEBIND EN LA AV . PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA - 2019**  
 Subpresupuesto **001 PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON AGGEBIND** Fecha presupuesto **12/11/2019**

Paríada	<b>01.01 LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000		Costo unitario directo por : m2		0.63
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0364	16.39	0.60	0.60
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.60	0.03	0.03

Paríada	<b>01.02 TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000		Costo unitario directo por : m2		1.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	18.14	0.15	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	16.39	0.26	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0080	23.69	0.19	0.60
	<b>Materiales</b>						
0204120004	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" , 3" , 4"	kg		0.0050	4.76	0.02	
02130300010002	YESO BOLSA 20 kg	bol		0.0350	16.00	0.56	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0300	6.50	0.20	
02760100100003	WINCHA DE 30 m	und		0.0002	50.00	0.01	
0292010004	CORDEL ROLLO DE 50 MTS	pza		0.0010	15.33	0.02	0.81
	<b>Equipos</b>						
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0080	14.30	0.11	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.60	0.02	0.13

Paríada	<b>03.01 CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/ EQUIPO</b>						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000		Costo unitario directo por : m3		9.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	18.14	0.42	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	16.39	0.75	1.17
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.17	0.04	
03011800020004	TRACTOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP	hm	1.0000	0.0229	353.29	8.09	8.13

Paríada	<b>03.02.01 PREPARACION DE SUBRASANTE C/ EQUIPO</b>						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000		Costo unitario directo por : m2		1.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	21.86	0.12	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	18.14	0.10	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	16.39	0.35	0.57
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.57	0.02	
03012000010005	MOTONIVELADORA CON ESCARIFICADOR 125 HP	hm	1.0000	0.0053	186.95	0.99	

## Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203005 MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV  
 .PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA -LIMA - 2019  
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO FLEXIBLE MEJORADO CON AGGREBIND Fecha presupuesto 12/11/2019

1.01

Parída	03.02.02	BASE GRANULAR - AGGREBIND C/EQUIPO H=0.20 M						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000			Costo unitario directo por : m2		22.60
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0067	21.86	0.15
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0067	18.14	0.12
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.0267	16.39	0.44
								<b>0.71</b>
	<b>Materiales</b>							
0222180003	AGGREBIND BLACK			l		0.6100	29.92	18.25
0290130022	AGUA			m3		0.0151	2.00	0.03
								<b>18.28</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.71	0.02
03011000060003	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 TN			hm	1.0000	0.0067	179.85	1.20
03012000010005	MOTONIVELADORA CON ESCARIFICADOR 125 HP			hm	1.0000	0.0067	186.95	1.25
03012200050006	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGGRE) 178 -210 HP 2,000 gl			hm	1.0000	0.0067	169.71	1.14
								<b>3.61</b>
Parída	03.02.03	IMPRIMACION ASFALTICA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1.0000	EQ. 1.0000			Costo unitario directo por : m2		4.00
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Materiales</b>							
02010500010006	SUMINISTRO Y COLOCACION DE IMPRIMACION ASFALTICA CON MC-30			m2		1.0000	4.00	4.00
								<b>4.00</b>
Parída	03.02.04	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 2"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,600.0000	EQ. 1,600.0000			Costo unitario directo por : m2		29.00
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Materiales</b>							
02010500010007	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE 3"			m2		1.0000	29.00	29.00
								<b>29.00</b>
Parída	03.03.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000			Costo unitario directo por : m2		1.12
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0667	16.39	1.09
								<b>1.09</b>
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	1.09	0.03
								<b>0.03</b>

## Presupuesto pavimentación con AggreBind mas sellante AggreBind

El presente presupuesto y el análisis de costo unitario (APU), se trata de pavimentación con AggreBind más sellante AggreBind en la Av. Paramonga del distrito de San Martín de Porres en un área de 19,209.70 m<sup>2</sup>, realizado en el presente tesis de Investigación denominado “Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima –Lima – 2019”, lo cual dio como resultado un costo directo de S/ 853,198.79. Cabe mencionar que el presupuesto se desarrolló con el programa costos y presupuestos (S10), así mismo los costos de mano de obra, materiales y equipos se tomaron de la revista costos actualizados al mes de noviembre de 2019. Por otra parte los rendimientos para el APU, se realizaron con la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO) y con el Manual de costos y presupuestos de obras viales por el Ing. Walter Ibáñez.

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto	<b>0203002</b>	<b>MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA -LIMA - 2019</b>			
Subpresupuesto	<b>001</b>	<b>PAVIMENTO CON AGGREBIND MAS SELLANTE AGGREBIND</b>			
Cliente	<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		Costo al	<b>12/11/2019</b>	
Lugar	<b>LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES</b>				
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und.</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>41,685.05</b>
01.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	m2	19,209.70	0.63	12,102.11
01.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	19,209.70	1.54	29,582.94
02	<b>PAVIMENTACIÓN</b>				<b>811,513.74</b>
02.01	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>44,662.51</b>
02.01.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO	m3	4,802.42	9.30	44,662.51
02.02	<b>PAVIMENTO AGGREBIND</b>				<b>745,336.37</b>
02.02.01	PREPARACION DE SUBRASANTE C/EQUIPO	m2	19,209.70	1.58	30,351.33
02.02.02	BASE GRANULAR - AGGREBIND C/EQUIPO H=0.25 M	m2	19,209.70	28.05	538,832.09
02.02.03	SELLANTE AGGREBIND	m2	19,209.70	9.17	176,152.95
02.03	<b>VARIOS</b>				<b>21,514.86</b>
02.03.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	19,209.70	1.12	21,514.86
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>853,198.79</b>

SON : OCHOCIENTOS CINCUENTA Y TRES MIL CIENTO NOVENTA Y OCHO CON Y 79/100 SOLES



### Análisis de precios unitarios

Presupuesto 0203002 MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV  
 .PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA -LIMA - 2019  
 Subpresupuesto 001 PAVIMENTO CON AGGREBIND MAS SELLANTE AGGREBIND Fecha presupuesto 12/11/2019

Partida	01.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 220.0000	EQ. 220.0000			Costo unitario directo por : m2		0.63
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0364	16.39	0.60		0.60
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	0.60	0.03		0.03

Partida	01.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,000.0000	EQ. 1,000.0000			Costo unitario directo por : m2		1.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0080	18.14	0.15		0.15
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0160	16.39	0.26		0.26
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0080	23.69	0.19		0.19
	Materiales							
0204120004	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" , 3" , 4"	kg		0.0050	4.76	0.02		0.02
02130300010002	YESO BOLSA 20 kg	bol		0.0350	16.00	0.56		0.56
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0300	6.50	0.20		0.20
02760100100003	WINCHA DE 30 m	umd		0.0002	50.00	0.01		0.01
0292010004	CORDEL ROLLO DE 50 MTS	pza		0.0010	15.33	0.02		0.02
	Equipos							
0301000020	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0080	14.30	0.11		0.11
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.60	0.02		0.02

Partida	02.01.01	CORTE A NIVEL SUBRASANTE EN TERRENO NORMAL C/ EQUIPO						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 350.0000	EQ. 350.0000			Costo unitario directo por : m3		9.30
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0229	18.14	0.42		0.42
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0457	16.39	0.75		0.75
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.17	0.04		0.04
03011800020004	TRACTOR SOBRE LLANTAS 200-250 HP	hm	1.0000	0.0229	353.29	8.09		8.09

Partida	02.02.01	PREPARACION DE SUBRASANTE C/ EQUIPO						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000			Costo unitario directo por : m2		1.58
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0053	22.94	0.12		0.12
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0053	18.14	0.10		0.10
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.0213	16.39	0.35		0.35
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.57	0.02		0.02
03012000010005	MOTONIVELADORA CON ESCARIFICADOR 125 HP	hm	1.0000	0.0053	186.95	0.99		0.99

## Análisis de precios unitarios

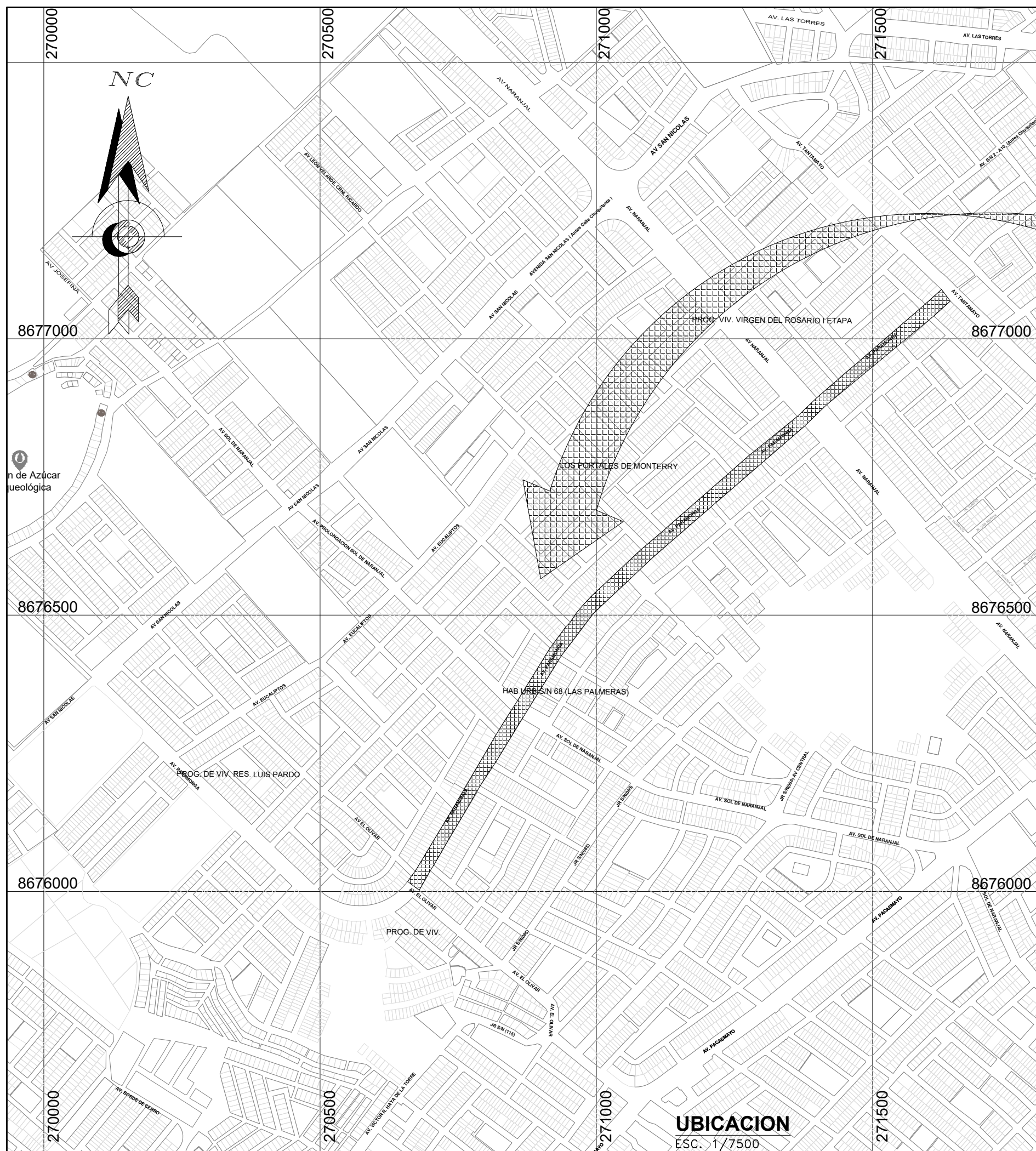
Presupuesto	0203002	MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIND EN LA AV	
		. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES - LIMA - LIMA - 2019	
Subpresupuesto	001	PAVIMENTO CON AGGREBIND MAS SELLANTE AGGREBIND	Fecha presupuesto 12/11/2019
			1.01

Parída	02.02.02	BASE GRANULAR - AGGREBIND C/EQUIPO H=0.25 M						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 1,200.0000	EQ. 1,200.0000			Costo unitario directo por : m2	28.05	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.0067	22.94	0.15
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.0067	18.14	0.12
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.0267	16.39	0.44
								0.71
		<b>Materiales</b>						
0222180003	AGGREBIND BLACK			l		0.7600	29.92	22.74
0290130022	AGUA			m3		0.0189	2.00	0.04
								22.78
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	0.71	0.02
03011000060003	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 TN			hm	1.0000	0.0067	179.85	1.20
03012000010005	MOTONIVELADORA CON ESCARIFICADOR 125 HP			hm	1.0000	0.0067	186.95	1.25
03012200050006	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGGRE) 178 -210 HP 2,000 gl			hm	1.0000	0.0067	311.21	2.09
								4.56

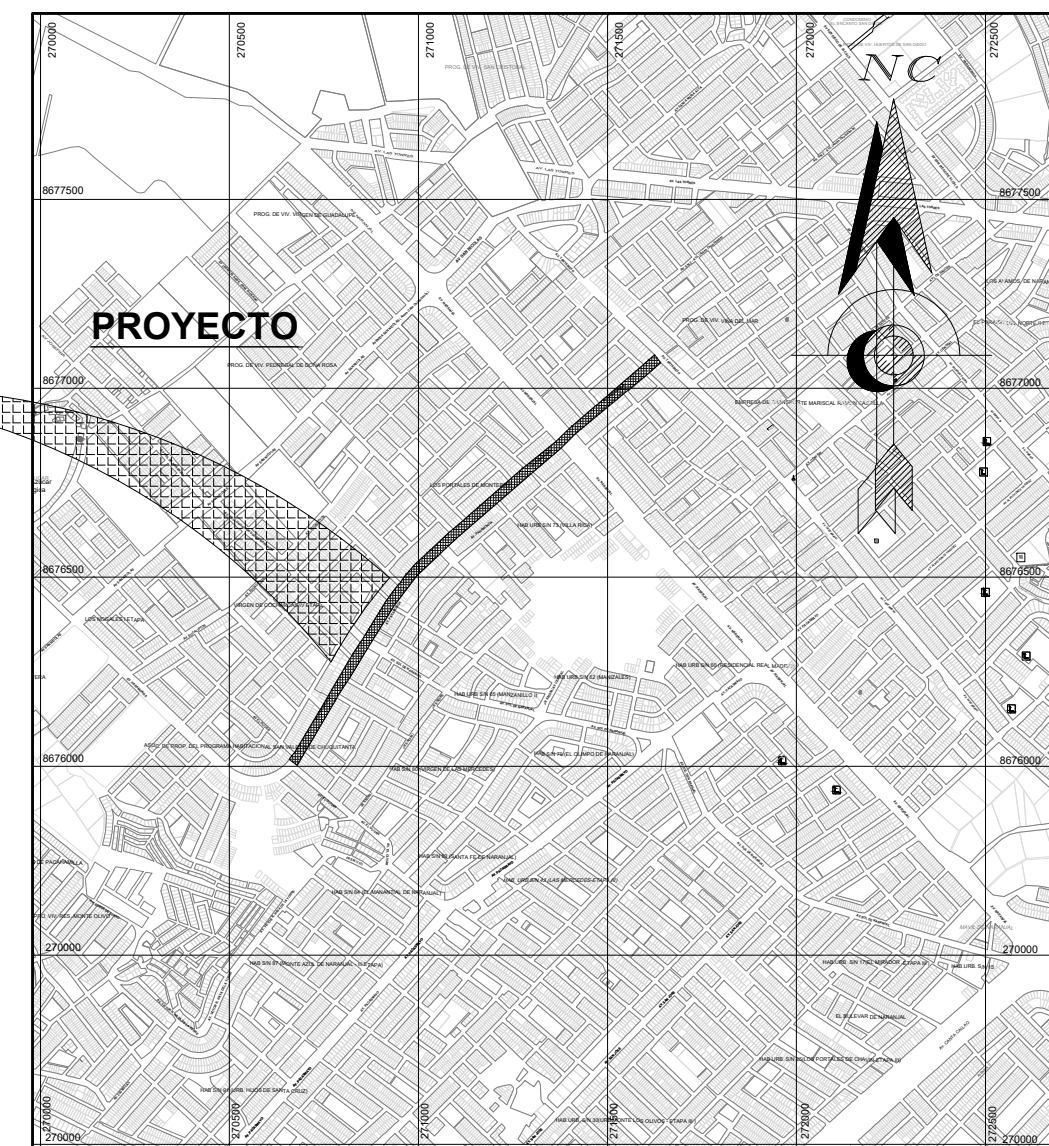
Parída	02.02.03	SELLANTE AGGREBIND						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 19,209.7000	EQ. 19,209.7000			Costo unitario directo por : m2	9.17	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Materiales</b>						
0222180003	AGGREBIND BLACK			l		0.2500	29.92	7.48
0290130022	AGUA			m3		0.7500	2.00	1.50
								8.98
		<b>Equipos</b>						
03011000060003	RODILLO VIB. LISO AUTOPROPULSADO 101-135HP 10-12 TN			hm	1.0000	0.0004	179.85	0.07
03012200050006	CAMION CISTERNA 4 X 2 (AGGRE) 178 -210 HP 2,000 gl			hm	1.0000	0.0004	311.21	0.12
								0.19

Parída	02.03.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000			Costo unitario directo por : m2	1.12	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON			hh	1.0000	0.0667	16.39	1.09
								1.09
		<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.0000	1.09	0.03
								0.03

## **Anexo 9. Planos del Proyecto de Investigación**



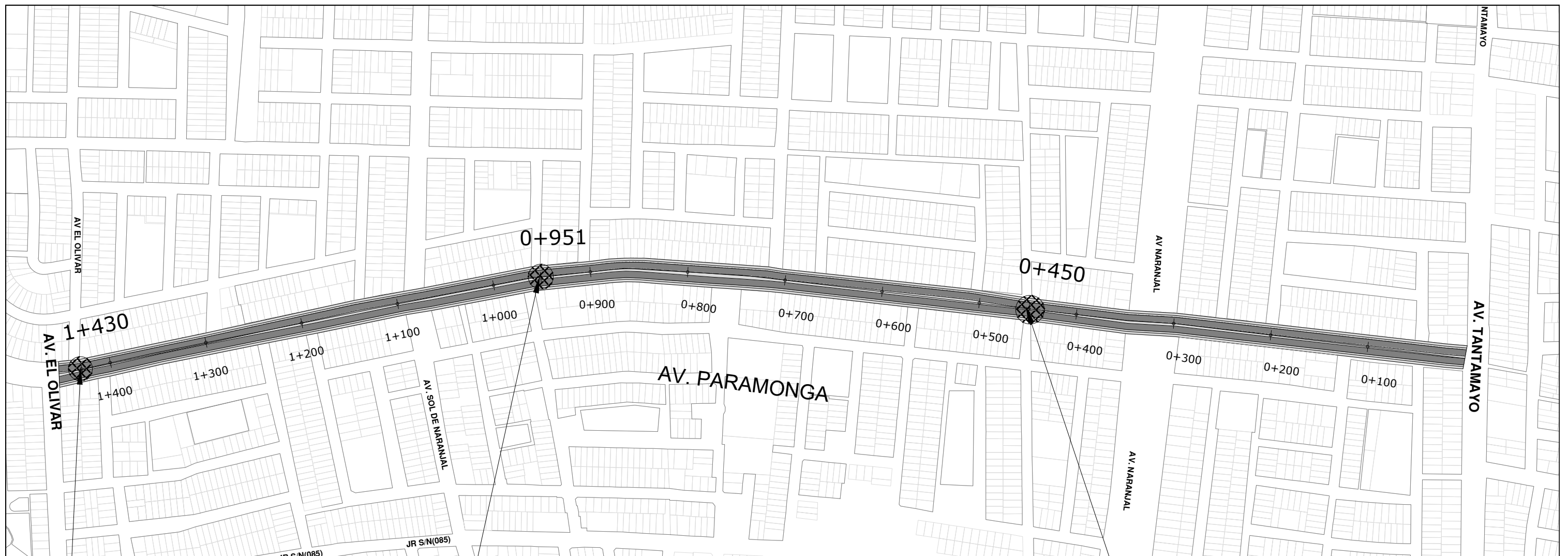
**UBICACION**  
ESC. 1/7500



**LOCALIZACION**  
ESC. 1:2000

ZONIFICACIÓN	
AREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA	
DEPARTAMENTO	: LIMA
PROVINCIA	: LIMA
DISTRITO	: SAN MARTIN DE PORRES
USO	: TRANSITABILIDAD VEHICULAR

 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>		<b>TESIS: MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGADO EN LA AV. PARAMONGA DEL DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES LIMA - LIMA - 2019</b>	
			<b>PLANO: PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN</b>
<b>UBICACIÓN:</b> DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES	<b>TESISTA:</b> MAELSON DANIEL BAZAN QUIÑONES	<b>ASESOR:</b> MG. JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA	<b>LAMINA:</b>  <b>U-01</b> <b>AÑO:</b> 2019
<b>DIBUJO:</b> MAELSON DANIEL BAZAN QUIÑONES	<b>ESCALA:</b> INDICADA		




**LOCALIZACION**  
ESC. 1:2000

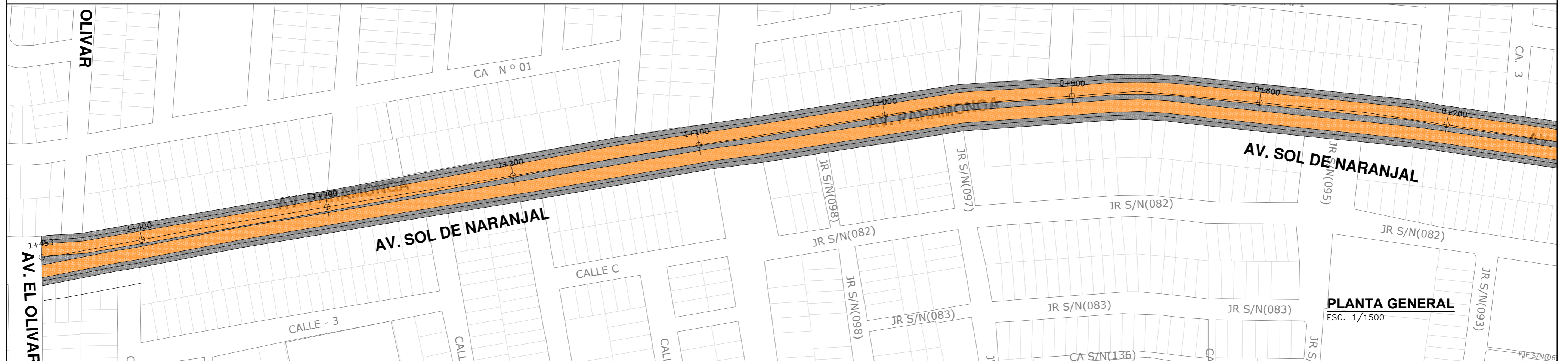
Calicata N° 1: KM 1+430

Calicata N° 1: KM 0+951

Calicata N° 1: KM 0+450



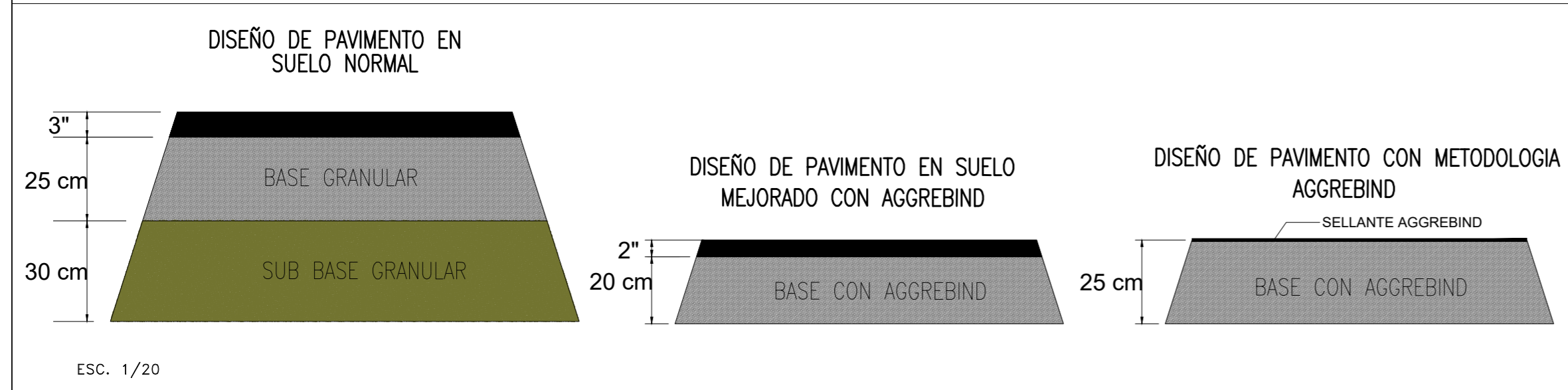
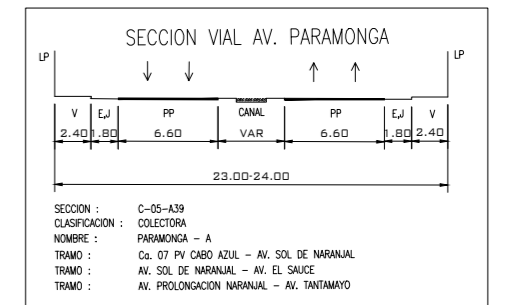
 <b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>TESIS: MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLIMERO ACRILICO AGGREGBIN EN LA AV. PARAMONGA DEL DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES LIMA - LIMA - 2019</b>			
UBICACIÓN:	<b>PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS</b>		LAMINA:
DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES	TESISTA: MAELSON DANIEL BAZAN QUIÑONES	ASESOR: MG. JOSE LUIS BENITES ZUÑIGA	<b>UC-01</b>
DIBUJO: MAELSON DANIEL BAZAN QUIÑONES	ESCALA: INDICADA	AÑO: 2019	



**PLANTA GENERAL**  
ESC. 1/1500

**LEYENDA**

PISTA	
VEREDA	
ÁREA VERDE	



**MOVIMIENTO DE TIERRA PARA CADA TIPO DE PAVIMENTO**

PAVIMENTACIONES	MOVIMIENTO DE TIERRA	
	CORTE	ELIMINACION
DISEÑO DE PAVIMENTO EN SUELO NORMAL	12,102.11 M2	14,522.53 M2
DISEÑO DE PAVIMENTO EN SUELO MEJORADO CON AGGREGABIND	4,802.42 M2	0.00 M2
DISEÑO DE PAVIMENTO CON METODOLOGIA AGGREGABIND	4,802.42 M2	0.00 M2

**UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: **MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREGABIND EN LA AV. PARAMONGA DEL DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES LIMA - LIMA - 2019**

UBICACIÓN: **DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES**

PLANO: **PLANO GENERAL DE DISEÑO DE PAVIMENTO**

TESISTA: **MAELSON DANIEL BAZAN QUIRÓNES**

ASESOR: **MIG. JOSE LUIS BENTES ZUÑIGA**


DIBUJO: **MAELSON DANIEL BAZAN QUIRÓNES**

ESCALA: **INDICADA**

LAMINA: **PG-01**

AÑO: **2019**

**Anexo 10.** Resultado de ensayos de  
Laboratorio

	<b>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.</b>  <b>COMUNICACIONES EXTERNAS</b>	Código: SI-AT-TS
		Versión: V-02
		FEF: 01/06/2019

**Informe N.º 002-2019-SI-AT-Tesis Suelos/GG-HISAYC S.A.C.**

**Para** : Maelson Daniel Bazán Quiñones  
 Tesista de Ing. Civil Universidad Cesar Vallejo

**De** : Ing. Naya Zapata Cuadros  
 Gerente General HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Asunto** : Informe de resultados para tesis

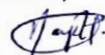
**Fecha** : 28 de octubre del 2019

Tengo a bien dirigirme a usted para saludarlo y en atención al asunto del presente indicarle lo siguiente:  
 El alcance del presente documento corresponde exclusivamente a la emisión de resultados de los ensayos revisados para la tesis de investigación cuyo título es **“Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres – Lima –Lima - 2019”** que comprende la siguiente lista:

N.º	Código de Informe	Número de página
01	I-001-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
02	I-001.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
03	I-001.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
04	I-001.03-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
05	I-001.04-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
06	I-001.05-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
07	I-006-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
08	I-006.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
09	I-006.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
10	I-006.03-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
11	I-006.04-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
12	I-006.05-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
13	I-007-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
14	I-007.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
15	I-007.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
16	I-007.03-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
17	I-007.04-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
18	I-007.05-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
19	I-002.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
20	I-002.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 2
21	I-003.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
22	I-003.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 2
23	I-004.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
24	I-004.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 2
25	I-005.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1
26	I-005.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 2
27	I-008-2019-SI-AT-Tesis Suelos	Página 1

El presente se emite para efectos del control interno de documentos de HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. Sin otro particular, quedo de usted.

Atentamente,



Naya Zapata Cuadros




Jr. Venus Mz. 01 Lt. 06 Asoc. Villa Collique Comas – Lima (Referencia Av. Tupac Amaru 7382)  
 941 735 737 hisasesoresyconsultoressac@gmail.com

Página 1 de 1

Está prohibida la reproducción parcial o total del presente Informe sin autorización de HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

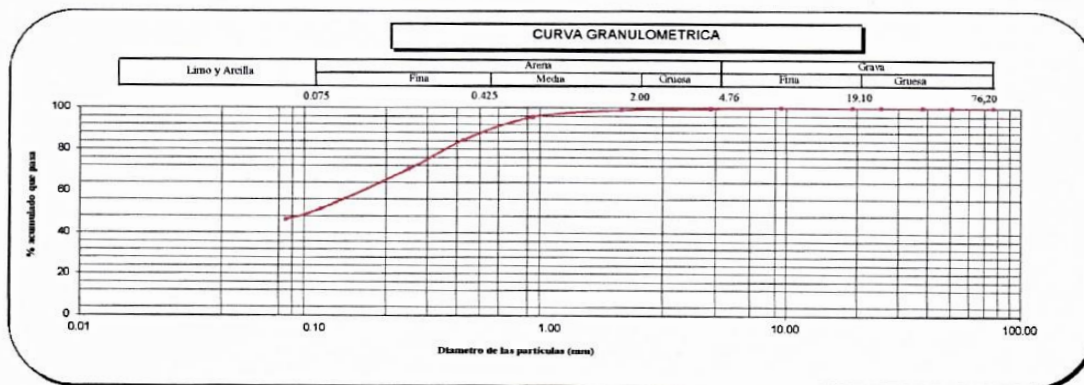


 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601140464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>		<b>Formato</b>	
	<b>I-001-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>		<b>Código:</b>	SI-AT-TS
			<b>Versión:</b>	V-02
			<b>FEF:</b>	01/05/2019

<b>Asunto</b>	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - 2019"		
<b>Solicitante</b>	Maicolon Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
<b>Responsable Laboratorio</b>	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
<b>Fecha emisión informe</b>	28/10/2019		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (CALICATA C-1)**  
MTC E 107

DATOS DE LA MUESTRA								
PROGRESIVA (Km)	Km 0 + 450							
MUESTRA	C 1							
PROF. (m)	1.50							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASENTADO	Malla		Peso (g)	% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)						
	3"	76.200					Límite Líquido (LL)	23.0
	2"	50.800					Límite Plástico (LP)	19.0
	1 1/2"	38.100					Índice Plástico (IP)	4.0
	1"	25.400					Clasificación (S.U.C.S.) ASTM-D2487	SC - SM
	3/4"	19.100					Clasificación (AASHTO) ASTM-D3282	A-4
	3/8"	9.520		100.0			Índice de Grupo	2
	N° 4	4.760	3	99.6	0.4	0.4	% Grava	0.4
	N° 10	2.000	5.6	98.9	0.7	1.1	% Arena	53.3
	N° 20	0.840	26.4	95.6	3.3	4.4	% < N° 200	46.2
	N° 40	0.425	87.9	84.5	11.1	15.5		
	N° 60	0.250	110.8	70.5	14.0	29.5		
	N° 140	0.106	150.0	51.5	18.9	48.4		
	N° 200	0.075	42.1	46.2	5.3	53.7		
	< 200	NTP 339.132:1999	366.5	0.0	46.2	100.0		
Descripción de Muestra:							Arena limo arcillosa	



**Referencias:**

- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 µm) sieve

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**




**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>  <b>I-001.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

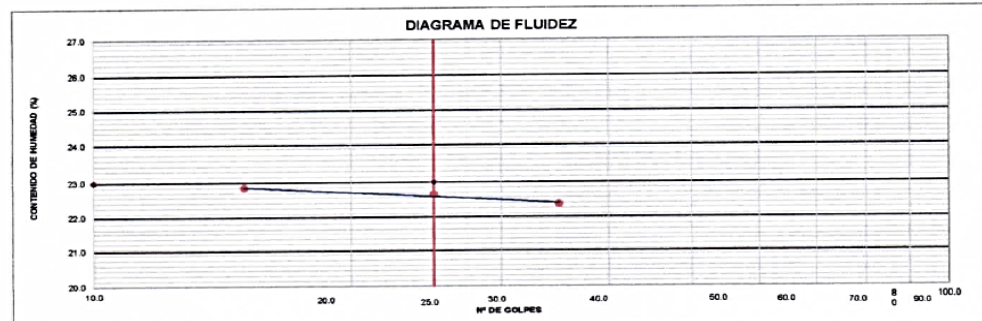
Asunto	:	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
Solicitante	:	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	:	28/10/2019		

**LÍMITES DE ATTERBERG (CALICATA C-1)**  
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	Km 0 + 450
MUESTRA	C 1
PROF (m)	1.50

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2000)			
Nº TARRO	GEO18	GEO44	GEO26
TARRO + SUELO HÚMEDO	44.15	38.39	42.30
TARRO + SUELO SECO	41.55	35.76	39.65
AGUA	2.60	2.63	2.65
PESO DEL TARRO	29.92	24.15	28.05
PESO DEL SUELO SECO	11.63	11.61	11.60
% DE HUMEDAD	22.36	22.65	22.84
Nº DE GOLPES	35	25	15

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2000)			
Nº TARRO	A32	C.2	
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.51	20.80	
TARRO + SUELO SECO	19.56	19.78	
AGUA	0.95	1.02	
PESO DEL TARRO	14.56	14.67	
PESO DEL SUELO SECO	5.00	5.11	
% DE HUMEDAD	19.00	19.96	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	23.0
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	19.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	4.0

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia: ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.


Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601142464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>  <b>I-001.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto	:	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"	
Solicitante	:	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	:	28/10/2019	

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (CALICATA C-1)**  
MTC E 108

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	Km 0 + 450
MUESTRA	C 1
PROFUNDIDAD	1.50

Peso tara	(g)	32.0
Peso tara + muestra húmeda	(g)	253.0
Peso tara + muestra seca	(g)	225.0
Peso de agua	(g)	28.0
Peso de suelo seco	(g)	193.0
Contenido de Humedad	(%)	14.5

**Observaciones:**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20901145464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-001.03-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/05/2019

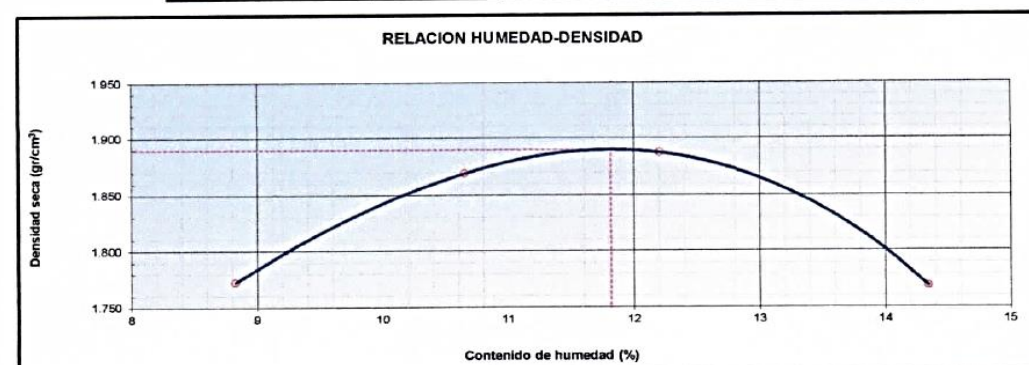
Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"			
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019			

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (CALICATA C-1)**  
MTC E 115

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA :	Km 0 + 450
MUESTRA :	C 1
PROFUNDIDAD :	1.50
SUCS : SC - SM AASHTO : A-4 (2)	

MÉTODO : A

COMPACTACIÓN						
Peso suelo + molde	gr	5698.00	5829.00	5875.00	5786.00	
Peso molde	gr	3884.00	3884.00	3884.00	3884.00	
Peso suelo húmedo compactado	gr	1814.00	1945.00	1991.00	1902.00	
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.40	940.40	940.40	940.40	
Peso volumétrico húmedo	gr	1.93	2.07	2.12	2.02	
Peso del suelo húmedo+tara	gr	290.00	411.00	316.00	326.00	
Peso del suelo seco + tara	gr	269.00	375.00	285.00	289.00	
Tara	gr	31.00	37.00	31.00	31.00	
Peso de agua	gr	21.00	36.00	31.00	37.00	
Peso del suelo seco	gr	238.00	338.00	254.00	258.00	
Contenido de agua	%	8.82	10.65	12.20	14.34	
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.773	1.869	1.887	1.769	
Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.438		Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.889
				Humedad óptima (%)		11.8



**Referencia**

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>		Formato	
	<b>I-001.04-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>		Código:	SI-AT-TS
			Versión:	V-02
			FEF:	01/06/2019

<b>Asunto</b>	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
<b>Solicitante</b>	Maetson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
<b>Responsable Laboratorio</b>	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	Especialidad: Ingeniería Civil
<b>Fecha emisión informe</b>	28/10/2019		

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (CALICATA C-1)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>PROGRESIVA</b>	: Km 0 + 450	<b>SUCS</b>	: SC - SM
<b>MUESTRA</b>	: C 1	<b>AASHTO</b>	: A-4 (2)
<b>PROF. (m)</b>	: 1.50		

COMPACTACIÓN						
<b>Molde Nº</b>	58		11		63	
<b>Capas Nº</b>	5		5		5	
<b>Golpes por capa Nº</b>	55		26		12	
<b>Condición de la muestra</b>	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
<b>Peso de molde + Suelo húmedo (g)</b>	11830.00	12181.00	11650.00	12082.00	11435.00	12050.00
<b>Peso de molde (g)</b>	7430.00	7430.00	7538.00	7538.00	7539.00	7539.00
<b>Peso del suelo húmedo (g)</b>	4400.00	4751.00	4112.00	4544.00	3896.00	4511.00
<b>Volumen del molde (cm<sup>3</sup>)</b>	2074.07	2074.07	2057.75	2057.75	2055.04	2055.04
<b>Densidad húmeda (g/cm<sup>3</sup>)</b>	2.121	2.291	1.998	2.208	1.896	2.195
<b>Peso suelo húmedo + tara (g)</b>	254.00	306.90	220.00	337.90	227.00	357.00
<b>Peso suelo seco + tara (g)</b>	230.00	275.40	200.00	300.10	206.00	312.90
<b>Peso de tara (g)</b>	38.00	31.10	37.00	35.80	39.00	34.10
<b>Peso de agua (g)</b>	24.00	31.50	20.00	37.80	21.00	44.10
<b>Peso de suelo seco (g)</b>	192.00	244.30	163.00	264.30	167.00	278.80
<b>Contenido de humedad (%)</b>	12.5	12.9	12.3	14.3	12.6	15.8
<b>Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>)</b>	1.886	2.029	1.780	1.932	1.684	1.895

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
	0	19.980	0.000	0.0	8.280	0.000	0.0	16.160	0.000	0.0
	24	20.310	0.330	0.3	9.560	1.280	1.1	17.750	1.590	1.4
	48	20.860	0.880	0.8	10.420	2.140	1.9	19.600	3.440	3.0

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 58			MOLDE Nº 11			MOLDE Nº 63					
		CARGA			CORRECCION			CARGA			CORRECCION		
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.000		0			0			0			0		
0.635		15.6			12.0			6.0			6.0		
1.270		36.0			29.0			12.5			12.5		
1.905		57.0			32.4			15.4			15.4		
2.540	70.45	72.4			42.9			19.2			19.2		
3.180		87.6			56.2			23.4			23.4		
3.810		107.9			62.7			32.5			32.5		
5.080	105.68	134.9			76.0			45.2			45.2		
7.620		157.2			80.9			51.4			51.4		
10.160													
12.700													

**Referencia:**  
 - ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils  
 - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort -  
 56000 R1b1/13 (2700 kN-m/m3)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**




**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



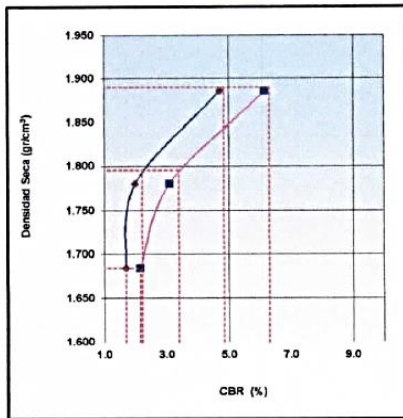
Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-001.05-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe :	28/10/2019		

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (CALICATAC-1)**  
MTC E 132

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA :	Km 0 + 450
MUESTRA :	C 1
PROF. (m) :	1.50
	SUCS : SC - SM
	AASHTO: A-4 (2)

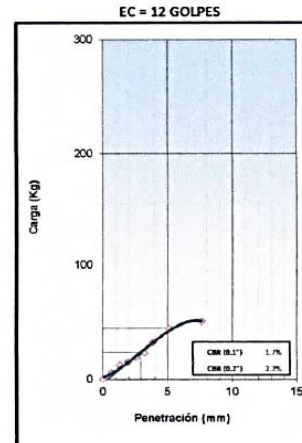
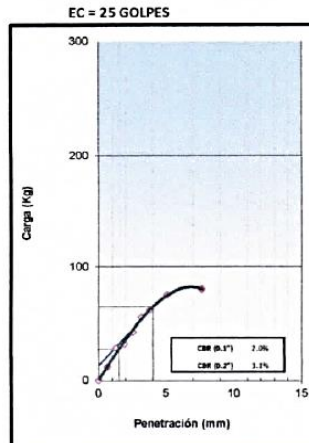
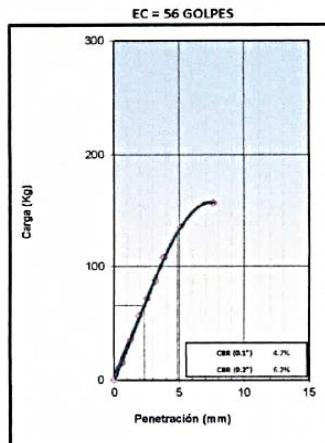


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.889  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 11.8  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.795

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 4.8	0.2": 6.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 2.2	0.2": 3.4

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 6.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 3.4 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 4.8 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 2.2 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

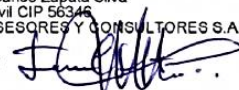
Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



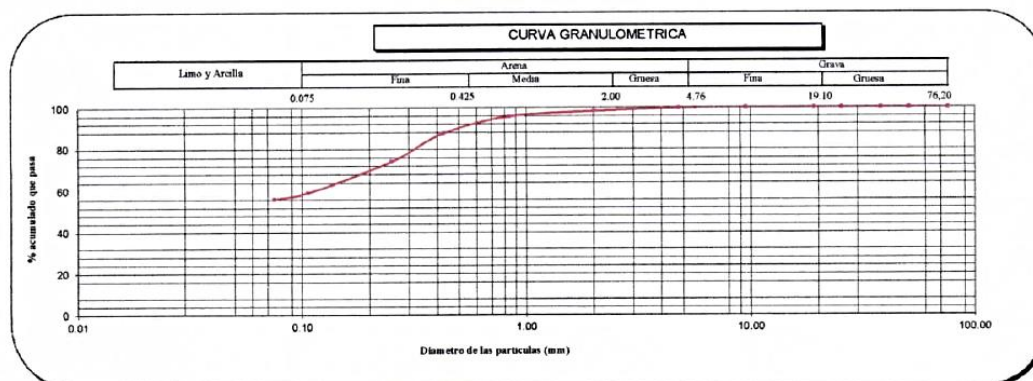
Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20901140464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-006-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maetson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe :	28/10/2019		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (CALICATA C-2)**  
MTC E 107

DATOS DE LA MUESTRA								
PROGRESIVA (Km)	Km 0 + 951							
MUESTRA	C 2							
PROF. (m)	1.50							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422	Malla		Peso (g)	% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO	
	N°	Abertura (mm)					Limite Líquido (LL)	23.0
	3"	76.200					Limite Plástico (LP)	14.0
	2"	50.800					Índice Plástico (IP)	9.0
	1 1/2"	38.100					Clasificación ( S.U.C.S. ) ASTM-D2487	CL
	1"	25.400					Clasificación ( AASHTO ) ASTM-D3282	A-4
	3/4"	19.100					Índice de Grupo	4
	3/8"	9.520		100.0			% Grava	0.2
	N° 4	4.760	2	99.8	0.2	0.2	% Arena	43.6
	N° 10	2.000	13.3	98.3	1.5	1.7	% < N° 200	56.2
	N° 20	0.840	22.4	95.8	2.5	4.2	Descripción de Muestra:	
	N° 40	0.425	72.4	87.7	8.1	12.3		
	N° 60	0.250	121.5	74.1	13.6	25.9		
	N° 140	0.106	132.6	59.3	14.8	40.7		
	N° 200	0.075	27.5	56.2	3.1	43.8		
< 200	NTP 339.132:1999	502.2	0.0	56.2	100.0	Arcilla arenosa de baja plasticidad		



Referencias :

- ASTM D 422-63 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
- ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
- ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
- ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
- ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
- ASTM D 1140-90 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



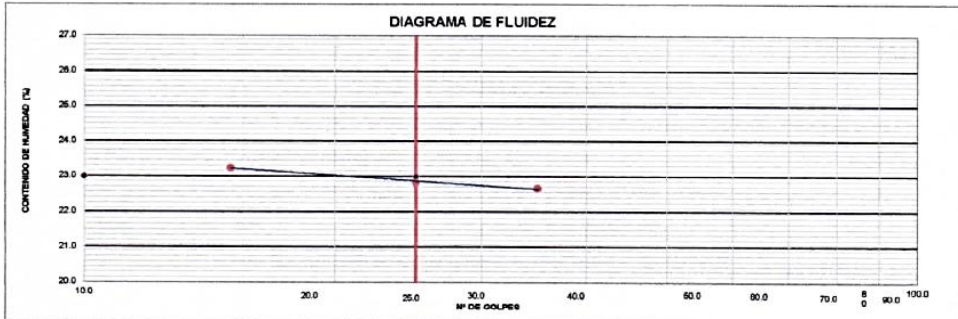
 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601143464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-006.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato		
		Código:	SI-AT-TS	
		Versión:	V-02	
		FEF:	01/06/2019	
Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreTind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"			
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019			

**LÍMITES DE ATTERBERG (CALICATA C-2)**  
**MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90**

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	Km 0 + 951
MUESTRA	C 2
PROF (m)	1.50

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2000)				
Nº TARRO	L-22	L-11	L-34	
TARRO + SUELO HÚMEDO	38.10	41.15	39.65	
TARRO + SUELO SECO	35.73	38.98	37.42	
AGUA	2.37	2.17	2.23	
PESO DEL TARRO	25.27	29.47	27.82	
PESO DEL SUELO SECO	10.46	9.51	9.60	
% DE HUMEDAD	22.66	22.82	23.23	
Nº DE GOLPES	35	25	15	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2000)				
Nº TARRO	V.3	A.18		
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.60	20.34		
TARRO + SUELO SECO	19.86	19.60		
AGUA	0.74	0.74		
PESO DEL TARRO	14.62	14.62		
PESO DEL SUELO SECO	5.24	4.98		
% DE HUMEDAD	14.12	14.86		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO	(%)	23.0
LÍMITE PLÁSTICO	(%)	14.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	(%)	9.0

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante.
Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40.
Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia: ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.


**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 



 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20501148464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>  <b>I-006.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	<b>Formato</b>	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V.02
		FEF:	01/06/2019

Asunto	:	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"	
Solicitante	:	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	:	28/10/2019	

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (CALICATA C-2)**  
**MTC E 108**

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	Km. 0 + 951
MUESTRA	C 2
PROFUNDIDAD	1.50

Peso tara	(g)	35.1
Peso tara + muestra húmeda	(g)	253.0
Peso tara + muestra seca	(g)	240.7
Peso de agua	(g)	12.2
Peso de suelo seco	(g)	205.6
Contenido de Humedad	(%)	6.0

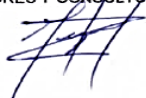
**Observaciones:**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**



 <p>R.U.C. 20601148464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-006.03-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

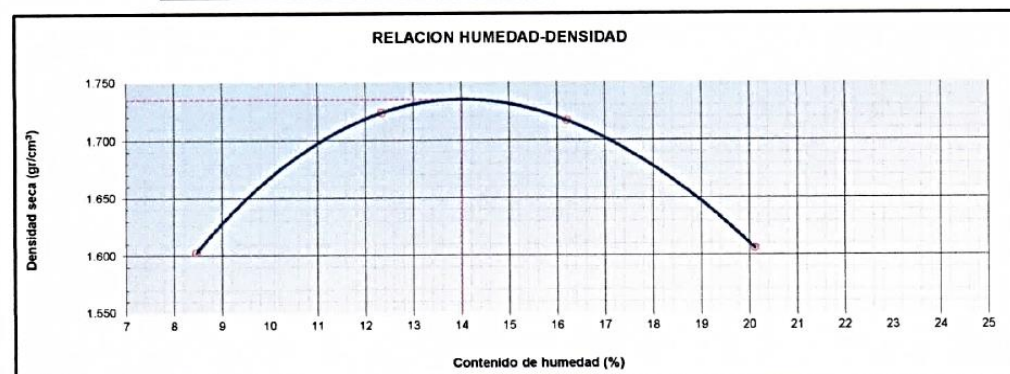
Asunto	:	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - 2019"	
Solicitante	:	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	:	28/10/2019	

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (CALICATA C-2)**  
MTC E 115

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	: Km 0 + 951
MUESTRA	: C 2
PROFUNDIDAD	: 1.50
SUCS : CL AASHTO: A-4 (4)	

MÉTODO : A

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5519.00	5705.00	5760.00	5698.00
Peso molde	gr	3884.00	3884.00	3884.00	3884.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1635.00	1821.00	1876.00	1814.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.40	940.40	940.40	940.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.74	1.94	1.99	1.93
Peso del suelo húmedo+tara	gr	251.00	217.00	239.00	240.00
Peso del suelo seco + tara	gr	234.14	197.00	210.00	205.00
Tara	gr	35.00	35.00	31.00	31.00
Peso de agua	gr	16.86	20.00	29.00	35.00
Peso del suelo seco	gr	199.14	162.00	179.00	174.00
Contenido de agua	%	8.47	12.35	16.20	20.11
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.603	1.724	1.717	1.606
Gravedad Específica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.445	Densidad máxima (gr/cm <sup>3</sup> )		1.735
			Humedad óptima (%)		14.0



**Referencia**

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ R3 (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20691148484</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-006.04-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Version:	V-02
		FEF:	01/06/2019
<p><b>Asunto</b> : "Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"</p> <p><b>Solicitante</b> : Maoicon Daniel Bazán Quiñones    Institución: Universidad Cesar Vallejo    Especialidad: Ingeniería Civil</p> <p><b>Responsable Laboratorio</b> : Miguel Angel Alfaro Huayanay    Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.</p> <p><b>Fecha emisión informe</b> : 28/10/2019</p>			

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (CALICATA C-2)**  
**MTCE 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA	: Km 0 + 951	SUCS	: CL
MUESTRA	: C 2	AASHTO	: A-4 (4)
PROF. (m)	: 1.50		

COMPACTACIÓN						
Molde N°	31		56		26	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11840.00	12131.00	11610.00	11989.00	11325.00	11743.00
Peso de molde (g)	7590.00	7590.00	7577.00	7577.00	7569.00	7569.00
Peso del suelo húmedo (g)	4250.00	4541.00	4033.00	4412.00	3756.00	4174.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2068.63	2068.63	2082.26	2082.26	2060.47	2060.47
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.055	2.195	1.937	2.119	1.823	2.026
Peso suelo húmedo + tara (g)	319.00	326.00	336.01	337.90	331.62	357.00
Peso suelo seco + tara (g)	274.00	275.30	288.27	287.00	285.34	302.00
Peso de tara (g)	29.35	31.10	32.14	35.80	36.91	34.10
Peso de agua (g)	45.00	50.70	47.74	50.90	46.28	55.00
Peso de suelo seco (g)	244.65	244.20	256.13	251.20	248.43	267.90
Contenido de humedad (%)	18.4	20.8	18.6	20.3	18.6	20.5
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.735	1.818	1.633	1.762	1.537	1.681

EXPANSIÓN										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
	0	16.130	0.000	0.0	15.280	0.000	0.0	3.200	0.000	0.0
	24	17.300	1.170	1.0	16.800	1.520	1.3	4.100	0.900	0.8
	48	18.300	2.170	1.9	17.700	2.420	2.1	5.130	1.930	1.7
		19.800	3.670	3.2	19.250	3.970	3.4	8.580	5.380	4.7

PENETRACIÓN													
PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 31				MOLDE N° 56				MOLDE N° 26			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0			0					0		
0.635			15.4			13.9					4.6		
1.270			35.4			27.2					9.3		
1.905			43.2			35.6					14.4		
2.540	70.45		51.7			44.6					20.3		
3.180			69.3			68.5					28.9		
3.810			79.1			80.6					34.3		
5.080	105.68		115.3			91.3					41.8		
7.620			130.0			98.0					46.1		
10.160													
12.700													

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m<sup>3</sup>)

Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

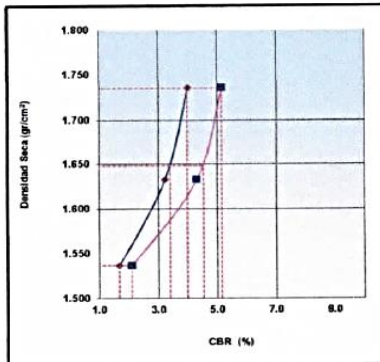


Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>		Formato		
	I-006.05-2019-SI-AT-Tesis Suelos		Código:	SI-AT-TS	
			Versión:	V.02	
			FEF:	01/08/2019	
Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"				
Solicitante :	Maelson Daniel Bozán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	Especialidad:	Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.			
Fecha emisión informe :	28/10/2019				

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (CALICATA C-2)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA :	Km 0 + 951
MUESTRA :	C 2
PROF. (m) :	1.50
SUCS :	CL
AASHTO :	A-4 (4)

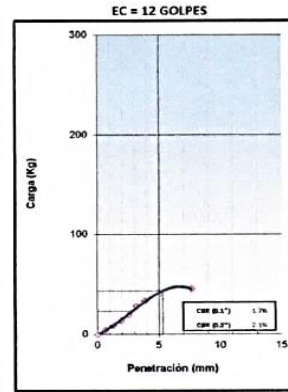
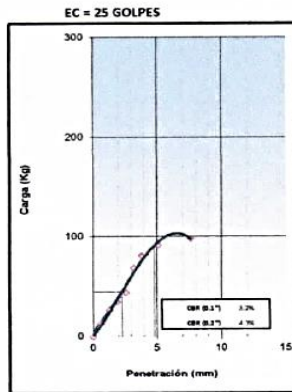
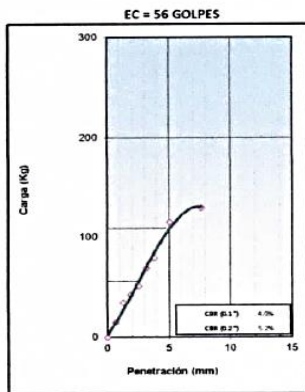


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.735  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.0  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.648

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1*:	4.0	0.2*:	5.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1*:	3.4	0.2*:	4.5

**RESULTADOS (0.2\*):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 5.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.5 (%)

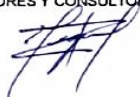
**RESULTADOS (0.1\*):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 4.0 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 3.4 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbfm/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

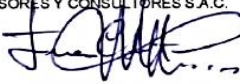
Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:



Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

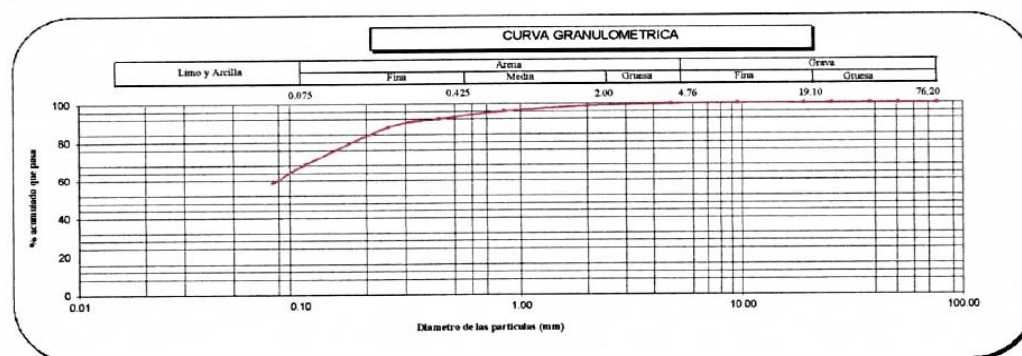


 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601145464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-007-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

<b>Asunto</b>	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
<b>Solicitante</b>	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
<b>Responsable Laboratorio</b>	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
<b>Fecha emisión informe</b>	28/10/2019		

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE SUELOS POR TAMIZADO (CALICATA C-3)**  
MTC E 107

DATOS DE LA MUESTRA										
PROGRESIVA (Km)	Km 1 + 430									
MUESTRA	C-3									
PROF. (m)	1.50									
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D422	Malla		Peso (g)	% que pasa	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO			
	N°	Abertura (mm)					Limite Líquido (LL)	25.0		
	3"	76.200					Limite Plástico (LP)	16.0		
	2"	50.800					Índice Plástico (IP)	9.0		
	1 1/2"	38.100					Clasificación (S.U.C.S.)	ASTM-D2487 CL		
	1"	25.400					Clasificación (AASHTO)	ASTM-D3282 A-4		
	3/4"	19.100					Índice de Grupo	5		
	3/8"	9.520		100.0			Descripción de Muestra: <b>Arcilla arenosa de baja plasticidad</b>			
	Nº 4	4.760	2	99.7	0.3	0.3			% Grava	0.3
	Nº 10	2.000	8.7	98.7	1.1	1.4			% Arena	41.2
	Nº 20	0.840	21.3	96.1	2.6	4.0			% < Nº 200	58.6
	Nº 40	0.425	32.8	92.1	4.0	8.0				
	Nº 60	0.250	36.3	87.7	4.4	12.4				
	Nº 140	0.106	157.0	68.6	19.1	31.5				
Nº 200	0.075	82.2	58.6	10.0	41.5					
< 200	NTP 339.132:1999	480.7	0.0	58.6	100.0					



- Referencias:**
- ASTM D 422-63-02 Standard test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates
  - ASTM D 4318-05 Standard test method for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils
  - ASTM D 2487-05 Standard classification of soils for engineering purposes (Unified soil classification system)
  - ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass
  - ASTM D 3282-04e1 Standard practice for classification of soils-aggregate mixtures for highway construction purposes
  - ASTM D 1140-00 Standard test for amount of material in soils finer than the N° 200 (75 um) sieve

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601140464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-007.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

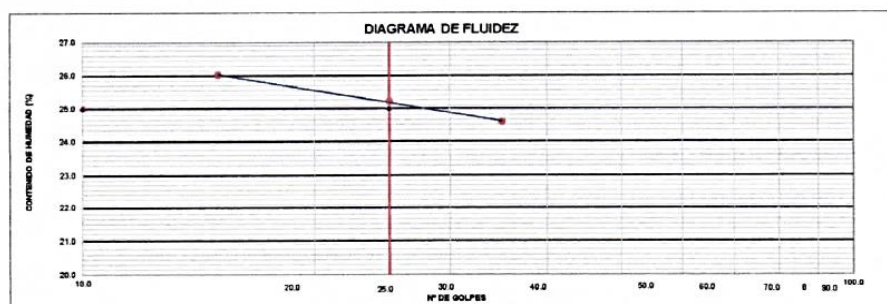
Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsible Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019		

**LÍMITES DE ATTERBERG (CALICATA C-3)**  
MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	Km 1 + 430
MUESTRA	C3
PROF. (m)	1.50

LÍMITE LÍQUIDO (MTC E 110 - 2000)				
Nº TARRO	L-33	L-43	L-37	
TARRO + SUELO HÚMEDO	41.77	43.20	41.06	
TARRO + SUELO SECO	39.26	40.34	38.53	
AGUA	2.51	2.86	2.53	
PESO DEL TARRO	29.05	29.00	28.81	
PESO DEL SUELO SECO	10.21	11.34	9.72	
% DE HUMEDAD	24.58	25.22	26.03	
Nº DE GOLPES	35	25	15	

LÍMITE PLÁSTICO (MTC E 111 - 2000)				
Nº TARRO	V-10	C-9		
TARRO + SUELO HÚMEDO	20.70	20.42		
TARRO + SUELO SECO	19.86	19.60		
AGUA	0.84	0.82		
PESO DEL TARRO	14.71	14.52		
PESO DEL SUELO SECO	5.15	5.08		
% DE HUMEDAD	16.31	16.14		



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
LÍMITE LÍQUIDO (%)		25.0
LÍMITE PLÁSTICO (%)		16.0
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)		9.0

OBSERVACIONES
La muestra fue proporcionada por el solicitante. Ensayo efectuado al material pasante la malla N° 40. Ensayo realizado mediante el "MÉTODO DE MULTIPUNTO".

Referencia: ASTM D 4318-05 Standard test methods for liquid limit, plastic limit, and plasticity index of soils.

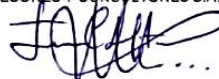
Elaborado por:  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:



Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



 <b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601145464	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b>  <b>I-007.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-T5
		Versión:	V.02
		FEF:	01/06/2019

Asunto	:	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"	
Solicitante	:	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio	:	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe	:	28/10/2019	

**CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO (CALICATA C-3)**  
**MTC E 108**

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	Km 1 + 430
MUESTRA	C 3
PROFUNDIDAD	1.50

Peso tara	(g)	35.9
Peso tara + muestra húmeda	(g)	272.5
Peso tara + muestra seca	(g)	256.1
Peso de agua	(g)	16.4
Peso de suelo seco	(g)	220.2
Contenido de Humedad	(%)	7.4

**Observaciones:**

**Referencia:**

ASTM D 2216-05 Standard test methods for laboratory determination of water (moisture) content of soil and rock by mass.

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:



**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



 <p>R.U.C. 20601140464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-007.03-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

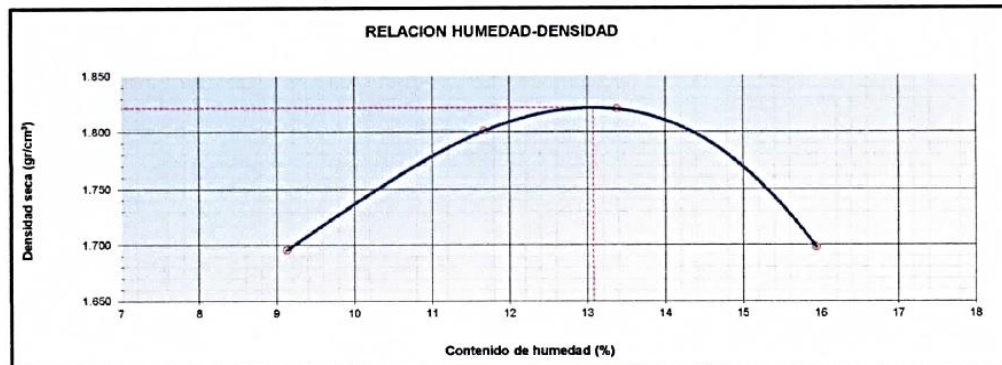
Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"			
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019			

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (CALICATA C-3)**  
MTC E 115

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA :	Km 1 + 430
MUESTRA :	C 3
PROFUNDIDAD :	1.50
SUCS : CL AASHTO: A-4 (5)	

MÉTODO : A

COMPACTACIÓN					
Peso suelo + molde	gr	5624.00	5775.00	5825.00	5735.00
Peso molde	gr	3884.00	3884.00	3884.00	3884.00
Peso suelo húmedo compactado	gr	1740.00	1891.00	1941.00	1851.00
Volumen del molde	cm <sup>3</sup>	940.40	940.40	940.40	940.40
Peso volumétrico húmedo	gr	1.85	2.01	2.06	1.97
Peso del suelo húmedo+tara	gr	289.00	315.00	219.00	326.00
Peso del suelo seco + tara	gr	267.08	285.00	196.70	285.30
Tara	gr	27.00	28.00	30.00	30.00
Peso de agua	gr	21.92	30.00	22.30	40.70
Peso del suelo seco	gr	240.08	257.00	166.70	255.30
Contenido de agua	%	9.13	11.67	13.38	15.94
Peso volumétrico seco	gr/cm <sup>3</sup>	1.695	1.801	1.820	1.698
Gravedad Especifica (gr/cm <sup>3</sup> )		2.444	<i>Densidad máxima (gr/cm<sup>3</sup>)</i>		1.822
			<i>Humedad óptima (%)</i>		13.1

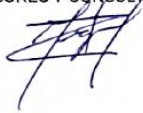


**Referencia**

ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:





 <p>HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601448464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-007.04-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V.02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBlind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019		

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (CALICATA C-3)**  
**MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA :	Km 1 + 430	SUCS :	CL
MUESTRA :	C 3	AASHTO :	A-4 (5)
PROF. (m) :	1.50		

COMPACTACIÓN						
Molde Nº	22		62		37	
	55		26		12	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11680.00	11988.00	11512.00	12011.00	11350.00	11780.00
Peso de molde (g)	7461.00	7461.00	7519.00	7519.00	7605.00	7605.00
Peso del suelo húmedo (g)	4219.00	4527.00	3993.00	4492.00	3745.00	4175.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2076.80	2076.80	2074.07	2074.07	2065.90	2065.90
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.031	2.180	1.925	2.166	1.813	2.021
Peso suelo húmedo + tara (g)	276.00	306.90	323.00	337.90	262.00	357.00
Peso suelo seco + tara (g)	251.00	275.40	293.87	305.00	238.00	320.00
Peso de tara (g)	33.00	31.10	36.90	35.80	32.00	34.10
Peso de agua (g)	25.00	31.50	29.13	32.90	24.00	37.00
Peso de suelo seco (g)	218.00	244.30	256.97	269.20	206.00	285.90
Contenido de humedad (%)	11.5	12.9	11.3	12.2	11.7	12.9
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.822	1.931	1.729	1.930	1.624	1.789

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%
	0	19.980	0.000	0.0	8.280	0.000	0.0	16.160	0.000	0.0
	24	20.310	0.330	0.3	9.560	1.280	1.1	17.750	1.590	1.4
	48	20.860	0.880	0.8	10.420	2.140	1.9	18.250	2.090	1.8
		22.950	2.970	2.6	12.820	4.540	3.9	22.600	6.440	5.6

PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 22			MOLDE Nº 62			MOLDE Nº 37				
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg		Dial (div)	kg		Dial (div)	kg			
0.000		0			0			0				
0.635		15.0			10.0			9.0				
1.270		30.0			25.0			15.0				
1.905		55.0			35.0			30.0				
2.540	70.45	60.0	81.0	5.7	45.0	68.2	4.8	38.0				
3.180		86.0			65.0			55.0				
3.810		98.0			76.0			60.0				
5.080	105.68	150.0	154.9	7.3	120.0	130.6	6.2	85.0				
7.620		180.0			150.0			102.0				
10.160												
12.700												

**Referencia:**  
 - ASTM D 1557-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils  
 - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN/m<sup>3</sup>)

Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:



Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:

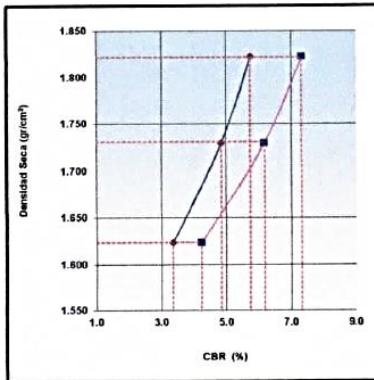


 <p>R.U.C. 20601142464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-007.05-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-15
		Versión:	V.02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maetson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe :	28/10/2019		

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (CALICATA C-3)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA :	Km 1 + 430
MUESTRA :	C 3
PROF. (m) :	1.50
SUCS :	CL
AASHTO :	A-4 (5)

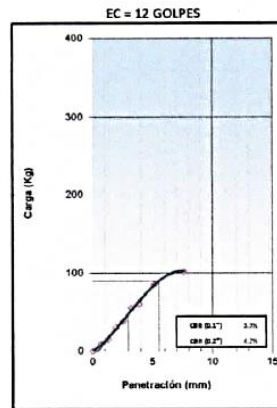
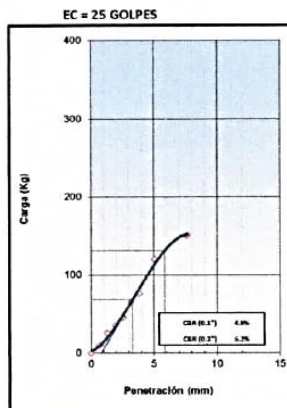
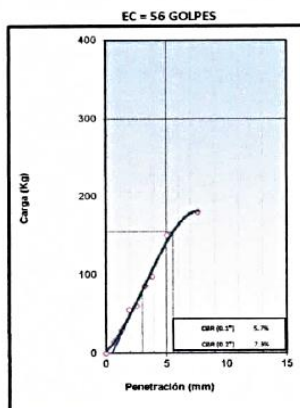


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.822  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 13.1  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3) : 1.731

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 5.7	0.2": 7.3
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 4.9	0.2": 6.2

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 7.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 6.2 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 5.7 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 4.9 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 36000 lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-n/m<sup>3</sup>)

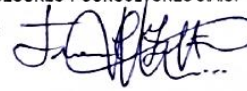
Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma:



Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-002.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto : "Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"

Solicitante : Maelson Daniel Bazán Quiñones Institución: Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil

Responsable Laboratorio : Miguel Angel Alfaro Huayanay Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.

Fecha emisión informe : 28/10/2019

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (3 Lt/m<sup>3</sup> AggreBind)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA	: Km 0 + 951	SUCS	: CL
MUESTRA	: C 2	AASHTO	: A-4 (4)
PROF. (m)	: 1.50		

**COMPACTACION**

	10		66		56	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	10		66		56	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11910.00		11610.00		11365.00	
Peso de molde (g)	7684.00		7557.00		7577.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4226.00		4053.00		3788.00	
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2057.75		2090.46		2082.26	
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.054		1.939		1.819	
Peso suelo húmedo + tara (g)	319.00		336.01		331.62	
Peso suelo seco + tara (g)	274.00		288.27		285.34	
Peso de tara (g)	29.35		32.14		36.91	
Peso de agua (g)	45.00		47.74		46.28	
Peso de suelo seco (g)	244.65		256.13		248.43	
Contenido de humedad (%)	18.4		18.6		18.6	
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.735		1.634		1.534	

**EXPANSIÓN**

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 10			MOLDE Nº 66			MOLDE Nº 56		
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION
		Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%	Dial (div)	kg	%
0.000			0			0			0	
0.635			157.0			120.0			80.0	
1.270			290.0			180.0			150.0	
1.905			545.0			260.0			240.0	
2.540	70.45		835.0			659.0			360.0	
3.180			930.0			860.0			410.0	
3.810			1056.0			950.0			560.0	
5.080	105.68		1470.0			1070.0			717.0	
7.620			1540.0			1230.0			830.0	
10.160										
12.700										

**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)


**Elaborado por:**  
Miguel Angel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

**Revisado por:**  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

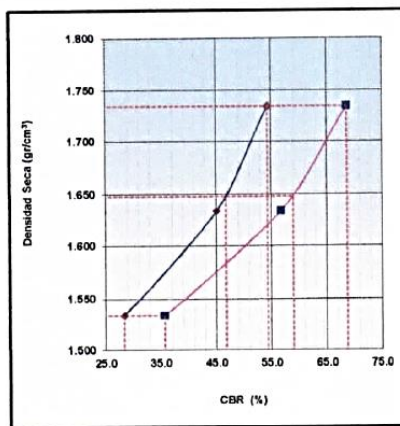
Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

 <p>R.U.C. 20501145464</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-002.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maestron Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo Especialidad: Ingeniería Civil
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	
Fecha emisión informe :	28/10/2019		

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (3 Lt/m<sup>3</sup> AggreBind)  
MTCE 132**

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA :	Km 0 + 951
MUESTRA :	C 2
PROF. (m) :	1.50
SUCS :	CL
AASHTO :	A-4 (4)

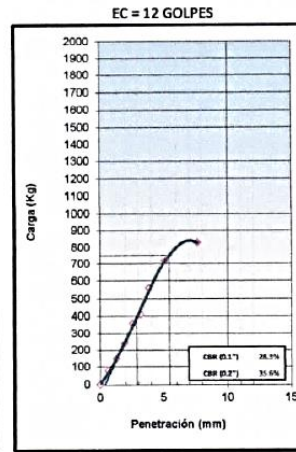
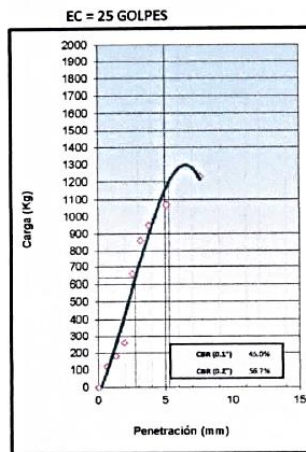
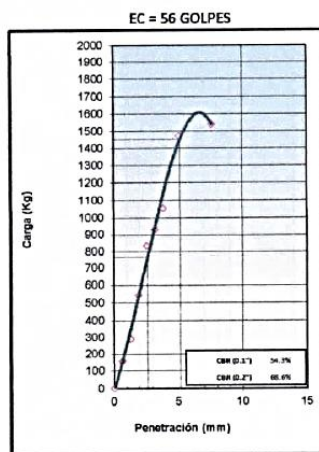


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.735  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.0  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.648

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 54.3	0.2": 68.6
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 46.7	0.2": 58.9

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 68.6 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 58.9 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 54.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 46.7 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftibf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.

 <p>R.U.C. 20901148454</p>	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-003.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V.02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (3.5 Lt/m<sup>3</sup> AggreBind)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA :	Km 0 + 951	SUCS :	CL
MUESTRA :	C 2	AASHTO :	A-4 (4)
PROF. (m) :	1.50		

**COMPACTACIÓN**

	10		66		56	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	10		66		56	
Capas N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	55		26		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11925.00	11595.00	11595.00	11345.00	11345.00	11345.00
Peso de molde (g)	7684.00	7557.00	7557.00	7577.00	7577.00	7577.00
Peso del suelo húmedo (g)	4241.00	4038.00	4038.00	3768.00	3768.00	3768.00
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2057.75	2090.46	2090.46	2082.26	2082.26	2082.26
Densidad húmeda (g/cm <sup>3</sup> )	2.061	1.932	1.932	1.810	1.810	1.810
Peso suelo húmedo + tara (g)	410.30	402.00	402.00	425.30	425.30	425.30
Peso suelo seco + tara (g)	350.00	345.00	345.00	365.00	365.00	365.00
Peso de tara (g)	29.35	32.00	32.00	30.00	30.00	30.00
Peso de agua (g)	60.30	57.00	57.00	60.30	60.30	60.30
Peso de suelo seco (g)	320.65	313.00	313.00	335.00	335.00	335.00
Contenido de humedad (%)	18.8	18.2	18.2	18.0	18.0	18.0
Densidad seca (g/cm <sup>3</sup> )	1.735	1.634	1.634	1.534	1.534	1.534

**EXPANSIÓN**

FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%

**PENETRACIÓN**

PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 10				MOLDE N° 66				MOLDE N° 56			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%
0.000			0			0					0		
0.635			102			80					50.0		
1.270			260			220					145.0		
1.905			490			345					250.0		
2.540	70.45		745			548					385.0		
3.180			860			675					410.0		
3.810			1025			780					645.0		
5.080	105.68		1345			1150					775.0		
7.620			1430			1230					890.0		
10.160													
12.700													

**Referencia:**  
 - ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils  
 - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ftlb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



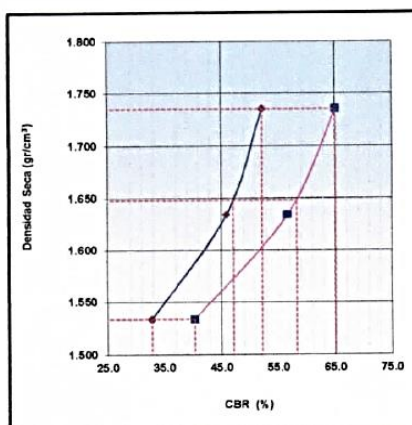
Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS.

 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601148464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-003.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto	HISAYC S.A.C.
Fecha emisión informe :	28/10/2019		

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (3.5 Lt/m<sup>3</sup> AggreBind)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA :	Km 0 + 951	SUCS :	CL
MUESTRA :	C 2	AASHTO :	A-4 (4)
PROF. (m) :	1.50		

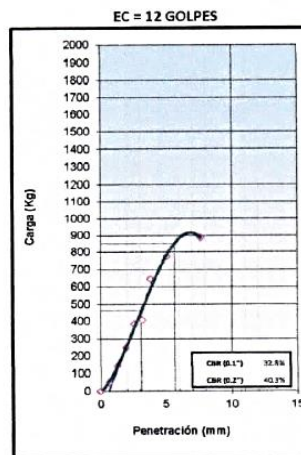
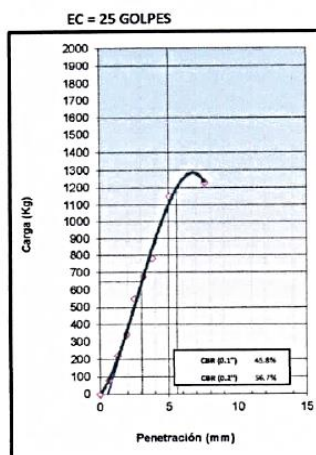
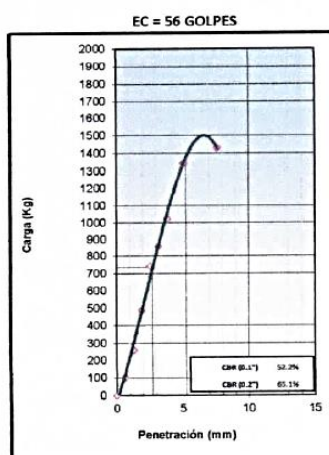


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.735  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.0  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.648

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	52.2	0.2":	65.1
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	47.1	0.2":	58.3

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 65.1 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 58.3 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 52.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 47.1 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lbf/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:




Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS

 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20901148464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b></p> <p><b>I-004.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-T5
		Versión:	V 02
		FEF:	01/06/2019
<p><b>Asento :</b> "Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"</p> <p><b>Solicitante :</b> Maelson Daniel Bazán Quiñones <b>Institución:</b> Universidad Cesar Vallejo <b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil</p> <p><b>Responsable Laboratorio :</b> Miguel Angel Alfaro Huayanay <b>Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.</b></p> <p><b>Fecha emisión informe :</b> 28/10/2019</p>			

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (4 Lt/m³ AggreBind)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA :	Km 0 + 951	SUCS :	CL
MUESTRA :	C 2	AASHTO :	A-4 (4)
PROF. (m) :	1.50		

COMPACTACIÓN						
Molde Nº	60		52		71	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11765.00		11645.00		11630.00	
Peso de molde (g)	7545.00		7623.00		7896.00	
Peso del suelo húmedo (g)	4220.00		4022.00		3734.00	
Volumen del molde (cm³)	2055.04		2090.46		2052.33	
Densidad húmeda (g/cm³)	2.053		1.924		1.819	
Peso suelo húmedo + tara (g)	319.00		336.01		331.62	
Peso suelo seco + tara (g)	274.00		288.27		285.34	
Peso de tara (g)	29.35		32.14		36.91	
Peso de agua (g)	45.00		47.74		46.28	
Peso de suelo seco (g)	244.65		256.13		245.43	
Contenido de humedad (%)	18.4		18.6		18.6	
Densidad seca (g/cm³)	1.734		1.622		1.534	

EXPANSION										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION												
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 60			MOLDE Nº 52			MOLDE Nº 71				
		CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION	CARGA		CORRECCION		
		Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg	%	Dial (div)	kg	kg
0.000		0			0				0			
0.635		150.0			125.0				85.0			
1.270		263.0			180.0				145.0			
1.905		360.0			245.0				215.0			
2.540	70.45	510.0	681.0	48.3	460.0	562.5	39.9		385.0			
3.180		863.0			610.0				520.0			
3.810		995.0			810.0				710.0			
5.080	105.68	1140.0	1251.9	59.1	930.0	1056.6	49.9		895.0			
7.620		1229.0			1145.0				910.0			
10.160												
12.700												

**Referencia:**  
 - ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils  
 - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 54000 R1M/R3 (2700 kN-m/m³)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


**Firma:**



**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

**Firma:**

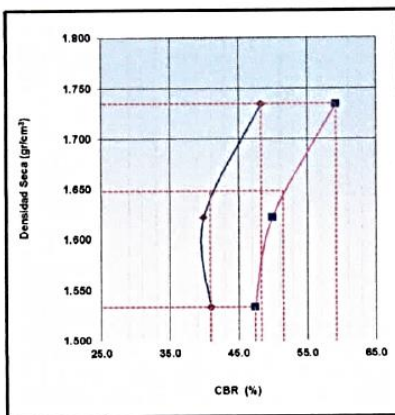


 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20901148464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-004.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (4 Lt/m<sup>3</sup> AggreBind)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA :	Km 0 + 951	SUCS :	CL
MUESTRA :	C 2	AASHTO :	A-4 (4)
PROF. (m) :	1.50		

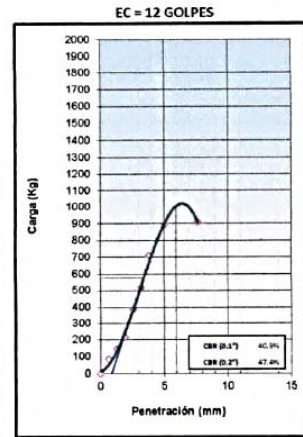
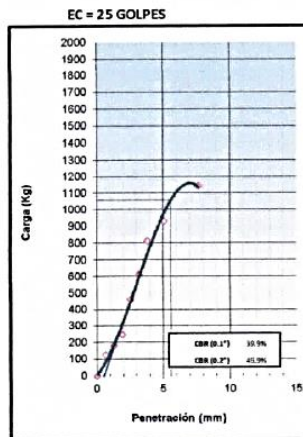
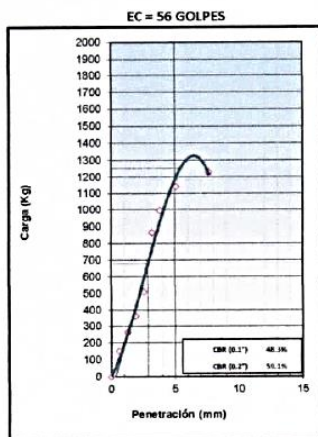


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.735  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.0  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.648

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1":	48.3	0.2":	59.2
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1":	40.8	0.2":	51.5

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 59.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 51.5 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 48.3 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 40.8 (%)



- Referencia:**
- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
  - ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft/lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN·m/m<sup>3</sup>)

**Elaborado por:**  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.


Firma: 

**Revisado por:**  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Esta información es de exclusiva responsabilidad del solicitante. Prohibida su reproducción parcial o total sin la autorización de HIS Asesores y consultores S.A.C.



 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20901148464</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-005.01-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-T5
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"			
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo	
Responsable Laboratorio :	Miguel Ángel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	Especialidad:	Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019			

**RELACIÓN DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (5 Lt/m³ AggreBind)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA			
PROGRESIVA :	Km 0 + 951	SUCS :	CL
MUESTRA :	C 2	AASHTO :	A-4 (4)
PROF. (m) :	1.50		

COMPACTACIÓN						
	4		62		22	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	4		62		22	
Capas Nº	5		5		5	
Golpes por capa Nº	55		26		12	
Condición de la muestra						
Peso de molde + Suelo húmedo (g)	11810.00	11541.00	11240.00	11240.00	11240.00	11240.00
Peso de molde (g)	7538.00	7519.00	7461.00	7461.00	7461.00	7461.00
Peso del suelo húmedo (g)	4272.00	4022.00	3779.00	3779.00	3779.00	3779.00
Volumen del molde (cm³)	2079.53	2074.07	2076.80	2076.80	2076.80	2076.80
Densidad húmeda (g/cm³)	2.054	1.939	1.820	1.820	1.820	1.820
Peso suelo húmedo + tara (g)	319.00	336.01	331.62	331.62	331.62	331.62
Peso suelo seco + tara (g)	274.00	288.27	285.34	285.34	285.34	285.34
Peso de tara (g)	29.35	32.14	36.91	36.91	36.91	36.91
Peso de agua (g)	45.00	47.74	46.28	46.28	46.28	46.28
Peso de suelo seco (g)	244.65	256.13	248.43	248.43	248.43	248.43
Contenido de humedad (%)	18.4	18.6	18.6	18.6	18.6	18.6
Densidad seca (g/cm³)	1.735	1.635	1.534	1.534	1.534	1.534

EXPANSIÓN										
FECHA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
			mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACIÓN												
PENETRACIÓN mm	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 4			MOLDE Nº 62			MOLDE Nº 22				
		Dial (div)	CARGA	CORRECCION	Dial (div)	CARGA	CORRECCION	Dial (div)	CARGA	CORRECCION		
			kg	%		kg	%		kg	%		
0.000		0			0			0				
0.635		180			130			90				
1.270		260			210			160				
1.905		360			373			245				
2.540	70.45	521			502			500				
3.180		715			730			490				
3.810		956			870			610				
5.080	105.68	1130			980			810				
7.620		1271			1045			890				
10.160												
12.700												

**Referencia:**


- ASTM D 1557-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 Nibf/h3 (2700 Nibv-m3)

Elaborado por:  
Miguel Ángel Alfaro Huayanay  
Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Revisado por:  
Juan Carlos Zapata Silva  
Ing. Civil CIP 56346  
HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

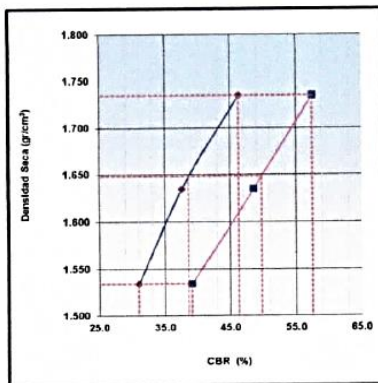
Firma: 

 <p><b>HIS</b> ASESORES Y CONSULTORES S.A.C. R.U.C. 20601940454</p>	<p><b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-005.02-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b></p>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

Asunto :	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
Solicitante :	Maelson Daniel Bazán Quiñones	Institución:	Universidad Cesar Vallejo
Responsable Laboratorio :	Miguel Angel Alfaro Huayanay	Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.	Especialidad: Ingeniería Civil
Fecha emisión informe :	28/10/2019		

**RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA (C.B.R.) (5 Lt/m<sup>3</sup> AggreBind)  
MTC E 132**

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA :	Km 0 + 951
MUESTRA :	C 2
PROF. (m) :	1.50
	SUCS : CL
	AASHTO: A-4 (4)

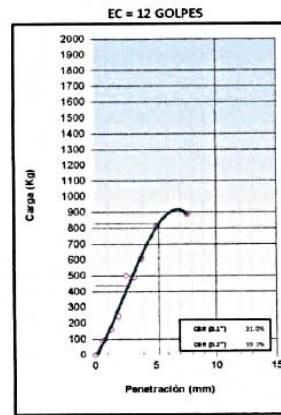
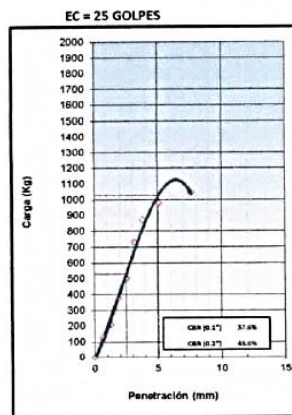
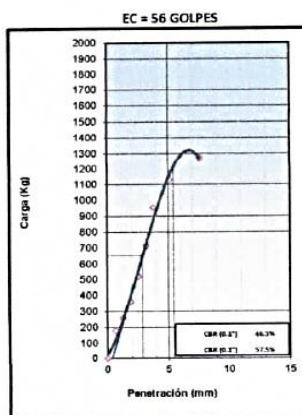


METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557  
 MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.735  
 OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) : 14.0  
 95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) : 1.648

C.B.R. al 100% de M.D.S. (%)	0.1": 46.2	0.2": 57.5
C.B.R. al 95% de M.D.S. (%)	0.1": 38.6	0.2": 49.8

**RESULTADOS (0.2"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 57.5 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 49.8 (%)

**RESULTADOS (0.1"):**  
 Valor de C.B.R. al 100% de la M.D.S. = 46.2 (%)  
 Valor de C.B.R. al 95% de la M.D.S. = 38.6 (%)



**Referencia:**

- ASTM D 1883-05 Standard test method for CBR (California Bearing Ratio) of laboratory-compacted soils
- ASTM D 1557-02 Standard test methods for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort - 56000 ft-lb/ft<sup>3</sup> (2700 kN-m/m<sup>3</sup>)

Elaborado por:  
**Miguel Angel Alfaro Huayanay**  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



Revisado por:  
**Juan Carlos Zapata Silva**  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma:



	<b>INFORME DE RESULTADOS PARA TESIS</b> <b>I-008-2019-SI-AT-Tesis Suelos</b>	Formato	
		Código:	SI-AT-TS
		Versión:	V-02
		FEF:	01/06/2019

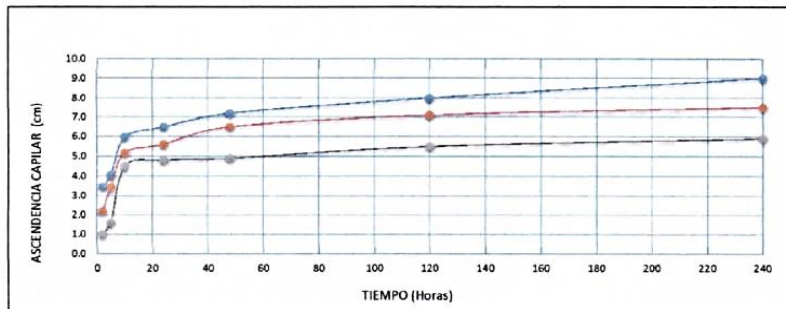
<b>Asunto</b>	"Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la aplicación del polímero acrílico AggreBind en la Av. Paramonga - San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019"		
<b>Solicitante</b>	Maelson Daniel Bazán Quiñones	<b>Institución:</b> Universidad Cesar Vallejo	<b>Especialidad:</b> Ingeniería Civil
<b>Responsable Laboratorio</b>	Miguel Angel Alfaro Huayanay	<b>Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto HISAYC S.A.C.</b>	
<b>Fecha emisión Informe</b>	28/10/2019		

**ENSAYO DE CAPILARIDAD**

DATOS DE LA MUESTRA	
PROGRESIVA	Km 0 + 951
MUESTRA	C 2
PROFUNDIDAD	1.5

N° PROBETA	(H) ALTURA	ASCENSO CAPILAR							
		Minutos		01 Día			02 Días	5 Días	10 Días
		0	Horas 2	Horas 5	Horas 10	Horas 24	Horas 48	Horas 120	Horas 240
M-1	11,72 cm	0.0	3.5	4.1	6.0	6.5	7.2	8.0	9.0
M-2	11,72 cm	0.0	2.2	3.5	5.2	5.6	6.5	7.1	7.5
M-3	11,72 cm	0.0	1.0	1.6	4.5	4.8	4.9	5.5	5.9

N° PROBETA	PESO MUESTRA	ABSORCIÓN							
		Minutos		01 Día			02 Días	5 Días	10 Días
		0	Horas 2	Horas 5	Horas 10	Horas 24	Horas 48	Horas 120	Horas 240
M-1	2200 gr	0.0	656.9	769.6	1120.5	1220.1	1350.8	1501.5	1689.4
M-2	2200 gr	0.0	411.0	647.7	970.4	1051.2	1220.1	1332.8	1407.8
M-3	2200 gr	0.0	189.6	302.3	844.8	901.1	919.8	1032.5	1107.5



Muestras	Ascendencia capilar	Absorción en peso	Tiempo	Leyenda
M-1 (Muestra de suelo natural)	9.0 cm	1686.4 gr	240 Horas	M-1
M-2 (Muestra de suelo mejorado con Aggrebind)	7.5 cm	1407.8 gr		M-2
M-3 (Muestra de suelo mejorado con Aggrebind y sellado Aggrebind)	5.9 cm	1107.2 gr		M-3

Elaborado por:  
 Miguel Angel Alfaro Huayanay  
 Especialista en Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

Revisado por:  
 Juan Carlos Zapata Silva  
 Ing. Civil CIP 56346  
 HIS ASESORES Y CONSULTORES S.A.C.

Firma: 

## **Anexo 11. Calibración de Equipos**



# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-318-2018

Página 1 de 5

**Solicitante** : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.

**Dirección** : CAL.21 MZA. Z LOTE. 34 URB. COOPPIP - SAN MARTIN DE PORRES

**Equipo de Medición** : HORNO ELECTRICO

**Marca** : METROTEST

**Modelo** : MS-H1

**Procedencia** : PERÚ

**Código de Ident.** : NO INDICA

**Número de Serie** : 863

**Tº de trabajo** : 110 °C ± 10 °C

**Ventilación** : Natural

**Lugar de Calibración** : Lab. Temperatura de Metrotest E.I.R.L.

**Misión:**  
Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

**Visión:**  
Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.  
Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

**Instrumento de Medición :**

Nombre	Marca	Modelo	Código de Identificación	Alcance de indicación	División mínima	Tipo de Indicación
Termometro controlador	AUTONICS	TCN4S	NO INDICA	200°C	1°C	Digital

**Fecha de Calibración** : 2018-10-19

**Fecha de Emisión** : 2018-10-19

**Método de Calibración** Empleado

La calibración se realizó tomando como referencia el Método de Comparación entre las indicaciones de lectura del termometro controlador del equipo a calibrar con Termometro patrón con 10 termopares utilizando el "Procedimiento de INDECOP/ SNM PC-005 1º Ed. "Procedimiento para la Calibración de Hornos"

**Observaciones**

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
  - La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento.
- (\*) Código asignado por Metrotest E.I.R.L.



Luigi Asenjo G  
Jefe de Metrología



# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION CTM-318-2018

Página 2 de 5

PATRONES DE REFERENCIA:

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
METROTEST E.I.R.L.	Termómetro de indicación Digital con 10 sensores	CTM-001-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Termómetro de indicación digital	LT-011-2018

Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,3	19,6
Humedad (%)	46	48

Resultados de la calibración:

#### CALIBRACION PARA 110 °C ± 10 °C

TIEMPO (min.)	T ind. (°C) Termómetro del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICION (°C)										T prom. (°C)	Tmax-Tmin. (°C)
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	110	111,1	110,0	106,2	109,0	112,1	109,1	109,8	101,2	110,4	109,2	108,8	10,9
02	110	111,0	110,0	106,2	109,0	112,1	108,9	109,7	101,2	110,4	109,3	108,8	10,9
04	110	111,0	109,9	106,2	109,1	112,1	108,9	109,7	101,2	110,4	108,9	108,7	10,9
06	110	111,1	110,0	106,2	109,1	112,1	108,9	109,7	101,2	110,3	109,1	108,8	10,9
08	110	111,2	110,0	106,2	109,1	112,2	109,0	109,7	101,2	110,3	109,2	108,8	11,0
10	110	111,1	110,1	106,2	109,1	112,2	109,0	109,7	101,2	110,4	109,2	108,8	11,0
12	110	111,1	110,0	106,2	109,1	112,2	109,0	109,5	101,2	110,4	109,3	108,8	11,0
14	110	111,1	110,0	106,1	109,1	112,2	109,1	109,5	101,2	110,4	108,9	108,8	11,0
16	110	111,1	109,9	106,1	109,1	112,2	109,1	109,5	101,2	110,3	109,1	108,8	11,0
18	110	111,0	110,0	106,4	108,6	112,3	109,1	109,5	101,2	110,3	109,2	108,8	11,1
20	110	111,0	110,2	106,4	109,1	112,3	109,1	109,2	101,2	110,3	109,5	108,8	11,1
22	110	111,0	110,2	106,4	108,9	112,3	109,1	109,2	101,2	110,2	109,5	108,8	11,1
24	110	111,0	110,2	106,3	108,9	112,3	109,1	109,2	101,2	110,2	109,4	108,8	11,1
26	110	110,9	110,1	106,3	108,9	112,4	109,1	108,9	101,2	110,1	109,4	108,7	11,2
28	110	110,9	110,1	106,2	109,0	112,4	108,6	108,9	101,2	110,2	109,3	108,7	11,2
30	110	111,1	110,1	106,2	109,0	112,4	108,9	108,9	101,2	110,4	109,2	108,7	11,2
32	110	111,1	110,0	106,2	109,0	112,4	108,8	108,9	101,4	110,4	109,3	108,8	11,0
34	110	111,1	110,0	106,2	109,1	112,5	108,6	108,9	101,4	110,4	108,9	108,7	11,1
36	110	111,1	109,9	106,2	109,1	112,5	108,6	109,0	101,4	110,3	109,1	108,7	11,1
38	110	111,0	110,0	106,2	109,1	112,5	108,6	108,8	101,4	110,3	109,2	108,7	11,1
40	110	111,0	110,2	106,2	109,1	112,5	108,6	108,8	101,1	110,3	109,5	108,7	11,4
42	110	111,0	110,2	106,2	109,1	112,6	108,6	108,7	101,4	110,2	109,5	108,8	11,2
44	110	111,0	110,2	106,1	109,1	112,6	108,4	108,7	101,4	110,2	109,4	108,7	11,2
46	110	110,9	110,1	106,1	109,1	112,7	108,4	108,7	101,4	110,1	109,4	108,7	11,3
48	110	110,9	110,1	106,4	108,6	112,7	108,4	108,9	101,4	110,2	109,3	108,7	11,3
50	110	110,8	110,1	106,2	109,1	112,7	108,1	108,8	101,4	110,3	109,3	108,7	11,3
52	110	110,9	110,0	106,2	108,9	112,7	108,1	108,8	101,4	110,3	109,4	108,7	11,3
54	110	110,9	110,0	106,4	108,9	112,8	108,0	108,8	101,4	110,2	109,4	108,7	11,4
56	110	110,8	109,9	106,4	108,9	112,8	107,9	108,9	101,4	110,5	109,5	108,7	11,4
58	110	110,8	110,0	106,4	109,0	112,8	107,9	108,8	101,4	110,5	109,5	108,7	11,4
60	110	110,6	109,7	106,4	108,8	112,8	107,8	108,8	101,3	110,7	109,3	108,6	11,5
T.PROM	110	111,0	110,0	106,2	109,0	112,4	108,7	109,1	101,3	110,3	109,3	108,7	
T.MAX	110	111,2	110,2	106,4	109,1	112,8	109,1	109,8	101,4	110,7	109,5		
T.MIN	110	110,6	109,7	106,1	108,6	112,1	107,8	108,7	101,1	110,1	108,9		
DTT	0,0	0,6	0,5	0,3	0,5	0,7	1,3	1,1	0,3	0,6	0,6		



Jr. Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos [www.metrotesteirl.com](http://www.metrotesteirl.com) / [metrotestlogistica@hotmail.com](mailto:metrotestlogistica@hotmail.com) / [ventas@metrotesteirl.com](mailto:ventas@metrotesteirl.com)

Tel.: 528-7898 Telefax: 528-3324 Entel: 997 045 343 / #962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-318-2018

Página 3 de 5

PARÁMETRO	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	112,8	0,3
Mínima Temperatura Medida	101,1	0,3
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,3	0,1
Desviación de Temperatura en el Espacio	11,2	0,3
Estabilidad	± 0,65	0,04
Uniformidad	11,5	0,3

- T.PROM.: Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.  
T.prom.: Promedio de la temperatura en las diez posiciones de medición para un instante dado.  
T.MAX.: Temperatura máxima  
T.MIN.: Temperatura mínima  
DTT.: Desviación de Temperatura en el tiempo.

Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición

Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del medio isotermi: 0,5 °C

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a  $\pm 1/2$  máx. DTT.



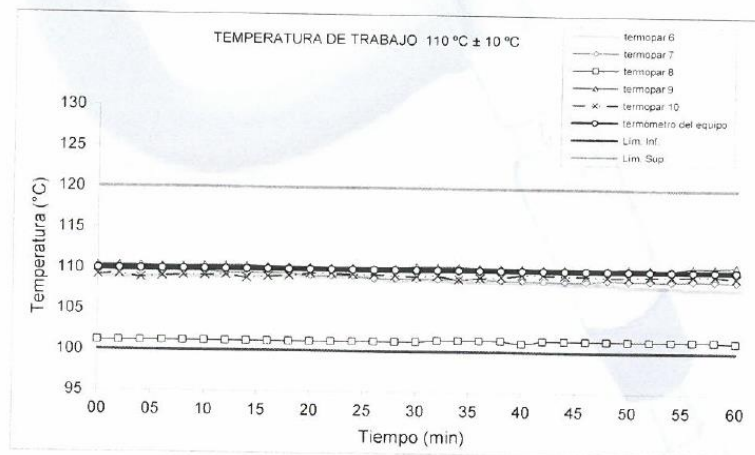
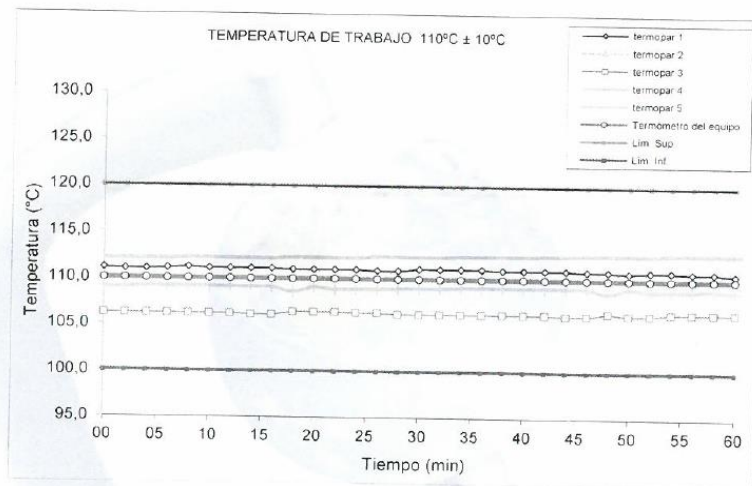


# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-318-2018

Página 4 de 5



Jr. Aristides Sologuren 484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos [www.metrotesteirl.com](http://www.metrotesteirl.com) / [metrotestlogistica@hotmail.com](mailto:metrotestlogistica@hotmail.com) / [ventas@metrotesteirl.com](mailto:ventas@metrotesteirl.com)  
Tel.: 528-7898 Telefax: 528-3324 Entel: 997 045 343 / #962 889 991

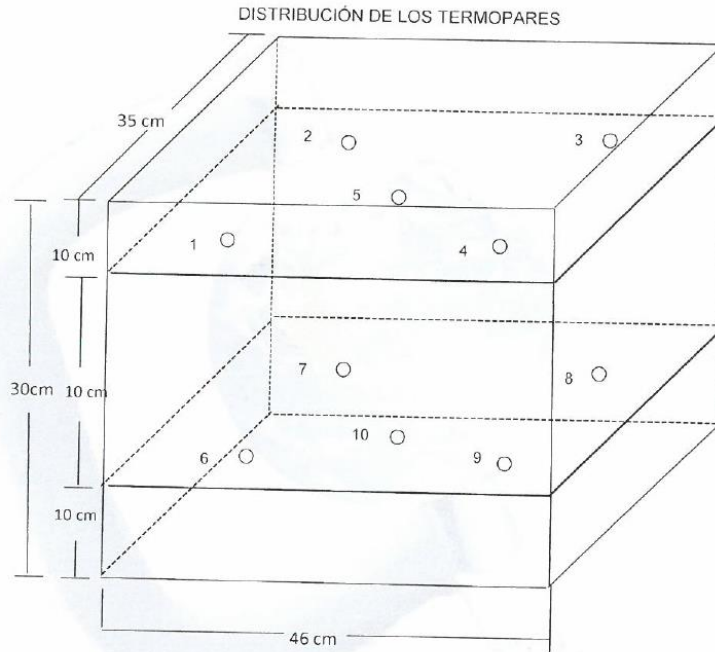
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL





## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CTM-318-2018

Página 5 de 5



Los termopares 5 y 10 están ubicados en el centro de los planos inferior y superior.  
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 9 cm de las paredes laterales.  
Los termopares del 1 al 4 y del 6 al 10 están ubicados a 10 cm y a 12 cm respectivamente de la parte superior e inferior del horno tal como se muestra en el dibujo.





# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

### CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-563-2018

**Expediente** 02423-2018  
**Solicitante** INGEPAV INGENIEROS S.A.C.  
**Dirección** CAL.21 MZA. Z LOTE. 34 URB. COOPPIP -  
SAN MARTIN DE PORRES  
**Equipo de Medición** BALANZA NO AUTOMÁTICA  
**Marca** OHAUS  
**Modelo** SE6001F  
**Serie** B832476217  
**Identificación** NO INDICA  
**Procedencia** CHINA  
**Capacidad Máxima** 6000 g  
**División de escala ( d )** 0,1 g  
**División de verificación ( e )** 1 g  
**Tipo** ELECTRONICA  
**Ubicación** Lab. Masa de Metrotest E.I.R.L.

**Fecha de Calibración** 2018-10-19

**Misión:**

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

**Visión:**

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios. Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

**Método de Calibración**

Comparación Directa. Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y Clase IIII. PC - 001 del SNM-INDECOPI, Tercera Edición enero 2010.

**Condiciones Ambientales**

	Inicial	Final
Temperatura	18,1 °C	20,5 °C
Humedad Relativa	46 %	43 %

Sello

Fecha de emisión

Jefe de Metrología



2018-10-19

Luigi Asenjo G.

Página 1 de 4  
FM035-01



# Metrotest

E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-563-2018

### Observaciones

Automático; el límite inferior (capacidad mínima) de medida para esta balanza no debe ser menor a 2 g

Los Errores Máximos Permitidos (emp) mostrados en este documento corresponden a los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III según NMP:003:2009 - 2da Edición

Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

### Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales e internacionales que materializan las unidades físicas de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia de INACAL-DM	Juego de pesas (Clase E2)	LM-597-2018
Patrones de referencia de DM-INACAL	Juego de pesas (exactitud F1)	LM-415-2018 / LM-416-2018





# Metrotest E.I.R.L.

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-563-2018

### Resultados de la Medición

Fecha de Calibración	2018-10-19
Identificación de la balanza	NO INDICA
Ubicación de la balanza	LAB. MASA DE METROTEST E.I.R.L. Jr. Aristides Sologuren N°484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos

### INSPECCIÓN VISUAL

Ajuste de cero	TIENE	Escala	NO TIENE
Oscilación Libre	TIENE	Cursor	NO TIENE
Plataforma	TIENE	Nivelación	TIENE
Sistema de traba	NO TIENE		

### ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Carga L1= 3.000,0 g			Carga L2= 6.000,0 g		
I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,0	0,06	0,0
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
3.000,0	0,05	0,0	6.000,1	0,06	0,1
Δ Emáx (g)		0,0	Δ Emáx (g)		0,1
emp (g)		3	emp (g)		3

### ENSAYO DE PESAJE

Carga (g)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				emp ±(g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,0	1,0	0,05	0,0						
0,0	2,0	0,05	0,0	0,0	2,0	0,04	0,0	0,0	1
10,0	10,0	0,06	0,0	0,0	10,0	0,04	0,0	0,0	1
20,0	20,0	0,06	0,0	0,0	20,0	0,04	0,0	0,0	1
50,0	50,0	0,06	0,0	0,0	50,0	0,05	0,0	0,0	1
100,0	100,0	0,06	0,0	0,0	100,0	0,05	0,0	0,0	1
500,0	500,0	0,06	0,0	0,0	500,0	0,05	0,0	0,0	1
1.000,0	1.000,0	0,06	0,0	0,0	1.000,0	0,05	0,0	0,0	2
2.000,0	2.000,0	0,06	0,0	0,0	2.000,0	0,05	0,0	0,0	2
4.000,0	4.000,0	0,06	0,0	0,0	4.000,1	0,06	0,1	0,1	3
6.000,0	6.000,0	0,05	0,0	0,0	6.000,0	0,05	0,0	0,0	3

Página 3 de 4  
FM035-01



Jr. Aristides Sologuren N°484 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos  
www.metrotesteirl.com / metrotestlogistica@hotmail.com / ventas@metrotesteirl.com  
Telf.: 526-7898 Telefax: 526-3324 Entel: 997 045 343 / #962 889 991

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL

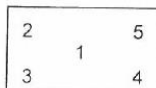


# Metrotest

LABORATORIO DE METROLOGÍA

## CERTIFICADO DE CALIBRACION CMM-563-2018

### ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



VISTA FRONTAL

N°	Determinación del Eo				Determinación del Error corregido Ec					
	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	emp (g)
1	1,0	1,0	0,05	0,0	2.000,0	1.999,9	0,05	-0,1	-0,1	2
2		1,0	0,05	0,0		2.000,0	0,05	0,0	0,0	
3		1,0	0,05	0,0		2.000,0	0,06	0,0	0,0	
4		1,0	0,05	0,0		1.999,8	0,06	-0,2	-0,2	
5		1,0	0,05	0,0		2.000,0	0,05	0,0	0,0	

- emp Error Máximo Permitido
- I Indicación del instrumento
- E Error encontrado
- Ec Error corregido
- Eo Error en cero
- ΔL Carga incrementada

### LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

$Lectura\ corregida = R + 0,0000027 \times R$   
 $Incertidumbre\ Expandida = 2 \times \sqrt{0,0053 \text{ g}^2 + 0,00000000039 \times R^2}$

R Lectura, cualquier indicación obtenida después de la calibración.

Los emp para balanzas en uso de funcionamiento no automático de Capacidad Máxima: 6000 g, División de verificación (e): 1 g y clase de exactitud III, según Norma Metrológica: Instrumento de Funcionamiento No Automático NMP:003:2009 - 2da Edición, es:

Intervalo			emp
0 g	a	500 g	1 g
500 g	a	2000 g	2 g
2000 g	a	6000 g	3 g



Jr. Aristides Salazar 184 Dpto. 102 Urb. Parques de Villa Sol - Los Olivos [www.metrotesteirl.com](http://www.metrotesteirl.com) / [metrotestlogistica@hotmail.com](mailto:metrotestlogistica@hotmail.com) / [ventas@metrotesteirl.com](mailto:ventas@metrotesteirl.com)  
 Telf.: 528-7898 Telefax: 528-3324 Entel: 997 045 343 / #962 889 991

**PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN LA AUTORIZACIÓN DE METROTEST EIRL**



## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CLM-751-2018

**Solicitante** : INGEPAV INGENIEROS S.A.C.  
**Dirección** : CAL 21 MZA. Z LOTE. 34 URB. COOPPIP -  
SAN MARTIN DE PORRES  
**Instrumento de Medición** : COPA CASA GRANDE  
**Marca** : PINZUAR  
**Modelo** : PS-11  
**Serie** : 1862  
**Identificación** : NO INDICA  
**Procedencia** : COLOMBIA  
**Contador** : ANALOGO  
**División mínima** : 1  
**Lugar de Calibración** : Lab. Longitud de Metrotest E.I.R.L.  
**Fecha de Calibración** : 2018-10-19  
**Fecha de Emisión** : 2018-10-19

### Misión:

Prestar servicios con política de mejoramiento continuo y cumplimiento con las normas y especificaciones técnicas requeridas en máquinas y equipos para medición y ensayos.

### Visión:

Lograr la confianza de nuestros clientes en el desarrollo de sus empresas a través de nuestros servicios.

Tenemos como objetivo alcanzar el liderazgo en el mercado, y de esta manera obtener para nuestros empleados la consecución de ideales en el plano intelectual y personal, con constante investigación e innovación, en la búsqueda de la máxima exactitud en la medición de ensayos.

### Método de Calibración Empleado

La calibración se realizó por comparación directa usando un tacómetro y un Cronómetro Patrón certificados, empleando el método de comparación entre las indicaciones de lectura del equipo Casagrande a calibrar versus las revoluciones por minuto medidas con el tacómetro patrón en un tiempo determinado.  
Tomando Como referencia la Norma ASTM D 4318 y el Manual de Ensayos de Materiales (EM2000)  
Determinación de Limite Liquido de los Suelos MTC E 110 - 2000.

### Observaciones:

- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".
- Base endurecida Cumple con su referencia a rebote Seco

Los errores encontrados son menores a los Errores Máximos Permitidos (e.m.p) para su Clase de Exactitud. Los resultados indicados en el presente documentos son validos en el momento de la calibración y se refieren exclusivamente al instrumento calibrado, no debe utilizarse como certificado de conformidad de producto. METROTEST E.I.R.L. No se hace responsable por los perjuicios que pueda ocasionar el uso incorrecto o inadecuado de este instrumento y tampoco de interpretaciones incorrectas o indebidas del presente documento. El usuario es responsable de la recalibración de sus instrumentos a intervalos apropiados de acuerdo al uso, conservación y mantenimiento del mismo y de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. El presente documento carece de valor sin firmas y sellos.

- (\*) Código inscrito en una etiqueta adherida al instrumento.



Luigi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



# Metrotest E.I.R.L.

## LABORATORIO DE METROLOGÍA

Certificado de Calibración CLM-751-2018

Página 2 de 3

### Condiciones Ambientales:

	Inicial	Final
Temperatura	21,2 °C	21,0 °C
Humedad Relativa	51 %	52,0 %

### PATRONES DE REFERENCIA:

Los resultados de la calibración realizada son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa del Servicio Nacional de Metrología SNM – INDECOPI en concordancia con el sistema Internacional de Unidades de Medida (SI) y el sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrones de referencia de METROTEST E.I.R.L.	Pie de rey Patrón	CLM-001-2018
Patrones de referencia del DM-INACAL	Cronometro Patrón de 0,01 seg de resolución	LTF-C-111-2018
Patrones de referencia del DM-INACAL	Tacómetro Patrón de 0,1 RPM de resolución	LTF-C-108-2018

### RESULTADOS

#### APARATO DE LIMITE LIQUIDO

	Descripción		Dimensiones			
			Metrico (mm)	Tolerancia (mm)	Ingles (in)	Tolerancia (in)
Conjunto de la cazuela	Radio de la copa	A	54,472	54 ±0.5	2,14	0,020
	Espesor de la copa	B	1,934	2 ±0.1	0,08	0,004
	Profundidad de la copa	C	26,554	27 ±0.5	1,05	0,020
Base	Copa desde la guía del elevador hasta la base	N	48,096	47 ±1	1,89	0,039
	Espesor	K	50,72	50 ±2	2,00	0,08
	Largo	L	150,36	150 ±2	5,92	0,08
	Ancho	M	125,13	125 ±2	4,93	0,08

#### RANURADOR

Espesor	a	10,00	0,1	0,39	0,004
Borde Cortante	b	2,244	0,1	0,09	0,004
Ancho	c	13,26	0,1	0,52	0,004



  
Lujgi Asenjo G.  
Jefe de Metrología



## CONTOMETRO

N° Cuentas del Patrón	N° Cuentas del instrumento	Error de N° de cuentas	Incertidumbre de N° cuentas
2	2	0	1
5	5	0	1
10	10	0	1
15	15	0	1
20	20	0	1
25	25	0	1
30	30	0	1

### Incertidumbre

La incertidumbre de medición reportada ha sido calculada de acuerdo con las Guías OIML G1-100-en: 2008 (JCGM 100: 2008) y OIML G1-104-en: 2009 (JCGM 104: 2009) "Guía para la expresión de la incertidumbre en las Mediciones", la cual sugiere desarrollar un modelo matemático que tome en cuenta los factores de influencia durante La Incertidumbre indicada no incluye una estimación de las variaciones a largo plazo.

La Incertidumbre de medición reportada se denomina Incertidumbre expandida (U) y se obtiene de la multiplicación de la Incertidumbre Estándar Combinada (u) por el factor de cobertura (k).

Generalmente se expresa un actor  $k=2$  para un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

---

Fin del Certificado de Calibración







# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA - QUIMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología  
Laboratorio de Fuerza

Página 1 de 3

1. Expediente 800-2019

2. Solicitante INGEOCONTROL S.A.C.

3. Dirección MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS  
PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA  
- SAN MARTIN DE PORRES

4. Equipo PRENSA CBR

Capacidad 5000 kgf

Marca RUMISTON

Modelo NO INDICA

Número de Serie NO INDICA

Procedencia PERÚ

Identificación LF-037

Indicación DIGITAL

Marca HIWEIGHT

Modelo 315XS

Número de Serie NO INDICA

Resolución 0.1 kgf

Ubicación NO INDICA

5. Fecha de Calibración 2019-02-13

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

PERUTEST S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2019-02-15

MANUEL ALEJANDRO ALIAGA TORRES



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
Sucursal: Calle Sirichi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 - Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



**PERUTEST S.A.C**  
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO

SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA

RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología

Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

### 6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza." - Julio 2006.

### 7. Lugar de calibración

En las instalaciones del cliente.

MZA. B LOTE. 11 URB. AMPLIACION LOS PORTALES DE CHAVIN 4TA ETAPA LIMA - LIMA - SAN MARTIN DE PORRES

### 8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21.5 °C	21.5 °C
Humedad Relativa	61 % HR	61 % HR



### 9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en PUCP - Laboratorio de estructuras antisísmicas	CELDA DE CARGA OAP MOD: ZSF-A SERIE: 55P4331 F-10-A-F	INF-LE 092 -19

### 10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de  $\pm 2,0$  °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1.0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.

Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima

Sucursal: Calle Sinchi Rocá Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque

Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224

E-mail : ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe



# PERUTEST S.A.C

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO  
 SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FISICA- QUIMICA  
 RUC N° 20602182721

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN PT - LF - 037 - 2019

Área de Metrología  
 Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

### 11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo	Indicación de Fuerza (Ascenso)				
	$F_i$ (kgf)	$F_1$ (kgf)	$F_2$ (kgf)	$F_3$ (kgf)	$F_{promedio}$ (kgf)
10	500	501.6	500.6	501.6	501.4
20	1000	1002.2	1001.2	1002.2	1001.9
30	1500	1504.4	1505.4	1505.4	1504.9
40	2000	2008.2	2007.2	2007.2	2007.2
50	2500	2505.5	2504.4	2505.5	2505.5
60	3000	3005.2	3007.2	3006.2	3006.4
70	3500	3505.2	3504.2	3505.2	3504.9
80	4000	4007.6	4008.7	4008.7	4008.2
90	4500	4508.2	4510.3	4510.3	4509.5
100	5000	5010.1	5009.0	5010.1	5009.8
Retorno a Cero		0.0	0.0	0.0	

Indicación del Equipo $F$ (kgf)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre $U$ (k=2) (%)
	Exactitud	Repetibilidad $b$ (%)	Reversibilidad $v$ (%)	Resol. Relativa $a$ (%)	
500	-0.27	0.20	-0.20	0.02	0.58
1000	-0.19	0.10	-0.10	0.01	0.58
1500	-0.32	0.07	0.07	0.01	0.58
2000	-0.36	0.05	0.05	0.01	0.58
2500	-0.22	0.04	-0.08	0.00	0.58
3000	-0.21	0.07	0.00	0.00	0.58
3500	-0.14	0.03	-0.03	0.00	0.57
4000	-0.20	0.03	0.03	0.00	0.57
4500	-0.21	0.05	0.02	0.00	0.58
5000	-0.20	0.02	-0.02	0.00	0.57

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO ( $f_0$ ) 0.00 %

### 12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura  $k=2$ , el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



Principal: Calle Yahuar Huaca Nro. 215 - Urb. San Agustín II Etapa - Comas - Lima  
 Sucursal: Calle Sinchi Roca Nro. 1320 - La Victoria - Chiclayo - Lambayeque  
 Teléfono: 913028621 - 913028623 - 913028624 Oficina: (511) 502 - 2226 / (511) 502 - 2224  
 E-mail: ventas@perutest.com.pe Web: www.perutest.com.pe

**Anexo 12.** Formato de ensayos de validación y  
Manual de costos

VALIDES DEL INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN JUICIO DE EXPERTOS

“MEJORAMIENTO TÉCNICO ECONÓMICO DE PAVIMENTOS CON LA APLICACIÓN DEL POLÍMERO ACRÍLICO AGGREBIÑD EN LA AV. PARAMONGA - SAN MARTIN DE PORRES – LIMA –LIMA – 2019”

Datos generales : BAZAN QUIÑONES MAELSON DANIEL

Instrucción : Luego de analizar y cortejar el instrumento de investigación “FORMATOS PARA ANALIZAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL TERRENO DE FUNDACION” con la matriz de consistencia de la presente investigación, por lo cual se le solicita en base a su criterio, conocimiento y experiencia profesional, valide dicho instrumento para su aplicación.

ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
UBICACIÓN		Av. Paramonga- San Martín de Porres			PROGRESIVA:	N	
PERFORACIÓN		Calicata N° 01			N° LABORATORIO:	01	
		Desing.	A	A	B %		
		del Tamiz US	Peso Retenido gr.	Peso Retenido gr. REAL	Pasante	% Mas Grueso	% Mas Fino
TAMIZADO USANDO EL P.T.M.	PIEDRA O CANTOS	4					
		3					
	GRAMA	GRUESA	2 1/2				
			2				
			1 1/2				
			1				
			3/4				
		FINA	1/2				
			3/8				
			1/4				
N° 4							
N° 8							
TAMIZADO CON FRACCIÓN MENOR Q' P.	ARENA	GRUESA	N° 10				
			N° 16				
			N° 20				
			N° 30				
			N° 40				
	FINA	N° 50					
		N° 60					
		N° 80					
		N° 100					
		N° 200					
P N° 200							

CARACTERÍSTICAS DE MUESTRA ENSAYADA		
MUESTRA SECA	MUESTRA HÚMEDA	PESO TOTAL

APELLIDOS Y NOMBRES	Zenú Armas Murio Antonio
CIP	159203
GRADO ACADEMICO	MAESTRO



APELLIDOS Y NOMBRES	Bazan Quiñones Carrasco Gersonalis
CIP	128029
GRADO ACADEMICO	INGENIERO CIVIL

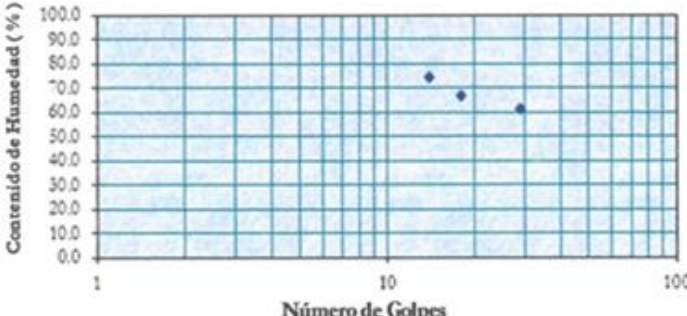


Gersonalis del Bocanegra Carrasco  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 128029

APELLIDOS Y NOMBRES	Santos Ricardo Padilla Picheu
CIP	51630
GRADO ACADEMICO	MAESTRO



SANTOS RICARDO PADILLA PICHEU  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51630

N del PI		Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga del distrito de San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019					
Proyectistas :		Bazan Quiñones Maclson Daniel					
Ensayo :		LÍMITES DE CONSISTENCIA					
LÍMITE LÍQUIDO		Norma : ASTM D 4318					
LÍMITE PLÁSTICO		Norma : ASTM D 4319					
Fecha de Muestreo :							
Muestreado por :							
Chequeado por :							
LÍMITES DE CONSISTENCIA		Ubicación : Calicata C1			Potencia : 0.40 m		
		Estrato : E2					
		LÍMITE LÍQUIDO		LÍMITE PLÁSTICO			Límites de Consistencia
Tara Número	Unidades	1	2	3	1	2	
Peso Tara + Muestra Húmeda	Gr						Límite Líquido: LL =
Peso Tara + Muestra Seca	Gr						Límite Plástico: LP =
Peso de la Tara	Gr						Índice de Plasticidad: IP =
Peso de la Muestra Seca	Gr						Contenido de Humedad: W <sub>n</sub> =
Peso del Agua	Gr						Grado de Consistencia: K <sub>w</sub> =
Contenido de Humedad	%						Grado de Consistencia: Consistencial líquida
Número de Golpes							
		LÍMITE LIQUIDO					
Calicata :		C1					
Estrato :		E2					
Potencia :		0.40 m					
Número de Golpes	Contenido de Humedad (%)						

APELLIDOS Y NOMBRES	Zeña Armas Marco Antonio
CIP	154203
GRADO ACADEMICO	MAESTRO



APELLIDOS Y NOMBRES	BOZANIGUA CARRASCO CARLOS AYALA
CIP	128029
GRADO ACADEMICO	INGENIERO CIVIL



Gerente del Buzanigua Carrasco  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 128029

APELLIDOS Y NOMBRES	PADILLA Pichue Santos R.
CIP	51630
GRADO ACADEMICO	MAESTRO



SANTOS RICARDO PADILLA PICHUE  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51630

<b>N del PI :</b> <i>Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga del distrito de San Martín de Porres - Lima - Lima - 2019</i>	
<b>Proyectistas :</b> <i>Bazan Quiñones Macdon Daniel</i>	
Realizado por :	
Chequeado por :	
<b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN S.U.C.S</b>	
Ubicación :	Potencia :
Estrato :	
% Que Pasa la Malla N° 200	
Límite Líquido	LL =
Límite Plástico	LP =
Índice de Plasticidad	IP =
Tipo de Suelo Según su Granulometría : Suelo Grueso	
Tipo de Simbología :	
Tipo de Suelo :	
Suelo :	

APELLIDOS Y NOMBRES	<i>Zaña Dima Marco A.</i>
CIP	<i>154203</i>
GRADO ACADEMICO	<i>MAESTRO</i>



APELLIDOS Y NOMBRES	<i>Bocanegra Carrasco Gersonyas</i>
CIP	<i>128029</i>
GRADO ACADEMICO	<i>INGENIERO CIVIL</i>



*Gersonyas Bocanegra Carrasco*  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 128029

APELLIDOS Y NOMBRES	<i>Pachilla Pacheco Santos P.</i>
CIP	<i>51630</i>
GRADO ACADEMICO	<i>MAESTRO</i>



*SANTOS RICARDO PACHILLA PACHECO*  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51630

Proyecto: \_\_\_\_\_  
 Localización: \_\_\_\_\_  
 Muestra: \_\_\_\_\_  
 Material: \_\_\_\_\_  
 Para Uso: \_\_\_\_\_

Perforación:  
 Profundidad de Muestra: \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_

N° Golpes / capa: \_\_\_\_\_ N° Capas: \_\_\_\_\_  
 Dimensiones del Molde: \_\_\_\_\_ Diámetro: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_ Peso del Martillo: \_\_\_\_\_  
 Sobrecarga: \_\_\_\_\_ Vol.: \_\_\_\_\_

**RELACION DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR MODIFICADO) ASTM D-1557**

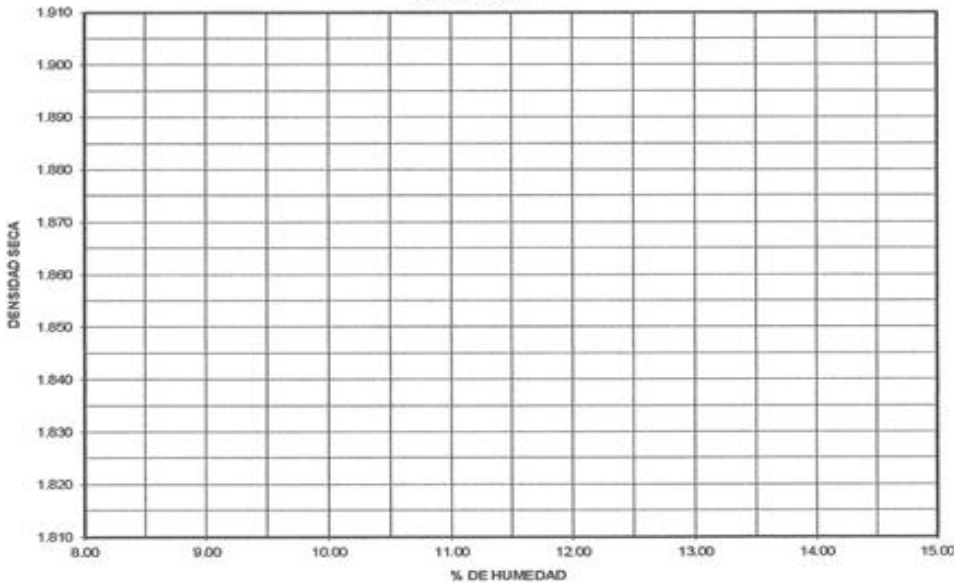
**DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

MUESTRA N°	1	2	3	4
PESO DEL TARRO (grs)				
PESO DEL TARRO+MUESTRA HUMEDA				
PESO DEL TARRO+ MUESTRA SECA (grs)				
PESO DEL AGUA (grs)				
PESO DEL MATERIAL SECO (grs)				
CONTENIDO DE HUMEDAD (grs)				
% PROMEDIO				

**DETERMINACION DE LA DENSIDAD**

CONTENIDO DE HUMEDAD %				
PESO DEL SUELO+MOLDE (grs)				
PESO DEL MOLDE (grs)				
PESO DEL SUELO (grs)				
DENSIDAD HUMEDA (grs/cm <sup>3</sup> )				
DENSIDAD SECA (grs/cm <sup>3</sup> )				
			Densidad Máxima (grs/cm <sup>3</sup> )	
			Humedad Óptima%	

**COMPACTACION**



APELLIDOS Y NOMBRES	ZEAU ARMAS MARCO ANTONIO
CIP	159203
GRADO ACADEMICO	INGENIERO



APELLIDOS Y NOMBRES	BOCANEGRA CARRASCO GERSONIVAS
CIP	128029
GRADO ACADEMICO	INGENIERO CIVIL



Gersonivas Bocanegra Carrasco  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 128029

APELLIDOS Y NOMBRES	PADILLA PICHAR SANTOS P.
CIP	51630
GRADO ACADEMICO	INGENIERO



SANTOS RICARDO PADILLA PICHAR  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630





CBR EN LABORATORIO - SUELO COMPACTADO ASTM D 1557		
Cliente:	Certificado N°:	
Proyecto:	Expedito N°:	
Atención:	Fecha de Muestra:	
Procedencia:	Fecha de Ensayo:	
Ubic. De Muestra:	Clase de Material:	
GRAFICO		
<p>56 GOLPES</p>	<p>25 GOLPES</p>	<p>10 GOLPES</p>
	<p>METODO DE COMPACTACION : ASTM D1557</p> <p>MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) :</p> <p>OPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) :</p> <p>95% MAXIMA DENSIDAD SECA (g/cm<sup>3</sup>) :</p> <p>C.B.R. al 100% de M.D.S. (%) 0.1*</p> <p>C.B.R. al 95% de M.D.S. (%) 0.1*</p> <p>RESULTADOS:</p> <p>VALOR DE C.B.R. AL 100% DE LA M.D.S. :</p> <p>VALOR DE C.B.R. AL 95% DE LA M.D.S. :</p>	
Observaciones:		

APELLIDOS Y NOMBRES	Zenia Armos Marco D.
CIP	154203
GRADO ACADEMICO	MAESTRO



APELLIDOS Y NOMBRES	Bocanegra Carrasco Gerssonya
CIP	128029
GRADO ACADEMICO	INGENIERO CIVIL



Gerssonya del Bocanegra Carrasco  
INGENIERO CIVIL

APELLIDOS Y NOMBRES	PADILLA Pichu Suites P.
CIP	51630
GRADO ACADEMICO	MAESTRO



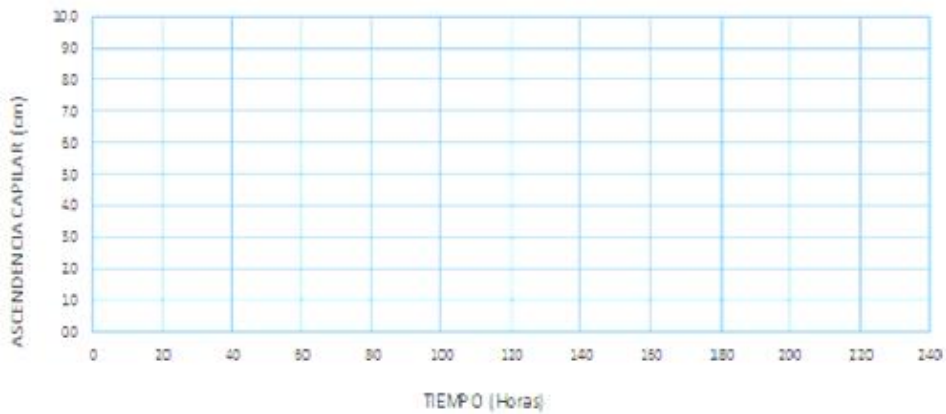
SANTOS RICARDO PADILLA PICHE  
INGENIERO CIVIL  
CIP 51630

N del PI: *Mejoramiento técnico económico de pavimentos con la Aplicación del Polímero Acrílico AggreBind en la Av. Paramonga del distrito de San Martín de Porres – Lima – Lima - 2019*

Proyectistas: *Bazan Quiñones Maclson Daniel*

Ensayo: **DE CAPILARIDAD.**

N° PROBETA	(H) ALTURA	ASCENSO CAPILAR							
		Minutos	01 Día				02 Días	5 Días	10 Días
			Horas 2	Horas 5	Horas 10	Horas 24	Horas 48	Horas 120	Horas 240
M-1									
M-2									
M-3									



APELLIDOS Y NOMBRES	<i>Zenia Armas Marco A.</i>
CIP	<i>154203</i>
GRADO ACADEMICO	<i>MAESTRO</i>



APELLIDOS Y NOMBRES	<i>Bocanegra Carrasco Grasson M.</i>
CIP	<i>128029</i>
GRADO ACADEMICO	<i>INGENIERO CIVIL</i>



.....  
 Gerente del Colegio de Ingenieros del Perú  
 INGENIERO CIVIL

APELLIDOS Y NOMBRES	<i>Padilla Pichón Santos R.</i>
CIP	<i>51630</i>
GRADO ACADEMICO	<i>MAESTRO</i>



.....  
 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÓN  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP 51630

EDICIÓN 302 / OCTUBRE - NOVIEMBRE 2019

# COSTOS

REVISTA ESPECIALIZADA PARA LA CONSTRUCCIÓN

COMUNICACIÓN EN  
CONSTRUCCIÓN MINERA

COBERTURAS PARA CADA  
NECESIDAD ARQUITECTÓNICA

GEOSINTÉTICOS EN  
PROYECTOS MINEROS

CONGRESO NACIONAL  
LEAN CONSTRUCTION

EXCON 2019

PROYECTO REFERENCIAL  
PARA EL BICENTENARIO

# MUNA



PERÚ S/. 39



7 751642 000011 >  
ISSN 2223-0017

TIPOLOGÍA H: CAMPAMENTO MINERO - MÓDULO DE INGENIEROS - PRECIOS PARTIDAS  
DESAGREGADAS - ANÁLISIS DE PRECIOS - PRECIOS DE MATERIALES, COSTOS DE MANO DE OBRA -  
TARIFAS DE EQUIPO - INDICADORES DEL SECTOR - ÍNDICES UNIFICADOS

*Incluye acceso digital para suscriptores*

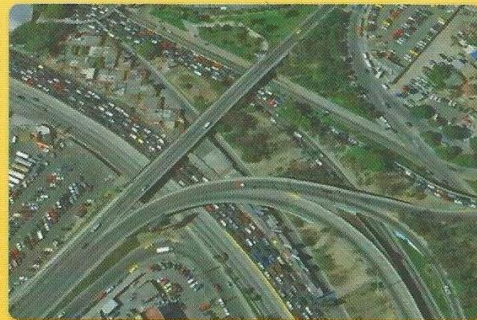
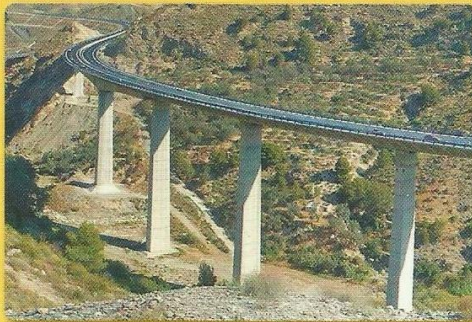
[www.costosperu.com](http://www.costosperu.com)

Ing. Walter Ibáñez

**Tomo II**

MANUAL DE COSTOS Y PRESUPUESTOS DE  
**OBRAS VIALES**

*Carreteras - Pistas y Veredas - Intercambios viales - Puentes  
Fórmulas de Reajuste - Programación de Obra - Apéndices*



**Primera Edición**



INGENIERÍA  
Y GESTIÓN



EMPRESA EDITORA  
**MACRO**



## Lista de Precios de **AGGREBIND** en US\$ y sin IGV DESDE SETIEMBRE DEL 2019

Litros por Tote =>	AGGREBIND WHITE (AGB-W)					AGGREBIND BLACK (AGB-B)			
	Litros Desde =>	5,000	7,000	10,000	18,000	30,000	10,000	18,000	30,000
<b>P.V. EXWORK - USA</b>									
P.V. EXWORK por Litro =>	\$9.05	\$8.49	\$7.99	\$7.19	\$6.09	\$8.13	\$7.35	\$6.22	
<b>P.V. CIF - Aduana de Destino</b>									
P.V. CIF del Litro x Volumen =>	\$9.30	\$8.73	\$8.23	\$7.42	\$6.34	\$8.37	\$7.58	\$6.47	
<b>P.V. LOCAL</b>									
P.V. LOCAL del Litro x Volumen =>	\$9.98	\$9.35	\$8.79	\$7.91	\$6.78	\$8.93	\$8.08	\$6.90	
Precio del Litro SUELTO =>	\$10.98					\$9.83			

DATOS DE LOS TUBOS DE COLORES	NOTAS IMPORTANTES
<b>Tubo de Colores</b> De 25 Litros (20.25 Kg c/ta)	Precios sujetos a cambio sin aviso previo
<b>Resistencia</b> 1 Tubo por cada 204 Litros de AggreBind	Todos los precios deben confirmarse antes de colocar los pedidos
<b>Colores disponibles</b> Negro, Blanco, Rojo, Azul, Amarillo y Verde	AGB-WL Código 2006.90.99 / AGB-WT Código 2006.90.10
<b>Precio IGV sin IGV</b> Consultar por cada Perfil	Ver más precios en: <a href="#">AGB</a> y <a href="#">AGB-WT</a> en <a href="#">www.aggrebind.com</a>
<b>CONDICIONES GENERALES</b>	
<b>TIEMPO DE LLEGADA AL CALLEO</b> De 4 a 6 semanas	El precio local es un precio, fuera del contrato, como referencia por separado
<b>Pago AL CONTADO</b> 50% - Depósito junto con la Orden de Compra 50% - Precio al Desquitar	<b>ENVASES</b>
<b>Pago con CARTA DE CREDITO</b> \$100,000 - Valor máximo por Transacción 50% - Depósito con Orden de pago por Intermediación Bancaria 50% - Pago a la orden, a la presentación del Certificado de Endoso	
<b>Empaques</b> 1 Tote = 25 Litros (20.25 Kg c/ta) 1 Tote = 204 Litros (163.25 Kg c/ta)	