

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL DE
HUAMANGA**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Mejoramiento de la capacidad de soporte (CBR) de suelos grava
arcillosas con polímeros y cemento para uso como afirmado en
carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito**

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Bach. Luis Alberto Pantigozo Amao

Asesor:

Msc. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón

Ayacucho - Perú

2023

DEDICATORIA

Con cariño y gratitud profunda hacia mis padres Alberto Pantigozo Alata y Norma Amao Poma, quienes no solo han sido la fuente constante de inspiración y apoyo en cada paso de mi camino, sino también los pilares inquebrantables que sostuvieron mi mundo en los días más difíciles.

AGRADECIMIENTO

Al M.Sc. Ing. Hemerson Lizarbe Alarcón, por su valiosa orientación a lo largo de la realización de esta investigación y por el apoyo prestado en el manejo de la factibilidad de esta investigación, así como en la formulación de este trabajo de investigación. Su apoyo ha sido fundamental y muy apreciado.

A mis jurados el Ing. Moisés Nico Barbarán Oriundo y el Ing. Jaime Leonardo Bendezú Prado por todo el apoyo y recomendaciones brindados durante la revisión de este trabajo.

A mis tíos que me dieron apoyo moral y motivación para seguir con la carrera universitaria. Al ing. Cesar Guevara Suarez por facilitarme laboratorios para realizar la presente investigación.

Finalmente, a mis compañeros y amigos de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, por la ayuda brindada en mis experimentos y durante el transcurso de elaboración del presente estudio.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se tuvo como objetivo analizar una propuesta de estabilización de suelo tipo afirmado, mediante el mejoramiento que se da en las propiedades al material de las canteras a usar en los proyectos de las carreteras no pavimentadas, pues generalmente los materiales provenientes de las canteras adyacentes a las carreteras al ser estabilizados no cumplen con los requisitos de calidad exigidos en el documento técnico de soluciones básicas en carreteras no pavimentadas.

Actualmente Provias descentralizado está impulsando proyectos de estabilización química a nivel de capa de rodadura, ante ello en la presente investigación evalúa la estabilización del suelo de la cantera Alcamenca ubicado en la provincia de Víctor Fajardo con 3 productos químicos tipo polímeros; un polímero tipo Poliacrilamida aniónica, Polímero acrílico de estireno reticulado y Homopolímero no toxico con la incorporación de un porcentaje de cemento. Todo el material extraído de la cantera fue llevado al laboratorio para su análisis mediante ensayos de caracterización (Granulometría, Contenido de humedad, Límites de Atterberg, ensayo los ángeles y capacidad de soporte) donde según clasificación SUCS resulto ser un suelo GC y el CBR de la muestra sin estabilizar es de 50%. A continuación, se elaboraron 4 muestras del suelo estabilizado para cada uno de los polímeros (dosificación recomendada por fabricante) con cemento (0.5%, 1%, 1.5% y 2%), se analizó las propuestas a través del ensayo de CBR y se comparó los resultados entre estas y con la muestra natural(sin estabilizar), obteniéndose como resultado que las muestras estabilizadas con los polímeros cumplen los parámetros mínimos del documento técnico de soluciones básicas del MTC ($CBR \geq 100\%$) llegando a la conclusión que solo se necesitaría añadir el 0.5% de cemento a las muestras pues se obtuvo valores en los CBR de 163%, 133% y 151%. Además, con la prueba estadística de ANOVA se determinó que los tratamientos con los polímeros y cemento tienen efecto sobre el valor de CBR con respecto a la muestra base.

Se comparo económicamente los diseños para un proyecto con un ancho de vía promedio de 4m, una longitud de 22.5 km y espesor de afirmado de 0.20m. Evidenciando un ahorro económico a largo plazo en la opción de la estabilización Con el polímero tipo homopolímero no toxico y cemento al 0.5% en S/ 5,128,380.00 frente al uso de una cantera que cumpla las características normativas para su uso en afirmado en un proyecto.

Palabras clave: Polímeros, cemento, CBR, estabilización, suelo Gc, cantera, carretera, comparación económica.

ABSTRAC

In the present research work, the objective was to analyze a proposal of certainty of affirmed type soil, through the improvement that occurs in the properties of the material from the quarries to be used in the projects of unpaved roads, since generally the materials coming from of the quarries adjacent to the roads, when stabilized, do not meet the quality requirements +demanded in the technical document for basic solutions on unpaved roads.

Currently, decentralized Provias is promoting safe chemistry projects at the level of the wearing course, in view of this in the present investigation to evaluate the safety of the soil of the Alcamenca quarry with 3 polymer-type chemical products; a type of anionic polyacrylamide polymer, crosslinked styrene acrylic polymer and non-toxic homopolymer with the addition of a percentage of cement. All the material extracted from the quarry was taken to the laboratory for analysis by means of characterization tests (Granulolo, Moisture content, Atterberg Limits, Los Angeles test and support capacity) where, according to the SUCS classification, it turned out to be a GC soil and the CBR of the unstabilized sample is 50.

Next, 4 samples of the stabilized soil were prepared for each of the polymers (manufacturer's recommended dosage) with cement (0.5%, 1%, 1.5% and 2%), the proposals were analyzed through the CBR test and compared the results between these and with the natural (unstabilized) sample, obtaining as a result that the samples stabilized with the polymers meet the minimum parameters of the technical document for basic solutions of the MTC ($CBR \geq 100\%$), reaching the conclusion that only You would need to add 0.5% cement to the samples since the CBR values of 163%, 133% and 151% were obtained.

In addition, with the ANOVA statistical test it is prolonged that the treatments with the polymers and cement have an effect on the CBR value with respect to the base sample.

The designs for a project with a track gauge are compared economically average of 4m, a length of 22.5 km and an affirmed thickness of 0.20m. Evidencing long-term economic savings in the verification option With the non-toxic homopolymer type polymer and 0.5% cement in S/ 5,128,380.00 against the use of a quarry that meets the regulatory characteristics for its use in affirmed in a project.

Keywords: Polymers, cement, CBR, stabilization, GC soil, Quarry, highway, economic comparison

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRAC	v
ÍNDICE	vi
LISTA DE TABLAS	x
LISTA DE FIGURAS	xii
1 CAPÍTULO I:INTRODUCCIÓN	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1 Descripción del problema	1
1.1.2 Delimitación del problema	1
1.1.2.1 Espacial	1
1.1.2.2 Temporal	2
1.1.2.3 Temática	2
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.2.1 Problema general	2
1.2.2 Problemas específicos	2
1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5 OBJETIVOS	3
1.5.1 Objetivo general	3
1.5.2 Objetivos específicos	3
1.6 HIPÓTESIS	4
1.6.1 Hipótesis general	4
1.6.2 Hipótesis específicas	4
2 CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANTECEDENTES	5
2.1.1 Investigaciones internacionales	5
2.1.2 Investigaciones nacionales	6

2.1.3	Investigaciones locales	8
2.2	BASES TEÓRICAS	9
2.2.1	Bases teóricas de carreteras no pavimentadas	9
2.2.1.1	Carreteras no pavimentadas	9
2.2.1.2	Problemas en las carreteras no pavimentadas	9
2.2.1.3	Carreteras no pavimentadas en el Perú	10
2.2.2	Tipos de estabilización de suelos	11
2.2.3	Estabilización de suelos con polímeros	12
2.2.3.1	El concepto de Polímero	12
2.2.3.2	Tipos de polímeros	13
2.2.3.3	Polímeros como estabilizador	14
2.2.3.4	Polímeros comerciales	15
2.2.4	Ensayos para las muestras de suelo	16
2.2.4.1	Granulometría por tamizado	16
2.2.4.2	Consistencia del suelo	17
2.2.4.3	Proctor modificado	19
2.2.4.4	California Bearing Ratio (CBR)	20
2.3	MARCO CONCEPTUAL	22
3	CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1	DISEÑO METODOLÓGICO	25
3.1.1	Tipos de investigación	25
3.1.2	Nivel de investigación	25
3.1.3	Diseño de la investigación	25
3.1.4	Población y muestra	25
3.1.5	Técnicas e instrumentos	26
3.1.5.1	Técnicas	26
3.1.5.2	Instrumentos	27
3.1.6	Técnica de procesamiento y análisis de estudios	28
3.1.7	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	28
3.2	MATERIAL DE INVESTIGACION	30
3.2.1	Extracción de material de cantera	31
3.2.2	Ensayos de las muestras de suelo natural en laboratorio	31
3.2.2.1	Análisis Granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107	32

3.2.2.2	Límites de Atterberg MTC E 110 Y E 111	33
3.2.2.3	Abrasión	35
3.2.2.4	Ensayo Proctor Modificado MTC E 115	36
3.2.2.5	Relación de Soporte de Californiana (CBR) MTC E 132	36
3.2.3	Ensayo de laboratorio (CBR) de las muestras con la aplicación de Polímeros y cemento	37
3.2.3.1	Ensayo de la muestra con el polímero 1 (Poliacrilamida) más cemento	38
3.2.3.2	Ensayo de la muestra con el polímero 2 (Acrílico) más cemento	40
3.2.3.3	Ensayo de la muestra con el polímero 3 (Homopolímero) más cemento	42
4	CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1	RESULTADOS	43
4.1.1	RESULTADOS DE LABORATORIO	43
4.1.1.1	Análisis granulométrico	43
4.1.1.2	Límites de consistencia	45
4.1.1.3	Abrasión	46
4.1.1.4	Proctor modificado	46
4.1.1.5	Ensayo CBR	46
4.1.2	Diseño de espesor de afirmado	50
4.1.3	Análisis de costos unitarios	51
4.2	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	56
4.2.1	Contrastación de hipótesis general	56
4.2.2	Contrastación de las hipótesis específicas	59
4.3	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN	61
5	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES	64
6	CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES	65
7	CAPÍTULO VI: TRABAJOS FUTUROS	66
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
	LISTA DE ABREVIATURAS	71

GLOSARIO

72

ANEXOS

74

LISTA DE TABLAS

1	Red vial del sistema nacional por superficie de rodadura	11
2	Red vial del sistema regional Ayacucho por superficie de rodadura	11
3	Características de los polímeros	16
4	Valores recomendados de CBR según Aashto	21
5	Especificaciones técnicas de estabilizadores	22
6	Cantidad de muestras para ensayo de CBR	31
7	Granulometría de la Cantera Alcamenca (TR-1)	43
8	Granulometría de la cantera Alcamenca (TR-2)	44
9	Resultados de los límites de consistencia	45
10	Clasificación de suelos SUCS Y AASHTO	46
11	Resultados del ensayo CBR del suelo natural de la cantera	47
12	Resultados del ensayo CBR de las muestras M-4, M-5, M-6 y M-7	47
13	Resultados del ensayo CBR de las muestras M-8, M-9, M-10 y M-11	49
14	Resultados del ensayo CBR de las muestras M-12, M-13, M-14 y M-15	50
15	Análisis de precios unitarios para material de afirmado	52
16	Análisis de precios unitarios para material de afirmado de préstamo distancia de 10 km	52
17	Análisis de precios unitarios del material granular estabilizado (Polycom + Cemento)	53
18	Análisis de precios unitarios del material granular estabilizado (Aggrebind + Cemento)	53
19	Análisis de precios unitarios del material granular estabilizado (Megasoil + Cemento)	54
20	Presupuesto por Kilómetro de diferentes tipos de tratamientos al material granular de la cantera	55
21	Costo-beneficio para una vida útil de un camino no pavimentado a 10 años	55
22	Normalidad para cada grupo de estudio	56
23	Prueba de Levene	57
24	Anova de un factor para los valores de CBR	58
25	Prueba post doc para en ensayo CBR	58
26	Parámetros de calidad del material de cantera	59
27	Cuantificación de material requerido	61

28	Costo total por cada propuesta	61
----	--	----

LISTA DE FIGURAS

1	Cantera Alcamenca	2
2	Estructura química de un Polímero	13
3	Diferentes tipos de curvas granulométricas	17
4	Limites de atterberg	18
5	Carta de Plasticidad	19
6	Granulometría de afirmado	23
7	Instrumentos mecanicos en laboratorio	28
8	Diagrama de la metodología para la estabilización de suelo	30
9	Visita a la cantera para la recolección de material	31
10	Preparación de la muestra natural para tamizado	32
11	Procedimiento para el análisis granulométrico	33
12	Ensayo de Límites de Atterberg	34
13	Ensayo de abrasión	35
14	Compactación para el Proctor modificado-Método C	36
15	Humedecimiento y compactación de la muestra natural para el ensayo CBR	37
16	Sumergido y aplicación de carga en una prensa de CBR	37
17	Uso de los polímeros a emplear	38
18	Mezcla Suelo con polímero 1 y cemento	39
19	Compactación y curado de la mezcla suelo con polímero 1 y cemento . .	39
20	Medida de la expansión durante el sumergido de moldes (Suelo + Polímero 1)	40
21	Mezcla y compactación de suelo con el Polímero 2 y cemento	41
22	Secado y sellado del suelo estabilizado con el Polímero 2 compactado . .	41
23	Ensayo penetración CBR al suelo estabilizado con el Polímero 2	41
24	Preparación del suelo estabilizado con Polímero 3 y cemento	42
25	Ensayo CBR del suelo estabilizado con el Polímero 3 y cemento	42
26	Curva granulométrica de la cantera Alcamenca (TR-1)	44
27	Curva granulométrica de la cantera Alcamenca (TR-2)	45
28	Diagrama de Fluidez	45
29	Curva de compactación del Proctor modificado de la cantera Alcamenca	46

30	Curvas de densidad vs CBR de suelos estabilizados con el Polímero 1 y cemento	47
31	Valores de CBR vs cantidades de cemento (Polímero 1)	48
32	Curvas de densidad vs CBR de suelos estabilizados con el Polímero 2 y cemento	48
33	Valores de CBR vs cantidades de cemento (Polímero 2)	49
34	Curvas de densidad vs CBR de suelos estabilizados con el Polímero 3 y cemento	49
35	Valores de CBR vs cantidades de cemento (Polímero 3)	50
36	Diseño de espesor según Usace	51
37	Comparación de curvas granulométricas (TR1 y TR2)	59
38	Parámetros para suelos estabilizados con productos químicos	59
39	Curvas de % de cemento vs CBR	60
40	Curvas de % de cemento vs expansión	60
41	Clasificación de suelos gruesos SUCS	62

CAPÍTULO I:INTRODUCCIÓN

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema

Para el mejoramiento y/o rehabilitación de caminos a nivel de capa de rodadura de una carretera no pavimentada que representa la mayor parte de la red vial del Perú, mayormente se usa material granular de una cantera que normalmente debería estar en el lado adyacente de la carretera, pero muchas veces se da el caso en que el material de préstamo al ser estabilizado como el material que se encuentra en la provincia de Víctor Fajardo no cumple con los parámetros mínimos en cuanto a sus propiedades físico-mecánicas del suelo como los suelos Gravo arcillosos y surge la necesidad de escoger otra cantera que este mucho más lejos de las Zonas del proyecto. En el Perú en el año 2008 por medio del manual para el diseño de carreteras no pavimentadas da una gradación que se debe cumplir los afirmados, pero debido a la corta vida útil y los costos de mantenimiento posteriores en el año 2013 el MTC realiza un estudio de los intervalos de tiempo para el mantenimiento de carreteras dando como resultado cada 9 meses. Es por ello que en el año 2015 se creó el documento técnico de soluciones básicas para carreteras no pavimentadas para así determinar parámetros que se deban cumplir con diferentes propuestas de estabilización y así mejorar con la vida útil de la carretera de 5 a 10 años con mantenimientos periódicos cada 4 años, donde entre los parámetros a cumplir en los suelos estabilizados es el CBR que debe ser mayor a 100% siempre en cuando su expansión en el ensayo no pase el 0.5% a causa de los finos que se presenta. Donde en el AASHTO según estudios da conocer valores promedios al tipo de suelo y en los suelos GC (gravo arcillosos) el CBR que presentan varía entre 20% a 40% y en los proyectos este tipo de suelo se deja de lado por presentar poco CBR y por tener el porcentaje de finos alto y para el ellos se proponen en este estudio el uso de polímeros y un porcentaje mínimo de cemento.

1.1.2 Delimitación del problema

1.1.2.1 Espacial

La investigación se realizará con el material extraído de la cantera “Alcamenca” ubicado en el distrito de Alcamenca, provincia de Víctor Fajardo, departamento Ayacucho.

Figura 1: Cantera Alcamenca



1.1.2.2 Temporal

La toma de datos de la presente investigación se realizará en el presente año del 2023.

1.1.2.3 Temática

Temática: El tema de la investigación es evaluar la adición de Polímeros y cemento para mejorar las propiedades de resistencia de suelos Gravo-arcillosos.

Unidad de análisis: La Unidad de análisis, al que se aplicarán los instrumentos de medición son las muestras o testigos que se elaboraran con diferentes estabilizantes polímeros con cemento en diferentes proporciones para los ensayos respetivos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿En cuánto influye la adición de un Polímero y cemento a un suelo tipo Grava Arcillosa en el mejoramiento de la capacidad de soporte CBR para uso en la capa de rodadura de una carretera no pavimentada?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿El suelo gravo arcilloso cumplirá con los requisitos de calidad para uso como afirmado según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (MTC, 2008)?
- ¿Cuál es la cantidad óptima de dosificación de los aditivos polímero y cemento en el aumento del CBR del suelo estabilizado para cumplir con los parámetros establecidos según el documento técnico de soluciones básicas del MTC?
- ¿Cuáles son las ventajas económicas en el mejoramiento de suelos tipo grava arcillosas con el uso de polímeros y cemento?

1.3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Se justifica la investigación por que se propondrá una alternativa de estabilizar suelos usando polímeros y cemento para mejores resultados en su capacidad de resistencia y así recomendar la cantidad adecuada en dosificación de cemento para el uso en afirmados de carreteras no pavimentadas, donde actualmente la mayor parte de las carreteras en la sierra son no pavimentadas, además se trata de resolver el problema actual de la búsqueda de canteras que tengan buenas características físicas que no siempre cumplen con las características mínimas como los suelos gravo-arcillosos a ser usadas en la superficie de rodadura y eso conlleva a buscar otras canteras más alejadas y posteriormente aumentar el costo en transporte de materiales de préstamo, por lo que se trata de mejorar sus propiedades del suelo. También hay estudios donde en la estabilización no se alcanzó el objetivo de cumplir con las exigencias del documento técnico (CBR >100).

La zona donde se presenció este tipo suelo y se estudió en esta investigación queda a lo largo del tramo Huambo-Alcamenca donde se encontró en los kilómetros: 1+200, 7+400, 9+700, 13+300 y 21+550.

1.4 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación no se tuvo ninguna limitación con respecto a los objetivos planteados.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Evaluar el mejoramiento de la capacidad de soporte en suelos tipo grava arcillosa haciendo uso de polímeros y cemento para uso en la capa de rodadura en carreteras no pavimentadas.

1.5.2 Objetivos específicos

- Determinar las características físico-mecánicas del suelo tipo Grava arcillosa y comparar con los requisitos del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (MTC, 2008) para uso como afirmado convencional.
- Determinar la cantidad optima de dosificación de los aditivos polímero y cemento en el aumento del CBR del suelo estabilizado para cumplir con los parámetros establecidos según el documento técnico de soluciones básicas del MTC.
- Comparar el costo de los suelos estabilizados con cada uno de los aditivos polímero con cemento frente al uso del afirmado convencional.

1.6 HIPÓTESIS

1.6.1 Hipótesis general

Haciendo uso de aditivos polímeros y cemento es posible mejorar la capacidad de soporte en suelos tipo grava arcillosa para uso en afirmados en carreteras no pavimentadas.

1.6.2 Hipótesis específicas

- Las características físico-mecánicas del suelo tipo Grava arcillosa no cumplirán con los parámetros para ser usado como afirmado.
- Con la dosificación adecuada de los aditivos se podrá obtener muestras estabilizadas que cumplan los parámetros mínimos del documento técnico de soluciones básicas.
- Con los datos obtenidos de cantidad de los aditivos tipo polímeros y cemento en el mejoramiento del CBR se podrá identificar el aditivo más viable económicamente.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

La información obtenida muestra la eficacia del polímero como estabilizador químico para mejorar las propiedades del suelo, sin embargo, esta mejora en ocasiones no es suficiente, dependiendo del tipo de suelo, para cumplir con los parámetros exigidos por el Reglamento a nivel de capa de rodadura. Por lo que se requiere que al estabilizador se añada un conglomerante como el cemento que ayude a mejorar las propiedades físico mecánicas del suelo.

2.1.1 Investigaciones internacionales

Zambrano & Casanova (2016), tuvieron como objetivo Estabilizar un suelo arcilloso y una grava arcillosa mediante el uso de Polímeros. Fue un estudio de tipo cuantitativo y experimental. La población que se tomó a considerar fue el suelo arcilla y grava arcillosa la muestra es conformada por los suelos recolectados. Los instrumentos fueron los materiales usados en laboratorio. Los resultados fueron. Para el caso del suelo del tipo de Grava arcillosa, la resistencia CBR inicial en su estado natural fue de 25,7 y se obtuvo una resistencia del 52% utilizando 0,7% de polímero M y 0,17% de polímero L (referido al peso del suelo); En lo que respecta a la arcilla, se experimentó un cambio en la resistencia CBR, que pasó de un 17,44% en estado natural a un 39% al utilizar el 1,25% de Polímero M y 0,17% de Polímero L (en relación a la masa del suelo). Se concluye que se logró estabilizar ambos suelos mediante el uso de los Polímeros L y M, tanto en el análisis de CBR como en la resistencia a la compresión simple, partiendo del estado natural.

Según (Ayala, 2015) en su artículo sobre: “Mejoramiento de la vía terciaria san Rafael en el municipio de la calera mediante la aplicación de probase road system”. Se ha demostrado que el mantenimiento del sistema vial es óptimo con estabilizadores de polímero X-85 (químicos como silicatos, cloruro de calcio, etc.) y selladores (compuesto por un derivado del caucho natural) sigue el proceso de la siguiente manera. De acuerdo con el tipo de camino, se realizaron pruebas de laboratorio adecuadas para determinar la calidad del suelo antes y después de la intervención del terreno, y las pruebas de rendimiento se compararon con las normas aplicables utilizadas para el tratamiento de pavimento de dos caras. en Colombia para crear una herramienta práctica para el uso de estos productos. Finalmente, los resultados muestran que la implementación de este sistema a mediano plazo podría representar una solución viable para mejorar las carreteras secundarias del país, dada la simplicidad del diseño del sistema propuesto.

García (2015), Tuvo El objetivo general del proyecto es desarrollar un análisis experimental del impacto que tienen métodos nuevos de estabilización de subrasante en las arcillas bogotanas, y compararlos con el impacto de un método tradicional utilizado en arcillas (i.e.,cal). fue un estudio de tipo descriptivo y experimental. La población que se tomó a considerar fue el suelo arcilloso y la muestra fue el suelo perteneciente a pertenecer a la calle 116 con autopista norte de la ciudad de Bogotá. Los instrumentos empleados fueron los materiales de medición utilizados en laboratorio de mecánica de suelos. Los resultados más destacados se observaron en la muestra estabilizada con TX-85, evidenciando una mejora significativamente mayor en comparación con los resultados obtenidos en las muestras estabilizadas con cal. En este caso, la relación de soporte mejora a medida que la deformación aumenta; los valores de CBR experimentan un incremento promedio del 465% en comparación con los valores del suelo sin alterar, un aumento del 212% respecto a los valores de CBR del suelo estabilizado con cal, y un aumento del 395% respecto a los valores de CBR del suelo estabilizado con Terrasil. Concluyendo que las arcillas Bogotanas tienen una relación de soporte CBR Muy Pobre, de acuerdo con la clasificación de suelos según esta propiedad. Por lo tanto, resulta imperativo emplear un método de estabilización que contribuya a mejorar las propiedades de las arcillas en Bogotá. En este contexto, la utilización del polímero TX-85 incrementó el valor de la relación de soporte en un 573,22%, posicionándolo como el método más eficaz.

2.1.2 Investigaciones nacionales

Nesterenko (2018). Tuvo como propósito establecer el procedimiento constructivo para la estabilización de suelos mediante el uso de poliacrilamida, adaptado a las condiciones específicas de Perú, considerando variables como los tipos de equipos de ejecución y los rendimientos constructivos propios del contexto. Fue un estudio de tipo aplicada y experimental. Las muestras de estudio fueron los suelos ensayados de algunos proyectos ejecutados en el Perú, desde gravas limosas hasta arcillas rojizas de baja plasticidad, asignando un nombre a cada muestra por tipo de suelo (Suelos A, B, C, D y E). Los instrumentos empleados fueron los equipos utilizados para el ensayo CBR. Uno de los hallazgos más significativos fue la observación de que en todos los suelos sometidos a ensayos, el porcentaje de aumento del CBR mediante procesos de curado a 28 días, en comparación con 04 días, supera el 45%. Así los suelos B, C presentaron un incremento al 95% MDS (De 56.99% a 63.12%) y al 100% MDS (De 50.56% a 58.30%). El incremento de valores de CBR para la muestra A es el más alto registrado al 95% MDS

[65.25%] y 100% MDS [59.36%]. Concluyendo que el estabilizador no tradicional, el polímero poliacrilamida – PAM, puede ser visto como una opción viable para abordar los caminos con capacidad portante deficiente ($CBR < 30\%$). Esto se respalda en el rendimiento observado en el campo, tal como se detalla en ese presente artículo, demostrando un incremento promedio del CBR por encima del 20% en comparación con los suelos en su estado natural.

Salazar (2019), tuvo de objetivo evaluar la influencia de la adición del polímero Mega Soil en material de cantera para afirmados con adición de los porcentajes al 2%, 4% y 6% y evaluar cuál es la influencia en su CBR con respecto a su resistencia mecánica. Fue un estudio de tipo descriptivo y experimental. La población fue el suelo granular perteneciente a la cantera Bazan y la muestra estuvo dada por los especímenes en estudio que fueron un total de 12. Los instrumentos fueron los materiales y/o equipos usados en laboratorio. Los resultados fueron los siguientes, para un CBR de la D.S.M. a 0.1” de penetración fue 72% para la muestra patrón, un CBR de 86% cuando se agregó el 2% de Megasoil, CBR de 98% con adición de 4% de Megasoil y CBR de 105% cuando se incrementó a 6% de polímero Megasoil. La conclusión en relación con el CBR indica que se observa un incremento significativo en el valor del CBR en comparación con la muestra estándar (sin aditivo). Estos resultados contrastan la hipótesis planteada, que afirmaba que la capacidad portante CBR del material de cantera para afirmados aumentaría al agregar un mayor porcentaje del polímero Megasoil.

Villanueva (2017), Su objetivo fue determinar la alternativa más efectiva mediante estudios experimentales a nivel de laboratorio para estabilizar los suelos de la carretera de bajo volumen de tránsito en el tramo Poncos – Kochayoc (Ancash), situado en una zona de sierra a una altitud superior a los 2,000 metros sobre el nivel del mar. Esto se lograría al identificar las dosificaciones necesarias de poliacrilamida aniónica, derivados de organosilano o sulfonatado, de acuerdo con la composición natural del material de cantera, con el objetivo de minimizar los costos asociados al proceso. El tipo de estudio fue experimental. Los instrumentos fueron los equipos para usar en los ensayos de laboratorio. Dentro de los resultados más importantes se tiene que las canteras 1 y 2 sin estabilizar tienen un CBR de 25% y 27%, que al ser estabilizados con los 3 productos se obtuvo valores de CBR por encima de 40% mínimo para afirmados en caminos, en promedio de 80%. Concluyéndose al comparar los estabilizadores que la mejor opción en de estabilización en cuanto a su comportamiento físico mecánico y de costos, se lograría empleando una dosificación de la poliacrilamida aniónica de 0.02% en peso

(4gr/m).

Condori y Huamani (2018), en la tesis de nombre “Aplicación del estabilizador Z con polímero en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental ap-103”, analizó el suelo en el laboratorio conforme a las normas del ASTM y MTC (EM-2016): contenido de humedad, granulometría, límite líquido, límite plástico, índice de plasticidad, Proctor modificado, california bearing ratio, penetración y expansión en dosificación 1:4. Al terminar el estudio con respecto a su granulometría la clasificación Sucs resulto un suelo GC y según al CBR se logró determinar mediante la experimentación que el valor del CBR, con la muestra patrón al 95% resulto de 12.55%, al aumentar el polímero incrementa a 13.09%, con la muestra patrón al 100% de mds fue de 15.44%.

2.1.3 Investigaciones locales

Curitomay (2018), con el objetivo en su estudio de evaluar y mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo en carreteras de mediano tránsito, con estratos de característica arcillosa, mediante la aplicación de polimeros. Fue un estudio de tipo cuantitativo y experimental. La unidad de análisis fueron las muestras de suelo de calcatas obtenidas en la carretera Pucaloma Yanayacu, perteneciente al distrito de Socos. Los instrumentos fueron los equipos para usar en los ensayos de laboratorio. Tras la realización de ensayos y la evaluación de muestras con y sin polímero, se observa una mejora constante en términos de resistencia, expansión y contracción. Además, se registra una reducción en la permeabilidad, logrando estos resultados con las dosificaciones óptimas del aditivo de naturaleza polimérica. Entre sus conclusiones menciona que se logró incrementar la capacidad de soporte CBR y la resistencia del suelo-polímero además las mezclas que mejor comportamiento mecánico presentaron fueron las que contengan los porcentajes intermedios de polímero.

Ruiz (2021), tuvo objetivo de evaluar el cemento tipo I y tipo IP como conglomerante de suelo granular estabilizado con organosilano a nivel de capa de rodadura. Fue un estudio de tipo correlacional y experimental. Los instrumentos utilizados fueron aquellos instrumentos mecánicos tales como la balanza, tamices, etc. Entre los resultados más importantes se tiene que el aditivo organosilano al 0.5 Kg/m³ y sin ninguna adición (conglomerante cemento) solo eleva en 9.7% el valor de CBR del material granular de la cantera Condoray y si se optara por aumentar la dosificación del organosilano aumentaría precios. Como conclusión se tiene El aditivo organosilano en dosis de 0.5 Kg/m³ no mejora el valor del CBR lo suficiente para cumplir con el valor mínimo

exigido por el Documento técnico de soluciones básicas. Elevando el valor de CBR solo en un 9.7% para una dosis de 0.5 Kg/m³. Quedando el valor de CBR de la cantera Condoray adicionada con organosilano en un 66.7% es por ellos al interpolar valores junto con la estabilización de cemento y tuvo como dosificaciones de 0.5 Kg/m³ + 0.71% (14.2Kg/m³) de cemento tipo I y de 0.5 Kg/m³ + 0.66% (13.2Kg/m³) de cemento tipo para llegar a valores de CBR.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Bases teóricas de carreteras no pavimentadas

2.2.1.1 Carreteras no pavimentadas

Se define por aquellas que tienen una superficie de rodadura formada por materiales granulares y que han sido sometidas a tratamientos superficiales, con trabajos previos de alineación, con apropiada sección transversal y longitudinal, y adecuado drenaje; o que han sido trabajadas sin ningún tratamiento alguno tales como los caminos de herradura o trochas que son construidos por la necesidad de acceder a lugares remotos (Curitomay, 2018, pág. 41).

Según el Ministerio de transportes y comunicaciones MTC (2018, pág. 7) del Glosario de términos las carreteras no pavimentadas Carretera cuya superficie de rodadura está conformada por gravas o afirmado, suelos estabilizados o terreno natural.

En el manual MTC (2008, pág. 17) muestra que las carreteras no pavimentadas que presenten un IMD (índice medio diario) menores a 200 veh/día se considera de bajo volumen de tránsito.

2.2.1.2 Problemas en las carreteras no pavimentadas

El diseño, la construcción y el mantenimiento son primordiales en la gestión de las vías no pavimentadas, donde estas etapas son un problema por el desgaste que se puede producir en estas vías. En consecuencia, los principales problemas en estas carreteras son:

- Corrugaciones. Ondulaciones por crestas y depresiones perpendiculares a la dirección del tránsito.
- Irregularidades altas. Son mostradas a consecuencia de la regularidad de la superficie de la carretera.
- Pérdida de agregados. Desprendimiento de los agregados de la capa de superficie quedando dichos agregados en estado suelto.
- Ahuellamiento. Deformación continua a lo largo de las huellas de canalización del tránsito (rodadas).

- Presencia de agua. Las filtraciones de agua en la estructura del camino de terracería lo dañan, ya que reducen el arrastre y provocan socavación en la carretera.
- Disminución de espesor de capa superficial. A causa al desgaste se va presentando una disminución del espesor de la capa ya sea de grava o de tierra.

Aparte es bueno recalcar que la distinción entre caminos pavimentados y no pavimentados debe usarse para el mantenimiento de rutina, así como para el mantenimiento regular y sistemático para lograr el nivel más alto posible de mantenimiento, por lo que depende mucho de las actividades de mantenimiento.

2.2.1.3 Carreteras no pavimentadas en el Perú

La red vial en el Perú (nacional, departamental y vecinal) está compuesta por 168,953.856 km de carreteras según el MTC (2022). organizada en tres grandes grupos: las carreteras longitudinales, las carreteras de penetración y las carreteras de enlace (Carpetapedagógica, 2021). Estas rutas están a cargo del Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional (PROVIAS), organismo descentralizado del ministerio de Transportes y Comunicaciones, quien tiene la función mantener y ampliar dichas vías. Por la calidad y el tipo de vehículos que las recorre podemos clasificarla en 3 categorías: autopistas, carreteras asfaltadas y caminos afirmados.

En el estudio estadístico del MTC (2022) Las carreteras no pavimentadas en la actualidad establecen el 83% del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC), y las superficies de rodadura aun cuando se encuentren afirmadas, se fácilmente se desgastan por efecto del tránsito y las condiciones climatológicas, formándose baches, ahuellamiento y emisión de polvo; resultando en bajos niveles de servicio hasta incluyendo paradas de tráfico durante la temporada de lluvias, como en el caso de las carreteras sin pavimentar en las zonas costeras, Sierra y Selva. En nuestra red vial nacional la mayor parte son caminos afirmados construidos en base a tierra y ripio, ósea son carreteras no pavimentadas dentro de la cual se dividen en tres tipos: Los que pertenecen a la red nacional, los caminos secundarios y vecinales y, las trochas carrozables.

Cómo se observa en la Tabla 1 aún hay más de 100000 kilómetros de carretera no afirmada entre la red vial, nacional, departamental y vecinal que necesita algún tipo de tratamiento sea con afirmado o solución básica.

Tabla 1: Red vial del sistema nacional por superficie de rodadura

RED VIAL (N° RUTAS)	Existente por superficie de rodadura			Sub total	No existente	Total
	Pavimentada	No pavimentada			Proyectado	
		Afirmada	Sin afirmar			
Nacional (143)	22,671.50	2,881.10	1,556.10	27,108.70	1,883.50	28,992.20
Departamental (397)	4,742.70	15,436.40	7,783.60	27,962.70	4,975.10	32,637.80
Vecinal (6398)	2,794.60	30,895.70	84,849.60	118,539.80	106.1	118,645.90

Nota: datos actualizados al 2022- (MTC, 2022)

Tabla 2: Red vial del sistema regional Ayacucho por superficie de rodadura

RED VIAL AYACUCHO	Existente por superficie de rodadura			Sub total	No existente	Total
	Pavimentada	No pavimentada			Proyectado	
		Afirmada	Sin afirmar			
Nacional (143)	1,727.90	73.90	0	1,801.80	0	1,801.80
Departamental (397)	314.40	1,387.30	160.20	1,547.50	96.10	1,958.00
Vecinal (6398)	104.8	1,938.60	6,871.50	8,914.8	9.00	8,923.8

Nota: datos actualizados al 2022- (MTC, 2022)

2.2.2 Tipos de estabilización de suelos

La estabilización de suelos es un proceso utilizado en la construcción de carreteras y otras infraestructuras para mejorar las propiedades del suelo y hacerlo más adecuado para soportar cargas y condiciones de tráfico. Este proceso busca aumentar la capacidad portante, la resistencia a la compresión y la durabilidad del suelo.

Existen varias alternativas en cuanto a la estabilización de suelos:

- Estabilización física y mecánica: Esta forma de estabilización es usado para incrementar la capacidad de soporte de resistencia de los suelos a través de cambios físicos, sin producir reacciones químicas.
- Estabilización por compactación: Este proceso se realiza por etapas, definiendo el espesor de las capas y el número de pasadas a realizar. Luego, el suelo se compacta con un cierto porcentaje de humedad, lo que reduce el porcentaje de vacíos y aumenta la fricción interna, lo que aumenta la capacidad de carga.
- Estabilización química: Es cuando se mezcla el suelo con un producto químico para así poder alcanzar las características óptimas de un suelo.

- Estabilización geosintética: Los geosintéticos pueden proporcionar resistencia a la tracción y mejorar el rendimiento de la construcción de carreteras. Al mismo tiempo, tiene funciones como anticontaminante y de drenaje, mejora la capacidad de carga del suelo al distribuir la carga en un área más amplia y reduce la tensión de corte en suelos naturales blandos.

2.2.3 Estabilización de suelos con polímeros

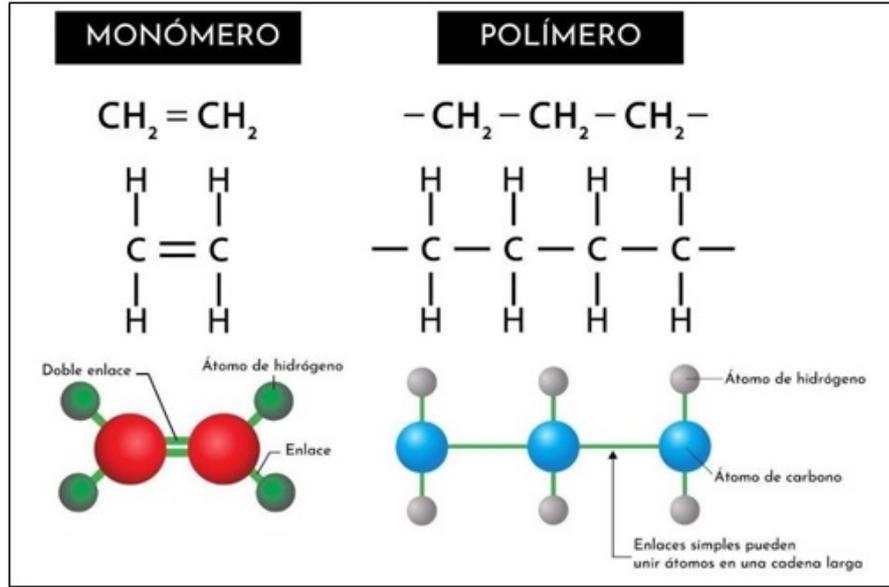
2.2.3.1 El concepto de Polímero

“El término polímero proviene de los vocablos griegos polys ($\pi\omicron\lambda\upsilon\zeta$), que se puede traducir como “mucho”, y meros ($\mu\epsilon\rho\omicron\zeta$), que puede traducirse como “segmento” (Enciclopediaonline, 2019). Donde en la naturaleza se encuentran moléculas enormes llamadas macromoléculas. Estas moléculas están constituidas por cientos de miles de átomos por lo que tienen pesos moleculares muy altos.

Un polímero es un tipo especial de macromolécula caracterizada por tener unidades repetitivas a lo largo de la molécula. Las moléculas pequeñas que se combinan para formar polímeros a través de un proceso químico llamado polimerización se llaman monómeros. Todas estas asociaciones de moléculas pequeñas conducen a la formación de una estructura de constitución reiterativa en el polímero. La unidad que se repite de manera regular a lo largo de toda la molécula se denomina unidad constitucional repetitiva (UCR) o unidad monomérica. (Lopez, 2004, pág. 1).

Dicho de una manera sencilla, los polímeros son moléculas muy grandes (macromoléculas) que están constituidas por unidades menores o monómeros. La disposición de estas unidades, los diferentes tipos de cadenas que se pueden sintetizar y la forma de estas cadenas crean una clase de materiales caracterizados por una amplia y fascinante variedad de propiedades. Algunas de ellas son propias de los polímeros (por ejemplo, la elasticidad del caucho) y, como veremos, son simplemente una consecuencia de su tamaño y de su estructura tipo cadena (Painter et al., 2019, p. 1).

Figura 2: Estructura química de un Polímero



Fuente: Adaptado de (Lifeder, 2022)

2.2.3.2 Tipos de polímeros

Existen varias formas de clasificar a los polímeros según algunos criterios:

Por su modo de obtención u origen:

- Naturales: Su origen es biológico. Ejemplos: Polisacáridos, proteínas, ácidos nucleicos, caucho, lignina.
- Artificiales o semisintéticos: Son el resultado de modificaciones mediante procesos químicos, de ciertos polímeros naturales. Ejemplo: nitrocelulosa, etonita, etc.
- Sintéticos: Son los que se obtienen por procesos de polimerización controlados por el hombre a partir de materias primas de bajo peso molecular. Ejemplo: nylon, polietileno, cloruro de polivinilo, polimetano, etc.

Por sus propiedades físicas ante el Calor:

- Elastómeros: Se deforman al aumentar la temperatura, pero recuperan su forma original. Ejemplo cauchos, siliconas, poliuretanos.
- Termoplásticos: Después de ablandarse o fundirse por calentamiento, recuperan sus propiedades originales al enfriarse. Ejemplos derivados polietilenitos, poliamidas (o nailon), sedas artificiales, celofán, etc.
- Termoestables: Cuando se elevan, su temperatura se descompone químicamente. No se deforman, es decir, no fluye el material. Suelen ser insolubles en disolventes orgánicos y se descomponen a altas temperaturas. Ejemplos: baquelita, ebonita, etc.

Por la cantidad de unidades de monómeros:

- Homopolímeros: Son polímeros que contienen una sola unidad estructural de monómeros (polietileno, polipropileno). Además, contienen cantidades menores de irregularidades en los extremos de la cadena o en ramificaciones.
- Copolímeros forman utilizando dos o más tipos diferentes de monómeros. Contienen varias unidades estructurales, como es el caso de algunos muy importantes en los que participa el estireno.

Por su composición, podemos distinguir entre:

- Polímeros orgánicos: Poseen una cadena principal de átomos de carbono.
- Polímeros orgánicos vinílicos: Semejantes a los orgánicos, pero con enlaces dobles carbono-carbono. Incluyen las poliolefinas, estirénicos, vinílicos halogenados y acrílicos.
- Polímeros orgánicos no vinílicos: Poseen átomos de oxígeno y/o nitrógeno en su cadena principal, además de carbonos. Incluyen los poliésteres, las poliamidas y los poliuretanos.
- Polímeros inorgánicos: Basados en otros elementos como el azufre (polisulfuros) o el silicio (la silicona).

2.2.3.3 Polímeros como estabilizador

Los aditivos basados en polímeros tienen una historia extensa en los Estados Unidos, donde fueron desarrollados en la década de 1970. En sus inicios, el desarrollo de estos aditivos estuvo vinculado a la investigación militar, con el objetivo de obtener mejoras en el diseño y la construcción de pistas de aterrizaje para aeronaves, incluyendo aviones y helicóptero. Numerosos estudios han comprobado que la mayoría de los compuestos químicos utilizados como estabilizadores presentan dos formas de reaccionar con el suelo: mediante una reacción química específica con las partículas del suelo, o mediante la aportación de una estabilización física mediante el uso de agentes aglutinantes. Los polímeros pertenecen al segundo grupo mencionado.

(Tingle et al., 1989) señala que: Los polímeros más comúnmente utilizados en la estabilización de suelos son el acetato de vinil o acrílico basado en copolímeros.

(Li et al., 2011), indican que el polímero orgánico sintético Poliacrilamida (PAM) está compuesto por monómeros de cadena larga que se adhieren a las partículas del suelo, resultando en un aumento del porcentaje de partículas de más de 4 mm en los agregados. Esta característica es crucial ya que refuerza la estructura del pavimento al fortalecer el esqueleto de los agregados gruesos. En consecuencia, llegaron a la conclusión de que los polímeros se unen a los agregados, colaborando para hacer que el suelo sea más resistente frente a la erosión, la dispersión, el colapso y el corte.

2.2.3.4 Polímeros comerciales

Las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, no especifican un procedimiento constructivo en el contexto del empleo de polímeros en proyectos en Perú, las empresas que elaboran polímeros sugieren que se siga los procedimientos de construcción desarrollados en países extranjeros, donde fueron usados en suelos y por lo tanto los rendimientos constructivos serán diferentes a los que se muestran en las obras viales peruanas, proporcionando información muy general descrito a los parámetros estructurales del suelo estabilizado. Actualmente ya existen empresas mayormente internacionales que comercializan productos químicos de diversos tipos para usar en la estabilización de suelos, en el Perú la mayoría son proveedores de otras empresas internacionales donde en esta investigación se pudo identificar 7 marcas en el mercado peruano.

- Polímero Polycom: Producto australiano de la empresa Auslatin con sede en el Perú.
- Polímero Sika dust seal: Producto Sueco de la empresa Sika AG con sede en el Perú (Sika Peru)
- Soil stabilization plus: Producto estadounidense de la empresa Soil Stabilization
- Innovations con sucursal en el Perú (Soil Technologies S.A.C.)
- Polímero Megasoil: Producto Peruano de la empresa Bittuper S.A.C
- Polímero M10+50tm: Producto estadounidense de la empresa Enviroseal Corporation con sede en el Peru (Enviroseal Lima S.A.C)
- Polímero Aggrebind: Producto estadounidense de la empresa Aggrebind Inc con Representante oficial en el Peru (Age Ecovias Peru S.A.C)
- Estabilizador Z con Polímeros: Producto Peruano de la empresa Z aditivos.

De toda la gama de productos que se pueden obtener en el Perú se usa en esta investigación 3 por ser los más conocidos y tener más años en el mercado, además se consideró que los productos no sean costosos y fácilmente accesibles pues ofrecen muestras gratis para pruebas en laboratorio. De los 3 productos 2 son productos que se producen en el exterior como los polímeros Polycon y Aggrebind y el otro restante es de fabricación en el Perú como es el producto polimeros Megasoil.

Las características más importantes de los productos sacados de sus especificaciones técnicas se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 3: Características de los polímeros

Polímero	Polímero 1 (Polycom)	Polímero 2 (Aggrebind)	Polímero 3 (Megasoil)
Descripción química	Poliacrilamida aniónica	Polímero Acrílico de estireno reticulado	Homopolímero no toxico
Estado de presentación	Polvo granulado concentrado	Líquido viscoso	Pequeños gránulos
Color	Azul/Verde	Negro plomo	Verde
Dosificación recomendada	1 kg por 25 m ³ de solido	4 lt por m ³ de suelo compactado	2 km por 100 tn de suelo seco
Campo de aplicación según fabricante	Suelos naturales desde suelos compuestos por gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivo, buen desempeño con distintos rangos de plasticidad	Funciona en la materia de suelos incluso si no presentan arcillas	En suelos tanto plásticos como no plásticos, se puede aplicar a suelos naturales, desde gravas limpias hasta suelos orgánicos altamente expansivos
Norma MTC 1109-2004	si	si	si
Tiempo de curado	7 días min. Después de la compactación	14 a 28 días Después de la compactación	3 horas antes de la compactación

Nota: en adelante los polímeros serán mencionados de acuerdo a un número: Polycom (Polímero 1), Agredid(Polímero 2) y Megasoil(Polímero 3)

2.2.4 Ensayos para las muestras de suelo

2.2.4.1 Granulometría por tamizado

Según la NTP (2019) define de la siguiente manera

Consiste en determinar su distribución granulométrica de los diferentes tamaños de las partículas de un suelo. Las partículas de diámetros mayores a 75 um “retenido en el tamiz N°200” se efectúa por tamizado, mientras que la determinación de las partículas menores a 75 um se realiza mediante un proceso de sedimentación basada en la ley de Stokes para lo cual se utiliza un densímetro. (pag. 2)

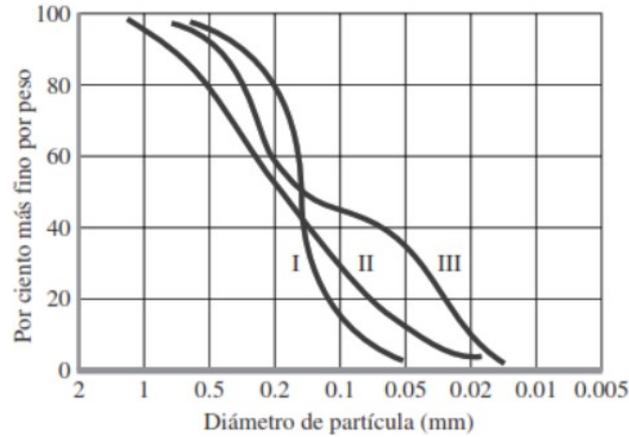
Según (Juarez Rico, 2005) usa el criterio según el tamaño de partículas

Los límites de los tamaños de las partículas del suelo dan un criterio para la clasificación descriptiva del suelo. Tal criterio fue usado en mecánica de suelos desde un principio. Inicialmente el suelo se dividía en 3 o 4 fracciones debido a lo engorroso de los procedimientos disponibles de separación por tamaño. Luego con el advenimiento de la técnica del cribado, fue posible efectuar el trazo de las curvas granulométricas, contando con agrupaciones de las partículas del suelo en mayor número de tamaños diferentes.

(pag.98)

La curva granulométría para diferentes tamaños de partículas se observa en la siguiente figura

Figura 3: Diferentes tipos de curvas granulométricas



Fuente: (Das, 2015)

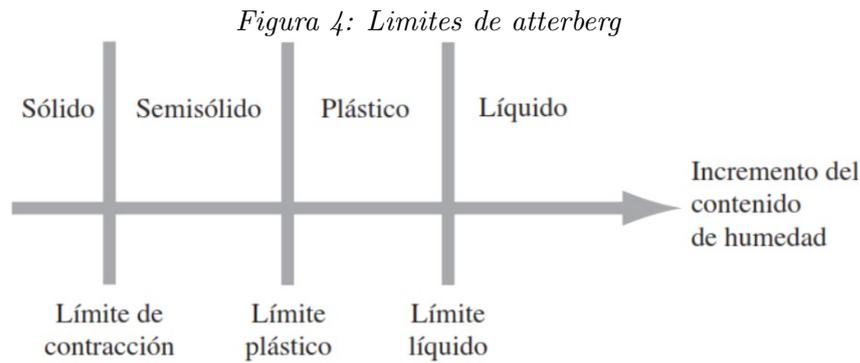
Al analizar las curvas granulométricas, es posible identificar no solo los distintos tamaños de las partículas que componen el suelo, sino también su distribución dentro de la muestra. En la figura 3 se muestra en la curva I un tipo de suelo que está constituido por partículas del mismo tamaño y se lo denomina como suelo mal graduado; la curva II representa un suelo que tiene un amplio rango de tamaños de partículas y estas se les nombra como bien graduado; por último, se tiene la curva III que representa un suelo que está conformado por una o más fracciones uniformemente graduadas.

En este trabajo se usará la manual técnica del ministerio de transportes MTC E 204 donde como referencia se tiene a la norma ASTM D 422 (Standard Test Method for Particle-size Analysis of Soils)

2.2.4.2 Consistencia del suelo

Según Bowles, (1981) en la parte de límite líquido y plástico indica que, dependiendo de su naturaleza y contenido de humedad, un suelo puede presentarse en diversos estados de consistencia, cada uno con propiedades y comportamientos particulares. Se hace referencia a Atterberg, un científico sueco que se dedicó a la agricultura y quien propuso los límites de cohesión, pegajosidad, contracción, plástico y líquido para describir estos estados de consistencia. Actualmente, los límites líquido y plástico, también conocidos como límites de Atterberg, son utilizados en todo el mundo para la clasificación de los suelos.

(Das, 2015) Braja das divide el comportamiento de suelo en 4 estados básicos: sólido, semisólido, plástico y líquido como en la siguiente figura.



Fuente: (Das, 2015)

Los límites de Atterberg son tres valores que se utilizan para describir la capacidad de un suelo para cambiar de estado en función de su contenido de humedad. El primer límite es el límite de contracción, que se define como el contenido de humedad en el que un suelo cambia del estado sólido al estado semisólido. El segundo límite es el límite plástico, que es el contenido de humedad en el que un suelo cambia del estado semisólido al estado plástico. Finalmente, el tercer límite es el límite líquido, que es el contenido de humedad en el que un suelo cambia del estado plástico al estado líquido.

- **Límite líquido**

Se refiere al porcentaje de humedad en el cual el suelo se encuentra en el punto de transición entre los estados líquido y plástico. Este valor se determina de manera arbitraria mediante un ensayo en el que se mide el cierre del surco formado por una herramienta específica, llamada copa de Casagrande, en una distancia de 13 mm (1/2 pulgada). El ensayo consiste en dejar caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a una tasa de dos caídas por segundo. MTC (2016, pág. 67)

La norma del ensayo a usar este dado por MTC E110 y NTP 339.129

- **Límite plástico**

Se conoce como límite plástico (LP) a la más baja humedad con la que se consigue componerse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se caigan a pedazos. MTC (2016, pág. 72)

La norma del ensayo a usar este dado por ASTM D-4318 y MTC E111.

- **Índice plástico**

(Juarez & Rico, 2005) menciona que Atterberg identificó la diferencia entre los valores de los límites de plasticidad y denominó esta desigualdad como Índice Plástico. Este índice guardaba una relación con la cantidad de arena añadida para facilitar su determinación, por lo que recomienda su utilización en lugar de la arena, como segundo

parámetro para definir su plasticidad.

Tanto el límite líquido como el límite plástico están influenciados por la cantidad y el tipo de arcilla presente en el suelo. No obstante, el índice plástico tiende a depender principalmente de la cantidad de arcilla en el suelo.

$$IP = LL - LP$$

Dónde:

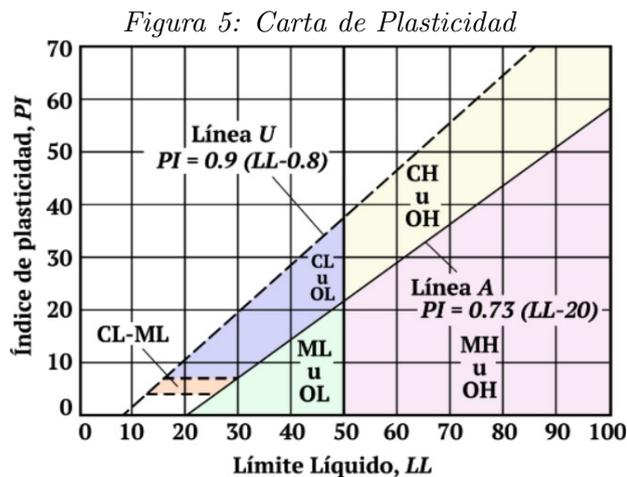
I.P. = Índice de plasticidad.

L.L = Límite líquido.

L.P.= Límite plástico.

- **Carta de plasticidad**

La carta de plasticidad es una herramienta valiosa en la clasificación de suelos de grano fino. En esta carta, hay dos líneas importantes: la línea A y la línea U. La línea U se encuentra por encima de la línea A y representa el límite superior de la relación entre el índice de plasticidad y el límite líquido para cualquier suelo conocido hasta la fecha.



Fuente: ASTM D-2487-93

2.2.4.3 Proctor modificado

(Montejo, 2002) afirma que:

Conforme fueron aumentando las cargas sobre las terracerías por el uso de camiones y aeronaves cada vez más pesados, se vio la necesidad de desarrollar mayores densidades y resistencias en muchos materiales usando mayor trabajo de compactación. Por esta razón se desarrolló la prueba del Proctor modificado, con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas de los suelos y reducir los espacios vacíos. (p.486)

El reglamento a usar es el MTC (2016, pág. 105) (con referencia al ASTM D-1557) y de los 3 métodos que da el manual del MTC en el trabajo se usó el método C donde el molde es más grande usa que en el Proctor estándar: tiene 6" de diámetro exterior y 6" de altura. La compactación se lleva a cabo en cinco capas o estratos, cada

uno con un espesor de 2.5 cm, utilizando un compactador de 10 libras (4.540 kg) que cae desde una altura de 18 pulgadas. Este procedimiento se realiza en segmentos del suelo cuyos componentes son inferiores a 20 mm. En caso de que el suelo contenga elementos más grandes, se sustituyen por una cantidad equivalente de elementos que estén comprendidos entre 5 y 20 milímetros.

2.2.4.4 California Bearing Ratio (CBR)

- **Origen**

(Osorio & Casas, 2011) fue desarrollado en 1929 por los ingenieros T.E. Stanton y O.J. Porter del Departamento de Carreteras de California. Desde entonces, el método CBR se ha utilizado ampliamente en Europa y América como una forma de clasificar suelos para su uso como subrasante o material de base en la construcción de carreteras. Durante la segunda guerra mundial, el cuerpo de ingenieros de los Estados Unidos adoptó este ensayo para utilizarlo en la construcción de aeropuertos.

- **Definición**

Según (Sanchez, 2018) explica que: El Ensayo de Relación de Soporte de California (CBR, por sus siglas en inglés) es una prueba que se utiliza para evaluar la calidad de un material de suelo en función de su resistencia, que se mide mediante una prueba de placa a escala. Aunque se desarrolló en 1925, el CBR comenzó a formar parte de los estándares norteamericanos ASTM (American Standards for Testing and Materials) en 1964, en su versión de laboratorio.

Según, MTC (2016, pág. 105) acerca del CBR:

Este método de ensayo se usa para evaluar la resistencia potencial de subrasante, subbase y material de base, incluyendo materiales reciclados para usar en pavimentos de vías y de campos de aterrizaje. El valor de CBR obtenido en esta prueba forma una parte integral de varios métodos de diseño de pavimento flexible. Para aplicaciones donde el efecto del contenido de agua de compactación en el CBR es desconocido o donde se desee explicar su efecto, el CBR se determina para un rango de contenidos de agua, generalmente el rango de contenido de agua permitido para la compactación de campo por la especificación de compactación en campo de la entidad usuaria. (pág. 248)

(Arquie, 1978) menciona que “este ensayo está destinado a estimar la capacidad de carga de un suelo bajo las ruedas, es decir, su aptitud para soportar en una determinada estructura de la carretera las cargas móviles que deberán recorrerla”.

- **Valores aproximados del CBR de suelos según el AASTHO**

En la siguiente tabla se ve la clasificación del suelo según AASHTO junto con el la densidad seca y valores en el CBR que puede tener cada tipo de suelo. Introducida en el Suplemento para la Guía de Diseño de Estructuras de Pavimentos AASHTO 1998 donde se observa que el suelo GC ronda los valores entre 20% y el 40% (Yoder Witzcak,1975 citado por NCHRP,2001, pág. 8), (AASTHO,1998 citado por Gonzáles, 2015).

Tabla 4: Valores recomendados de CBR según Aashto

SUELOS A-2(suelos con alto contenido de finos)				
Clasificación Aashto	Descripción	Clasificación unificada SUCS	Densidad seca kg/m ³	CBR (%)
A-2-4 gravoso	grava limosa	GM	2080-2320	40-80
A-2-5 gravoso	grava arena limosa			
A-2-4 arenoso	arena limosa	SM	1920-2160	20-40
A-2-5 arenoso	arena gravo arcillosa			
A-2-7 gravoso	grava areno arcillosa	GC	1920-2080	20-40
A-2-6 gravoso	grava arcillosa			
A-2-6 arenoso	arena arcillosa	SC	1680-280	Oct-20
A-2-7 arenoso	arena gravo arcillosa			

Nota: Adaptado de (AASTHO,1998 citado por Gonzáles, 2015)

- **Parámetros del CBR con uso de soluciones Básicas**

En el Perú el año 2015 se aprobó un nuevo manual el Documento técnico de carreteras no pavimentadas MTC (2015) que menciona que las soluciones básicas tienen el propósito mejorar de las superficies de rodadura de las carreteras no pavimentadas en cuanto a su la vida útil y nivel de servicio, dichas superficies padecen un rápido deterioro a causa por efectos de tránsito y el clima, formándose baches, encalaminados, desprendimiento de agregados y emisión de polvo, El objetivo es lograr que estas capas experimenten un menor grado de deterioro, permanezcan libres de polvo, requieran menos frecuencia de mantenimiento periódico y permitan el tránsito vehicular sin restricciones durante todas las estaciones del año. En donde en este documento se presentan las especificaciones técnicas para los diversos tipos de estabilizadores de suelos, mostrando los valores máximos y/o mínimos que los suelos estabilizados deben cumplir tanto en la fase de diseño como en la ejecución de la obra.

Tabla 5: Especificaciones técnicas de estabilizadores

SUELO ESTABILIZADO CON	PARAMETROS
Cemento	1. Resistencia a compresión simple= 1.8 Mpa mínimo (MTC E 1103) 2. Humedecimiento-Secado (MTC E 1104) -Para suelos A-1; A-2-4; A-2-5; A3= 14% de pérdida máxima -Para suelos A-2-6; A-2-7; A-4; A5 = 10% de pérdida máxima -Para suelos A-6; A-73= 7% de pérdida máxima
Emulsión asfáltica	1. Estabilidad Marshall=230 kg mínimo (MTC E 504) 2. Pérdida de estabilidad después del saturado = 50% máximo 3. porcentaje de recubrimiento y trabajabilidad de la mezcla debe estar entre 50 y 100%
Cal	1. CBR= 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansion ≤ 0.5%
Sales	1. CBR= 100% mínimo, CBR no saturado (MTC E 115, MTC E 132)
Productos químicos (Aceites, ionizadores, polímeros, etc.)	1. CBR= 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansion ≤ 0.5%

Fuente: MTC (2015, pág. 4)

cómo se observa en la tabla cuando el suelo es estabilizado con un producto químico el valor del CBR debe llegar como mínimo al 100% de muestras compactadas en la prueba de expansión no superar el 0.5%.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

Afirmado

Consiste en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas (MTC, 2015).

Según el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito (MTC, 2008), se da presenta característica que se deben cumplir con ciertas especificaciones el suelo para poder ser usado:

Para cada tipo de afirmado deberá corresponder a una granulometría

Figura 6: Granulometría de afirmado

Porcentaje que pasa del tamiz	Tráfico T0 y T1: Tipo 1 IMD<50 veh.	Tráfico T2: Tipo 2 51 - 100 veh.	Tráfico T3: Tipo 3 101 – 200 veh.
50 mm (2")	100	100	
37.5 mm (1 1/2")		95 – 100	100
25 mm (1")	50 – 80	75 – 95	90 – 100
19 mm (3/4")			65 – 100
12.5 mm (1/2")			
9.5 mm (3/8")		40 – 75	45 – 80
4.75 mm (Nº 4)	20 – 50	30 – 60	30 – 65
2.36 mm (Nº 8)			
2.00 mm (Nº 10)		20 – 45	22 – 52
4.25 um (Nº 40)		15 – 30	15 – 35
75 um (Nº 200)	4 – 12	5 – 15	5 – 20
Índice de plasticidad	4 - 9	4 - 9	4 - 9

Fuente: (MTC, 2008)

Además, deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste de los ángeles :50% max. (MTC E 207)
- Limite liquido :35% max. (MTC E 110)
- CBR :40% min. (MTC E 132)

Cemento

El cemento es un material en forma de polvo que tiene la capacidad de endurecerse después de entrar en contacto con el agua. Se obtiene a partir de la mezcla de caliza y arcilla que han sido calcinadas y molidas. Cuando se añade a los agregados, como la arena, grava, piedra triturada o cualquier otro material granular, funciona como un adhesivo y los une para formar el concreto, que es el material de construcción más utilizado y versátil a nivel mundial.

En la norma técnica peruana NTP 334.009 clasifica en 5 tipos de cemento de acuerdo al uso.

- Cemento Tipo I: Uso general

Es el adecuado para todos los usos donde no es necesario utilizar las propiedades propias de otro cemento. La utilización en concreto implica en usar en pavimentos, pisos, puentes, tanques, embalses, tuberías, unidades de mampostería y productos de concreto prefabricado entre otras cosas.

- Cemento Tipo II y Tipo II (MH): Moderada resistencia a sulfatos y al calor de hidratación

Puede ser empleado en estructuras convencionales y en elementos que estén expuestos a

suelos o agua subterránea con niveles elevados, aunque no extremos, de sulfatos o calor generado por la hidratación. Este tipo de cemento exhibe características de resistencia moderada a los sulfatos, ya que su composición contiene no más del 8% de aluminato tricálcico. Para mitigar el deterioro del concreto, se recomienda el uso del cemento Tipo II, junto con la aplicación de una baja relación entre agua y material cementante, así como una baja permeabilidad.

- Cemento Tipo III: **Altas resistencias iniciales**

Proporciona una resistencia significativa en las primeras etapas de fraguado, generalmente dentro de la primera semana. Este tipo de cemento se asemeja al Cemento Tipo I, con la única diferencia de que sus partículas se muelen de manera más fina. Esto lo convierte en una elección preferida cuando es necesario retirar los encofrados lo más pronto posible o cuando se planea poner en servicio la estructura de manera rápida.

- Cemento Tipo IV: **Para lograr bajo calor de hidratación**

Es usado cuando se requiera bajar la tasa y cantidad de calor generado a causa de la hidratación. es por ello que este tipo de cemento provoca que sea más lenta su resistencia en el tiempo frente a los otros tipos. como ejemplo se puede usar en casos como en estructuras de concreto masico haciendo que la alta temperatura que se da en el endurecimiento sea de poca importancia. Revisar ver la rugosidad.

- Cemento Tipo V: **Alta resistencia a sulfatos**

Este tipo de cemento se emplea en situaciones en las que el concreto está expuesto a la acción intensa de sulfatos, especialmente en áreas donde tanto el suelo como el agua subterránea presentan altas concentraciones de estos compuestos. La capacidad notable de resistir a los sulfatos de este cemento se debe a la baja proporción de aluminato tricálcico, que no supera el 5%.

Carreteras no pavimentadas:

Carretera en la que la circulación se produce sobre la base del firme sin que esté protegida por un revestimiento.

Propiedades Físico-mecánicas del suelo

Las propiedades físicas que un suelo posee son: peso volumétrico, peso específico, densidad, absorción, granulometría, textura, estructura, consistencia. Y Las propiedades mecánicas que los suelos poseen son: resistencia al corte, presión lateral del suelo, consolidación, capacidad de carga, permeabilidad y filtración y estabilidad de taludes.

CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipos de investigación

El diseño de la presente investigación será de acuerdo a la clasificación de tipos de investigación según el Dr. José Antonio Supo Condori. (Supo, 2014)

- Según la intervención del investigador: Es “Experimental” porque los datos son recogidos por el mismo investigador (primarios)
- Según la planificación de mediciones: Prospectivo
- Según el número de mediciones de la variable de estudio: Longitudinal
- Según el número de variables de interés: Analítico

3.1.2 Nivel de investigación

El nivel o alcance de una investigación se establecerá según los objetivos planteados. Este estudio tiene como objetivo examinar la incorporación de polímero en conjunto con cemento tipo I en un suelo granular de tipo grava arcillosa, con el fin de estabilizarlo en la capa de rodadura. Se busca verificar si la estabilización propuesta demuestra ser significativamente más efectiva en comparación con un afirmado convencional. Por lo que tendrá un alcance o nivel Relacional.

El nivel o alcance **Relacional**: Demuestra la dependencia probabilística entre eventos (Supo,2014).

3.1.3 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación adopta un diseño Experimental, ya que busca la manipulación de las variables de asociación, específicamente la dosificación de polímeros con cemento, con el propósito de evaluar su impacto en las variables dependientes, que se refieren a las propiedades físicas y mecánicas del suelo estabilizado mediante dicha combinación, “Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula” (Hernández, 2014, pág.130).

3.1.4 Población y muestra

a) Población

La población de estudio será el volumen del material granular de la cantera Alcamenca que será utilizado en el mantenimiento en la capa de rodadura como afirmado en el proyecto del camino vecinal Alcamenca-Huambo teniendo un volumen equivalente a 3216 m³.

b) Muestra

En las muestras probabilísticas, todos los elementos de la población tienen igual probabilidad de ser seleccionados. La muestra se obtiene mediante métodos estadísticos que garantizan una representación adecuada de la población, y se utiliza en investigaciones cuantitativas (Narvaez,2014). El tamaño de la muestra se determina mediante la siguiente fórmula.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2(N - 1) + (Z^2 * q * p)}$$

n=muestra

e=limite aceptable de error muestral, varía entre 1% y 9%.

p=Variación positiva, toma un valor entre 0 y 1.

q=Variación negativa, q=1-p

Z=constante que depende del nivel de confianza que asignemos y corresponde a una distribución normal o de Gauss.

Z	1.28	1.65	1.96	2.17	2.58
Nivel de confianza	80%	90%	95%	97%	99%

Fuente: elaboración propia

$$n = \frac{2058 * 1.96^2 * 0.5 * 0.5}{3\%^2(2058 - 1) + (1.96^2 * 0.5 * 0.5)} = 800$$

- De la muestra total calculada se utilizó 336kg
- 2kg para límites de Atterberg
- 4kg en el ensayo granulométrico
- 30kg para Proctor modificado
- 300kg para el ensayo CBR

3.1.5 Técnicas e instrumentos

Con el fin de poner a prueba tanto la hipótesis general como las hipótesis específicas, será necesario implementar lo siguiente:

3.1.5.1 Técnicas

Dado que se trata de una investigación de carácter experimental y prospectivo, se llevará a cabo la manipulación de variable. En consecuencia, se empleará la técnica de Observación como método de recopilación de datos, caracterizada por la obtención directa de información, la cual será medida por el autor. Dentro de ello se tiene lo siguiente:

A. Técnica de análisis documental

Consistió en la selección de fuentes bibliográficas, artículos, documentos oficiales y

recursos en línea pertinentes al área de investigación. Este proceso se realizó con el objetivo de recopilar las ideas y datos necesarios para la ejecución de la investigación.

La normativa para los ensayos es:

Ensayo granulométrico: ASTM C 136-01, MTC E-204 y NTP.012

Límites de Atterberg: ASTM D-4318, MTC E110, MTC E111 y NTP 339.129.

Abrasión: ASTM C-131-01 y MTC E 207

Proctor modificado: AASHTO T 180, MTC E 115 y NTP 339.141

Ensayo CBR: MTC E 132, AASHTO T 193, ASTM D 1883

B. Técnica de trabajo de campo

Involucró la adquisición y recolección de muestras y materiales, seguidamente para realizar un diseño óptimo en laboratorio centrado en el tema de investigación.

3.1.5.2 Instrumentos

Los instrumentos con los que se obtendrán los datos son instrumentos mecánicos, tales como:

- Balanza de precisión de 0.01g (a)
- Tamices de malla cuadrada granulométricas (b)
- Horno secador (estufa) (c)
- Vasijas y bandejas de acero (d)
- Máquina de los ángeles (e)
- Aparato de Casagrande (f)
- Molde de 6" (g)
- Pisón o martillo (h)
- Prensa de carga de CBR (i)

Figura 7: Instrumentos mecánicos en laboratorio



También mencionar que todos los ensayos y trabajos de laboratorio se realizaron en las instalaciones del Laboratorio GSH INGENIEROS S.A.C. ubicado en el distrito de Ayacucho.

3.1.6 Técnica de procesamiento y análisis de estudios

Para el procesamiento de la información, se realizaron las tablas y gráficas en el programa Microsoft Excel y Sps para el procesamiento de los resultados con la prueba estadística inferencial Anova para muestras independientes con el objetivo de realizar la contrastación de las hipótesis planteadas en la presente investigación.

3.1.7 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

En el nivel relacional donde la comparación es de grupos independientes o de muestras relacionadas. Por ello se da la denominación a las variables de Asociación y supervisión (Supo, 2014).

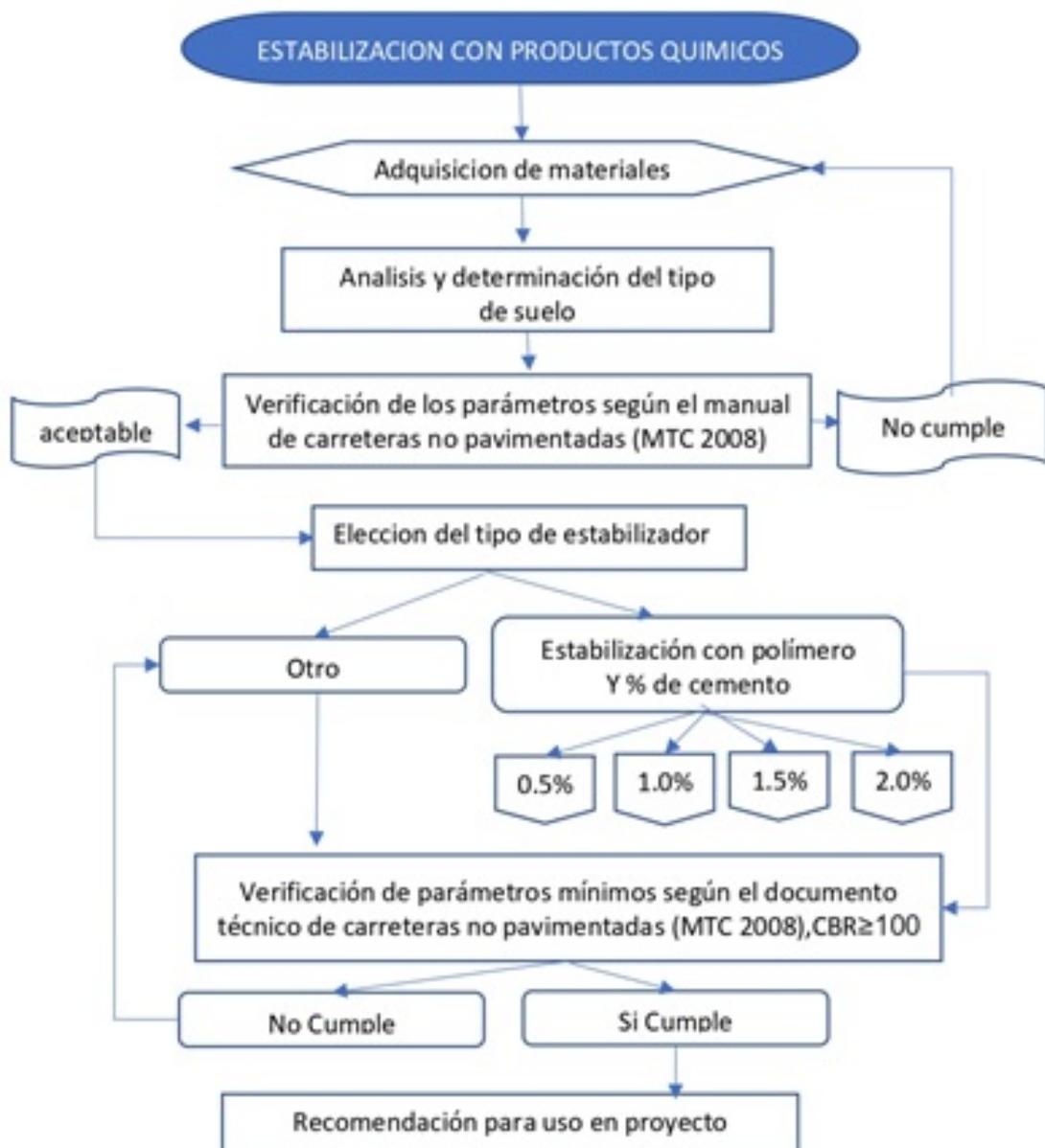
Variable	Dimensión	Indicador	Valor final	Instrumentos	Tipo de variable
De supervisión	Multidimensional				
Propiedades físico mecánicas	% de grava (peso)	Ensayo de granulometría	Franjas granulométricas	• Balanza de precisión 0.01g y 1g	Numérica, continua y medida en una escala de razón (los valores aceptados son solo positivos)
	% de arena		A-F		
	% de finos				
	Consistencia	Ensayo de limites	LL<35%,4%<IP<9%	• Tamices de malla cuadrada	
	Peso unitario	Ensayo de Proctor modificado	KN/m3	• Estufa	
	Humedad	Ensayo de humedad	Porcentaje (%)	• Moldes de 6"	
	Capacidad de soporte	Ensayo de CBR	Mínimo 40%	• Aparato de Casagrande	
	% de Abrasión	Ensayo de Abrasión	Máximo 50%		
De asociación	Unidimensional				
Conglomerante cemento			Kg	• Bandejas de acero • Prensa de carga CBR	
Estabilizante Polímero 1	Masa				
Estabilizante Polímero 2				• Pison o martillo	
Estabilizante Polímero 3					

Fuente: elaboración propia

3.2 MATERIAL DE INVESTIGACION

El desarrollo del trabajo de investigación se realizó respetando el esquema gráfico que se muestra, en todos los procesos de ensayo se recabaron los datos, siendo la primera parte de interés de la investigación la obtención de la muestra natural, para luego adicionar los estabilizadores Polímeros y cemento a esta muestra de suelo natural de la cantera variando estas en proporción de porcentajes del cemento para ver el efecto que produce en su valor de CBR del suelo estabilizado. Se presenta en el diagrama la metodología con el estabilizante químico para su estudio en esta investigación a continuación

Figura 8: Diagrama de la metodología para la estabilización de suelo



3.2.1 Extracción de material de cantera

Se viajó al distrito de Alcamenca Figura 9 y se obtuvo mediante 2 trincheras muestras de material de la cantera. Donde se obtuvo aproximadamente 300 kg de material. Figura 9

Figura 9: Visita a la cantera para la recolección de material



De las muestras extraídas se realizó los ensayos estándares y especiales, donde el ensayo de CBR se realizó con distintas dosificaciones de cemento, pero manteniendo las dosificaciones de fábrica de cada polímero comercial. En la siguiente Tabla 6 se muestra el total de ensayos de CBR que se realizó

Tabla 6: Cantidad de muestras para ensayo de CBR

Muestra	Polímero	%Cemento	Dosificación
M-1			
M-2		Muestra Natural (base)	
M-3			
M-4		0.50%	
M-5	Polímero 1	1.00%	1kg por 25m ³
M-6		1.50%	
M-7		2.00%	
M-8		0.50%	
M-9	Polímero 2	1.00%	4lt por m ³
M-10		1.50%	
M-11		2.00%	
M-12		0.50%	
M-13	Polímero 3	1.00%	1 kg por 50tn
M-14		1.50%	
M-15		2.00%	

Fuente: elaboración propia

Para el caso de la muestra natural se hizo un CBR tanto para la trinchera 1 y trinchera 2 y en la muestra 3 se consideró combinación de porciones de las 2 muestras, y luego se obtendrá un CBR promedio de la muestra natural sin estabilizante.

3.2.2 Ensayos de las muestras de suelo natural en laboratorio

Con el propósito de saber las características técnicas de la cantera y realizar un mejoramiento de sus propiedades mediante la aplicación de los polímeros 1,2 y 3; según

el Manual de ensayo de Materiales actualizado y autorizado mediante la resolución Directoral N° 18-2016-MTC/14 MTC (2016), de fecha 03 de junio de 2016 se hicieron los siguientes ensayos según detallan a continuación:

- Análisis Granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107
- Límites de Atterberg MTC E 110 Y E 111
- Contenido de Humedad del Suelo MTC E 108
- Ensayo Proctor Modificado MTC E 115
- Relación de Soporte de Californiana (CBR) MTC E 132

3.2.2.1 Análisis Granulométrico de suelos por tamizado MTC E 107

- Preparación de las muestras

Figura 10: Preparación de la muestra natural para tamizado



a) Muestras obtenidas



b) Secado de muestras



c) Cuarteo de muestra

Nota: el secado se dio a temperatura ambiente por 48 horas

- Tamizado

La granulometría es la distribución de las partículas del suelo según su tamaño, que se determina tamizando o pasando el suelo por un tamiz de varios diámetros hasta el n° 200 (diámetro 0,074 mm), teniendo en cuenta el material que pasa por dicha malla a nivel general.

El análisis granulométrico se inicia con la construcción de una curva granulométrica, en

la cual se representa gráficamente el diámetro del tamiz frente al porcentaje acumulado que pasa o se retiene, según la aplicación prevista para el agregado. En laboratorio se realizó de la siguiente manera:

- Después del procedimiento del cuarteo se procedió a pesar el suelo en estado natural
- Se procedió a lavar las muestras pesadas para separar los finos
- Se procedió al secado en horno de a temperatura de 110°C de la muestra por 24 horas
- Se hizo el pesado de la muestra seca para determinar su humedad
- Se procedió con el tamizado y se pesó cada peso retenido en las mallas del tamiz

Figura 11: Procedimiento para el análisis granulométrico



a)Pesado de suelo

b)Lavado de muestra



c)Tamizado

d)Pesado de suelo tamizado

Nota: se realizó 2 ensayos de granulometría para cada trinchera que se obtuvo en campo

3.2.2.2 Límites de Atterberg MTC E 110 Y E 111

La plasticidad de un suelo se refiere a su capacidad para ser moldeable, y esta característica está influenciada por la cantidad de arcilla presente en el material que atraviesa la malla N° 200, ya que dicho material actúa como aglutinante. Se dice que el material está en un estado semilíquido debido al contenido de humedad, donde está tan húmedo que no se puede moldear. Cuando se le quita el agua, llega un momento en que la tierra, aunque todavía húmeda, empieza a adquirir una consistencia que permite moldearla o

trabajarla, cuando se dice que es plástica.

Al continuar extrayendo agua, se alcanza un punto en el cual el material ya no puede ser manipulado y tiende a agrietarse al intentar moldearlo; en este momento, se considera que se encuentra en estado semi seco. El contenido de humedad en el cual el agregado pasa de un estado semilíquido a uno plástico se denomina límite líquido (según ASTM D-423), mientras que el contenido de humedad en el que el material pasa de un estado plástico a semi seco es conocido como límite plástico.

Los pasos que se hicieron siguiendo el manual del MTC

- Primeramente, se tamizo con la malla N°40 y lo que se usara es el pasante de la malla usada
- Se recolecto una cantidad aproximada de 200 gramos como se estipula en la norma
- Se realizo el procedimiento para el límite líquido y plástico
- Se peso las muestras en pequeños moldes y se llevó al horno para determinar la humedad respectiva

Figura 12: Ensayo de Límites de Atterberg



a) Separación con la malla #40



b) Ensayo límite líquido



c) Ensayo límite plástico



d) Pesado de muestras LL y LP

Con los ensayos ya realizados se procede a realizar la clasificación Asstho y Susc en la parte de resultados

3.2.2.3 Abrasión

Se uso la abrasión de los ángeles al desgaste de los agregados de tamaños menores a que 37.5 mm, por lo que el procedimiento para determinar el porcentaje de abrasión esta normado por ASTM C-131-01 y MTC E 207 fue la gradación A, usándose 12 esferas. por lo que la muestra se separó por 4 tamices como se observa en la Figura 13. Después de la separación de los tamices se procedió a poner la muestra a la máquina de los ángeles El resultado de la abrasión se tamizo con la malla N^o12 para separar los finos del desgaste dado. Para el resultado ver anexo.

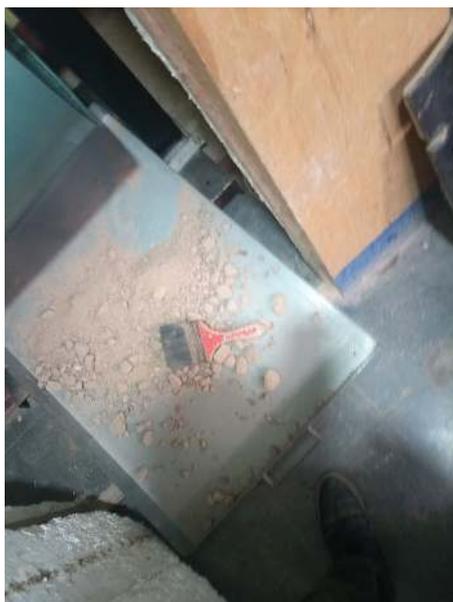
Figura 13: Ensayo de abrasión



a) Separación en tamices



b) Material antes del desgaste



c) Material resultante del ensayo



d) Tamizado de la partícula fina

3.2.2.4 Ensayo Proctor Modificado MTC E 115

Se prepararon 4 especímenes de aproximadamente 8kg cada uno y viendo el tipo de suelo se humedeció con contenidos de agua de 100, 200, 350 y 450 ml para la respectiva compactación.

Estos especímenes fueron colocados en moldes estandarizados y compactados en cinco capas, aplicando 56 golpes por minuto de manera uniforme. Durante este proceso, el pisón manual se operó con un ángulo de 5° como máximo con respecto a la vertical.

Figura 14: Compactación para el Proctor modificado-Método C



Nota: se trabajó con 4 bandejas dispuestas para 4 contenidos de humedad diferentes. Luego de la compactación se obtuvo el peso del molde más muestra y verificando su rotulado respectivo del molde.

La densidad máxima hallada en este ensayo fue usada para el ensayo CBR de las muestras que serán con los estabilizantes y la muestra base.

3.2.2.5 Relación de Soporte de Californiana (CBR) MTC E 132

Como indica el manual se hizo el siguiente procedimiento:

1. Se tamizó el suelo y se usó el suelo pasante de la malla 3/4"
2. Para cada ensayo CBR se usó un total de 18 kg de material y esta se humedeció hasta alcanzar un aproximado al óptimo contenido de humedad alcanzada en el ensayo de Proctor modificado.
3. Se elaboraron tres especímenes en cada molde, con un peso aproximado de 6 kg, compactándolos en cinco capas. El primer molde fue sometido a 56 golpes por capa, el segundo a 26 golpes por capa, y el tercer molde a 12 golpes por capa, distribuidos de manera uniforme.

Figura 15: Humedecimiento y compactación de la muestra natural para el ensayo CBR



a) Adición de agua a la muestra para el ensayo de CBR

b) Compactación en CBR (55, 26 y 12 golpes)

4. La pesa de sobrecarga fue añadida y, con el medidor de expansión ajustado a cero, los moldes con la muestra se sumergieron completamente en agua durante un periodo de 96 horas (4 días). Cada 24 horas se llevó a cabo la verificación de la expansión.
5. Finalmente se sacó los moldes y se retiró la sobrecarga a los que debían pasar al ensayo de penetración, luego dejó escurrir por 15 minutos para pasar al ensayo a una prensa de penetración.

Figura 16: Sumergido y aplicación de carga en una prensa de CBR



a) Sumergidos de los moldes

b) Medida de la expansión

c) Prueba de penetración

3.2.3 Ensayo de laboratorio (CBR) de las muestras con la aplicación de Polímeros y cemento

Cada producto obtenido tiene según sus especificaciones técnicas los pasos a seguir para los ensayos de laboratorio y usarlo en el proceso de CBR que solo variarían en algunos

puntos con respecto al manual del MTC.

Se muestra en la figura los estabilizantes usados.

Figura 17: Uso de los polímeros a emplear



En el manual del documento técnico solo da a conocer los resultados que se deben obtener con el uso de los polímeros mas no los pasos a seguir para el ensayo donde cada producto será independiente a sus ensayos de laboratorio.

Mientras las muestras tengan una cantidad de dosificación menores al 2% se considera aun muestra no cementadas o sueltas para compactación y estas si se pueden aplicar el ensayo correspondiente de CBR (FICEM, 2010; Iliev-Lima, 2020,54:00).

3.2.3.1 Ensayo de la muestra con el polímero 1 (Poliacrilamida) más cemento

Para el ensayo CBR se usó el contenido de agua calculado como OCH que se realizó en el ensayo Proctor, con respecto a la dosificación del polímero en sus especificaciones da a conocer que 2kg es para 50 ton de suelo, pero como en laboratorio por cada procedimiento de CBR de 3 moldes se usa un aproximado de 18 kilogramos donde haciendo las conversiones la dosificación aproximada es **0.34g/18kilos**. También por recomendación de la empresa se puede usar con la dosificación de 3g/10litros en suelo seco. El procedimiento fue el siguiente.

- Se mezclo el estabilizador (0.34g) con el agua, la cantidad a usar fue dependiendo del agua que faltaba a la muestra para alcanzar la humedad optima. El producto tardo en disolverse un aproximado de media hora donde el resultado fue un líquido poco viscoso.
- Se incorporo el cemento al suelo, luego se vertió la solución y se procedió a mezclar hasta quedar una masa homogénea.
- Se procedió hacer la compactación para el ensayo de CBR.
- Se deja por 3 días los molde al aire libre para su curado.
- Luego se completa el proceso de CBR como sumergir por 4 días, medir su expansión

y hacer el ensayo con la prensa de ensayo CBR al igual que se hizo en la muestra base.

Figura 18: Mezcla Suelo con polímero 1 y cemento



a) Polímero diluido

b) Mezcla suelo + polímero

Figura 19: Compactación y curado de la mezcla suelo con polímero 1 y cemento



a) Compactación (10, 25 y 56 golpes)

b) Curado al aire libre por 3 días

Figura 20: Medida de la expansión durante el sumergido de moldes (Suelo + Polímero 1)



Este procedimiento fue aplicado a las muestras M-4, M-5, M-6 y M-7 siendo estabilizados con el polímero 2 y cemento, diferenciando la cantidad del porcentaje de cemento, pero manteniendo la dosificación del Polímero 2 (Agredid)

3.2.3.2 Ensayo de la muestra con el polímero 2 (Acrílico) más cemento

Ya teniendo el OCH se procede a usar el polímero 2 pero antes el suelo extraído de la cantera se tamizo con la malla 3/4 y se usó la muestra pasante. En cuanto a la dosificación según fabrica es 4lt/m³ al convertir a peso para usar en 18 kilos para realizar el CBR de los 3 moldes da un aproximado de 35ml/18kg. Se uso el procedimiento de laboratorio recomendado por la empresa vendedora AGE-Ecovias.

- Se mezcló la muestra juntamente con el cemento y luego se añadió agua y el estabilizante polímero.
- Se realizó la respectiva compactación (10,25 y 56 golpes).
- Sacamos el molde de la base sin retirar la briqueta y se dejó secar por 6 días.
- En el séptimo día por recomendación a sus especificaciones se selló por la parte inferior y superior con una brocha de una cantidad de mezcla entre agua y el polímero líquido.
- Se procedió a completar el ensayo CBR como el sumergido, lectura de su expansión por 4 días y la penetración en prensa de CBR.

Figura 21: Mezcla y compactación de suelo con el Polímero 2 y cemento



Mezcla suelo con polímero 2 y cemento

Compactación (10, 25 y 56 golpes)

Figura 22: Secado y sellado del suelo estabilizado con el Polímero 2 compactado



Secado por 3 días

Sellado al 6° día

Figura 23: Ensayo penetración CBR al suelo estabilizado con el Polímero 2



Ensayo penetración CBR

Moldes después del ensayo

Este procedimiento fue aplicado a las muestras M-8, M-9, M-10 y M-11 siendo estabilizados con el polímero 2 y cemento, diferenciando la cantidad del porcentaje de cemento, pero manteniendo la dosificación del Polímero 2 (Agredid)

3.2.3.3 Ensayo de la muestra con el polímero 3 (Homopolímero) más cemento

Se utilizó 18 kilogramos para 3 moldes en una muestra (10,25 y 56 golpes) para cada dosificación de cemento con el polímero. La dosificación de sus especificaciones del producto es de 2kg por cada 100 tn de suelo por lo que para 18 kg se usó 0.36g. la cantidad de agua que se le añade será el calculado en el Proctor modificado (OCH). Se procedió de la siguiente manera:

- Se disolvió el estabilizador (0.36g) con el agua, la cantidad de agua en porcentaje fue usando el contenido óptimo de humedad determinado en el ensayo de compactación Proctor modificado.
- Se procede a la mezcla de agua disuelto con el polímero 3 y cemento (0.5%, 1%, 1.5% o 2%).
- Luego de la mezcla la muestra se deja reposar por 2 horas aproximadas hasta que el producto reaccione con el suelo y se le tapa con un plástico para que no varíe su humedad en el tiempo de reposo.
- Se realizó la respectiva compactación (10, 25 y 56 golpes).
- Se sumergió por 4 días los moldes midiendo cada día el valor de la expansión y se completó con el ensayo de CBR con el ensayo de penetración en la prensa.

Figura 24: Preparación del suelo estabilizado con Polímero 3 y cemento



Dosificación

Mezclado

Reposo(2 horas)

Figura 25: Ensayo CBR del suelo estabilizado con el Polímero 3 y cemento



Compactación

Nivelación

Sumergido

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 RESULTADOS

4.1.1 RESULTADOS DE LABORATORIO

4.1.1.1 Análisis granulométrico

- De la trinchera 1

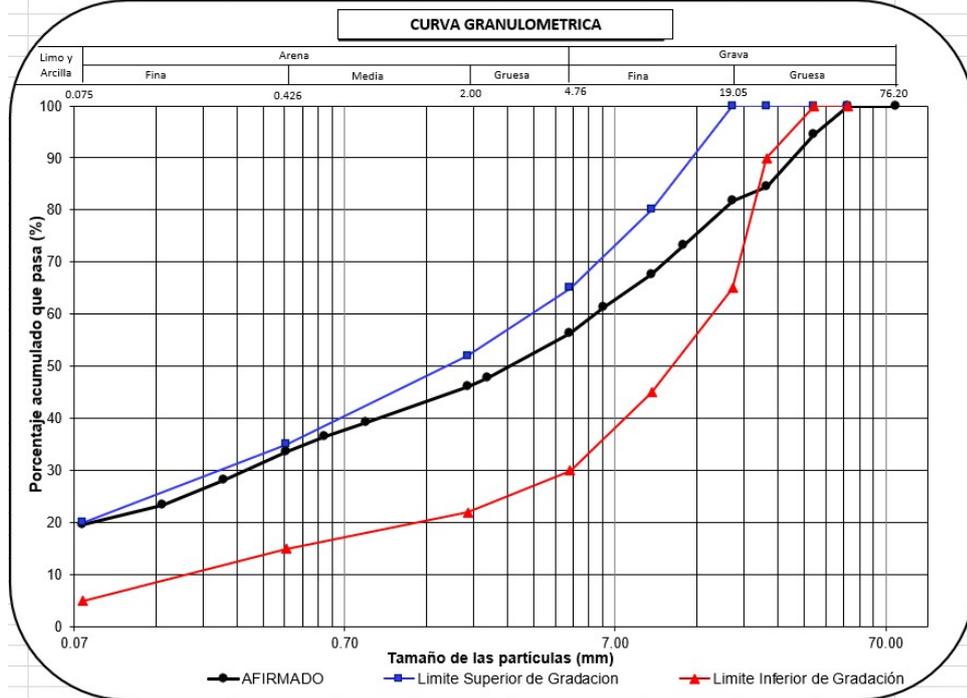
Tabla 7: Granulometría de la Cantera Alcamenca (TR-1)

Granulometría por Tamizado ASTM - D422				Requerimientos Granulométricos	
Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje acumulado que pasa (%)	AFIRMADO (% que pasa) A-1	
3"	76.2	0	100		
2"	50.8	0	100	100	100
1½"	38.1	79.4	94	100	100
1"	25.4	140.2	85	90	100
¾"	19.05	38.4	82	65	100
½"	12.5	121.1	73		
3/8"	9.525	79.5	68	45	80
¼"	6.35	90.3	61		
N° 4	4.76	69.8	56	30	65
N° 8	2.36	121.9	48		
N° 10	2	22.5	46	22	52
N° 20	0.84	99.4	39		
N° 30	0.59	37.8	37		
N° 40	0.426	40.2	34	15	35
N° 60	0.25	77.9	28		
N° 100	0.149	69.3	23		
N° 200	0.075	50.8	20	5	20

Fuente: elaboración propia

Del tamizado el 44% de material de cantera representa grava, mientras que el 37% de material de cantera se acumuló en la categoría de arena, y el 20% del material de cantera fueron clasificados como finos.

Figura 26: Curva granulométrica de la cantera Alcamenca (TR-1)



- De la trinchera 2

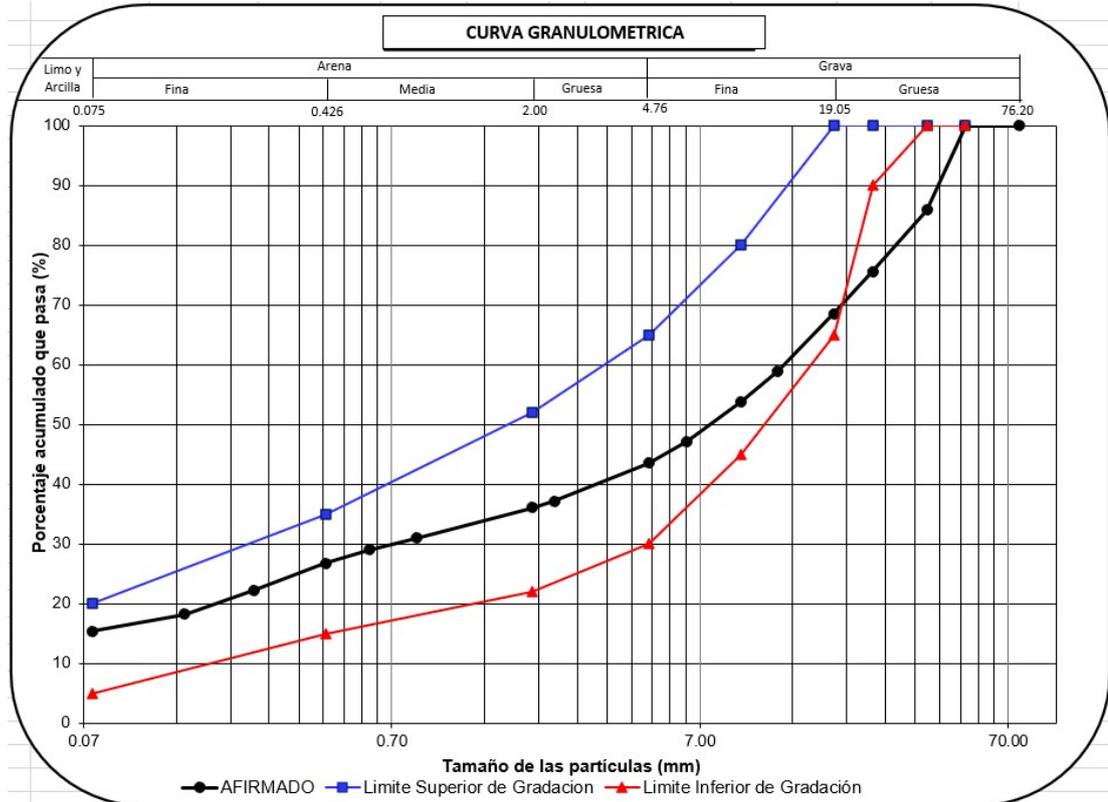
Tabla 8: Granulometría de la cantera Alcamenca (TR-2)

Granulometría por Tamizado ASTM - D422				Requerimientos Granulométricos	
Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Peso retenido (gr)	Porcentaje acumulado que pasa (%)	AFIRMADO (% que pasa) A-1	
3"	76.200	0.000	100		
2"	50.800	0.000	100	100	100
1½"	38.100	238.000	86	100	100
1"	25.400	174.200	76	90	100
¾"	19.050	119.900	68	65	100
½"	12.500	162.200	59		
⅜"	9.525	85.900	54	45	80
¼"	6.350	112.800	47		
N° 4	4.760	61.100	44	30	65
N° 8	2.360	107.100	37		
N° 10	2.000	18.400	36	22	52
N° 20	0.840	85.600	31		
N° 30	0.590	34.100	29		
N° 40	0.426	38.200	27	15	35
N° 60	0.250	75.900	22		
N° 100	0.149	67.300	18		
N° 200	0.075	48.300	15	5	20

Fuente: elaboración propia

Del tamizado el 56% de material de cantera representa grava, mientras que el 28% de material de cantera se acumuló en la categoría de arena, y el 15% del material de cantera fueron clasificados como finos.

Figura 27: Curva granulométrica de la cantera Alcamenca (TR-2)



Como se muestra en las tablas Tabla 7 y Tabla 8 los porcentajes pasantes y retenidos en los tamices los cuales fueron utilizados para graficar la curva granulométrica.

La Figura 26 y Figura 27 Se presencia que la curva granulométrica del material es paralela a los límites de la franja y no presenta saltos bruscos entre tamices, lo que indica que el material tiene una gradación aceptable y corresponde a un afirmado de gradación A-1.

4.1.1.2 Límites de consistencia

Figura 28: Diagrama de Fluidez

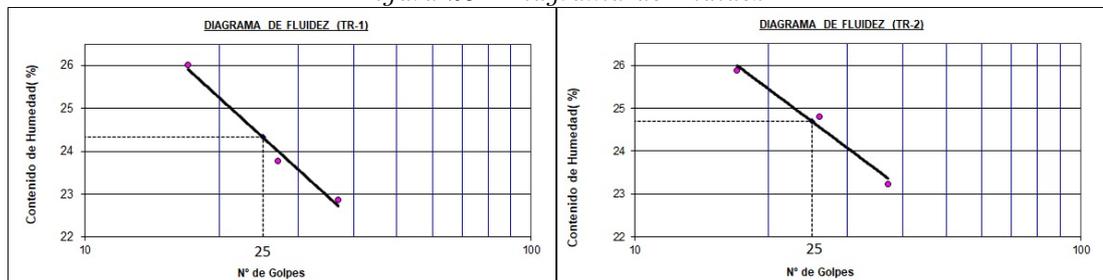


Tabla 9: Resultados de los límites de consistencia

Limite	TR-1	TR-2
LL (%) =	24	25
LP (%) =	17	18
IP (%) =	7	7

Fuente: elaboración propia

Al evaluar los resultados del ensayo de Granulometría y límites de consistencia, se deriva a la clasificación AASHTO y SUCS, determinando según la tabla

Tabla 10: Clasificación de suelos SUCS Y AASHTO

Ítem	Cantera Alcamenca	
	TR-1	TR-2
Clasificación SUCS	GC-GM	GC
Clasificación Aashto	A-2-4 (0)	A-2-4 (0)
Descripción Aashto	Bueno	Bueno

Fuente: elaboración propia

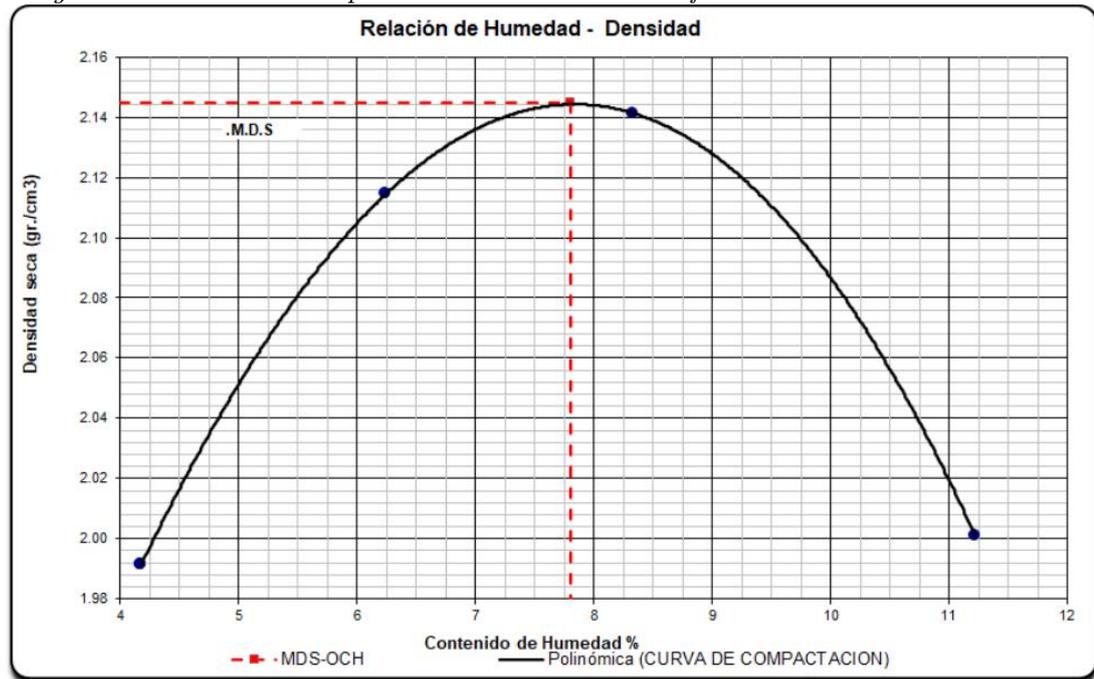
En la Tabla 10, el material de la cantera del sector de Alcamenca en el km 9+400 según a la clasificación de suelos SUCS pertenece al grupo GC, grava Arcillosa con arena. De acuerdo a la clasificación AASHTO predomina fragmentos de grava con ligante de material fino.

4.1.1.3 Abrasión

El porcentaje de abrasión que se obtuvo es de 27%. Ver (Anexo A-10).

4.1.1.4 Proctor modificado

Figura 29: Curva de compactación del Proctor modificado de la cantera Alcamenca



De la Figura 29, el material perteneciente a la cantera Alcamenca ubicado en el km 9+400 mediante el estudio del Proctor Modificado da como resultado una Densidad Máxima 2.145 gr/cm³ y una Humedad óptima de 7.8%. Con lo cual se dio ese valor en el ensayo CBR para calcular la capacidad portante del suelo.

4.1.1.5 Ensayo CBR

De las 15 muestras en total 3 muestras son realizadas con la muestra natural sin el uso de estabilizantes tuvieron los siguientes resultados con el ensayo CBR

- De la muestra natural

Tabla 11: Resultados del ensayo CBR del suelo natural de la cantera

Resultado	M-1	M-2	M-3
CBR al 100%	55%	44%	48%
CBR al 95% de la MDS	46%	33%	42%
Expansión (%)	0.18	0.18	0.33

En la Tabla 11, el material granular que pertenece a la cantera Alcamenca en el km 9+400 mediante el ensayo de CBR resulta los valores promedio de 40% y 49% de su Máxima Densidad Seca (MDS) de 95% y 100% consecutivamente en una penetración de 0.1 pulg.

- De la muestra natural con el Polímero 1 + cemento

Corresponde a las muestras M-4, M-5, M-6, y M-7 con diferentes porcentajes de cemento (0.5%, 1%, 1.5% y 2.5%) y una dosificación de polímero de 1kg/25m³.

Figura 30: Curvas de densidad vs CBR de suelos estabilizados con el Polímero 1 y cemento

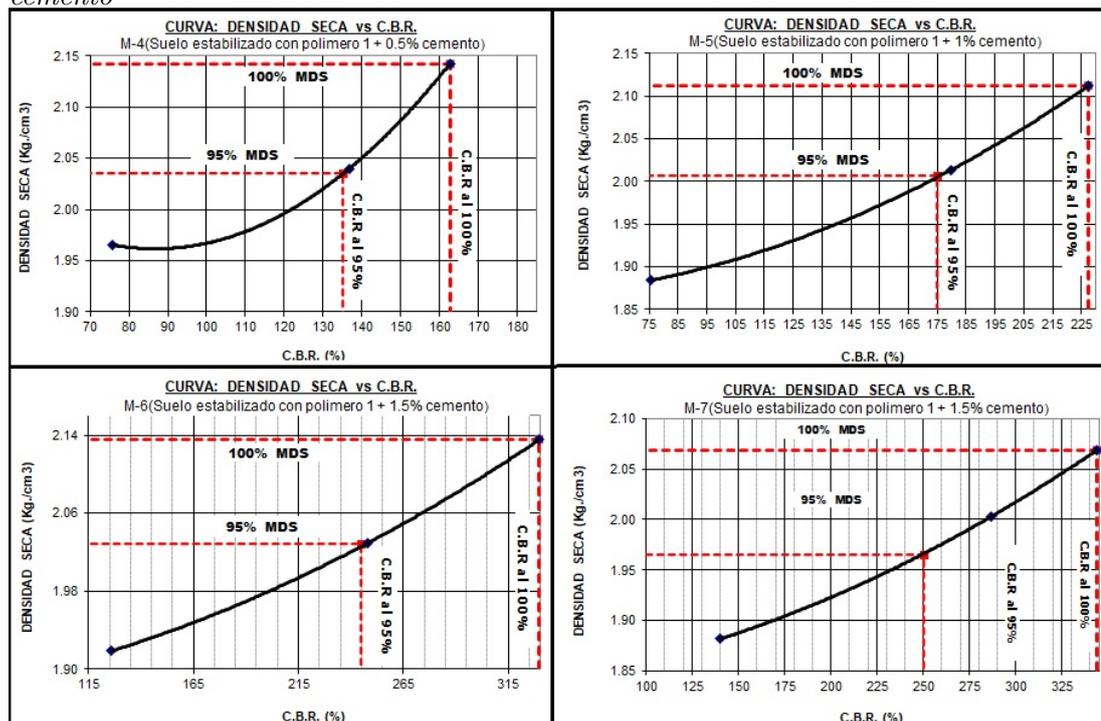
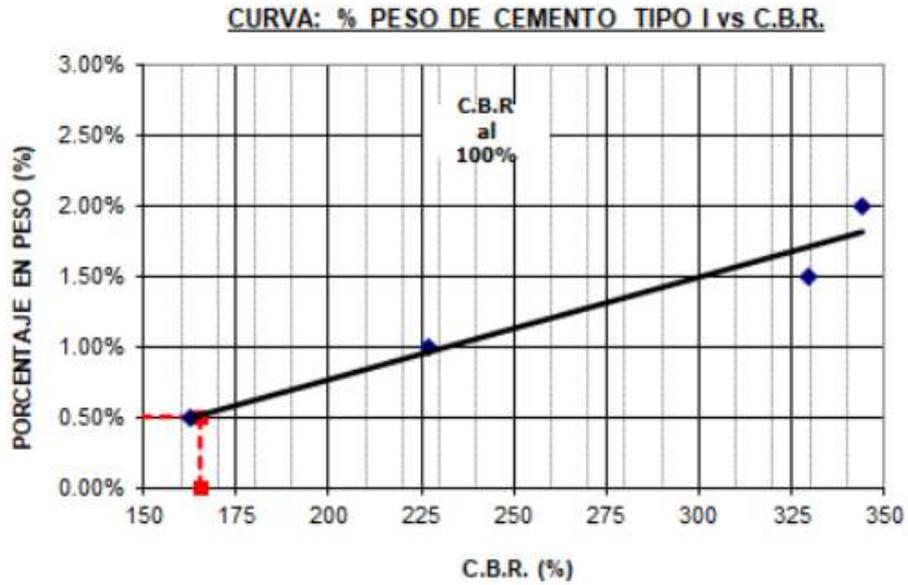


Tabla 12: Resultados del ensayo CBR de las muestras M-4, M-5, M-6 y M-7

CBR a 0.1”(2.5mm)	M-4	M-5	M-6	M-7
CBR AL 100% de la MDS	163%	227%	330	344
CBR AL 95% de la MDS	135%	175%	245	250
Expansion(%)	0.02	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Figura 31: Valores de CBR vs cantidades de cemento (Polímero 1)



Usando el porcentaje de 0.5% y con la dosificación del polímero 1 el valor de CBR es 163 que será suficiente para cumplir el valor recomendado del MTC (2015).

• De la muestra natural con el Polímero 2 + cemento

Corresponde a las muestras M-8, M-9, M-10, y M-11 con diferentes porcentajes de cemento (0.5%, 1%, 1.5% y 2.5%) y una dosificación de polímero de 4 lt/m³.

Figura 32: Curvas de densidad vs CBR de suelos estabilizados con el Polímero 2 y cemento

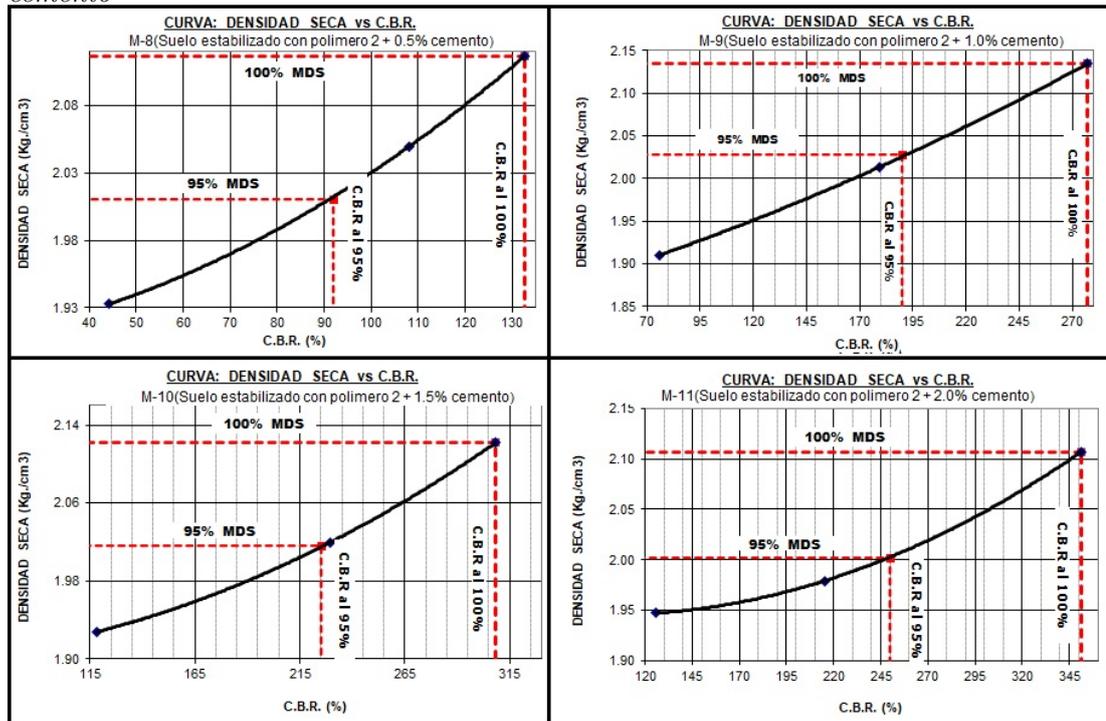
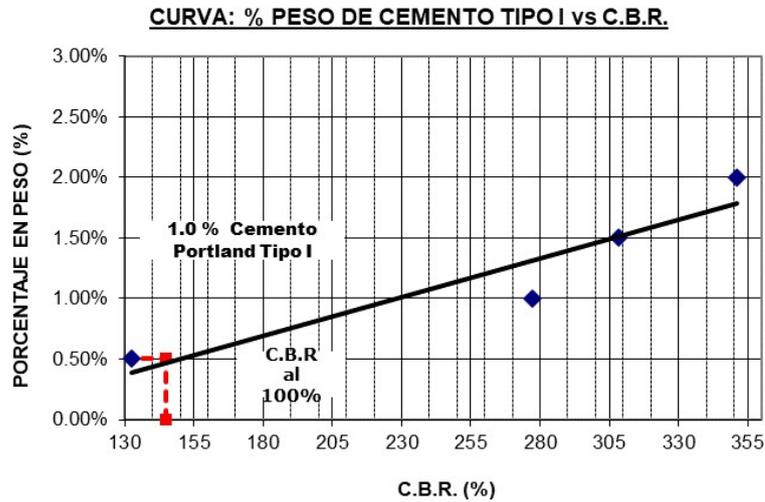


Tabla 13: Resultados del ensayo CBR de las muestras M-8, M-9, M-10 y M-11

CBR a 0.1”(2.5mm)	M-8	M-9	M-10	M-11
CBR AL 100% de la MDS	133%	227%	308	351
CBR AL 95% de la MDS	92%	190%	225	250
Expansión (%)	0.0	0	0	0

Fuente: elaboración propia

Figura 33: Valores de CBR vs cantidades de cemento (Polímero 2)



Los valores son suficientes para cumplir el valor recomendado del MTC

- De la muestra natural con el polímero 3 + cemento

Corresponde a las muestras M-12, M-13, M-14, y M-15 con diferentes porcentajes de cemento (0.5%, 1%, 1.5% y 2.5%) y una dosificación de polímero de 1 kg/50 tn.

Figura 34: Curvas de densidad vs CBR de suelos estabilizados con el Polímero 3 y cemento

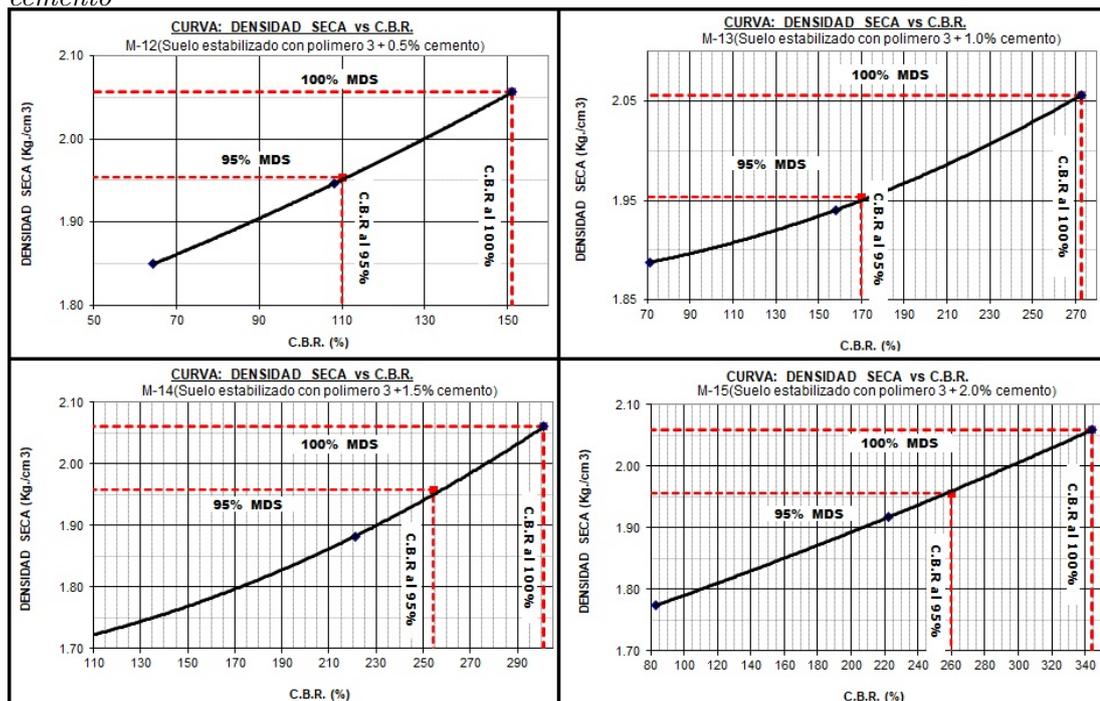
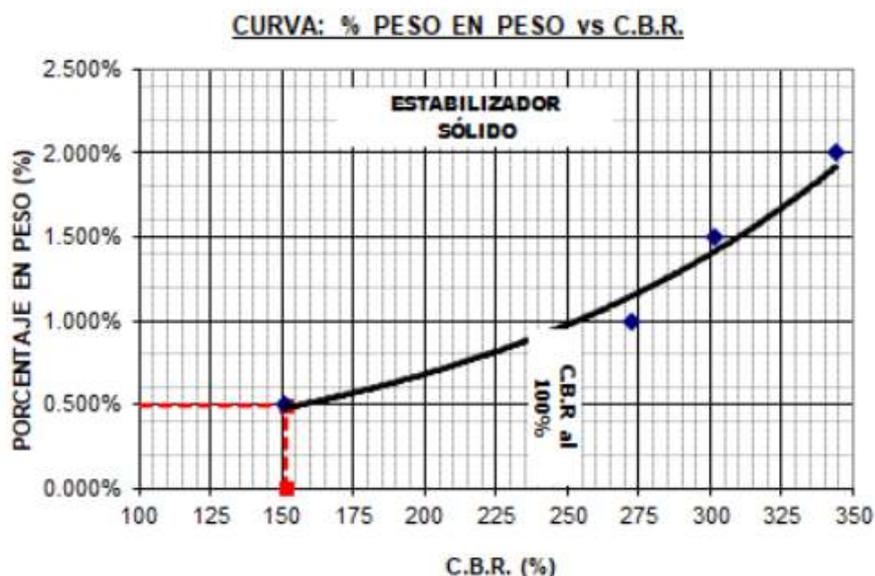


Tabla 14: Resultados del ensayo CBR de las muestras M-12, M-13, M-14 y M-15

CBR a 0.1”(2.5mm)	M-12	M-13	M-14	M-15
CBR AL 100% de la MDS	151%	273%	310	344
CBR AL 95% de la MDS	110%	170%	254	260
Expansión(%)	0.07	0.07	0.02	0.15

Figura 35: Valores de CBR vs cantidades de cemento (Polímero 3)



4.1.2 Diseño de espesor de afirmado

Según documento técnico de soluciones básicas en carreteras no pavimentadas del MTC de febrero 2015 visado por la Dirección de Normatividad Vial de la DGCyF del MTC, tiene por finalidad incrementar el periodo de diseño de 5 años (afirmado) a 10 años (soluciones básicas) y la finalidad de programar actividades de mantenimiento periódico en tiempos previsibles. Por tanto, el espesor de la capa de rodadura será determinada por los métodos USACE y NAASRA para ejes equivalentes menores a 106 y para superiores se empleará el método AASHTO 1993.

- Con el método Naasra: El método NAASRA se utiliza para vías no pavimentadas tipo afirmado o soluciones básicas.

$$e = [219 - 211 * (\log_{10} CBR) + 58 * (\log_{10} CBR)^2] * \log_{10}(Nrep/120)$$

Dónde:

CBR: CBR de diseño al 95% de su MDS a 0.1” de penetración.

Nrep: Número de ejes equivalente acumulados.

e: Espesor de la capa de afirmado en mm.

La cantera se ubica dentro del tramo Emp PE-32°-Huambo (camino a mejorar) donde en el estudio de tráfico vial se tiene el valor del Nrep de **1.23E+05** que fue hallado con un IMDA de 35 veh/día los datos fueron obtenidos del expediente técnico “Mejoramiento

del camino vecinal Emp. PE-32A (Dv. Puente Cangallo) - Alcamenca – Huambo”.

El valor del CBR de la sub rasante del proyecto es de 10%

Donde el espesor del afirmado tiene un valor de 198mm≈20cm

- Con el método Usace:

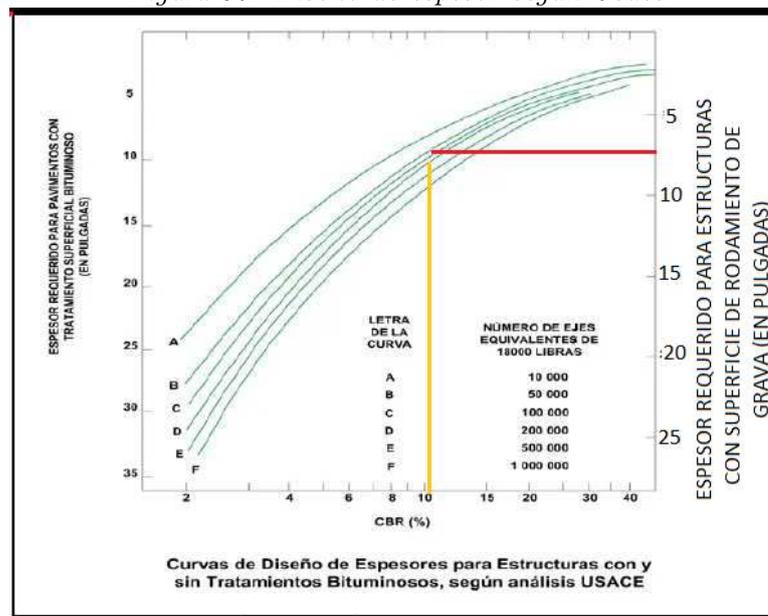
El procedimiento se basa en ecuaciones (Ábaco) que permiten determinar el espesor de material requerido sobre una capa o sub-rasante, identificada por su resistencia (CBR), a condición de que el CBR del material de recubrimiento sea mayor que el del subyacente.

Los espesores se determinan en función a:

- Capacidad de Soporte C.B.R. y
- Número de Repeticiones de Ejes Standard

En el siguiente ábaco:

Figura 36: Diseño de espesor según Usace



Fuente: (US Army Corps of Engineers, 1989)

Donde considerando un CBR de subrasante de 10% en el tramo y 123000 de EE usando el Abaco se tiene un espesor de 7.5” =19.05 cm.

Tanto los métodos de Aashto y Usace dan valores similares el espesor del afirmado será de 20 cm en el tramo a mejorar.

4.1.3 Análisis de costos unitarios

Se realiza un cálculo de costos unitarios de estabilización de los estabilizadores con el material granular frente al costo del material granular sin estabilizar, considerando que el material sin estabilizar se transporta desde una distancia de 10 km.

Tabla 15: Análisis de precios unitarios para material de afirmado

04.03.06		MATERIAL GRANULAR DE AFIRMADO (Cantera insitu)				
m3/DIA	MO. 500	EQ. 500	Costo unitario directo por : m3			35.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1	0.016	31.46	0.50	
OFICIAL	hh	1	0.016	26.22	0.42	
PEON	hh	6	0.096	18.65	1.79	
					2.71	
Equipos						
RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1	0.016	218.33	3.49	
AUTOPROPULSADO 101 - 135HP 10 - 12 ton						
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1	0.016	227.46	3.64	
CAMIÓN CISTERNA	hm	1	0.016	171.58	2.75	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	2.71	0.08	
					9.96	
Materiales						
Material granular	m3		1.25	15.00	18.75	
Agua	m3		0.17	25.00	4.25	
					23.00	

Fuente: elaboración propia

Tabla 16: Análisis de precios unitarios para material de afirmado de préstamo distancia de 10 km

04.03.07		MATERIAL GRANULAR DE AFIRMADO DE PRESTAMO				
m3/DIA	MO. 500	EQ. 500	Costo unitario directo por : m3			61.89
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
CAPATAZ	hh	1	0.016	31.46	0.50	
OFICIAL	hh	1	0.016	26.22	0.42	
PEON	hh	6	0.096	18.65	1.79	
					2.71	
Equipos						
RODILLO LISO VIBRATORIO	hm	1	0.016	218.33	3.49	
AUTOPROPULSADO 101 - 135HP 10 - 12 ton						
MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1	0.016	227.46	3.64	
CAMIÓN CISTERNA	hm	1	0.016	171.58	2.75	
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3	2.71	0.08	
					9.96	
Materiales						
Material granular	m3		1.25	15.00	18.75	
Agua	m3		0.17	25.00	4.25	
					23.00	
Subpartidas						
TRANSPORTE DE MATERIAL DE PRESTAMO	m3		1.25	20.97	26.21	
					26.21	

Fuente: elaboración propia

Tabla 17: Análisis de precios unitarios del material granular estabilizado (Polycom + Cemento)

04.03.08		BASE ESTABILIZADA (Polycom+Cemento)					
m3/DIA	MO.	500.0	EQ.	500.0	Costo unitario directo por : m3	101.47	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	1.00	0.016	31.46	0.50
OPERARIO			hh	2.00	0.032	26.22	0.84
PEON			hh	5.00	0.08	18.65	1.49
							2.83
Materiales							
Estabilizador Polycom			kg		0.04	1,483.00	59.32
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		0.25	25.43	6.36
Agua			m3		0.17	25.00	4.25
Material granular			m3		1.25	15.00	18.75
							88.68
Equipos							
RODILLO LISO VIBRATORIO							
AUTOPROPULSADO 101 - 135HP 10 - 12 ton			hm	1.00	0.016	218.33	3.49
MOTONIVELADORA DE 125 HP			hm	1.00	0.016	227.46	3.64
Camion Cisterna			hm	1.00	0.016	171.58	2.75
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.00	2.83	0.09
							9.96

Fuente: elaboración propia

Tabla 18: Análisis de precios unitarios del material granular estabilizado (Aggrebind + Cemento)

04.03.09		BASE ESTABILIZADA (Aggrebind+cemento)					
m3/DIA	MO.	300.0	EQ.	300.0	Costo unitario directo por : m3	135.04	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	1.00	0.027	31.46	0.84
OPERARIO			hh	2.00	0.053	26.22	1.40
PEON			hh	4.00	0.107	18.65	1.99
							4.23
Materiales							
Estabilizador liquido Aggrebind			gal		1.06	79.40	84.16
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)			bls		0.25	25.43	6.36
Agua			m3		0.17	25.00	4.25
Material granular			m3		1.25	15.00	18.75
							113.52
Equipos							
RODILLO LISO VIBRATORIO							
AUTOPROPULSADO 101 - 135HP 10 - 12 ton			hm	1.00	0.027	218.33	5.82
Motoniveladora de 99 kW, equipada con escarificadora.			hm	1.00	0.027	253.74	6.77
Camion Cisterna			hm	1.00	0.027	171.58	4.58
HERRAMIENTAS MANUALES			%mo		3.00	4.23	0.13
							17.29

Fuente: elaboración propia

Tabla 19: Análisis de precios unitarios del material granular estabilizado (Megasoil + Cemento)

04.03.10		BASE ESTABILIZADA (Megasoil+cemento)					
m3/DIA	MO.	300.0	EQ.	300.0	Costo unitario directo por : m3		59.60
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
CAPATAZ	hh	1.00	0.027	31.46	0.84		
OPERARIO	hh	2.00	0.053	26.22	1.40		
PEON	hh	4.00	0.107	18.65	1.99		
					4.23		
Materiales							
Estabilizador Megasoil	kg		0.04	220.00	8.80		
CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls		0.25	25.43	6.36		
Agua	m3		0.17	25.00	4.25		
Material granular	m3		1.25	15.00	18.75		
					38.16		
Equipos							
RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPROPULSADO 101 - 135HP 10 - 12 ton	hm	1.00	0.027	218.33	5.82		
Motoniveladora de 99 kW, equipada con escarificadora.	hm	1.00	0.027	251.00	6.69		
Camion Cisterna	hm	1.00	0.027	171.58	4.58		
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.00	4.23	0.13		
					17.22		

Fuente: elaboración propia

En un primer escenario, en las tablas Tabla 15 y Tabla 16 se observan los análisis de costos de un material granular que cumple con las condiciones para uso de un afirmado convencional usado de una cantera cercana o alejada de la carretera donde el material será sin estabilizar. Las tablas Tabla 17, Tabla 18 y Tabla 19 son los costos unitarios de suelos estabilizados con polímeros y cemento, donde la dosificación del cemento se consideró al 0.5% por que con ese valor se cumplió que su valor del CBR del suelo estabilizado pase el 100% (valor mínimo requerido por el documento técnico de soluciones básicas).

Con los valores de los precios unitarios se analiza el precio por kilómetro de carretera en el tramo Alcamenca-Huambo que costaría con el uso de los estabilizantes

Tabla 20: Presupuesto por Kilómetro de diferentes tipos de tratamientos al material granular de la cantera

Material	Espesor (m)	Ancho (m)	Longitud (m)	Metrado (m3)	P:U (S/ x m3)	Costo por km
Suelo no estabilizado (Cantera insitu)	0.2	4	1000	800	35.67	28536
Suelo no estabilizado (cantera alejada 10km)	0.2	4	1000	800	61.89	49512
Suelo+Polimero 1 +cimento	0.2	4	1000	800	101.47	81176
Suelo+Polimero 2 +cimento	0.2	4	1000	800	135.04	108032
Suelo+Polimero 3 +cimento	0.2	4	1000	800	59.60	47680

En la Tabla 20 al comparar los diferentes tratamientos a usar para mejorar un material granular (suelo GC) para que cumpla con los parámetros establecidos del documento técnico de soluciones básicas resulta más económico mejorar con el polímero 3 (megasoil) + cemento (0.5%) con respecto al uso de un material de una cantera alejada.

Es preciso indicar que cuando el suelo es utilizado y usado en obra los costos posteriores de mantenimiento será de cada 4 años para un periodo de diseño de 10 años (MTC, 2015) y un suelo sin estabilizar será cada 9 meses en carreteras no pavimentadas. (MTC, 2013)

Se realiza a continuación el costo beneficio para la vida útil de la carretera Emp. PE-32A (DV. Puente Cangallo) – Alcamenca – Huambo 10 años

Tabla 21: Costo-beneficio para una vida útil de un camino no pavimentado a 10 años

Material	Costo por km	Longitud (Km)	Total presupuesto de mejoramiento	# de mantenimientos	Costo(S/) de mantenimiento en 10 años
Suelo no estabilizado (Cantera insitu)	28,536	22.5	642,060	13	8,346,780
Suelo no estabilizado (cantera alejada 10km)	49,512	22.5	1,114,020	13	14,482,260
Suelo+Polimero 1 +cimento	81,176	22.5	1,826,460	3	5,479,380
Suelo+Polimero 2 +cimento	108,032	22.5	2,430,720	3	7,292,160
Suelo+Polimero 3 +cimento	47,680	22.5	1,072,800	3	3,218,400

Fuente: elaboración propia

4.2 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.2.1 Contrastación de hipótesis general

La hipótesis general es “haciendo uso de aditivos polímeros y cemento es posible mejorar la capacidad de soporte en suelos tipo grava arcillosa para uso en afirmados en carreteras no pavimentadas” donde se usó 3 productos Polímero conjuntamente con cemento para ser comparados frente a las características de la muestra base (suelo GC). Para ello para aceptar la hipótesis planteada.

Se realiza un análisis estadístico con el programa “Spss” luego se realiza el análisis de varianza, prueba de normalidad de residuos mediante Shapiro-Wilk, análisis de igualdad de la varianza y la prueba Tukey.

Se verificará con los datos de los valores CBR que se realizó con cada polímero y cemento (Polímero 1+cemento, Polímero 2 +cemento y Polímero 3+cemento) añadido a la muestra base GC.

A. Verificación de distribución normal de datos

Planteamiento de hipótesis de normalidad

H_0 : Los datos se aproximan a una distribución normal

H_1 : Los datos no se aproximan a una distribución normal

Nivel de significancia

$$\alpha=5\%=0.05$$

Prueba estadística

Se emplea el estadístico de Shapiro Wilk debido que la muestra es menor a 50.

Tabla 22: Normalidad para cada grupo de estudio

Polímero	Shapiro-Wilk			
	Estadístico	gl	Sig.	
M base	0.984	4	0.925	
CBR	Polímero 1	0.898	4	0.420
	Polímero 2	0.963	4	0.797
	Polímero 3	0.916	4	0.516

a. Corrección de significación de Lilliefors

Criterio de decisión

Si $p\text{-valor} > \alpha$ No se rechaza la hipótesis nula.

Si $p\text{-valor} < \alpha$ Se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%. Existe suficiente evidencia estadística para no rechazar la hipótesis nula. Por tanto, los datos se aproximan a una distribución normal, ya que el p-valor de Muestra base, Polímero 1, Polímero 2, Polímero 3: **0.925**, **0.420**, **0.797** y **0.516** respectivamente son mayores al nivel de significancia del 5%.

A un nivel de significancia del 5%. Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Por tanto, que los tratamientos de polímero tienen efecto sobre el CBR, ya que el p-valor < 0.05.

B. Verificación de homogeneidad de varianza entre los grupos de estudio

Planteamiento de hipótesis de normalidad

H_0 : Los datos provienen de una homogeneidad de varianzas.

H_1 : Los datos no provienen de una homogeneidad de varianzas.

Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

Prueba estadística

Prueba de Levene

Tabla 23: Prueba de Levene

	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.	
CBR	Se basa en la media	3.564	3	12	0.047

Fuente: elaboración propia

Criterio de decisión

Si p-valor > No se rechaza la hipótesis nula.

Si p-valor < Se rechaza la hipótesis nula.

Conclusión

A un nivel de significancia del 5%. Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Por tanto, Los datos no provienen de una homogeneidad de varianzas, ya que el p-valor 0.047 siendo menor al nivel de significancia del 5%.

Cuando el resultado no es homogéneo se procede hace más adelante la Prueba de post hoc de los valores que resultaron en los CBR.

C. Prueba estadística ANOVA

Esta prueba estadística se realiza para comparar las medias de cada grupo con el siguiente criterio de prueba:

Planteamiento de hipótesis

$$H_0 : \mu_{m\ base} = \mu_{Polimero1} = \mu_{Polimero2} = \mu_{Polimero3}$$

(Las medias de los valores CBR de cada grupo tendrán valores que no varían significativamente)

$$H_1 : \mu_i \neq 0$$

(las medias de los valores CBR de cada grupo tendrán valores que Varían significativamente)

Nivel de significancia

$$\alpha = 5\% = 0.05$$

Prueba estadística

Esta prueba estadística se realiza para comparar las medias de cada grupo con el siguiente criterio de prueba:

Tabla 24: Anova de un factor para los valores de CBR

	Suma de cuadrados	gl	Mediacuadrática	F	Sig.
Entre grupos	136379,688	3	45459,896	7,722	0,004
Dentro de grupos	70648,250	12	5887,354		
Total	207027,938	15			

Fuente: elaboración propia

A un nivel de significancia del 5%. Existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula. Por tanto, que los tratamientos de polímero tienen efecto sobre el CBR, ya que el $p\text{-valor} = 0.004 < 0.05$.

D. Prueba de post hoc para el CBR

La prueba Games – Howell se emplea cuando no existe homogeneidad de varianzas.

Tabla 25: Prueba post hoc para en ensayo CBR

(I) Polímero		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Mbase	Polímero 1	-216,250*	43.184	0.045	-423.76	-8.74
	Polímero 2	-205	48.098	0.069	-436.31	26.31
	Polímero 3	-217,500*	41.478	0.04	-416.74	-18.26
Polímero 1	Polímero 2	11.25	64.551	0.998	-213.03	235.53
Polímero 2	Polímero 3	-12.5	63.423	0.997	-233.57	208.57
Polímero 3	Polímero 1	1.25	59.782	1	-205.81	208.31

Fuente: elaboración propia

Mediante la comparación múltiple de Games - Howell, a un nivel de significancia del 5%. Existe diferencia entre el promedio de CBR de la muestra base con la el promedio CBR del polímero 1, y polímero 3. Debido que el $p\text{-valor} = 0.045$ y 0.040 respectivamente, son menores a 0.05 .

Por otro lado, no existe diferencia entre el promedio de CBR de la Muestra base y el promedio CBR del polímero 2. Además, no existe diferencia entre el promedio de CBR del polímero 1 y el promedio CBR del polímero 2. Asimismo, no existe diferencia entre el promedio de CBR del polímero 2 y el promedio CBR del polímero 3.

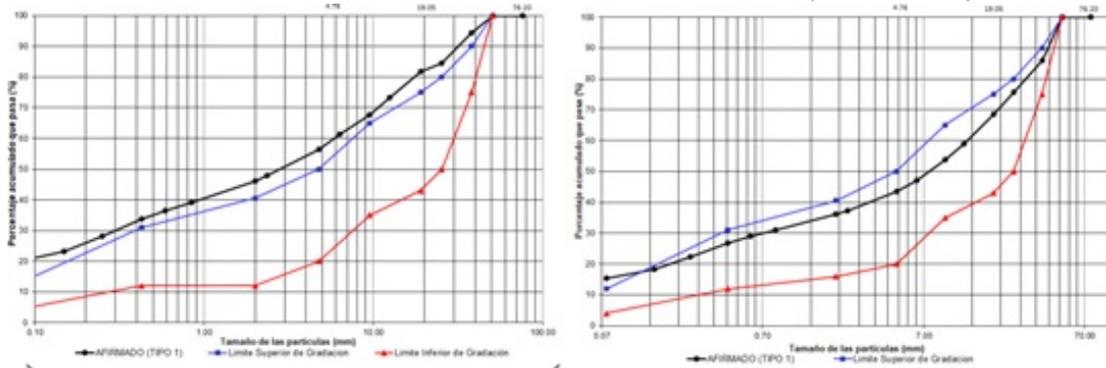
Finalmente, no existe diferencia entre el promedio de CBR del polímero 3 y el promedio CBR del polímero 1. Debido que el $p\text{-valor}$ son mayores a 0.05 .

4.2.2 Contratación de las hipótesis específicas

A. Las características físico-mecánicas del suelo tipo Gravo arcilloso cumplirán con los parámetros para ser usado como afirmado

La muestra analizada tiene una gradación donde su curva granulométrica sobresale levemente de la curva máxima de gradación (TR-1)

Figura 37: Comparación de curvas granulométricas (TR1 y TR2)



En cuanto comparando con los otros parámetros cumple puesto que:

Tabla 26: Parámetros de calidad del material de cantera

ENSAYO	Cantera Alcamenca (Km 9+700)			Observación
	Resultados	Especificación		
Granulometría	TR-1	TR-2	HUSO	
Limite Liquido (%)	24	25	35 máx.	Cumple
Índice Plástico (%)	7	7	4-9.	Cumple
Abrasión (%)	27	27	50 máx.	Cumple
CBR (%)	55	44	40 mín.	Cumple
% pasa 200	20	15	5-20%	Cumple

Fuente: elaboración propia

Por lo tanto, la primera hipótesis específica es verdadera

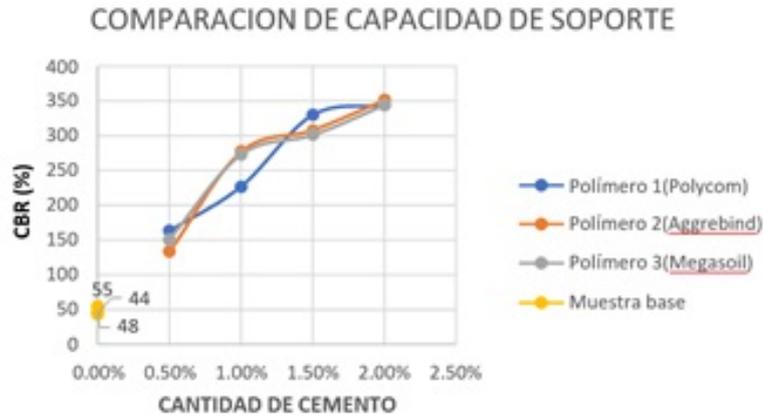
- Con la dosificación adecuada de los aditivos se podrá obtener muestras estabilizadas que cumplan los parámetros mínimos del documento técnico de soluciones básicas

Figura 38: Parámetros para suelos estabilizados con productos químicos

Productos químicos (aceites sulfonados, ionizadores, polimeros, enzimas, sistemas, etc.)	<ol style="list-style-type: none"> 1. CBR* = 100% mínimo (MTC E 115, MTC E 132) 2. Expansión \leq 0.5%
---	---

(*) CBR corresponde a la penetración de 0.1"

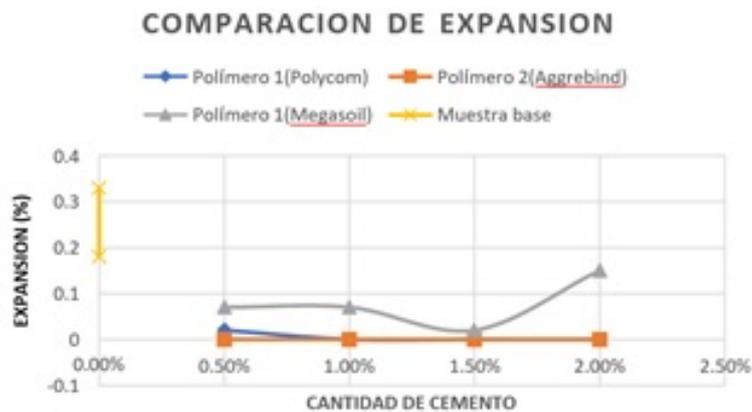
Figura 39: Curvas de % de cemento vs CBR



Según los resultados de los ensayos de capacidad de soporte de las muestras (04- 15) evidencian que aun suelo GC al estabilizar con los Polímeros y la incorporación de un porcentaje por lo menos al 0.5% de cemento sobrepasan el valor CBR mínimo requerido por la norma (CBR=100), incluso se podría optimizar la cantidad de cemento para minorar gastos.

Del grafico se observa que los resultados tanto del polímero 2 y 3 presentan similares valores en sus valores de CBR

Figura 40: Curvas de % de cemento vs expansión



También se observa que al usar en un suelo los polímeros con la incorporación de cemento mejora los resultados frente a la expansión y los valores obtenidos son menores al máximo permitido (0.5%).

Por lo tanto, con una dosificación mínima de un polímero y cemento al 0.5% cumplirá con los parámetros mínimos exigidos por el documento técnico de soluciones básicas

- Con los datos obtenidos de cantidad de los aditivos tipo polímeros y cemento en el mejoramiento del CBR se podrá identificar el aditivo más viable económicamente.

Para la carretera en evaluación donde está ubicado la cantera se calcula la cantidad de

material requerido en función del ancho de vía promedio, longitud de vía y el espesor de la capa de rodadura. Como se muestra a continuación

Tabla 27: Cuantificación de material requerido

Cuantificación de Material			
Ancho promedio de la vía (m)	Longitud (m)	Espesor de la capa de rodadura	Material requerido (m3)
4	22500	0.2	18000

Fuente: elaboración propia

Tabla 28: Costo total por cada propuesta

Material	Volumen requerido (m3)	P:U (S/ x m3)	Total 22.5 km	CBR al 100%
Suelo no estabilizado (Cantera alcamenca)	18000	35.67	642,060	49
Suelo+Polimero 1 +0.5%cemento)	18000	101.47	1,826,460	163
Suelo+Polimero 2 +0.5%cemento	18000	135.04	2,430,720	133
Suelo+Polimero 3 +0.5%cemento	18000	59.6	1,072,800	151

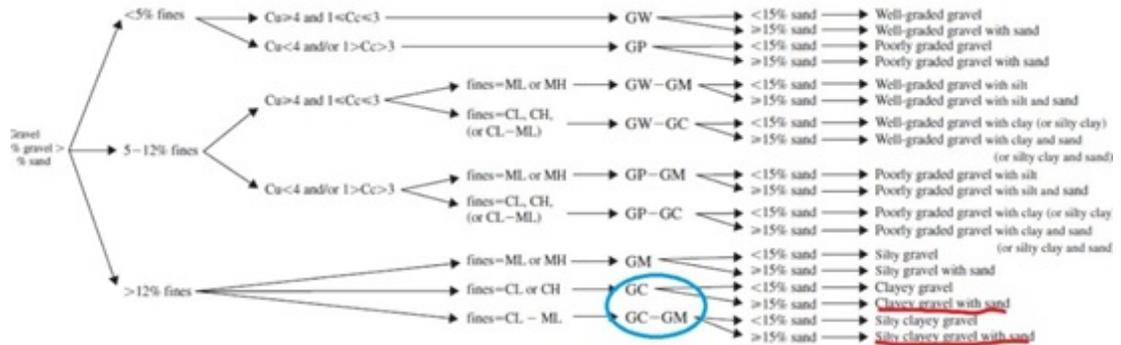
Fuente: elaboración propia

De los resultados el suelo estabilizado más conveniente económicamente, incluso que usando un material de préstamo de una cantera alejada es con el Polímero 3 con un porcentaje de cemento al 5% del peso total será suficiente para cumplir con el requerimiento mínimo del documento técnico. Como se observa la estabilización de suelos implican mayor gasto de inversión inicial con respecto al uso de un suelo cuando la cantera no es estabilizado, pero estos costos iniciales se revierten de gran manera por los menores costos de mantenimientos posteriores, durante el periodo de servicio de un proyecto de camino vecinal.

4.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN

1. Del estudio de las propiedades de la cantera en cuanto a su estudio granulométrico con los datos obtenidos se tiene los resultados comparando con la clasificación Sucs en la Figura 41

Figura 41: Clasificación de suelos gruesos SUCS



Fuente: (Borselli, 2019)

Como en el trabajo de investigación se usó dos muestras (TR1 y TR2) el tipo de suelo resulto:

TR-1(trinchera 1): muestra de suelo tipo “Grava limo arcillosa con arena” (GC-GM)

TR-1(trinchera 2): muestra de suelo tipo “Grava arcillosa con arena” (GC)

Donde solo difieren en la cantidad de limo en pequeño porcentaje. Pero en la cantera en ambas muestras se presenta alta cantidad de material fino mayor al 15%.

- De la hipótesis principal se observa que existe diferencias significativas entre las medias de los CBR de los grupos del suelo que fueron estabilizados con Polímeros y cemento frente a las medias de CBR del suelo natural, por lo que se podría optar por uno u otro tipo Polímero. Con respecto a la diferencia de medias entre los grupos de los suelos estabilizados no existe diferencias significativas en los valores promedios de los CBR de cada grupo y a pesar de solo añadir una dosificación del 0.5% de cemento en todas las dosificaciones con Polímeros, donde efectivamente cumplen los requisitos mínimos del MTC.

- Del análisis para ser usado como afirmado convencional

Según el manual del Ministerio de transportes y telecomunicaciones (MTC, 2008) que nos da las características para el tipo de carreteras no pavimentadas el suelo en estudio si cumple con las características señaladas en la Figura 6 y corroboradas en Tabla 26 . Por lo que se puede ratificar la hipótesis específica 1.

- Evaluando otros estudios como (Condori Huamani, 2018) Donde se usó un suelo GC y al usar solo polímeros sin el uso de cemento solo se incrementó el CBR en 13.9% también en la tesis de (Villanueva, 2017) señala que si bien incrementa en CBR del suelo en estudio al incorporar polímeros estos no superan

los valores requeridos al documento técnico de soluciones básicas de carreteras no pavimentadas.

Es por ello que al adicionar un conglomerante como el cemento ayuda significativamente en el aumento del CBR de un material granular, es posible aumentar las dosificaciones de polímero como en la tesis de (Salazar, 2019) pero el incremento en la capacidad de soporte es limitado.

Los resultados de la prueba CBR muestran que la muestra sin tratar tiene un valor medio de 49%. Sin embargo, al agregar polímeros y cemento para estabilizarla, el CBR se incrementa en al menos un 200%, superando el mínimo de 100% que se requiere para usar el material en la capa de rodadura de un camino sin pavimentar. Por lo que se corrobora la hipótesis N°2.

5. Al evaluar la resistencia alcanzada luego de ser estabilizado el suelo con polímeros y con la incorporación de cemento al 0.5% en todos los casos se cumplió con los valores a cumplir según norma se verificó el costo de cada producto polímero donde el más viablemente económico resultó ser el polímero 3 por ser el de menor costo y en cemento tener el menor uso posible con un porcentaje bajo sin necesidad de interpolar valores, tal costo incluso es similar a un proyecto donde se necesitaría usar un material de préstamo.

Como se tiene como recomendación el uso del polímero 3 se corrobora la hipótesis específica 3.

Es importante tener en cuenta que este análisis se basa en el valor del CBR como variable. Cada producto en el mercado tiene diferencias en algunas especificaciones técnicas y las propiedades del suelo o la cantera también pueden variar. Por lo tanto, es esencial realizar un análisis más detallado para evaluar el comportamiento a largo plazo de las carreteras de bajo tráfico estabilizadas con estas soluciones básicas, considerando aspectos como la reducción del polvo, la impermeabilidad de la vía, la disminución de la expansión, entre otros.

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES

1. Se logro Analizar la mejora de la capacidad de soporte en suelos tipo grava arcillosa haciendo uso de polímeros y cemento para uso en la capa de rodadura en carreteras no pavimentadas, Se concluyó que la utilización de estos estabilizadores es técnicamente viable, ya que fortalecen la resistencia del suelo y reducen las expansiones volumétricas, prolongando así la vida útil en proyectos viales, No obstante, la normativa peruana establece especificaciones técnicas adicionales para el material granular, y en el caso de la estabilización de suelos, ofrece sugerencias sobre el uso de polímeros y otros agentes, pero no aborda específicamente la combinación de polímeros y cemento. En consecuencia, se deja a la discreción y análisis del ingeniero a cargo la determinación del tipo de estabilización a emplear.
2. El material de la cantera Alcamenca es un material de plasticidad media clasificado como (GC) según el sistema de clasificación SUCS, de acuerdo al sistema de clasificación AASHTO se encuentra dentro del grupo A-2-4 (0) que corresponde a un suelo resultante de la mezcla de grava, arena y considerable material fino. Con valores que cumplen las características principales para ser usado como material de afirmado según las especificaciones del “manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.
3. Al evaluar las propiedades geotécnicas (CBR) de los suelos granulares “GC” sin tratamiento y los mejorados con polímeros y cemento, se determinó que no existe diferencia en cuanto a las dosificaciones mínimas de cemento para estabilizar el material de la cantera Alcamenca puesto que en los resultados solo se necesitó un porcentaje mínimo de 0.5% de cemento (10.6kg/m³) para cumplir con los requerimientos mínimos del documento técnico de soluciones básicas, obteniéndose CBR de 133%, 151% y 163% ;valores que sobrepasa en los ensayos el CBR mayor a 100%.
4. Al comparar la estabilización del suelo con los diferentes polímeros y cemento se logró determinar las ventajas económicas a largo plazo, donde la estabilización de la cantera Alcamenca con el polímero 3 y cemento es económicamente más rentable y esto se evidenciara en proyecto de longitudes mayores, para el estudio que se realizó para el tramo de 22.5km, un ancho de vía de 4m y espesor de 0.2m se estaría realizando un ahorro de S/5,128,380.00 frente al uso de una cantera sin que sea estabilizado y alejada al proyecto para su uso en afirmado.

CAPÍTULO VI: RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la influencia de los polímeros y cemento en el aumento de CBR en otras canteras de materiales granulares así también en otros tipos de suelos como suelos arcillosos que son usados en las carreteras de la región de Ayacucho.
- Verificar antes de la estabilización si el suelo cumple con los requisitos necesarios para ser usado como afirmado.
- Como el solo uso de estabilizadores químicos tipo polímeros en un suelo GC no logra aumentar significativamente el valor de CBR (índice de soporte de carga) hasta alcanzar el valor mínimo requerido por el documento técnico de soluciones básicas a menos que se incremente las dosificaciones recomendadas por fabrica y aumentando el costo de un proyecto. Es por ello que se recomienda añadir un porcentaje mínimo de cemento que aumente la capacidad de soporte de un suelo (CBR) según al porcentaje de cemento usado.
- Se recomienda comparar económicamente los diseños propuestos en este estudio con otros productos de estabilización química como los aceites sulfonados organo, zeolitas entre otros.
- Se recomienda que se realicen evaluaciones post construcción en los suelos estabilizados con polímeros. Para evaluar su eficacia de los resultados, en el tiempo de vida útil.
- Se recomienda que los ensayos de CBR de los productos químicos que se realicen, sea con los pasos recomendados por los fabricantes de cada producto estabilizantes.
- Se recomienda no guiarse por la información de los proveedores y/o vendedores de los productos químicos respecto a valores obtenidos, pues se debe realizar los ensayos correspondientes con los estabilizadores y con el suelo granular a utilizar.

CAPITULO VI: TRABAJOS FUTUROS

- Evaluar la influencia de los polímeros y un conglomerante como el yeso y/cal en el mejoramiento de las propiedades geotécnicas de un suelo granular.
- Analizar con la estabilización de suelos con polímeros y cemento, la mejora de un suelo granular a causa de los problemas del suelo en las carreteras no pavimentadas como la permeabilidad, infiltraciones, control de polvo, etc.
- Evaluar un suelo granular estabilizado con polímeros y cemento a través de las pruebas de comprensión simple y durabilidad.
- Estudiar el comportamiento de material granular obtenido de otras canteras y analizar el comportamiento de las mismas con las dosificaciones propuestas en esta investigación para algunos tipos de polímeros con cemento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arquíé, G. (1978). *Compactación en carreteras y aeropuertos*. Reverte.
<https://acortar.link/cRv008>.
- Ayala Escobar, M. A. et al. (2015). Mejoramiento de la vía terciaria vereda San Rafael en el municipio de la Calera mediante la aplicación de probase Road System. *Universidad Militar Nueva Granada*.
- Borselli, I. (2019). *Clasificación ingenieril de los suelos y de los macizos rocosos*. Facultad de ingeniería, UASLP.
https://www.lorenzo-borselli.eu/geotecnia1/Geotecnia_1_parte_II.pdf.
- Carpetapedagógica (2021). *Carreteras del Perú*. <https://carpetapedagogica.com/carreterasdelperu>.
- Condori, V. and Huamaní, Z. (2021). *Aplicación del estabilizador Z con polímero en el incremento del valor del CBR del material utilizado como afirmado en la carretera departamental ap-103[Tesis de pregrado, Universidad Tecnológica de los andes]*. Repositorio institucional.
<https://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/133>.
- Curitomay Najarro, C. J. (2018). Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma-Yanayacu, distrito de Socos. *UNSCH*
<http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3569>.
- Das, B. M. and González, S. R. C. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Cengage Learning.
- Enciclopediaonline (17 de octubre de 2019). *Tipos de polímeros*.
<https://enciclopediaonline.com/es/tipos-de-polimeros/>.
- FICEM (27 de mayo de 2010). *Suelo - Cemento (1° parte)*. (IMCYC, Editor)
<http://www.imcyc.com/ct2008/mar08/ingenieria.htm>.
- García, C. X. (2015). *Comparación de los efectos de diferentes métodos de estabilización de subrasantes en arcillas bogotanas (Tesis pregrado, Universidad de los Andes)*. Repositorio institucional.
<https://repositorio.uniandes.edu.co/handle/1992/17766>.

- González de Celis, G. (2015). *Tabla y gráficos pavimentos*.
<https://pavimentosulacivil.files.wordpress.com/2018/01/tablas-y-graficos-de-pavimentos-1.doc>.
- Iliev-Lima. (2 de octubre de 2020). Soluciones básicas en carreteras no pavimentadas de bajo volumen (video). Youtube.
<https://www.youtube.com/watch?v=2bq2vGRM1lw&t=2807s>.
- Juarez, B. E. and Rico, R. (2005). *Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos*. Limusa.
- Li, Y., Shao, M., and Horton, R. (2011). Effect of polyacrylamide applications on soil hydraulic characteristics and sediment yield of sloping land. *Procedia Environmental Sciences*, 11:763–773.
- Lifeder (2022). *Monómeros*. <https://www.lifeder.com/monomeros/>.
- López Carrasquero, F. (2004). *Fundamentos de polímeros (1st ed.)*. Escuela Venezolana para la enseñanza de la Química. Universidad de los andes.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2573.0000>.
- Montejo, F. A. (2002). *Ingeniería de pavimentos para Carreteras tomo I*. Editorial Universidad Católica de Colombia.
- MTC (2008). *Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito*.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_770.pdf.
- MTC (2015a). *Documento técnico soluciones básicas en carreteras no pavimentadas*.
<https://acortar.link/VLfter>.
- MTC (2015b). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de carreteras*.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/normas/normasv/2015/RD003-2015/Pautas_Pavimentos.pdf.
- MTC (2016). *Manual de ensayo de materiales*.
https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf.

- MTC (2018). *Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de infraestructura vial*.
http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_4032.pdf.
- MTC (2022). *Estadística - Infraestructura de Transportes - Infraestructura Vial*.
<https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>.
- Nesterenko, D. (2018). Desempeño de suelos estabilizados con polímeros en Perú.
Desempeño de suelos estabilizados con polimeros en Perú-Tesis para optar el grado de Master en Ingenieria Civil con mencion en Vial.
- NTP339.128:1999. (2019). *Método de ensayo para el análisis granulométrico*. (I. N. (INACAL), Ed.)
<https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>.
- Osorio, J. F. and Casas, A. N. (2011). *Correlación PDC con CBR para suelos en la localidad de Suba*. <http://hdl.handle.net/10654/3653>.
- Painter, P., Coleman, M., Fernandez-Berridi, M. J., and Irwin, J. J. (2019). *Fundamento de Ciencia de Polímeros: Un Texto Introductorio*. CRC Press.
- Program National Cooperative Highway Research (2001). *Guide for Mechanistic-Empirical Design of new and rehabilitated pavement structures*.
https://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/archive/mepdg/2appendices_cc.pdf.
- Ruiz, C. R. (2021). *MEJORAMIENTO EN LA RESISTENCIA DE SUELO GRANULAR ESTABILIZADO CON ORGANOSILANO Y CONGLOMERANTE CEMENTO TIPO I E IP A NIVEL DE CAPA DE RODADURA, AYACUCHO 2021*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Ayacucho.
- Salazar, A. C. (2019). Influencia de la adición del polímero Megasoil en los porcentajes de 2%, 4%, 6%, en el cbr del material de cantera para afirmados. *Universidad privada del norte*.
- Sánchez, F. (2018). *¿Qué es el CBR?* (Geotechtips, Editor)
<https://www.geotechtips.com/post/que-es-el-cbr>.

- Supo, C. J. (2014). *Sinopsis del libro y carpeta de aprendizaje-Seminario de investigación científica*. (Bioestadístico.com, Ed.) <https://cutt.ly/GN5jPbM>.
- Tingle, J. S., Newman, J. K., Larson, S. L., Weiss, C. A., and Rushing, J. F. (1989). Stabilization mechanisms of nontraditional additives. *Transportation research record*, pages 59–67.
- US Army Corps of Engineers (1989). *Design Criteria for aggregate-surfaced roads*. Vicksburg, Mississippi: Geotechnical Laboratory.
- Villanueva, F. S. (2017). *Propuesta de estabilización de carreteras de bajo volumen de tránsito en la sierra, sobre los 2000 m.s.n.m, utilizando poliacrilamida aniónica, organosilano y un sulfonato*. (Tesis de postgrado). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Zambrano, Y. A. and Casanova, Z. M. (2016). Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (cl) y grava arcillosa (gc). *UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPIRITU SANTO*.
- Zambrano Urbano, H. L. (2021). Determinación de las propiedades dinámicas a pequeñas deformaciones de suelos estabilizados químicamente con aditivos poliméricos. *Universidad Santo Tomas*.

LISTA DE ABREVIATURAS

AASTHO	:	American Association of State Highway and Transportation Officials
ASTM	:	American Society for Testing and Materials
CBR	:	California Bearing Ratio
FICEM	:	Federación interamericana del cemento
GC	:	Clay gravel (Gravo arcilloso)
IMDA	:	Índice Medio Diario Anual
INACAL	:	Instituto Nacional de Calidad
IP	:	Índice de Plasticidad
LL	:	Limite Líquido
LP	:	Límite Plástico
MDS	:	Máxima densidad seca
MTC	:	Ministerio de Transportes y Comunicaciones
NAASRA	:	National Association of Australian State Road Authorities
NTP	:	Normas Técnicas Peruanas
OCH	:	Óptimo Contenido de Humedad
PROVIAS	:	Proyecto Especial de Infraestructura de Transporte Nacional
SINAC	:	Sistema Nacional de Carreteras
SUCS	:	Unified Soil Classification System
UCR	:	Unidad Constitucional Repetitiva

GLOSARIO

Aditivo Producto químico o mineral (o mezcla de estos) que modifica una o más propiedades de un material.

Análisis granulométrico Es una metodología usada para la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de las partículas de suelo fraccionadas, obtenidas a través del tamizado estandarizado.

Cantera Reserva natural de material adecuado para su empleo en la construcción, rehabilitación, mejora y/o mantenimiento de carreteras.

Capa de rodadura Es la capa superior de la calzada, de material especificado, designada para dar comodidad al tránsito, características antideslizantes, ser impermeable y resistir la abrasión que produce el tráfico y los efectos desintegrantes del clima.

Cemento El cemento es un conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas y posteriormente molidas, que tiene la propiedad de endurecerse después de ponerse en contacto con el agua.

Compactación Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de suelos, mezclas bituminosas, morteros y concretos frescos de cemento Portland.

Estabilización Se refiere a la mejora de las propiedades físicas de un suelo mediante la aplicación de técnicas mecánicas y la introducción de productos químicos, que pueden ser tanto de origen natural como sintético.

Grava Agregado grueso, obtenido mediante proceso natural o artificial de los materiales pétreos.

Hidratación Es el proceso que consiste en la incorporación de agua aun compuesto específico y otros materiales.

Monómeros Son moléculas de bajo peso molecular que, cuando se someten al proceso de polimerización, generan una macromolécula polimérica.

Polímeros Es un material constituido por moléculas formadas por unidades constitucionales que se repiten de una manera más o menos ordenada. Dado el gran tamaño de estas moléculas, reciben el nombre de macromoléculas.

Suelo Se describe como una capa delgada de material que cubre la superficie terrestre y se forma a partir de la desintegración y/o alteración física, química o ambas, de las rocas, así como de los residuos resultantes de las actividades de los seres vivos que la habitan.

Se define el término suelo como una capa delgada de material sobre la corteza terrestre que proviene de la desintegración y/o alteración física, química o ambos, de las rocas y

de los residuos producto de las actividades de los seres vivos que sobre ella se asientan

.

Solución básica Se trata de opciones técnicas, económicas y ambientales que implican el uso de estabilizadores de suelo, recubrimientos bituminosos y otros métodos, permitiendo que las capas de rodadura de las carreteras no pavimentadas prolonguen su vida útil.

Suelos GC Se denomina Grava arcilla donde el suelo tiene Mezcla de Grava-arena con arcillas o grava con material fino con cantidad apreciable, pero predomina la grava.

Vida útil Es el periodo proyectado de una obra vial, durante el cual debe estar operativa o prestar servicios en condiciones adecuadas.

ANEXOS

ANEXOS A:

-Ensayos de laboratorio

ANEXOS B:

Cotizaciones de productos polímeros

ANEXOS C:

Certificados de Calibración

Anexo A

Ensayos estándares y especiales de la cantera Alcamenca y las dosificaciones planteadas.



ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

INFORME N° : GS - 1

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo
 SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
 UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo. cantera : Alcamenca
 Distrito : Alcamenca acceso : Tr - 1
 Provincia : Victor Fajardo Prog. : 9+400 Acceso : 0.02 km.
 Región : Ayacucho Prof. (m) : 3 m. Lado : Izquierdo
 Fecha : Mayo

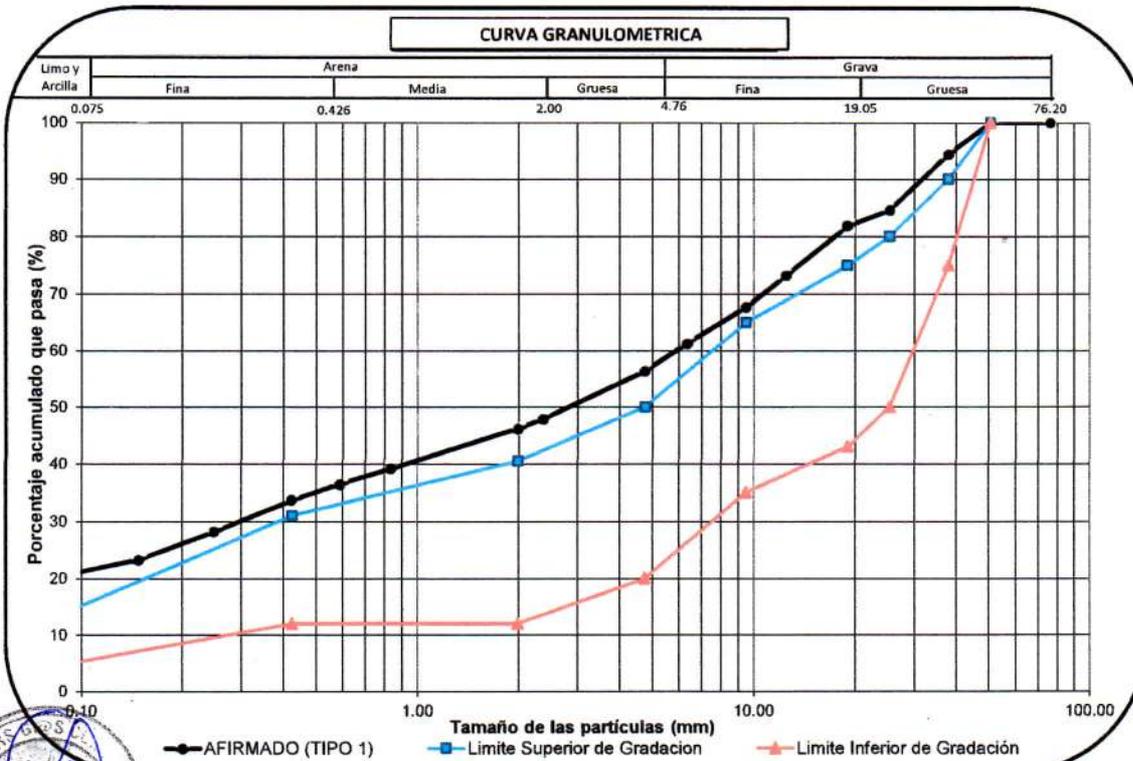
Granulometría por Tamizado ASTM - D422			Requerimientos Granulométricos	
Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Porcentaje acumulado que pasa (%)	AFIRMADO (TIPO 1)	
			E	
3"	76.200	100		
2"	50.800	100	100	100
1½"	38.100	94		
1"	25.400	85	50	80
¾"	19.050	82		
½"	12.500	73		
3/8"	9.525	68		
¼"	6.350	61		
N° 4	4.760	56	20	50
N° 8	2.360	48		
N° 10	2.000	46		
N° 20	0.840	39		
N° 30	0.590	37		
N° 40	0.426	34		
N° 60	0.250	28		
N° 100	0.149	23		
N° 200	0.075	20	4	12

Humedad ASTM - D2216	
Contenido de Humedad (w)	6 %

Límites de Consistencia ASTM - D4318	
Límite Líquido (LL)	24 %
Límite Plástico (LP)	17 %
Índice de Plasticidad (IP)	7 %

Resultados		
Coeficiente	Uniformidad (Cu)	156.0
	Curvatura (Cc)	0.4
Porcentaje	Grava	44%
	Arena	37%
	Limo y arcilla	20%
Clasificación	AASHTO	A - 2 - 4(0)
	SUCS	GC - GM
Nombre de Grupo SUCS:		Grava limo arcillosa con arena

Fuente: MTC / Manual de Carreteras EG-2013



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.
 Ing. Juan C. Guevara Suarez
 JEFE DE LABORATORIO



LÍMITES DE CONSISTENCIA

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis

calicata : Alcamenca

0

UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

acceso : Tr - 1

Distrito : Alcamenca

Prog. : 9+400

Provincia : Victor Fajardo

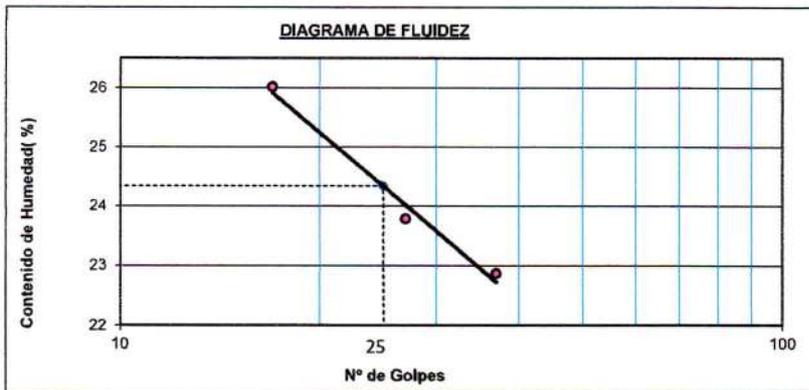
Prof. (m) : 3 m.

Lado : Izquierdo

Región : Ayacucho

Fecha : Mayo

Límite Líquido (ASTM - D4318)			
N° de Golpes	37	27	17
N° de Tara	242.0	239.0	240.0
Peso tara + suelo húmedo	75.30	68.50	71.23
Peso tara + suelo seco	68.99	62.88	64.89
Peso tara	41.39	39.24	40.52
Humedad	22.86	23.77	26.02



Resultados		
LL =	24	%
LP =	17	%
IP =	7	%

Límite Plástico (ASTM-D3418)			
N° de tara		92	98
Peso tara + suelo húmedo	gr.	32.75	34.32
Peso tara + suelo seco	gr.	32.05	33.58
Peso tara	gr.	27.99	29.40
Peso del agua	gr.	0.70	0.74
Peso del suelos seco	gr.	4.06	4.18
Humedad	%	17.24	17.70

17 %



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
 Ing. Juan C. Guevara Suarez
 JEFE DE LABORATORIO



ENSAYO ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN

INFORME N° : GS - 2

TESIS : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo
 SOLICITANTE : Provias Descentralizado- MTC
 UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.
 Distrito : Alcamenca
 Provincia : Víctor Fajardo
 Región : Ayacucho
 cantera : Alcamenca
 acceso : Tr - 2
 Prog. : 9+400 Acceso : 0.02 km.
 Prof. (m) : 3 m. Lado : Izquierdo
 Fecha : Mayo

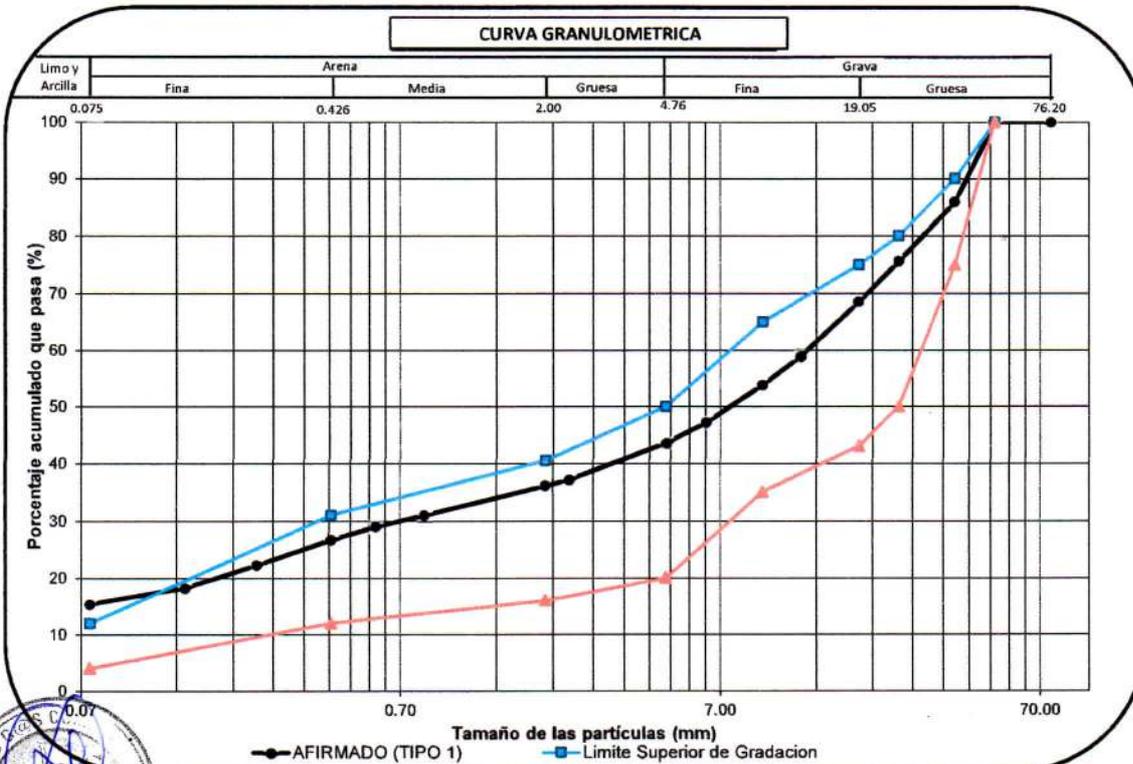
Granulometría por Tamizado ASTM - D422			Requerimientos Granulométricos	
Tamiz	Abertura del Tamiz (mm)	Porcentaje acumulado que pasa (%)	AFIRMADO (TIPO 1)	
			E	
3"	76.200	100	100	100
2"	50.800	100	100	100
1½"	38.100	86	50	80
1"	25.400	76	50	80
¾"	19.050	68	50	80
½"	12.500	59	50	80
3/8"	9.525	54	50	80
¼"	6.350	47	50	80
N° 4	4.760	44	20	50
N° 8	2.360	37	20	50
N° 10	2.000	36	20	50
N° 20	0.840	31	20	50
N° 30	0.590	29	20	50
N° 40	0.426	27	20	50
N° 60	0.250	22	20	50
N° 100	0.149	18	20	50
N° 200	0.075	16	4	12

Humedad ASTM - D2216	
Contenido de Humedad (w)	5 %

Límites de Consistencia ASTM - D4318	
Límite Líquido (LL)	25 %
Límite Plástico (LP)	18 %
Índice de Plasticidad (IP)	7 %

Resultados		
Coeficiente	Uniformidad (Cu)	272.1
	Curvatura (Cc)	0.8
Porcentaje	Grava	56%
	Arena	28%
	Limo y arcilla	15%
Clasificación	AASHTO	A - 2 - 4(0)
	SUCS	GC
Nombre de Grupo SUCS:		Grava arcillosa con arena

Fuente: MTC / Manual de Carreteras EG-2013



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
 Ing. Juan C. Guevara Suarez
 TECNICO DE LABORATORIO



LÍMITES DE CONSISTENCIA

INFORME N° : GS - 2

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Provias Descentralizado- MTC

UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Distrito : Alcamenca

Provincia : Victor Fajardo

Región : Ayacucho

calicata : Alcamenca

acceso : Tr - 2

Prog. : 9+400

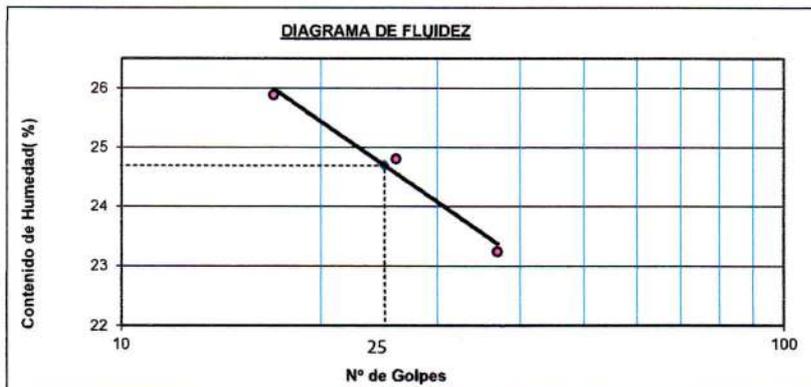
Prof. (m) : 3 m.

Fecha : Mayo

Lado : Izquierdo

0

Límite Líquido (ASTM - D4318)			
N° de Golpes	37	26	17
N° de Tara	208.0	206.0	199.0
Peso tara + suelo húmedo	82.97	79.21	81.83
Peso tara + suelo seco	74.72	71.83	74.14
Peso tara	39.21	42.07	44.43
Humedad	23.23	24.80	25.88



Resultados		
LL =	25	%
LP =	18	%
IP =	7	%

Límite Plástico (ASTM-D3418)			
N° de tara		86	87
Peso tara + suelo húmedo	gr.	35.14	33.33
Peso tara + suelo seco	gr.	34.33	32.49
Peso tara	gr.	29.69	27.75
Peso del agua	gr.	0.81	0.84
Peso del suelos seco	gr.	4.64	4.74
Humedad	%	17.46	17.72

18 %



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel: 956005163



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO - ASTM D-1557

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

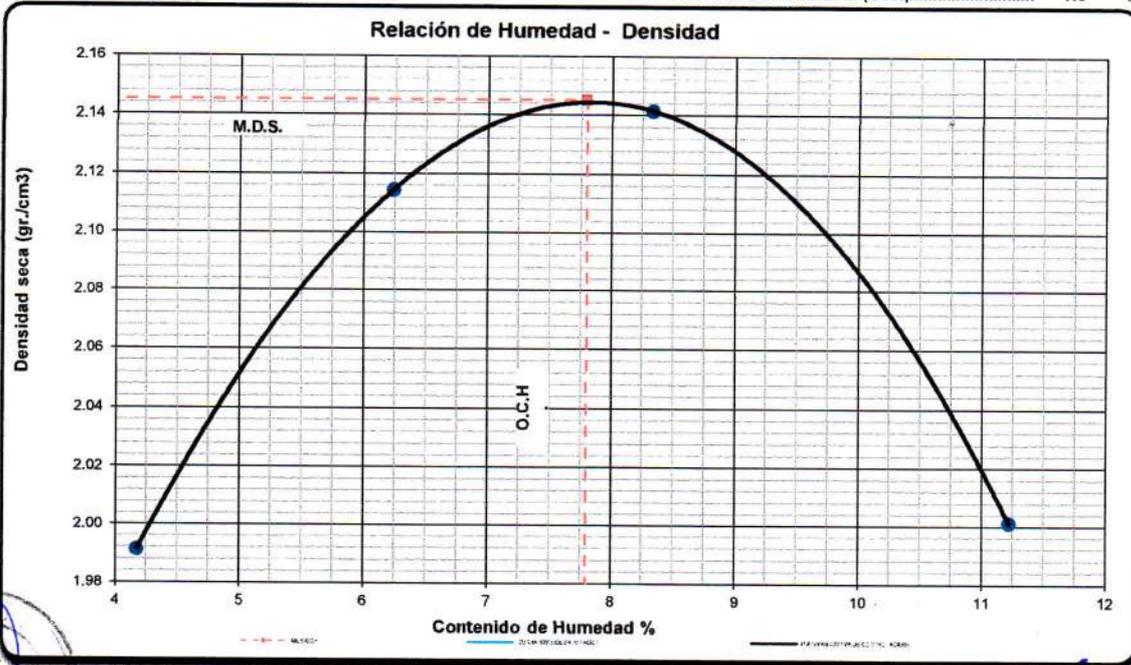
SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
 UBICACIÓN : Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo. cantera : Alcamenca 0
 Distrito : Alcamenca acceso : Tr - 1
 Provincia : Víctor Fajardo Prog. : 9+400
 Región : Ayacucho Prof. (m) : 3 m. Lado : Izquierdo
 Fecha : Mayo

N°	Contenido de Humedad (ASTM-D2216)	W ₁	W ₂	W ₃	W ₄	W ₅					
1	N° tara (g)	222	227	218	234	292	284	232	197	232	197
2	Peso tara + suelo húmedo (g)	132.24	178.65	168.20	174.02	199.82	192.11	196.78	171.74	196.78	171.74
3	Peso tara + suelo seco (g)	125.46	171.15	158.81	163.46	182.31	174.92	190.57	166.51	190.57	166.51
4	Peso de tara (g)	17.76	49.89	41.14	41.87	23.51	24.32	40.75	42.13	40.75	42.13
5	Peso del agua (2-3) (g)	6.78	7.50	9.39	10.56	17.51	17.19	6.21	5.23	6.21	5.23
6	Peso del suelo seco (3-4) (g)	107.70	121.26	117.67	121.59	158.80	150.60	149.82	124.38	149.82	124.38
7	Humedad (5/6)x100 (%)	6.30	6.19	7.98	8.68	11.03	11.41	4.14	4.20	4.14	4.20
HUMEDAD PROMEDIO (%)		PROM. 6.24	PROM. 8.33	PROM. 11.22	PROM. 4.17	PROM. 4.17					

Descripción	Und.	Ensayo N° 01	Ensayo N° 02	Ensayo N° 03	Ensayo N° 04	Ensayo N° 05
1	gr.	7500	7656	7456	7135	7135
2	cm ³	2123.9	2123.9	2123.9	2123.9	2123.9
3	gr.	2729	2729	2729	2729	2729
4	gr.	4771.00	4927.00	4727.00	4406.00	4406.00
5	gr./cm ³	2.25	2.32	2.23	2.07	2.07
6	%	6.24	8.33	11.22	4.17	4.17
PESO UNITARIO SECO (gr./cm ³)		2.114	2.141	2.001	1.991	1.991

Ensayo de Proctor..... MODIFICADO
 Metodo..... C
 Peso del Mart. (Kg) 4.54
 Altura de caída (Cm)..... 45.7
 No. de golpes 56
 No. de capas 5

Material tamizado por 3/4" Pulg
 Volumen..... 2,124 cm³
 Energía de Compactación 2,700 kN-m/m³
 GS
 MÁXIMA DENSIDAD SECA (M.D.S) 2.145 gr./cm³
 ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (O.C.H.)..... 7.8 %



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
 Ing. Juan C. Guevara Suarez
 JEFE DE LABORATORIO



ENSAYO DE ABRASION POR MEDIO DE LA MAQUINA DE LOS ANGELES

MTC E 207-2000, ASTM C-131, AASHTO T-96

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLIMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Luis pantigozo Amao

SOLICITA : Provias Descentralizado- MTC

UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Distrito : Alcamenca

Provincia : Víctor Fajardo

Región : Ayacucho

cantera Alcamenca 0

acceso : Tr - 1

Prog. 9+400

Prof. (m) 3 m. Lado Izquierdo

Fecha Mayo

NUMEROS DE MALLAS				CANTIDAD DE MATERIAL, SEGÚN EL MÉTODO			
QUE PASAN		QUE RETIENEN		METODO "A"	METODO "B"	METODO "C"	METODO "D"
Pulg.	mm.	Pulg.	mm.	gr.	gr.	gr.	gr.
1 1/2"	38.10	1"	25.4	1244			
1"	25.40	3/4"	19.05	1247			
3/4"	19.05	1/2"	12.7	1250			
1/2"	12.70	3/8"	9.525	1249			
3/8"	9.53	1/4"	6.35				
1/4"	6.35	N° 04	4.76				
N° 04	4.76	N° 08	2.36				
PESO TOTAL				4990	-	-	-
N° DE ESFERAS				12	-	-	-
N° DE REVOLUCIONES TOTAL				500	-	-	-
TIEMPO ESTIMADO EN MINUTOS				15	-	-	-
PESO TOTAL DEL MATERIAL				4990	-	-	-
PESO MATERIAL RETENIDO EN MALLA N° 12 (LAVADO)				3625.9	-	-	-
PESO MATERIAL QUE PASA MALLA N° 12				1364.1	-	-	-
PORCENTAJE DE DESGASTE %				27%	-	-	-



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO



Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 968005163

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Carigallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Luis pantigozo Amao

cantera : Alcamenca 0

UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

acceso : Tr - 1

Distrito : Alcamenca

Prog. : 9+400

Provincia : Víctor Fajardo

Prof. (m) : 3 m. Lado : Izquierdo

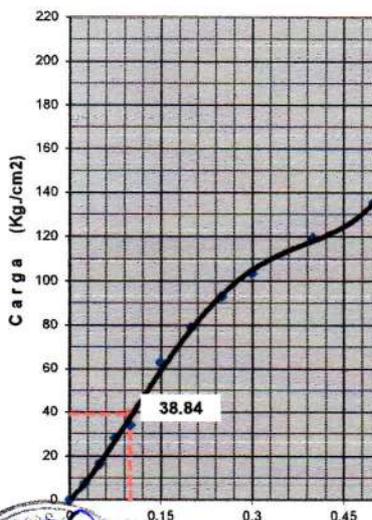
Región : Ayacucho

Fecha : Mayo

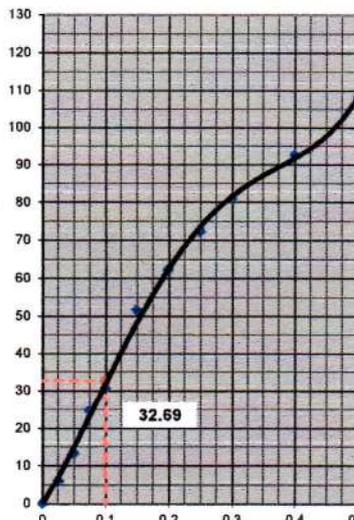
ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 1	MC - 15	MC - 22	N° de tara	216	139	199
2	Volumen del Molde (cm3)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	165.56	166.76	163.80
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	155.91	148.01	155.54
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	43.25	28.79	44.43
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9241	9041	8496	Peso del Agua (gr.)	8.64	8.75	8.16
6	Peso del Molde (gr.)	4215	4294	3980	Peso Suelo Seco (gr.)	113.66	119.22	111.21
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	5026	4747	4516	Contenido de Humedad (%)	7.60	7.34	7.34
8	Densidad Húmeda (gr./cm3)	2.366	2.235	2.126				
9	Densidad Seca (gr./cm3)	2.199	2.082	1.981				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	31	0.00	25	0.00	15	0.00
2	0.025	0.635	-	146	7.56	116	6.00	104	5.35
3	0.050	1.270	-	317	16.38	257	13.26	178	9.20
4	0.075	1.905	-	540	27.88	478	24.70	234	12.12
5	0.100	2.540	70	659	34.06	592	30.59	280	14.49
6	0.150	3.810	-	1215	62.79	1000	51.67	340	17.58
7	0.200	5.080	105	1528	78.98	1208	62.42	386	19.94
8	0.250	6.350	-	1801	93.07	1400	72.37	414	21.42
9	0.300	7.620	133	2000	103.35	1666	80.93	446	23.03
10	0.400	10.160	161	2308	119.26	1795	92.74	501	25.88
11	0.500	12.700	182	2615	135.12	2096	108.28	684	30.19

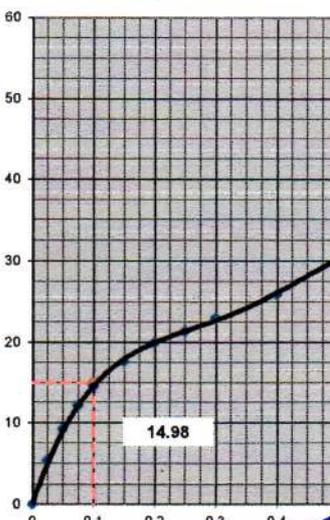
PRUEBA I
Ec= 27.2 Kg.-cm/cm3 (56 golpes/capa)



PRUEBA II
Ec= 12.2 Kg.-cm/cm3 (25 golpes/capa)



PRUEBA III
Ec= 4.90 Kg.-cm/cm3 (10 golpes/capa)



Penetración : (Pulg)



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

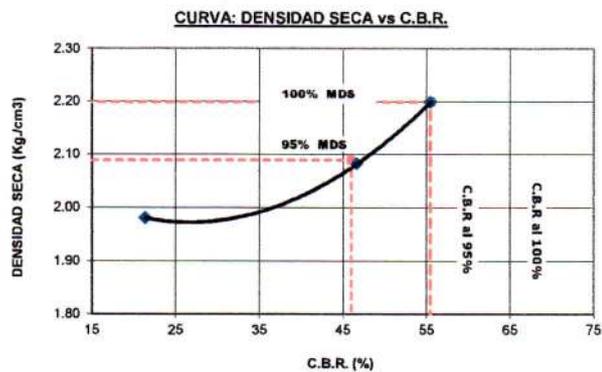
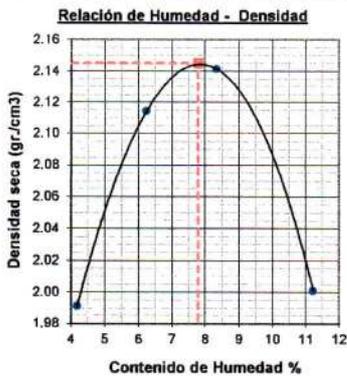
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005153

MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN						
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.008"	0.203	0.18%	0.008"	0.203	0.18%
2do Día	0.008"	0.203	0.18%	0.008"	0.203	0.18%
3er Día	0.008"	0.203	0.18%	0.008"	0.203	0.18%
4to Día	0.008"	0.203	0.18%	0.008"	0.203	0.18%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA Nº	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	38.84	70	55.49	2.199
II	0.1	32.69	70	46.71	2.082
III	0.1	14.98	70	21.40	1.981



M.D.S. al 100% = 2.20 gr./cm³

M.D.S. al 95% = 2.09 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC - GM	Grava limo arcillosa con arena A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
		2.15	7.80
L.L. (%) =	24		
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA Nº	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
Nº de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.199	2.082	1.981
Contenido de Humedad (%)	7.60	7.34	7.34

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	55 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	46 %

d).- Expación (%)

E=	0.20 mm	0.18%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
 Ing. Juan C. Guevara Suarez
 JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO



Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005153

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Luis pantigozo Amao

cantera : Alcamenca 0

UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

acceso : Tr - 3

Distrito : Alcamenca

Prog. : 9+400

Provincia : Victor Fajardo

Prof. (m) : 3 m.

Lado : Izquierdo

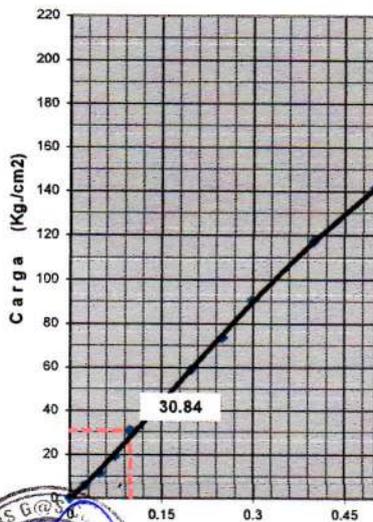
Región : Ayacucho

Fecha : Mayo

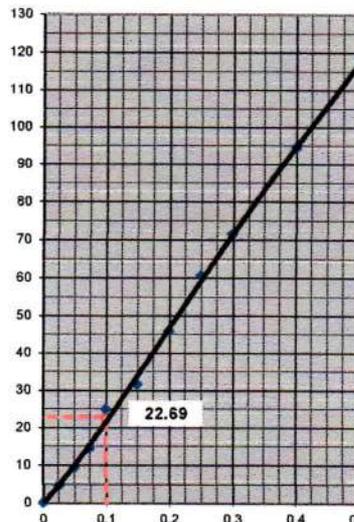
ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 12	MC - 21	MC - 18	N° de tara	225	216	238
2	Volumen del Molde (cm3)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	164.79	165.84	136.88
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	166.18	167.08	127.70
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	40.55	43.25	17.09
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9173	8750	8640	Peso del Agua (gr.)	8.61	8.76	9.18
6	Peso del Molde (gr.)	4271	4150	4155	Peso Suelo Seco (gr.)	115.63	113.83	110.61
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4903	4600	4485	Contenido de Humedad (%)	7.45	7.70	8.30
8	Densidad Húmeda (gr./cm3)	2.308	2.166	2.112				
9	Densidad Seca (gr./cm3)	2.148	2.011	1.950				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm²	Lect. (Kg.)	Kg./cm²	Lect. (Kg.)	Kg./cm²
1	0	0	-	31	0.00	25	0.00	15	0.00
2	0.025	0.635	-	111	5.72	91	4.68	51	2.64
3	0.050	1.270	-	223	11.54	181	9.38	109	5.63
4	0.075	1.905	-	372	19.24	283	14.65	203	10.49
5	0.100	2.540	70	596	30.80	483	24.96	276	14.26
6	0.150	3.810	-	859	44.41	610	31.53	375	19.38
7	0.200	5.080	105	1140	58.92	890	45.99	541	27.96
8	0.260	6.350	-	1426	73.67	1173	60.60	671	34.69
9	0.300	7.620	133	1751	90.48	1386	71.62	756	39.04
10	0.400	10.160	181	2272	117.41	1828	94.49	910	47.01
11	0.500	12.700	182	2730	141.07	2274	117.52	1044	53.96

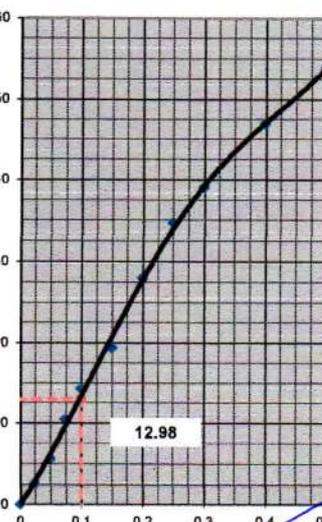
PRUEBA I
Ec= 27.2 Kg.-cm/cm3 (56 golpes/capa)



PRUEBA II
Ec= 12.2 Kg.-cm/cm3 (25 golpes/capa)



PRUEBA III
Ec= 4.90 Kg.-cm/cm3 (10 golpes/capa)



Penetración : (Pulg)



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

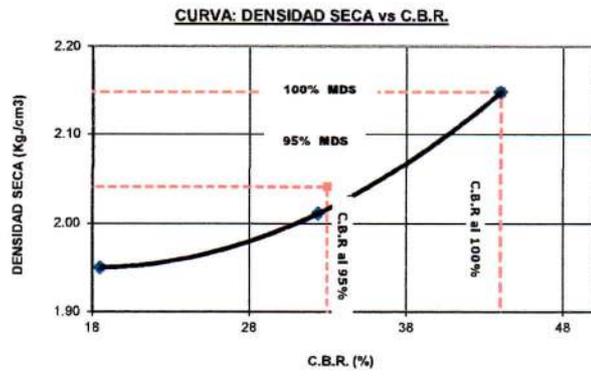
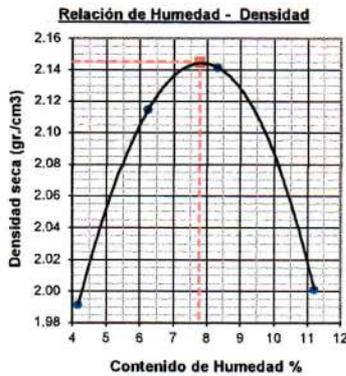
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 966005163

MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN						
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.008"	0.203	0.18%	0.008"	0.203	0.18%
2do Día	0.008"	0.203	0.18%	0.008"	0.203	0.18%
3er Día	0.008"	0.203	0.18%	0.008"	0.203	0.18%
4to Día	0.008"	0.203	0.18%	0.008"	0.203	0.18%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA Nº	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	30.84	70	44.06	2.148
II	0.1	22.69	70	32.42	2.011
III	0.1	12.98	70	18.54	1.950



M.D.S. al 100% = 2.15 gr./cm³ M.D.S. al 95% = 2.04 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC - GM	Grava limo arcillosa con arena A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.80
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA Nº	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
Nº de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.148	2.011	1.950
Contenido de Humedad (%)	7.45	7.70	8.30

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	44 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	33 %

d).- Expansión (%)

E=	0.20 mm	0.18%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
 Ing. Juan C. Guevara Suarez
 JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO



Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 995005153

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Luis pantigozo Amao

cantera : Alcamenca 0

UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

acceso : Tr - 2

Distrito : Alcamenca

Prog. : 9+400

Provincia : Victor Fajardo

Prof. (m) : 3 m. Lado : Izquierdo

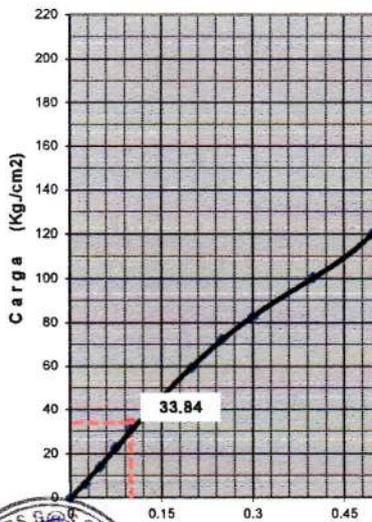
Región : Ayacucho

Fecha : Mayo

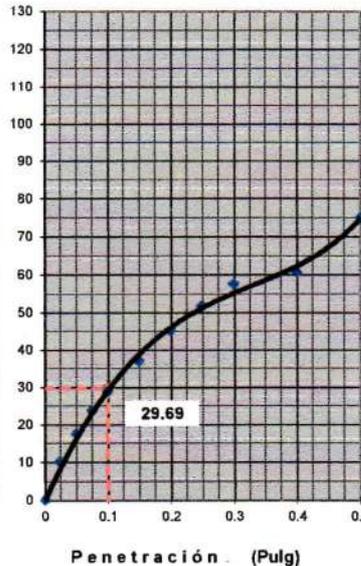
ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 12	MC - 18	MC - 21	N° de tara	289	244	287
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	189.17	185.94	176.03
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	178.00	174.15	166.69
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	24.04	25.95	24.12
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9161	8850	8640	Peso del Agua (gr.)	11.17	11.79	10.44
6	Peso del Molde (gr.)	4271	4155	4150	Peso Suelo Seco (gr.)	153.96	148.20	141.47
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4891	4695	4490	Contenido de Humedad (%)	7.26	7.96	7.38
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.303	2.211	2.114				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.147	2.048	1.969				

N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
	1	0		0	-	10	0.00	52	0.00
2	0.025	0.635	-	115	5.95	198	10.22	179	9.24
3	0.050	1.270	-	270	13.93	339	17.49	210	10.87
4	0.075	1.905	-	435	22.50	460	23.78	240	12.38
5	0.100	2.540	70	598	30.88	559	28.90	264	13.62
6	0.150	3.810	-	883	45.64	716	37.00	306	15.81
7	0.200	5.080	105	1149	59.39	875	45.23	359	18.57
8	0.260	6.350	-	1398	72.25	1002	51.79	398	20.57
9	0.300	7.620	133	1593	82.30	1115	57.63	433	22.35
10	0.400	10.160	161	1945	100.53	1175	60.73	513	26.53
11	0.600	12.700	182	2336	120.72	1452	75.04	699	30.97

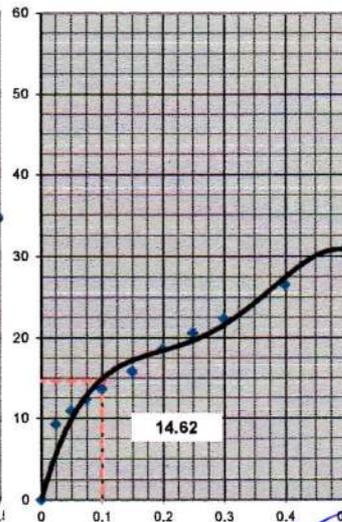
PRUEBA I
Ec= 27.2 Kg.-cm/cm³ (56 golpes/capa)



PRUEBA II
Ec= 12.2 Kg.-cm/cm³ (25 golpes/capa)



PRUEBA III
Ec= 4.90 Kg.-cm/cm³ (10 golpes/capa)



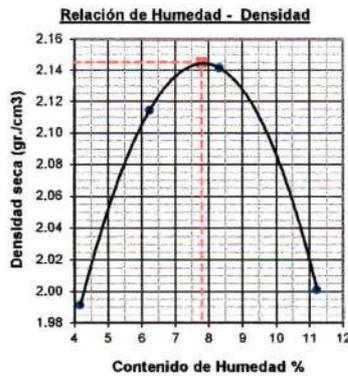
ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO

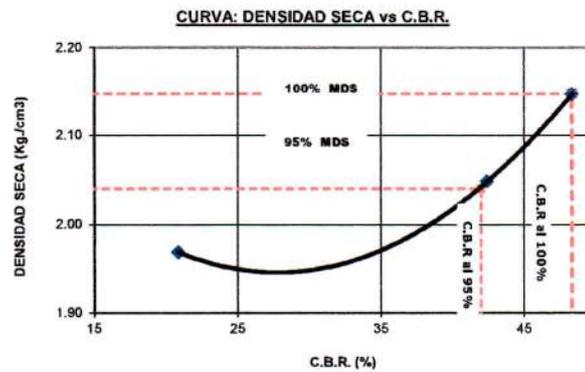


MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN									
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (%)	
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.015"	0.381	0.33%	0.014"	0.356	0.31%	0.013"	0.330	0.28%
2do Día	0.015"	0.381	0.33%	0.014"	0.356	0.31%	0.013"	0.330	0.28%
3er Día	0.015"	0.381	0.33%	0.014"	0.356	0.31%	0.013"	0.330	0.28%
4to Día	0.015"	0.381	0.33%	0.014"	0.356	0.31%	0.013"	0.330	0.28%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA Nº	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	33.84	70	48.35	2.147
II	0.1	29.69	70	42.42	2.048
III	0.1	14.62	70	20.89	1.969



M.D.S. al 100% = 2.15 gr./cm³



M.D.S. al 95% = 2.04 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	Grava arcillosa con arena A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
		2.15	7.80
L.L. (%) =	25		
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA Nº	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
Nº de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.147	2.048	1.969
Contenido de Humedad (%)	7.26	7.96	7.38

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	48 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	42 %

d).- Expansión (%)

E=	0.38 mm	0.33%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 965005163

Av. Arnaldo Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 03-2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Distrito : Alcamenca
Provincia : Victor Fajardo
Región : Ayacucho

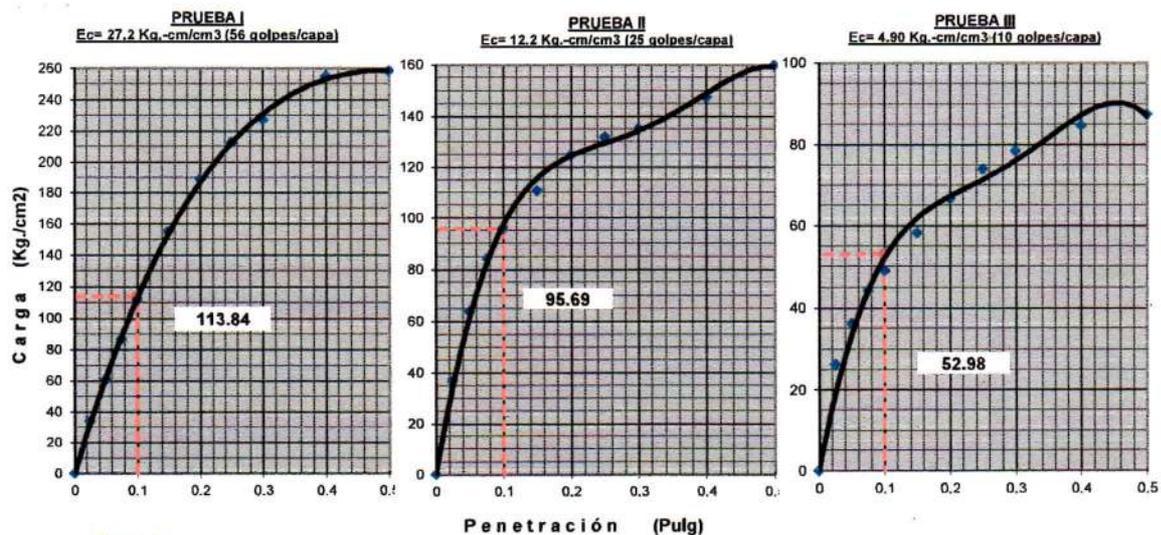
CANTERA : Alcamenca
PROG. : 9+400
FECHA : Mar-22

DATOS DE ADITIVOS	
POLICOM	1 Kg/ 25 m ³
CEMENTO PORTLAND TIPO I	0.50%

: (M-4)
Acceso : 50m
Margen : Izquierda

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 11	MC - 9	MC - 7	N° de tara	209	141	205
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	120.81	115.17	133.34
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	115.30	109.41	127.33
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	40.29	28.39	41.97
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9005	8866	8744	Peso del Agua (gr.)	5.51	5.76	6.01
6	Peso del Molde (gr.)	4120	4225	4274	Peso Suelo Seco (gr.)	75.01	81.02	85.36
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4885	4641	4470	Contenido de Humedad (%)	7.35	7.11	7.04
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.300	2.185	2.104				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.143	2.040	1.966				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	31	0.00	121	0.00	85	0.00
2	0.025	0.635	-	658	34.01	717	37.03	510	26.34
3	0.050	1.270	-	1179	60.93	1236	63.86	701	36.24
4	0.075	1.905	-	1680	86.82	1630	84.22	855	44.21
5	0.100	2.540	70	2160	111.63	1856	95.90	949	49.06
6	0.150	3.810	-	3003	155.19	2143	110.73	1126	58.17
7	0.200	5.080	105	3657	188.99	2417	124.89	1291	66.69
8	0.250	6.350	-	4112	212.51	2554	131.97	1431	73.95
9	0.300	7.620	133	4400	227.39	2613	135.05	1518	78.43
10	0.400	10.160	161	4935	255.04	2852	147.37	1639	84.68
11	0.500	12.700	182	5000	258.40	3090	159.67	1693	87.47



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

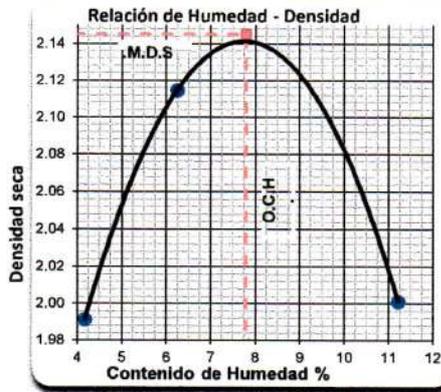
Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 985005183

Av. Arnaldo Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú

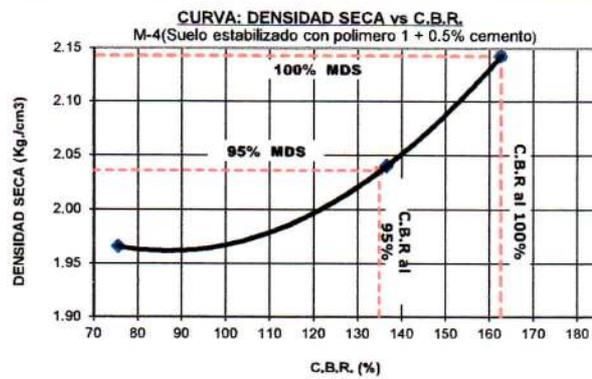


MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN									
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.001"	0.025	0.02%	0.002"	0.051	0.04%	0.002"	0.051	0.04%
2do Día	0.001"	0.025	0.02%	0.002"	0.051	0.04%	0.002"	0.051	0.04%
3er Día	0.001"	0.025	0.02%	0.002"	0.051	0.04%	0.002"	0.051	0.04%
4to Día	0.001"	0.025	0.02%	0.002"	0.051	0.04%	0.002"	0.051	0.04%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm3)
I	0.1	113.84	70	162.63	2.143
II	0.1	95.69	70	136.71	2.040
III	0.1	52.98	70	75.69	1.966



M.D.S. al 100% = 2.14 gr./cm3



M.D.S. al 95% = 2.04 gr./cm3

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm3)	2.143	2.040	1.966
Contenido de Humedad (%)	7.35	7.11	7.04

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	163	%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	136	%

d).- Expansión (%)

E=	0.03 mm	0.02%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005153

Av. Arnaldo Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 03-2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

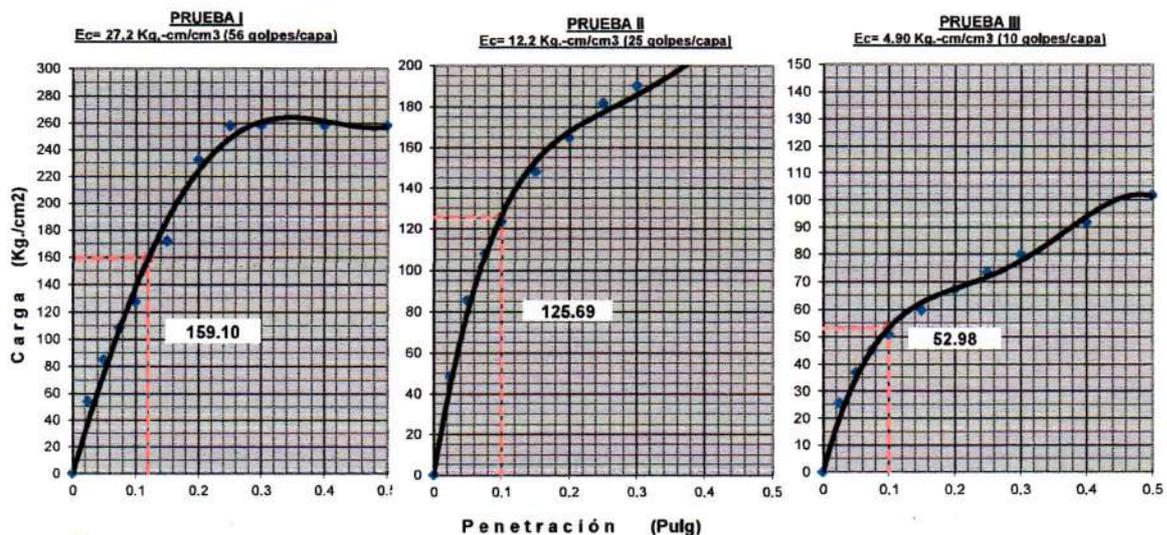
Distrito : Alcamenca
Provincia : Victor Fajardo
Región : Ayacucho

CANTERA : Alcamenca
PROG. : 9+400
FECHA : Mar-22

DATOS DE ADITIVOS	
POLICOM	1 Kg/ 25 m ³
CEMENTO PORTLAND TIPO I	1,00%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 5	MC - 10	MC - 19	N° de tara	299	254	279
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	107.59	115.53	130.79
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	102.00	109.68	124.46
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	23.82	24.75	26.43
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9175	8822	8843	Peso del Agua (gr.)	5.59	5.85	6.33
6	Peso del Molde (gr.)	4368	4251	4581	Peso Suelo Seco (gr.)	78.18	84.93	98.03
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4807	4571	4262	Contenido de Humedad (%)	7.15	6.89	6.46
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.263	2.152	2.006				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.112	2.013	1.884				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	240	0.00	38	0.00	123	0.00
2	0.025	0.635	-	1043	53.92	937	48.42	495	25.59
3	0.050	1.270	-	1642	84.84	1655	85.53	716	36.98
4	0.075	1.905	-	2098	108.40	2087	107.86	874	45.15
5	0.100	2.540	70	2462	127.26	2390	123.51	984	50.83
6	0.150	3.810	-	3325	171.83	2860	147.80	1157	59.77
7	0.200	5.080	105	4500	232.56	3187	164.70	1298	67.09
8	0.250	6.350	-	5000	258.40	3514	181.60	1421	73.41
9	0.300	7.620	133	5000	258.40	3680	190.18	1544	79.78
10	0.400	10.160	161	5000	258.40	3907	201.91	1773	91.61
11	0.500	12.700	182	5000	258.40	4222	218.19	1968	101.68



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

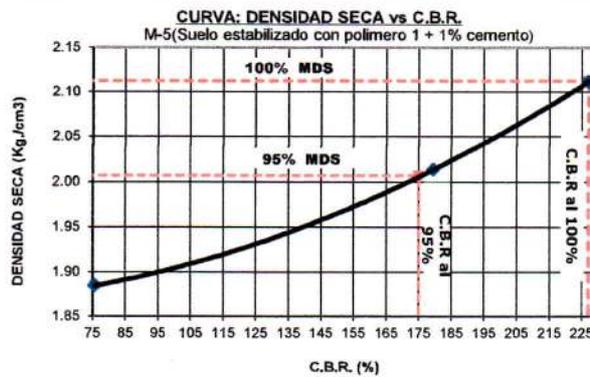
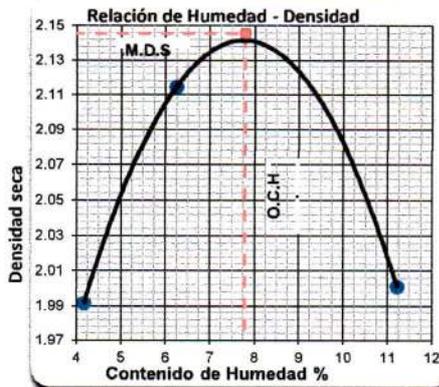
Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005153

Av. Arnaldo Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN									
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%	0.001"	0.025	0.02%
2do Día	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%	0.001"	0.025	0.02%
3er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%	0.001"	0.025	0.02%
4to Día	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%	0.001"	0.025	0.02%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	159.10	70	227.28	2.112
II	0.1	125.69	70	179.56	2.013
III	0.1	52.98	70	75.69	1.884



M.D.S. al 100% = 2.11 gr./cm³

M.D.S. al 95% = 2.01 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.145	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
Nº de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.112	2.013	1.884
Contenido de Humedad (%)	7.15	6.89	6.46

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	227	%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	175	%

d).- Expación (%)

E=	0.00 mm	0.00%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 986005163

Av. Arnaldo Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 03-2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Distrito : Alcamenca
Provincia : Víctor Fajardo
Región : Ayacucho

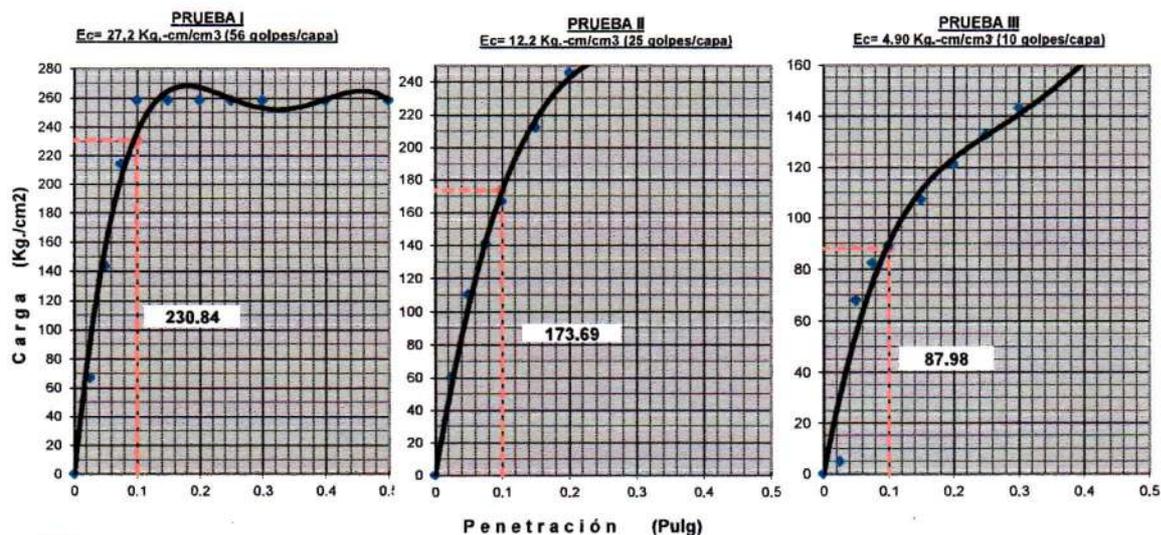
CANTERA : Alcamenca : (M-6)
PROG. : 9+400 Acceso : 50m
FECHA : Mar-22 Margen : Izquierda

DATOS DE ADITIVOS	
POLICOM	1 Kg/ 25 m ³
CEMENTO PORTLAND TIPO I	1.80%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 13	MC - 2	MC - 16	N° de tara	206	224	233
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	152.88	162.15	158.45
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	145.31	154.50	151.12
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	42.07	43.09	39.84
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9190	8772	8872	Peso del Agua (gr.)	7.57	7.65	7.33
6	Peso del Molde (gr.)	4322	4165	4529	Peso Suelo Seco (gr.)	103.24	111.41	111.28
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4868	4607	4343	Contenido de Humedad (%)	7.33	6.87	6.59
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.292	2.169	2.045				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.135	2.030	1.919				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES

N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	50	0.00	70	0.00	56	0.00
2	0.025	0.635	-	1298	67.08	1173	60.64	94	4.86
3	0.050	1.270	-	2780	143.67	2136	110.36	1318	68.09
4	0.075	1.905	-	4150	214.47	2730	141.11	1594	82.35
5	0.100	2.540	70	5000	258.40	3229	166.85	1727	89.23
6	0.150	3.810	-	5000	258.40	4109	212.33	2074	107.16
7	0.200	5.080	105	5000	258.40	4750	245.49	2346	121.25
8	0.250	6.350	-	5000	258.40	5000	258.40	2587	132.66
9	0.300	7.620	133	5000	258.40	5000	258.40	2771	143.22
10	0.400	10.160	161	5000	258.40	5000	258.40	3098	160.10
11	0.500	12.700	182	5000	258.40	5000	258.40	3533	182.58



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005163

Av. Arnaldo Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú

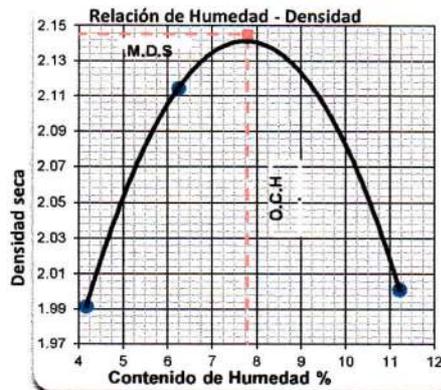


MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN

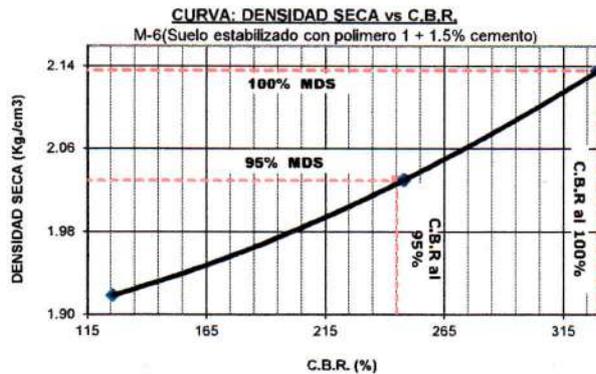
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg.)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg.)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg.)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%	0.002"	0.051	0.04%
2do Día	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%	0.002"	0.051	0.04%
3er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%	0.002"	0.051	0.04%
4to Día	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%	0.002"	0.051	0.04%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN

PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R.	(%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	230.84	70	329.77		2.135
II	0.1	173.69	70	248.14		2.030
III	0.1	87.98	70	125.69		1.919



M.D.S. al 100% = 2.14 gr./cm³



M.D.S. al 95% = 2.03 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

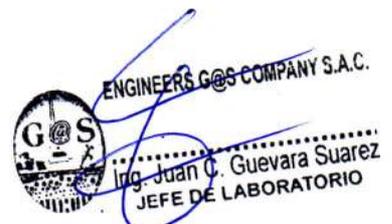
PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.135	2.030	1.919
Contenido de Humedad (%)	7.33	6.87	6.59

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	330	%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	245	%

d).- Expación (%)

E=	0.00 mm	0.00%
----	---------	-------





ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 956005163

Av. Amaldo Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 03-2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

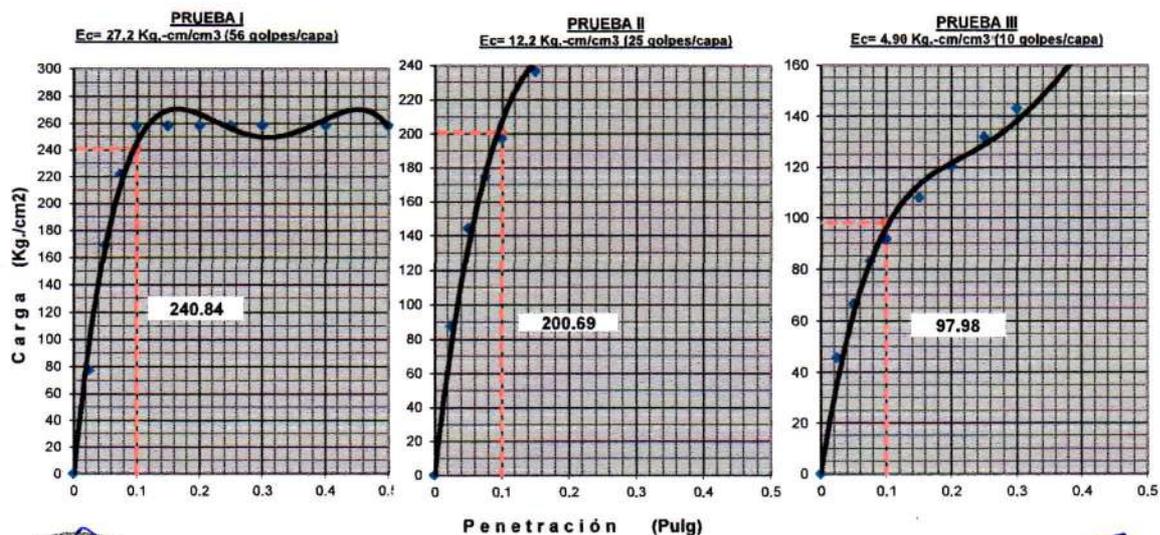
Distrito : Alcamenca
Provincia : Victor Fajardo
Región : Ayacucho

CANTERA : Alcamenca : (M-7)
PROG. : 9+400 Acceso : 50m
FECHA : Mar-22 Margen : Izquierda

DATOS DE ADITIVOS	
POLICOM	1 Kg/ 28 m ³
CEMENTO PORTLAND TIPO I	2.00%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 3	MC - 8	MC - 20	N° de tara	196	273	195
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	125.37	129.33	133.06
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	119.86	122.72	127.37
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	45.35	23.87	41.89
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9410	8825	8511	Peso del Agua (gr.)	5.51	6.61	5.69
6	Peso del Molde (gr.)	4690	4286	4249	Peso Suelo Seco (gr.)	74.51	98.85	85.48
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4720	4539	4267	Contenido de Humedad (%)	7.39	6.69	6.66
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.222	2.137	2.007				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.069	2.003	1.882				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	103	0.00	120	0.00	25	0.00
2	0.025	0.635	-	1500	77.52	1700	87.86	883	45.63
3	0.050	1.270	-	3270	168.99	2791	144.24	1286	66.48
4	0.075	1.905	-	4300	222.22	3380	174.68	1607	83.03
5	0.100	2.540	70	5000	258.40	3816	197.21	1775	91.75
6	0.150	3.810	-	5000	258.40	4580	236.69	2089	107.97
7	0.200	5.080	105	5000	258.40	5000	258.40	2328	120.32
8	0.250	6.350	-	5000	258.40	5000	258.40	2551	131.82
9	0.300	7.620	133	5000	258.40	5000	258.40	2767	142.98
10	0.400	10.160	161	5000	258.40	5000	258.40	3121	161.28
11	0.500	12.700	182	5000	258.40	5000	258.40	3487	180.19



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

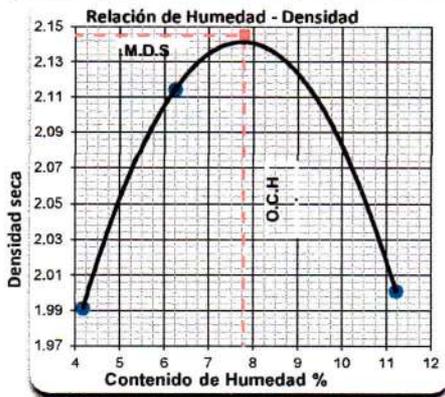
Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005163

Av. Arnaldo Marquez N° 679 Dpto. 603 - Jesús María - Lima - Perú

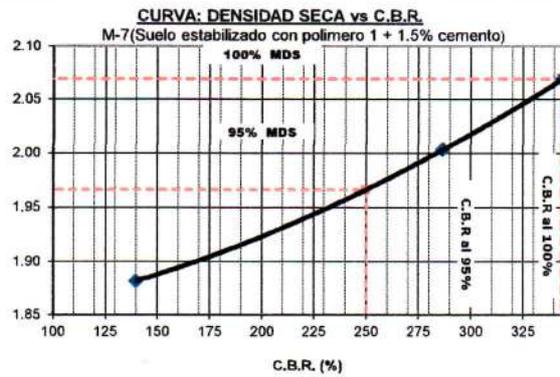


Tiempo (Hrs.)	MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN								
	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%	0.004"	0.102	0.09%
2do Día	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%	0.005"	0.127	0.11%
3er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%	0.005"	0.127	0.11%
4to Día	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%	0.005"	0.127	0.11%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN						
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm2)	C.B.R.	(%)	DENSIDAD SECA (gr./cm3)
I	0.1	240.84	70	344.06		2.069
II	0.1	200.69	70	286.71		2.003
III	0.1	97.98	70	139.97		1.882



M.D.S. al 100% = 2.07 gr./cm3



M.D.S. al 95% = 1.97 gr./cm3

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	Optimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
Nº de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm3)	2.069	2.003	1.882
Contenido de Humedad (%)	7.39	6.69	6.66

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	344 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	250 %

d).- Expación (%)

E=	0.00 mm	0.00%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 955005163

Av. Amaido Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



CANTIDAD DE ADITIVO PARA EL PAVIMENTO

INFORME N° : GS - 03-2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Distrito : Alcamenca
Provincia : Victor Fajardo
Región : Ayacucho

CANTERA : Alcamenca
PROG. : 9+400 Acceso : 50m
FECHA : Mar-22 Margen : Izquierda

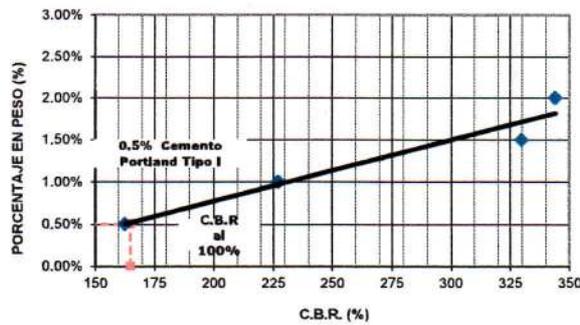
RESULTADOS DE ENSAYOS CBR

ESTABILIZADOR SOLIDO 2 + CEMENTO PORTLAND TIPO I

POLICOM + CEMENTO PORTLAND TIPO I

PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	C.B.R. (%)	% CEMENTO PORTLAND (% en peso)	% ADITIVO POLICOM (Kg/m3)	Muestra
I	0.1	163	0.50%	1 Kg/ 25 m3	Muestra 4
II	0.1	227	1.00%	1 Kg/ 25 m3	Muestra 5
III	0.1	330	1.50%	1 Kg/ 25 m3	Muestra 6
IV	0.1	344	2.00%	1 Kg/ 25 m3	Muestra 7

CURVA: % PESO DE CEMENTO TIPO I vs C.B.R.



CBR. al 100% = 165.00 %

ADITIVO	CANTIDAD	CBR al 100%
Estabilizador Polycrom	1Kg/25m3	165.00
Cemento Portland Tipo I	0.50%	



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 955005163

Av. Arnaldo Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 02 - 2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

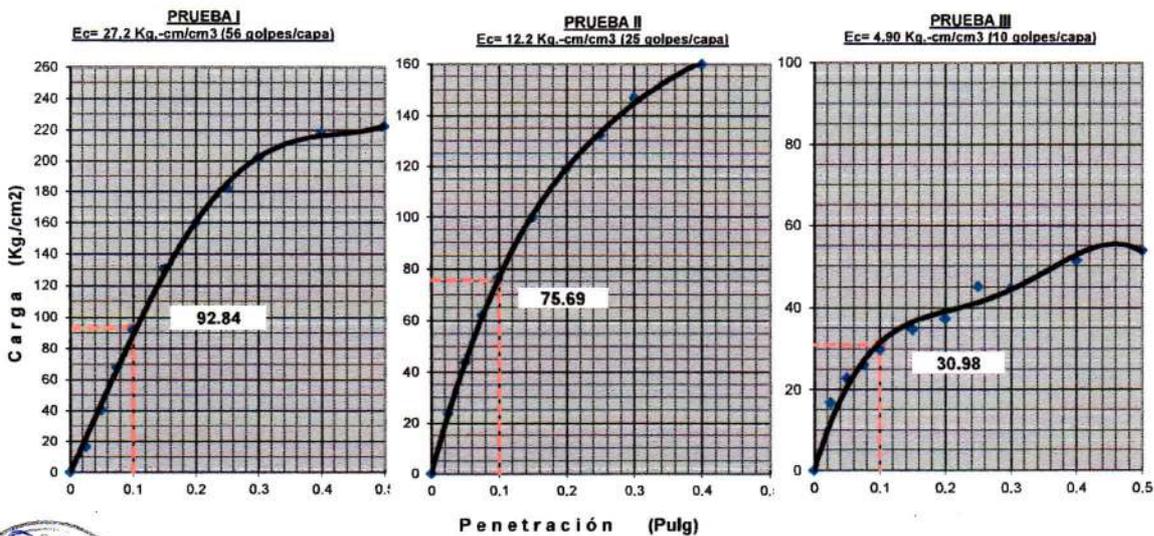
Distrito : Alcamenca
Provincia : Victor Fajardo
Región : Ayacucho

CANTERA : Alcamenca
PROG. : 9+400
FECHA : Mar-22

DATOS DE ADITIVOS	
AGGREGIND	1 L/ m ³
CEMENTO PORTLAND TIPO I	0.50%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 1	MC - 15	MC - 22	N° de tara	244	274	283
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	102.50	98.33	110.16
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	97.11	93.18	104.35
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	25.95	23.74	24.35
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9051	8972	8383	Peso del Agua (gr.)	5.39	5.15	5.81
6	Peso del Molde (gr.)	4215	4294	3980	Peso Suelo Seco (gr.)	71.16	69.44	80.00
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4836	4678	4403	Contenido de Humedad (%)	7.57	7.42	7.26
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.277	2.202	2.073				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.117	2.050	1.933				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	48	0.00	50	0.00	43	0.00
2	0.025	0.635	-	320	16.52	460	23.77	323	16.67
3	0.050	1.270	-	784	40.51	848	43.82	442	22.83
4	0.075	1.905	-	1314	67.88	1202	62.12	505	26.12
5	0.100	2.540	70	1778	91.88	1485	76.74	578	29.85
6	0.150	3.810	-	2526	130.55	1934	99.95	671	34.68
7	0.200	5.080	105	3093	159.83	2300	118.86	721	37.24
8	0.250	6.350	-	3529	182.35	2560	132.30	873	45.09
9	0.300	7.620	133	3915	202.30	2840	146.77	863	44.57
10	0.400	10.160	161	4210	217.58	3092	159.79	994	51.35
11	0.500	12.700	182	4300	222.22	3232	167.03	1040	53.75



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

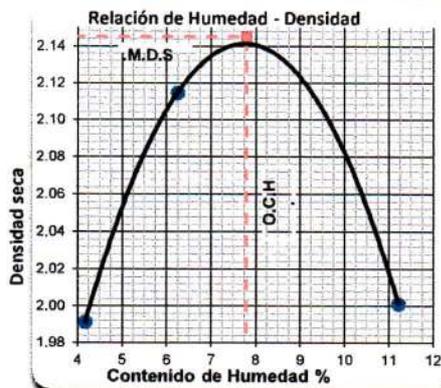
Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005163

Av. Arnaldo Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú

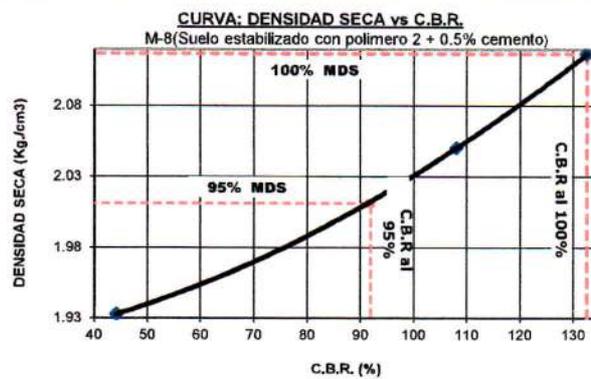


Tiempo (Hrs.)	MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN								
	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg.)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg.)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg.)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%
2do Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%
3er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%
4to Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.001"	0.025	0.02%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	92.84	70	132.63	2.117
II	0.1	75.69	70	108.14	2.050
III	0.1	30.98	70	44.26	1.933



M.D.S. al 100% = 2.12 gr./cm³



M.D.S. al 95% = 2.01 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.117	2.050	1.933
Contenido de Humedad (%)	7.57	7.42	7.26

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	133 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	92 %

d).- Expansión (%)

E=	0.00 mm	0.00%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 985005163

Av. Arnaldo Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 02 - 2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) - Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

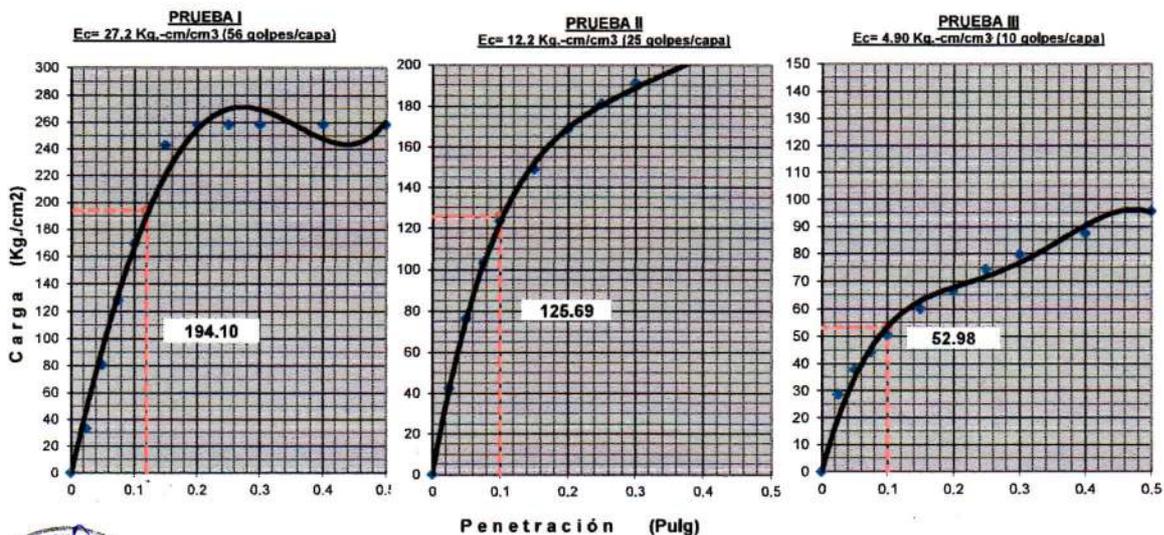
Distrito : Alcamenca
Provincia : Víctor Fajardo
Región : Ayacucho

CANTERA : Alcamenca
PROG. : 9+400
FECHA : Mar-22
Margen : Izquierda

DATOS DE ADITIVOS	
AGGREBIND	1 L/m ³
CEMENTO PORTLAND TIPO I	1.00%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 18	MC - 12	MC - 21	N° de tara	234	232	222
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	130.95	124.71	124.48
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	124.60	118.49	116.86
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	41.87	40.75	17.76
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9037	8890	8518	Peso del Agua (gr.)	6.35	6.22	7.62
6	Peso del Molde (gr.)	4155	4271	4150	Peso Suelo Seco (gr.)	82.73	77.74	99.10
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4882	4620	4368	Contenido de Humedad (%)	7.68	8.00	7.69
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.299	2.175	2.057				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.135	2.014	1.910				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	55	0.00	76	0.00	59	0.00
2	0.025	0.635	-	645	33.33	820	42.38	555	28.70
3	0.050	1.270	-	1560	80.62	1480	76.49	730	37.74
4	0.075	1.905	-	2480	128.17	1999	103.31	858	44.35
5	0.100	2.540	70	3278	169.41	2389	123.46	975	50.39
6	0.150	3.810	-	4700	242.89	2884	149.04	1159	59.89
7	0.200	5.080	105	5000	258.40	3267	168.84	1289	66.62
8	0.250	6.350	-	5000	258.40	3499	180.83	1440	74.43
9	0.300	7.620	133	5000	258.40	3701	191.27	1541	79.62
10	0.400	10.160	161	5000	258.40	3904	201.76	1691	87.37
11	0.500	12.700	182	5000	258.40	3994	206.41	1851	95.66



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

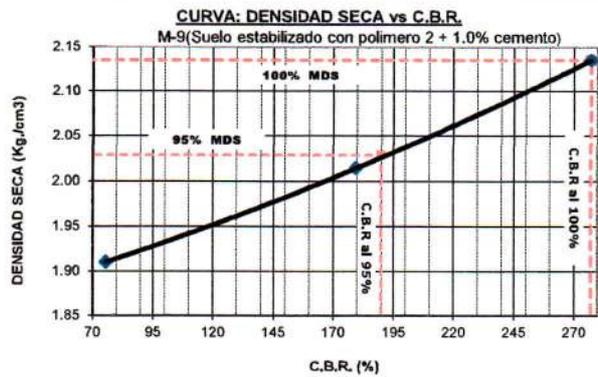
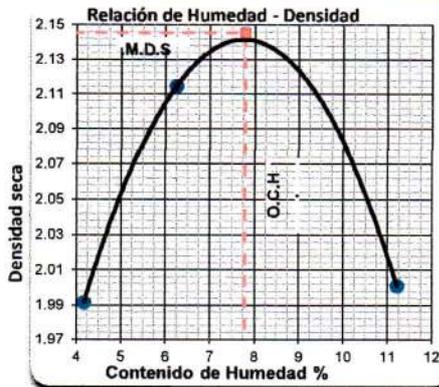
Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005163

Av. Amaldo Marquez N°679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN									
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
2do Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
3er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
4to Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm3)
I	0.1	194.10	70	277.28	2.135
II	0.1	125.69	70	179.56	2.014
III	0.1	52.98	70	75.69	1.910



M.D.S. al 100% = 2.14 gr./cm3

M.D.S. al 95% = 2.03 gr./cm3

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.145	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
Nº de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm3)	2.135	2.014	1.910
Contenido de Humedad (%)	7.68	8.00	7.69

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	277 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	190 %

d).- Expación (%)

E=	0.00 mm	0.00%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
 Ing. Juan C. Guevara Suarez
 JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005163

Av. Amalido Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 02 - 2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis
UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Distrito : Alcamenca
Provincia : Victor Fajardo
Región : Ayacucho

CANTERA : Alcamenca : (M-10)
PROG. : 9+400 Acceso : 50m
FECHA : Mar-22 Margen : Izquierda

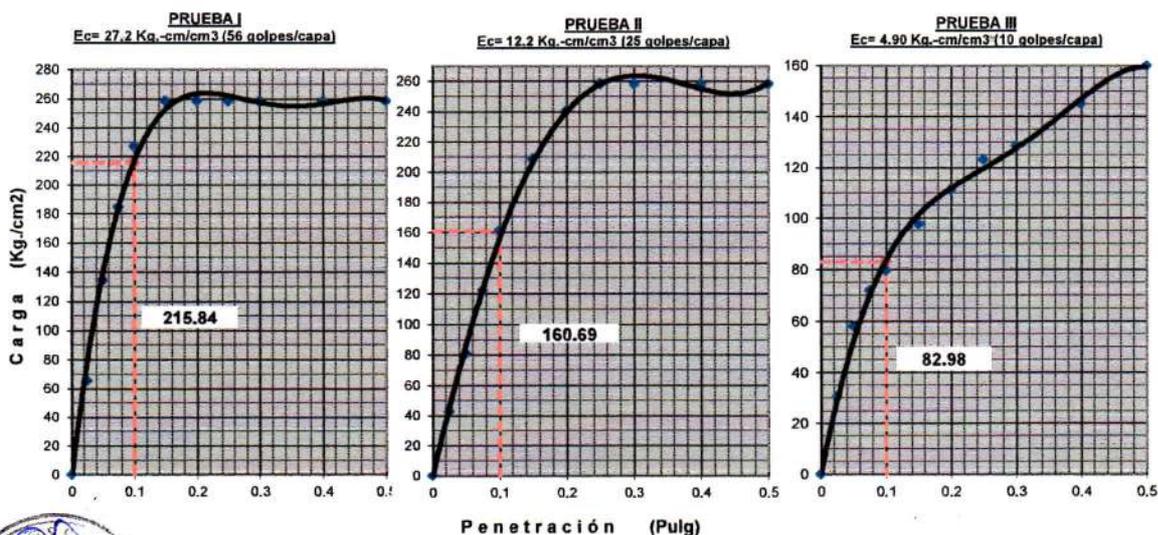
DATOS DE ADITIVOS

AGGREGADO	1 L / m ³
CEMENTO PORTLAND TIPO I	1.50%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 17	MC - 29	MC - 35	N° de tara	225	238	314
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	117.79	82.53	123.35
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	112.12	77.89	116.59
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	40.55	17.09	25.36
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9137	8668	8439	Peso del Agua (gr.)	5.67	4.64	6.76
6	Peso del Molde (gr.)	4273	4050	4040	Peso Suelo Seco (gr.)	71.57	60.80	91.23
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4864	4618	4399	Contenido de Humedad (%)	7.92	7.63	7.41
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.290	2.174	2.071				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.122	2.020	1.928				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES

N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	77	0.00	61	0.00	58	0.00
2	0.025	0.635	-	1270	65.63	830	42.89	590	30.51
3	0.050	1.270	-	2600	134.37	1570	81.14	1125	58.13
4	0.075	1.905	-	3575	184.75	2365	122.22	1391	71.90
5	0.100	2.540	70	4390	226.87	3120	161.24	1541	79.65
6	0.150	3.810	-	5000	258.40	4040	208.79	1892	97.75
7	0.200	5.080	105	5000	258.40	4660	240.83	2150	111.11
8	0.250	6.350	-	5000	258.40	5000	258.40	2384	123.18
9	0.300	7.620	133	5000	258.40	5000	258.40	2488	128.55
10	0.400	10.160	161	5000	258.40	5000	258.40	2808	145.12
11	0.500	12.700	182	5000	258.40	5000	258.40	3095	159.95



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005163

Av. Arnaldo Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú

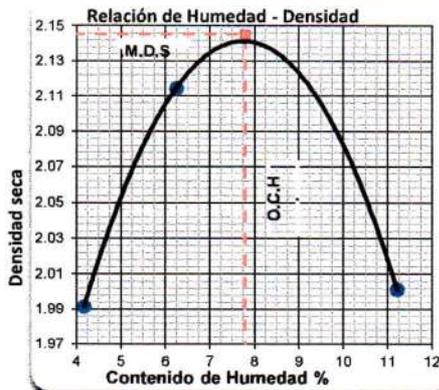


MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN

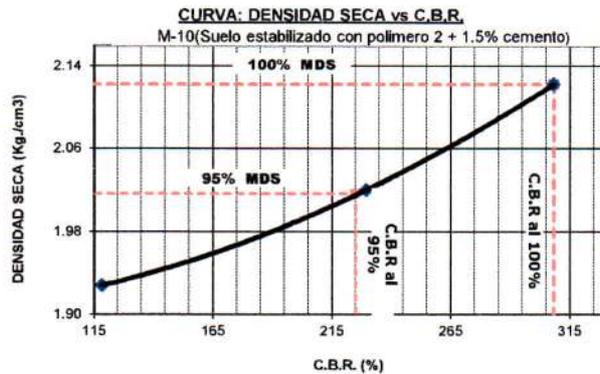
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.003"	0.076	0.07%	0.002"	0.051	0.04%
2do Día	0.000"	0.000	0.00%	0.003"	0.076	0.07%	0.002"	0.051	0.04%
3er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.003"	0.076	0.07%	0.002"	0.051	0.04%
4to Día	0.000"	0.000	0.00%	0.003"	0.076	0.07%	0.002"	0.051	0.04%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN

PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	215.84	70	308.35	2.122
II	0.1	160.69	70	229.56	2.020
III	0.1	82.98	70	118.54	1.928



M.D.S. al 100% = 2.12 gr./cm³



M.D.S. al 95% = 2.02 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Optimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.122	2.020	1.928
Contenido de Humedad (%)	7.92	7.63	7.41

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	308	%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	225	%

d).- Expación (%)

E=	0.00 mm	0.00%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Telefonos: 966005163

Av. Arnaldo Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 02 - 2022

PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

TRAMO Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE Pantigozo Amao Luis

UBICACIÓN Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Distrito : Alcamenca
Provincia : Víctor Fajardo
Región : Ayacucho

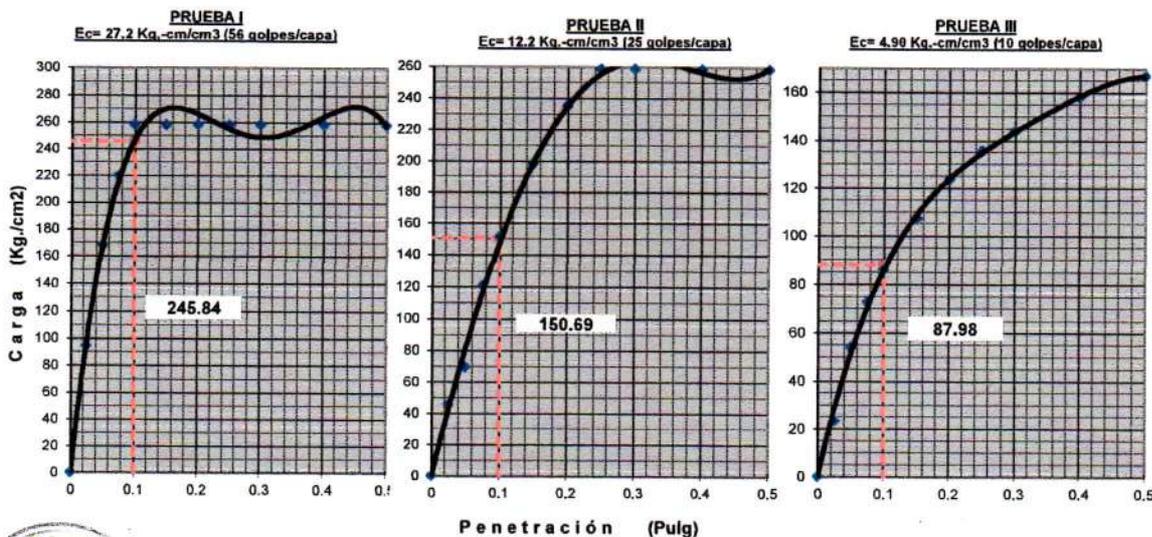
CANTERA : Alcamenca : (M-11)
PROG. 9+400 Acceso : 50m
FECHA Mar-22 Margen Izquierda

DATOS DE ADITIVOS

AGGREGIND 1 L/m³
CEMENTO PORTLAND TIPO I 2.00%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 4	MC - 14	MC - 40	N° de tara	296	211	203
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	135.80	136.22	148.52
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	129.28	130.13	142.14
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	22.83	40.59	40.14
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9331	8683	8328	Peso del Agua (gr.)	6.52	6.09	6.38
6	Peso del Molde (gr.)	4581	4194	3933	Peso Suelo Seco (gr.)	106.45	89.54	102.00
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4750	4489	4395	Contenido de Humedad (%)	6.12	6.80	6.25
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.236	2.114	2.069				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.107	1.979	1.947				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	50	0.00	53	0.00	119	0.00
2	0.025	0.635	-	1827	94.43	880	45.48	450	23.26
3	0.050	1.270	-	3252	168.08	1346	69.55	1047	54.11
4	0.075	1.905	-	4260	220.16	2344	121.14	1406	72.66
5	0.100	2.540	70	5000	258.40	2937	151.78	1666	86.10
6	0.150	3.810	-	5000	258.40	3838	198.35	2073	107.13
7	0.200	5.080	105	5000	258.40	4552	235.25	2392	123.62
8	0.250	6.350	-	5000	258.40	5000	258.40	2628	135.81
9	0.300	7.620	133	5000	258.40	5000	258.40	2785	143.93
10	0.400	10.160	161	5000	258.40	5000	258.40	3052	158.24
11	0.500	12.700	182	5000	258.40	5000	258.40	3230	166.93



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 966005163

Av. Arnaldo Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú

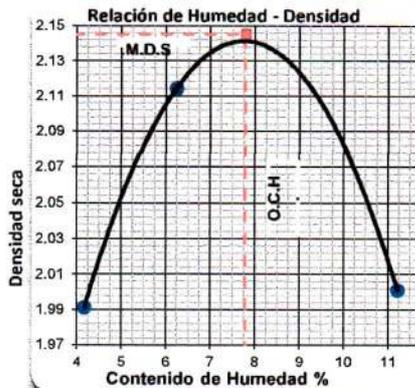


MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN

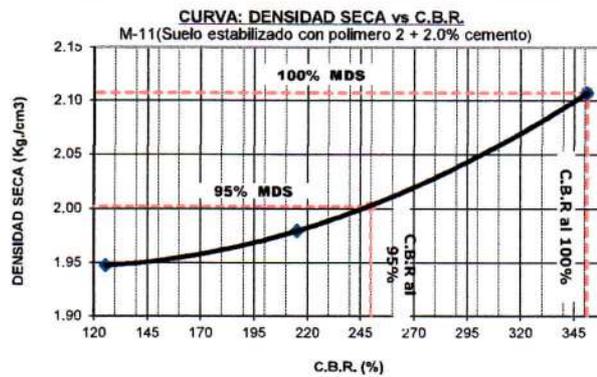
Tiempo (Hrs.)	PRUEBA I (56 golpes/capa)			PRUEBA II (25 golpes/capa)			PRUEBA III (10 golpes/capa)		
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%
1er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%
2do Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%
3er Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%
4to Día	0.000"	0.000	0.00%	0.000"	0.000	0.00%	0.002"	0.051	0.04%

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN

PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	245.84	70	351.20	2.107
II	0.1	150.69	70	215.28	1.979
III	0.1	87.98	70	125.69	1.947



M.D.S. al 100% = 2.11 gr./cm³



M.D.S. al 95% = 2.00 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Ensayo de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0)	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Optimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.107	1.979	1.947
Contenido de Humedad (%)	6.12	6.80	6.25

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	351	%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	250	%

d).- Expación (%)

E=	0.00 mm	0.00%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C" Lote 29 - Ayacucho - Perú - Telefonos: 965005183

Av. Amaldo Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



CANTIDAD DE ADITIVO PARA EL PAVIMENTO

INFORME N° : GS - 02 - 2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis

UBICACIÓN : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Distrito : Alcamenca

Provincia : Victor Fajardo

Región : Ayacucho

CANTERA : Alcamenca

PROG. : 9+400

Acceso : 50m

FECHA : Mar-22

Margen : Izquierda

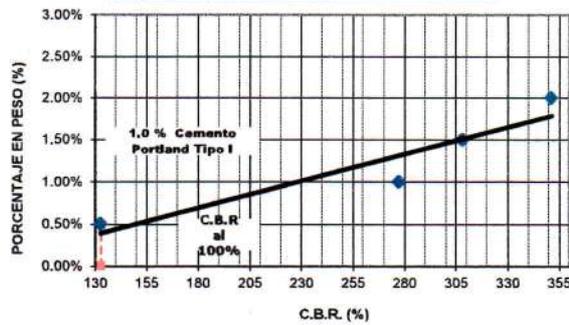
RESULTADOS DE ENSAYOS CBR

ESTABILIZADOR LIQUIDO + CEMENTO PORTLAND TIPO I

AGGREBIND + CEMENTO PORTLAND TIPO I

PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	C.B.R. (%)	% CEMENTO PORTLAND (% en peso)	% ADITIVO Aggrebind (l/m3)	Muestra
I	0.1	133	0.50%	4 L / m3	Muestra 8
II	0.1	277	1.00%	4 L / m3	Muestra 9
III	0.1	308	1.50%	4 L / m3	Muestra 10
IV	0.1	351	2.00%	4 L / m3	Muestra 11

CURVA: % PESO DE CEMENTO TIPO I vs C.B.R.



CBR. al 100% = 133.00 %

ADITIVO	CANTIDAD	CBR al 100%
Estabilizador liquido	1 l/m3	133.00
Cemento Portland Tipo I	0.50%	



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO



Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel: 95905163

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO

: Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE

: Pantigozo Amao Luis

Cantera : Alcamenca (M-15)

0 : Tr-1

UBICACIÓN

Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo,

Acceso : 1

Distrito : Alcamenca

Prog. : 9+400

Provincia : Victor Fajardo

Margen : 3 m.

Región : Ayacucho

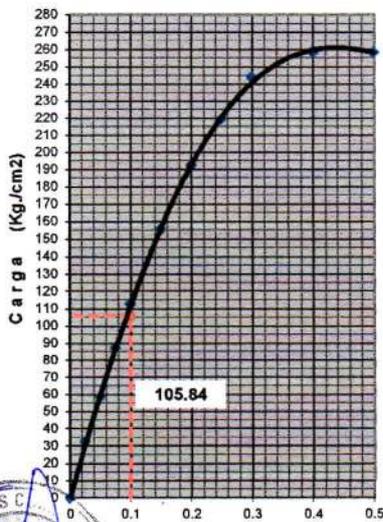
Fecha : marzo del 2022

DATOS DE ADITIVOS	
MEGASOIL	1 Kg/50 TN
CEMENTO:	0.60%

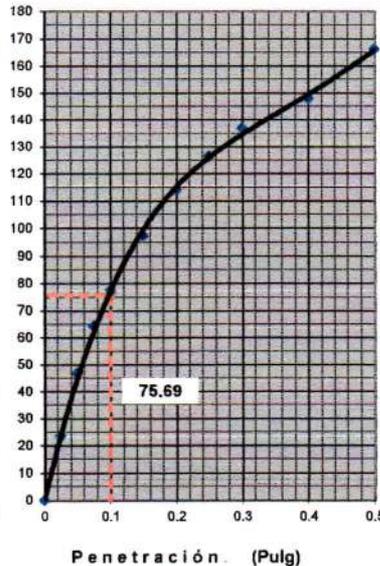
ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 37	MC - 33	MC - 31	N° de tara	288	292	268
2	Volumen del Molde (cm3)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	140.51	124.39	147.99
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	132.94	117.64	139.90
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	23.15	23.47	23.83
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	9197	8700	8453	Peso del Agua (gr.)	7.57	6.75	8.09
6	Peso del Molde (gr.)	4529	4271	4251	Peso Suelo Seco (gr.)	109.79	94.17	116.07
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4668	4430	4202	Contenido de Humedad (%)	6.89	7.17	6.97
8	Densidad Húmeda (gr./cm3)	2.198	2.086	1.978				
9	Densidad Seca (gr./cm3)	2.056	1.946	1.849				

N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
	1	0		0	-	47.80	0.00	56.00	0.00
2	0.025	0.635	-	630.00	32.56	456.00	23.57	393.50	20.34
3	0.050	1.270	-	1134.00	58.60	907.50	46.90	613.80	31.72
4	0.075	1.905	-	1685.00	87.08	1245.80	64.38	755.80	39.06
5	0.100	2.540	70	2180.00	112.66	1496.70	77.35	838.00	43.31
6	0.150	3.810	-	3010.00	155.56	1884.50	97.39	960.50	49.64
7	0.200	5.080	105	3720.00	192.25	2207.40	114.08	1084.50	56.05
8	0.250	6.350	-	4245.00	219.38	2449.50	126.59	1160.30	59.96
9	0.300	7.620	133	4719.00	243.88	2648.80	136.89	1242.50	64.22
10	0.400	10.160	161	5000.00	258.40	2863.50	147.99	1355.70	70.06
11	0.500	12.700	182	5000.00	258.40	3213.30	166.06	1463.70	75.13

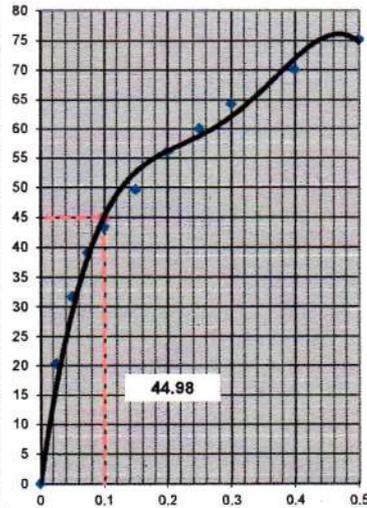
PRUEBA I
Ec= 27.2 Kg.-cm/cm³ (56 golpes/capa)



PRUEBA II
Ec= 12.2 Kg.-cm/cm³ (25 golpes/capa)



PRUEBA III
Ec= 4.90 Kg.-cm/cm³ (10 golpes/capa)



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO

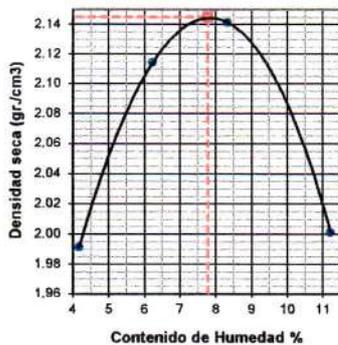


Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel: 955005153

Tiempo (Hrs.)	MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN					
	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.000"	0.000	0.000"	0.000
1er Día	0.003"	0.076	0.003"	0.076	0.003"	0.076
2do Día	0.003"	0.076	0.003"	0.076	0.003"	0.076
3er Día	0.003"	0.076	0.003"	0.076	0.003"	0.076
4to Día	0.003"	0.076	0.003"	0.076	0.003"	0.076

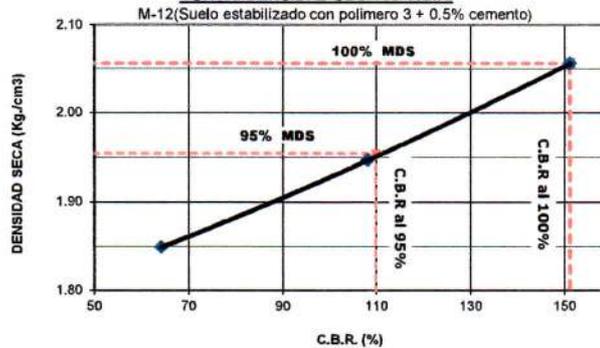
C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	105.84	70	151.20	2.056
II	0.1	75.69	70	108.14	1.946
III	0.1	44.98	70	64.26	1.849

Relación de Humedad - Densidad



M.D.S. al 100% = 2.06 gr./cm³

CURVA: DENSIDAD SECA vs C.B.R.



M.D.S. al 95% = 1.95 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Resumen de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0) - Grava arcillosa con arena	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.056	1.946	1.849
Contenido de Humedad (%)	6.89	7.17	6.97

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	151	%
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	110	%

d).- Expansión (%)

E =	mm	0.07%
-----	----	-------





ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO



Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 965005163

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO

MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO

: Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE

: Pantigozo Amao Luis

Cantera : Alcamenca (M-15)

0 : Tr - 1

UBICACIÓN

Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Acceso : 1

Distrito : Alcamenca

Prog. : 9+400

Provincia : Victor Fajardo

Margen : 3 m.

Región : Ayacucho

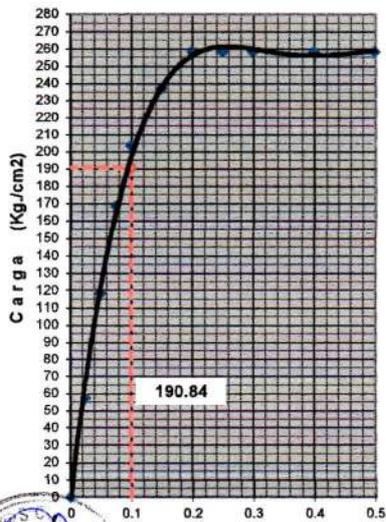
Fecha : Octubre del 2019

DATOS DE ADITIVOS	
MEGASOIL	1 Kg/50 TN
CEMENTO	1.00%

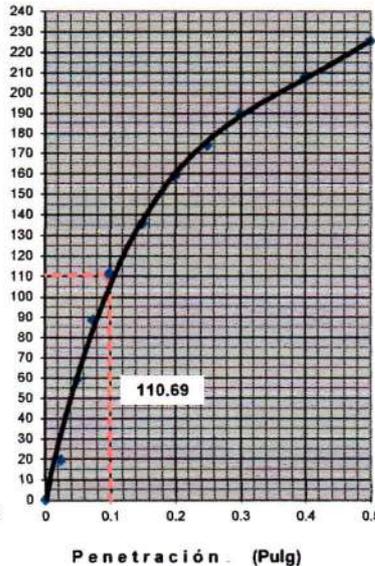
ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 38	MC - 28	MC - 27	N° de tara	211	227	201
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	128.96	150.14	148.89
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	122.58	143.02	141.88
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	40.58	49.92	39.22
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	8991	8712	8483	Peso del Agua (gr.)	6.38	7.12	7.01
6	Peso del Molde (gr.)	4284	4274	4199	Peso Suelo Seco (gr.)	82.00	93.10	102.66
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4707	4438	4284	Contenido de Humedad (%)	7.78	7.65	6.83
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.216	2.089	2.017				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.056	1.941	1.888				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	70.00	0.00	60.60	0.00	67.50	0.00
2	0.025	0.635	-	1108.20	57.27	379.50	19.61	474.00	24.50
3	0.050	1.270	-	2293.30	118.52	1148.40	59.35	690.20	35.67
4	0.075	1.905	-	3260.40	168.50	1716.00	88.68	814.00	42.07
5	0.100	2.540	70	3937.40	203.48	2155.00	111.37	907.00	46.87
6	0.150	3.810	-	4590.00	237.21	2623.50	135.58	1072.60	55.43
7	0.200	5.080	105	5000.00	258.40	3078.90	159.12	1190.00	61.50
8	0.250	6.350	-	6000.00	258.40	3366.00	173.95	1266.00	64.91
9	0.300	7.620	133	6000.00	258.40	3672.90	189.81	1317.00	68.06
10	0.400	10.160	161	6000.00	258.40	4017.20	207.61	1400.00	72.35
11	0.600	12.700	182	6000.00	258.40	4367.00	225.68	1626.00	78.81

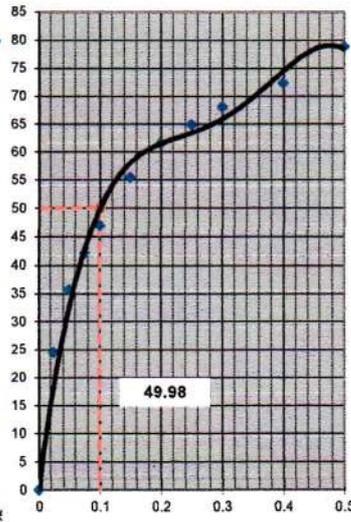
PRUEBA I
Ec= 27.2 Kg.-cm/cm³ (56 golpes/capa)



PRUEBA II
Ec= 12.2 Kg.-cm/cm³ (25 golpes/capa)



PRUEBA III
Ec= 4.90 Kg.-cm/cm³ (10 golpes/capa)



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Guevara
JEFE DE LABORATORIO

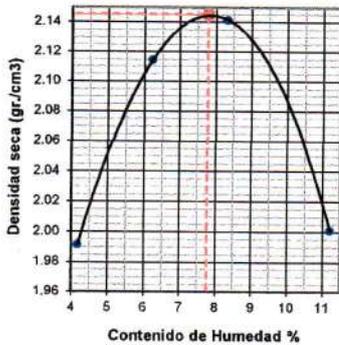


Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 956005163

Tiempo (Hrs.)	MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN					
	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.000"	0.000	0.000"	0.000
1er Día	0.003"	0.076	0.004"	0.102	0.008"	0.203
2do Día	0.003"	0.076	0.005"	0.127	0.010"	0.254
3er Día	0.003"	0.076	0.005"	0.127	0.010"	0.254
4to Día	0.003"	0.076	0.005"	0.127	0.010"	0.254

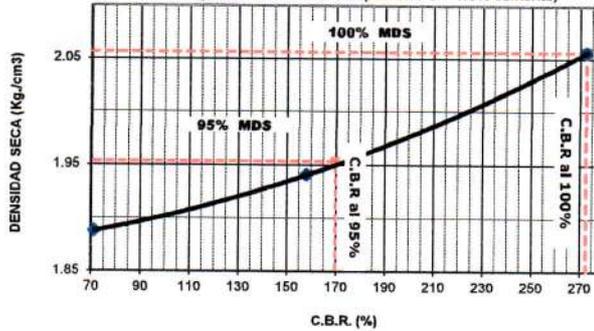
C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm2)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm2)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm3)
I	0.1	190.84	70	272.63	2.056
II	0.1	110.69	70	158.14	1.941
III	0.1	49.98	70	71.40	1.888

Relación de Humedad - Densidad



M.D.S. al 100% = 2.06 gr./cm3

CURVA: DENSIDAD SECA vs C.B.R.
M-13(Suelo estabilizado con polímero 3 + 1.0% cemento)



M.D.S. al 95% = 1.95 gr./cm3

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Resumen de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0) -Grava arcillosa con arena	Máxima Densidad Seca (gr./cm3)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
LL. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm3)	2.056	1.941	1.888
Contenido de Humedad (%)	7.78	7.65	6.83

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	273 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	170 %

d).- Expación (%)

E=	0.08 mm	0.07%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Quevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis

Cantera : Alcamenca (M-15)

0 : Tr - 1

UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Acceso : 1

Distrito : Alcamenca

Prog. : 9+400

Provincia : Victor Fajardo

Margen : 3 m.

Región : Ayacucho

Fecha : Octubre del 2019

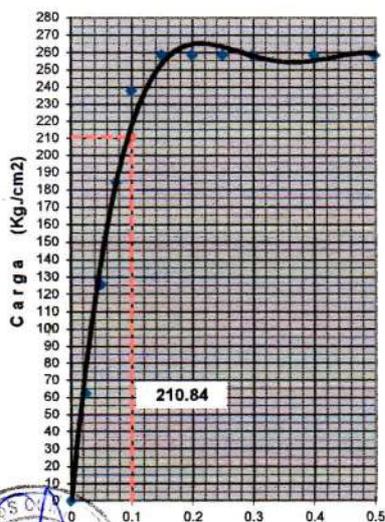
DATOS DE ADITIVOS	
MEGASOIL	1 Kg/59 TN
CEMENTO	1.60%

ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 41	MC - 34	MC - 25	N° de tara	221	200	239
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	124.44	145.72	136.17
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	118.68	138.43	129.91
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	41.87	43.95	39.25
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	8954	8629	8464	Peso del Agua (gr.)	5.76	7.29	6.26
6	Peso del Molde (gr.)	4249	4322	4595	Peso Suelo Seco (gr.)	76.81	94.48	90.66
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4705	4307	3869	Contenido de Humedad (%)	7.50	7.72	6.90
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.215	2.028	1.822				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.060	1.883	1.704				

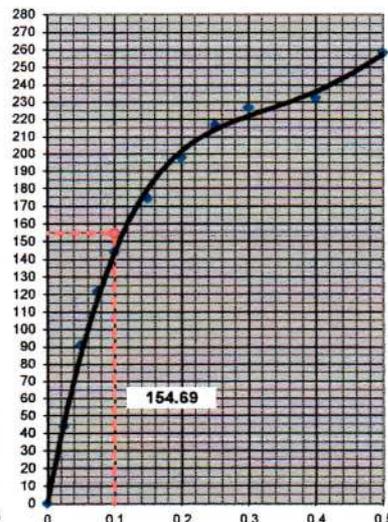
PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	83.00	0.00	41.80	0.00	120.00	0.00
2	0.025	0.635	-	1200.00	62.02	857.07	44.29	661.88	34.21
3	0.050	1.270	-	2433.00	125.74	1756.98	90.80	878.63	45.41
4	0.075	1.905	-	3564.00	184.19	2354.58	121.68	1021.65	52.80
5	0.100	2.540	70	4601.00	237.78	2788.65	144.12	1136.73	58.85
6	0.150	3.810	-	5000.00	258.40	3375.00	174.42	1354.88	70.02
7	0.200	5.080	105	5000.00	258.40	3825.00	197.67	1493.55	77.19
8	0.250	6.350	-	5000.00	258.40	4194.00	216.74	1614.38	83.43
9	0.300	7.620	133	5000.00	258.40	4388.40	226.79	1689.90	87.33
10	0.400	10.160	161	5000.00	258.40	4500.00	232.56	1836.38	94.90
11	0.500	12.700	182	5000.00	258.40	5000.00	258.40	2026.75	104.69

244R 5

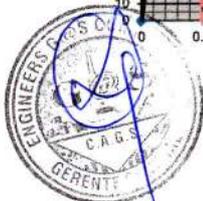
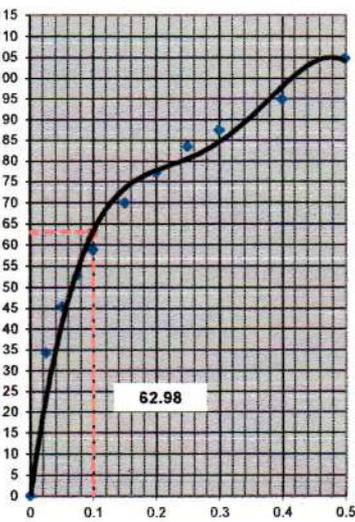
PRUEBA I
Ec = 27.2 Kg.-cm/cm³ (56 golpes/capa)



PRUEBA II
Ec = 12.2 Kg.-cm/cm³ (25 golpes/capa)



PRUEBA III
Ec = 4.90 Kg.-cm/cm³ (10 golpes/capa)



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Gutiérrez Suarez
ALFEBE DE LABORATORIO

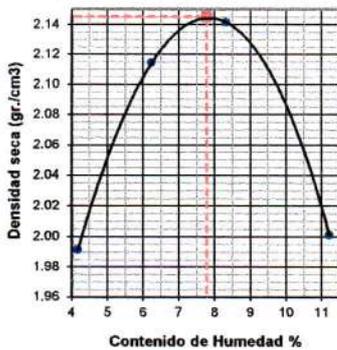


Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 996005163

Tiempo (Hrs.)	MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN					
	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)	Lectura del dial (Pulg) (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (mm)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.000"	0.000	0.000"	0.000
1er Día	0.001"	0.025	0.002"	0.051	0.006"	0.127
2do Día	0.001"	0.025	0.004"	0.102	0.006"	0.152
3er Día	0.001"	0.025	0.004"	0.102	0.006"	0.152
4to Día	0.001"	0.025	0.004"	0.102	0.006"	0.152

C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	210.84	70	301.20	2.060
II	0.1	154.69	70	220.99	1.883
III	0.1	62.98	70	89.97	1.704

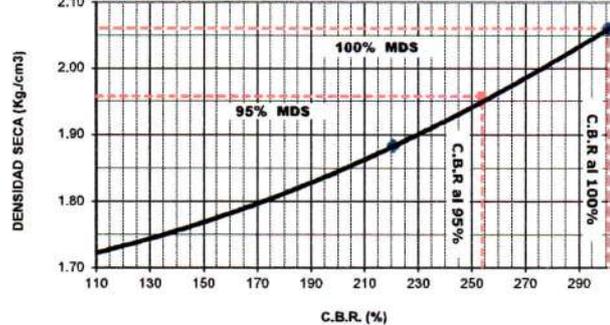
Relación de Humedad - Densidad



M.D.S. al 100% = 2.06 gr./cm³

CURVA: DENSIDAD SECA vs C.B.R.

M-14 (Suelo estabilizado con polímero 3 + 1.5% cemento)



M.D.S. al 95% = 1.96 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Resumen de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0) - Grava arcillosa con arena	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
L.L. (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.060	1.883	1.704
Contenido de Humedad (%)	7.50	7.72	6.90

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	301 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	254 %

d).- Expansión (%)

E=	0.03 mm	0.02%
----	---------	-------



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Ing. Juan C. Quevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO



ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO



Av. La Marina - Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel: 956005163

ENSAYO DE CALIFORNIA BEARING RATIO (C.B.R.) - NTP339.145

INFORME N° : GS - 1

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis

Cantera : Alcamenca (M-15)

0 : Tr - 1

UBICACIÓN Lugar : Cangallo, Alcamenca, Huambo.

Acceso : 1

Distrito : Alcamenca

Prog. : 9+400

Provincia : Víctor Fajardo

Margen : 3 m.

Región : Ayacucho

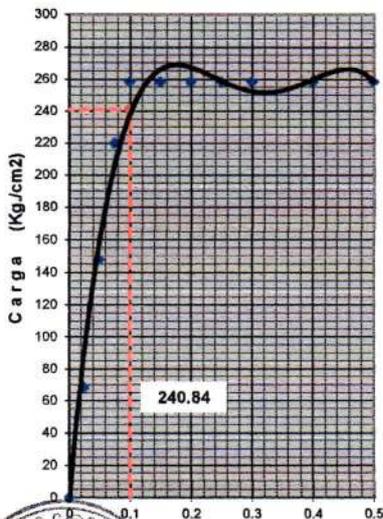
Fecha : Octubre del 2019

DATOS DE ADITIVOS	
MEGASOIL	1 Kg/50 TH
CEMENTO	2.00%

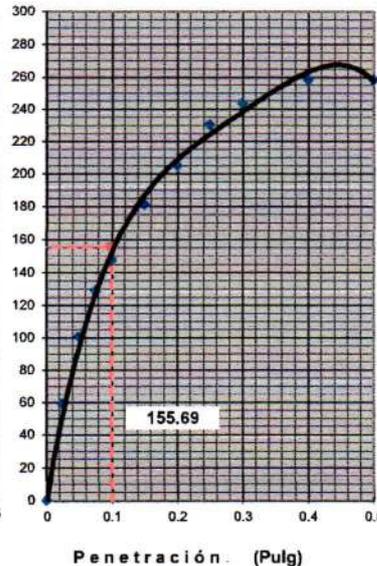
ENSAYO DE COMPACTACIÓN				CONTENIDO DE HUMEDAD				
N°	Prueba N° :	I	II	III	Prueba N° :	I	II	III
1	N° de Molde	MC - 42	MC - 32	MC - 36	N° de tara	147	139	140
2	Volumen del Molde (cm ³)	2123.9	2123.9	2123.9	P. Tara + Suelo Húmedo (gr.)	162.88	116.40	122.96
3	N° de Capas	5	5	5	P. Tara + Suelo Seco (gr.)	144.50	110.46	116.64
4	N° de Golpes por Capa	56	25	10	Peso de tara (gr.)	28.83	28.77	28.62
5	Peso del Molde + Suelo Comp. (gr.)	8840	8490	8332	Peso del Agua (gr.)	8.38	5.94	6.32
6	Peso del Molde (gr.)	4150	4120	4294	Peso Suelo Seco (gr.)	115.67	81.69	88.02
7	Peso Suelo Compacto (gr.)	4690	4370	4038	Contenido de Humedad (%)	7.24	7.27	7.18
8	Densidad Húmeda (gr./cm ³)	2.208	2.057	1.901				
9	Densidad Seca (gr./cm ³)	2.059	1.918	1.774				

PENETRACIÓN DEL DIAL EN MOLDES									
N°	PENETRACIÓN		PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Pulg.	mm.		Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²	Lect. (Kg.)	Kg./cm ²
1	0	0	-	77.00	0.00	58.20	0.00	72.20	0.00
2	0.025	0.635	-	1325.00	68.48	1142.50	59.04	493.30	25.49
3	0.050	1.270	-	2860.00	147.80	1953.40	100.95	745.20	38.51
4	0.075	1.905	-	4250.00	219.64	2498.40	129.12	935.00	48.32
5	0.100	2.540	70	5000.00	258.40	2854.30	147.51	1074.20	55.51
6	0.150	3.810	-	5000.00	258.40	3505.70	181.17	1277.40	66.02
7	0.200	5.080	105	5000.00	258.40	3970.20	205.18	1467.00	75.81
8	0.260	6.350	-	5000.00	258.40	4459.10	230.44	1610.00	83.20
9	0.300	7.620	133	5000.00	258.40	4713.70	243.60	1738.00	89.82
10	0.400	10.160	161	5000.00	258.40	5000.00	258.40	1939.00	100.21
11	0.500	12.700	182	5000.00	258.40	5000.00	258.40	2160.00	111.11

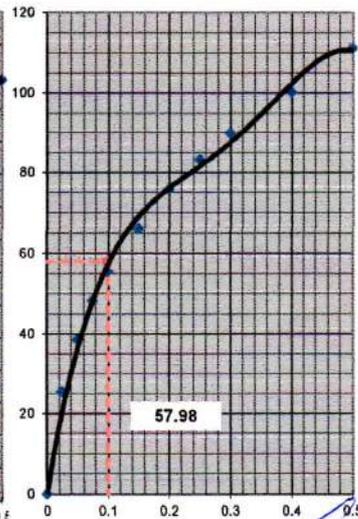
PRUEBA I
Ec= 27.2 Kg.-cm/cm³ (56 golpes/capa)



PRUEBA II
Ec= 12.2 Kg.-cm/cm³ (25 golpes/capa)



PRUEBA III
Ec= 4.90 Kg.-cm/cm³ (10 golpes/capa)



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Suarez
JEFE DE LABORATORIO

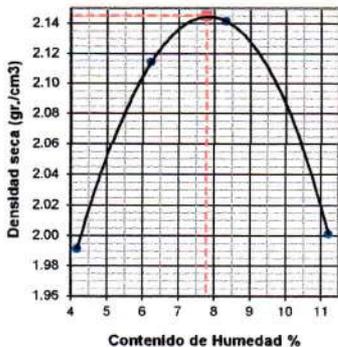


Av. La Marina Mz "C" Lote 29 Urb. Luis Carranza - Ayacucho - Perú - Cel : 956005163

Tiempo (Hrs.)	MEDICIÓN DE LA EXPANSIÓN					
	PRUEBA I (56 golpes/capa)		PRUEBA II (25 golpes/capa)		PRUEBA III (10 golpes/capa)	
	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (%)	Lectura del dial (mm)	Expansión (%)	Lectura del dial (Pulg)	Expansión (%)
INICIO SATURACION	0.000"	0.000	0.000	0.000	0.000"	0.000
1er Día	0.004"	0.102	0.004"	0.102	0.010"	0.222
2do Día	0.007"	0.178	0.005"	0.127	0.010"	0.222
3er Día	0.007"	0.178	0.005"	0.127	0.010"	0.222
4to Día	0.007"	0.178	0.005"	0.127	0.010"	0.222

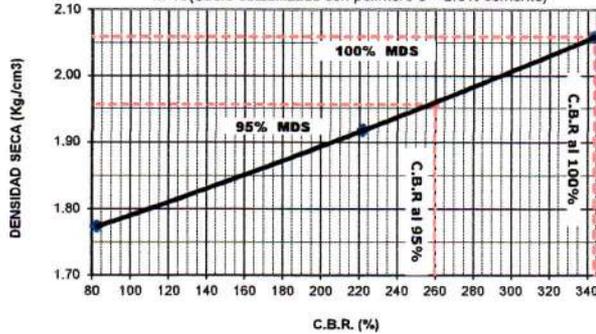
C.B.R. Para 0.1 Pulgada de PENETRACIÓN					
PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	PRESIÓN APLICADA (Kg./cm ²)	PRESIÓN PATRÓN (Kg./cm ²)	C.B.R. (%)	DENSIDAD SECA (gr./cm ³)
I	0.1	240.84	70	344.06	2.059
II	0.1	155.69	70	222.42	1.918
III	0.1	57.98	70	82.83	1.774

Relación de Humedad - Densidad



M.D.S. al 100% = 2.06 gr./cm³

CURVA: DENSIDAD SECA vs C.B.R.
M-15(Suelo estabilizado con polímero 3 + 2.0% cemento)



M.D.S. al 95% = 1.96 gr./cm³

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE C.B.R

a).- Ensayo Preliminar de Análisis Granulométrico y Compactación:

Clasificación SUCS - AASHTO		Resumen de Proctor Modificado ASTM-D1557 (A)-91	
GC	A - 2 - 4(0) - Grava arcillosa con arena	Máxima Densidad Seca (gr./cm ³)	Óptimo Contenido de Humedad (%)
LL (%) =	24	2.15	7.8
I.P. (%) =	7		

b).- Compactación de Moldes:

PRUEBA N°	PRUEBA I (56 golpes/capa)	PRUEBA II (25 golpes/capa)	PRUEBA III (10 golpes/capa)
N° de Capas	5	5	5
Número de golpes/capa	56	25	10
Densidad Seca (gr./cm ³)	2.059	1.918	1.774
Contenido de Humedad (%)	7.24	7.27	7.18

c).- C.B.R.

C.B.R. para el 100% de la M.D.S. =	344 %
C.B.R. para el 95% de la M.D.S. =	260 %

d).- Expación (%)

E=	0.18 mm	0.15%
----	---------	-------





ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTO

Urb. Luis Carranza Mz "C2 Lote 29 - Ayacucho - Perú - Teléfonos: 956005163

Av. Amaldeo Marquez N° 679 Dpto. 803 - Jesus Maria - Lima - Perú



CANTIDAD DE ADITIVO PARA EL PAVIMENTO

INFORME N° gs-03-2022

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO

TRAMO : Emp. PE-32A (Cangallo) – Alcamenca - Huambo

SOLICITANTE : Pantigozo Amao Luis

UBICACIÓN

Distrito : Alcamenca
Provincia : Víctor Fajardo
Región : Ayacucho

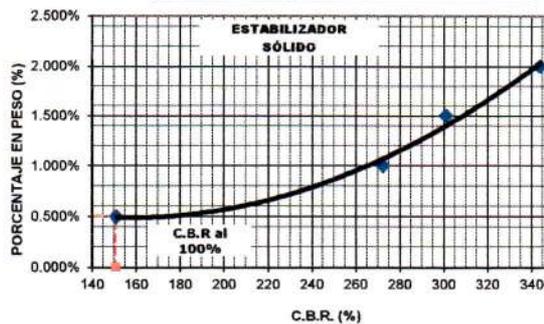
CANTERA : Alcamenca
MUESTRA : M-12,M-13,M-14,M-15
PROG. : 9+400 Acceso 1
FECHA : Octubre del 2019

RESULTADOS DE ENSAYOS CBR

ESTABILIZADOR SÓLIDO 01 + SÓLIDO 02

PRUEBA N°	PENETRACIÓN (Pulg.)	C.B.R. (%)	% ESTABILIZADOR SÓLIDO (% en peso)	% ESTABILIZADOR SÓLIDO (Kg/M3)	EXPANSION
I	0.1	151	0.500%	1 Kg/50 TN	0.07%
II	0.1	273	1.000%	1 Kg/50 TN	0.07%
III	0.1	301	1.500%	1 Kg/50 TN	0.02%
IV	0.1	344	2.000%	1 Kg/50 TN	0.15%

CURVA: C.B.R. vs % PESO EN PESO (cemento).



CBR. al 100% = 151.00 %

ADITIVO	CANTIDAD	CBR al 100%
Estabilizador Megasoil	1 Kg/50 TN	151.00
Cemento Portland Tipo I	0.5%	



ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.
Ing. Juan C. Guevara Sandoval
JEFE DE LABORATORIO

Anexo B

Cotizaciones de los productos
Polimeros.



210013 - CO AGB - GSH Engineers - Luis Pantigozo
Surco, 20 de julio 2021

Señores
GSH Engineers
Presente. –

Atención: **Bach. Luis Pantigozo Amao**

Referencia: Su Solicitud de Cotización para su Proyecto:
“ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. PE-32A (DV. PUENTE CANGALLO) - ALCAMENCA - HUAMBO, EN EL DISTRITO DE ALCAMENCA, PROVINCIA DE VÍCTOR FAJARDO, REGIÓN AYACUCHO”

Estimado Bach. Pantigozo:

Me es grato escribirle, para saludarlo y; hacer de su conocimiento que, en atención a su solicitud de cotización de la referencia, les estamos adjuntando a la presente, lo siguiente:

1. **Anexo-01** - Cotización Nro. **210012** por la venta del polímero, con dos (2) Alternativas. La Alternativa 1 es para la Fabricación de la Base y, la Alternativa 2 es para Sellar la Base.
2. **Anexo-02** - Términos y Condiciones Comerciales.
3. **Anexo-03** - Ficha Técnica de **AggreBind/ AggreBind RM1**.
4. **Anexo-04** - Ficha MDS (Seguridad) de **AggreBind/ AggreBind RM1**.
5. **Anexo-05** - Protocolo de Aplicación en Obra.

Recomendamos aplicar al menos 1 sello como capa de rodamiento, para proteger la base a fabricar, pero aplicar o no aplicar dicho sello, deberá de ser su decisión. También les hacemos saber que, podrían colocar sobre la base fabricada, solo 1” de asfalto en frío como capa de rodamiento ya que, nuestro polímero es compatible con casi todos los materiales de construcción.

Es importante hacer recordarles que, **nuestros polímeros, también les permiten reducir drásticamente, el Costo de Mantenimiento posterior.**

Para saber más de nosotros y de todos los POLIMEROS ECOLOGICOS que comercializamos, les sugerimos ingresar a nuestra website www.ageecovias.net

Cualquier consulta que tuviera, **no dude en comunicarse conmigo al Celular 989-597-428** o también podría escribirme a mi correo personal director@ageecovias.net

Atentamente,

CC.: Archivo


AGE ECOVIAS PERU SAC.
Julio E. Guardia Román
GERENTE GENERAL





ANEXO-01 PROPUESTA ECONOMICA

COTIZACION NRO.	21 0013	CLIENTE / RUC	GSH Engineers			CONTACTOS / TELEFONOS	
Fecha de Emision	22/7/2021	CORREO	luispa2003@gmail.com; luis.pantigozo@unsh.edu.pe			Bach. Luis Pantigozo Amao / 900786098	
PROYECTO	"ESTUDIO DEFINITIVO PARA EL MEJORAMIENTO DEL CAMINO VECINAL EMP. PE-32A (DV. PUENTE CANGALLO) - ALCAMENCA - HUAMBO, EN EL DISTRITO DE ALCAMENCA, PROVINCIA DE VICTOR FAJARDO, REGION AYACUCHO"			JEGR	UBICACIÓN	Ayacucho/ Victor Fajardo/ Alcamenca	
9/3.948	NRO. DE ENVASES ==>						
COTIZACION DEL PROYECTO							
ALTERNATIVA / ETAPA ==>	Alternativa 1	Alternativa 2					
DETALLE ==>	SOLO BASE	SELLAR LA BASE					
OPCIONES ==>							
OBSERVACIONES ==>	L=8,000/ A=4/ E=0.10	L=8,000/ A=4					
TOTAL DE M2 ==>	32,000	32,000					
TIPO DE VENTA Y PRECIO	LOCAL	LOCAL					
DE LA BASE A CONFECCIONAR - Litros por M3							
Producto a usar	AGB-RM1						
Color	White						
PROCEDENCIA	La India						
Plazo de Entrega Maximo (En Semanas)	8						
HAY STOCK A LA FECHA??	N						
Resistencia Aproximada en Toneladas	20						
Profundidad en Metros (E =)	0.10						
TOTAL DE M3	3,200	0	0	0	0	0	0
DOSIS: Litros Por M3 ==>	4.00						
TOTAL DE LITROS REQUERIDOS ==>	12,800	0	0	0	0	0	0
Tipo de Envase a usar	TOTE	TOTE	TOTE	TOTE	TOTE	TOTE	TOTE
Litros x Envase	1,000						
SE REDONDEA AL ENVASE?	S						
Total de Envases	13	0	0	0	0	0	0
TOTAL DE LITROS A VENDER ==>	13,000	0	0	0	0	0	0
P.V. US\$ por Litro	6.27						
% DE DESCUENTO							
P.V. FINAL POR LITRO: US\$	\$6.27	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
P.V. FINAL POR LITRO: S/	S/24.75	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
DEL SELLO O DEL CONTROL DE POLVO A APLICAR - Litros por M2							
Producto a usar		AGB-RM2					
Color		White					
PROCEDENCIA		La India					
Plazo de Entrega (En Semanas)		8					
HAY STOCK A LA FECHA??		N					
SELLO (S) o CONTROL DE POLVO (CP)?		S					
DOSIS: Litros Por M2		0.25					
Numero de veces de la Dosis		1					
TOTAL DE LITROS REQUERIDOS	0	8,000	0	0	0	0	0
Tipo de Envase a usar	TOTE	TOTE	TOTE	TOTE	TOTE	TOTE	TOTE
Litros x Envase	1,000						
SE REDONDEA AL ENVASE?	N	S	S	N	N	S	S
Total de Envases	0	8	0	0	0	0	0
TOTAL DE LITROS A VENDER	0	8,000	0	0	0	0	0
P.V. US\$ por Litro		4.22					
% DE DESCUENTO							
P.V. FINAL US\$ POR LITRO	\$0.00	\$4.22	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
P.V. FINAL POR LITRO: S/	S/0.00	S/16.66	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
DE LA FACTURACION							
Total V.V. para La Base	\$81,510	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Total V.V. para El Sello o Control de Polvo	\$0	\$33,760	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
TOTAL V.V. DE LOS POLIMEROS	\$81,510	\$33,760	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Direccion Tecnica (%)	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Flete Aprox. en S/ ==>							
VALOR DE VENTA TOTAL	\$81,510	\$33,760	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
IGV ==>	18.00%	\$14,672	\$6,077	\$0	\$0	\$0	\$0
TOTAL A FACTURAR	US\$ \$96,182	\$39,837	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
	S/	S/379,727	S/157,276	S/0	S/0	S/0	S/0
Valor de Venta de LOS POLIMEROS + D.T. SIN IGV	Costo x M2 en US\$	\$2.54	\$1.05	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00
	Costo x M2 en S/	S/10.02	S/4.14	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
NOTA IMPORTANTE	Si se cobra la Direccion Tecnica y PREVIA COORDINACION, podriamos asignar un especialista Certificado, por parte o, por todo el tiempo planeado para la Estabilizacion. Si no se cobra la Direccion Tecnica asignamos un especialista Certificado y, la DT se realiza parcialmente en el tramo maximo de 200 mts. de largo por el ancho acordado. Una Prueba de campo solicitada por el cliente, se cotiza por separado.						



ANEXO 5. Cotización del aditivo Megasoil

BITUPER S.A.C.

Bitumenes del Perú S.A.C.
Av Del Pinar 152 Of.1005-Santiago de Surco- Lima 33 - Peru
Telefaxes : (51-1) 372-7601, 372-7605
RUC 20305385795
administracion@bituper.com



Página	01/01	Fiorella Poncce Salazar		CTZ. #	573/2022
Page				De	Ing. Gonzalo Loyola
Fecha	3-May-22	Atte :	Fiorella Poncce	From	
Date		e-mail :	fiorellaponce2001@gmail.com		
Asunto	Cotización de Estabilizador químico para bases de pavimentos				
Subject					

Por medio de la presente nos permitimos cotizarles lo sgte:

Unid.	Producto	Unit.	Total S/.
2.00 (01 galoneras)	kg. Megasoil ®	220.00	440.00
		Sub-Total	440.00
		IGV (18%)	79.20
		Total	519.20

PRESENTACION : GALONERAS DE 2 kg. NETOS (C/U RINDE PARA ESTABILIZAR 100 TON.)

FORMA DE PAGO :DEPOSITO EN CTA. CTE.: BCP 194-1042248-0-56 / BBVA 0378-0100018981

ENTREGA : SEGÚN PROGRAMACION, CONSULTAR LA ENTREGA AL TLF. 971163976

LUGAR DE ENTREGA : SIN FLETE, EN PLANTA LIMA (Carr. Central Km. 14+800), Ate-Vitarte

Les ofrecemos nuestro Laboratorio de Suelos para realizar en forma gratuita las distintas pruebas de Estabilización necesarias para evaluar sus agregados con nuestro producto.

Sin otro particular, quedo de Uds.,

Atentamente,


Ing. Gonzalo Loyola
BITUPER S.A.C.

- Carpetas
- Bandej... 11344
- Correo no ... 12
- Borradores 30
- Elementos en...
- Elementos eli...
- Archivo
- Notas
- autocadç
- Conversation ...
- Fuentes RSS
- garde
- Actualizar a Microsoft 365 con Características de Outlook Premium

X Cerrar | Anterior | Siguiente



I AustlatinPeru PolyCom Información para Tesis



Edgar Montesinos <emaustlatin@LIVE.COM.AU>

Para: Usted

CC: doylith_cj@hotmail.com



Jue 13/10/2022 08:52

- Carta Nº -2021_AP Presentac... 313 KB
- A PolyCom Hoja de Specifica... 2 MB
- Polycom Aumento CBR Differ... 865 KB
- E PolyCom Beneficios Y Cara... 1 MB
- F PolyCom Sellando un Suelo... 480 KB

Mostrar los 7 datos adjuntos (6 MB) Guardar todo en OneDrive Descargar todo

Estimada,
Luis Pantigozo Amao
Tesista

No es grato leer tu interés en conocer más sobre nuestro producto estabilizador de suelos PolyCom. Con mucho gusto te podemos ofrecer toda la información disponible para ser usada con tu tesis.

Te comentamos que el Ing Darko se graduó con honores en la Universidad de Huánuco presentando una tesis con PolyCom; además, hay otros estudiantes de otras Universidades que me pidieron información y también están haciendo su Tesis.

Mientras tanto te estaré mandando información que generalmente enviamos a los posibles clientes y además mayor información técnica.

Lee en particular los últimos correos donde tenemos muy buena información técnica y sobre todo los ensayos que hemos hecho en diferente tipos de suelos.

¿Como esta tu inglés? Porque tengo buena información técnica en ingles que aún no hemos podido traducir.

Si tienes alguna pregunta en particular no dudes en preguntar

El costo de PolyCom, que viene en una presentación de botellas de 2kg cada una, es de S/.3500 soles por botella. Cada botella de 2 kg trata 50m3 de material.

Anexo C

Certificados de calibración –
instrumentos de medicion.

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

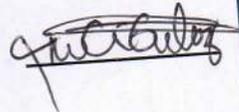
GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	75,03	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	74,32	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	6,29	mm
MALLA No. MESH No.	3"	
SERIE No. SERIAL No.	67927	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,57	µm
FECHA DATE	2019 - 02 - 25	FIRMA SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification

No. C018.03420



AC-P-11-F-02 Rev 0

"Bureau Veritas Certification se encuentra acreditado por ONAC"

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	49,88	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	50,40	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	5,01	mm
MALLA No. MESH No.	2"	
SERIE No. SERIAL No.	65744	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm

FECHA 2018 - 10 - 04
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERITAS
Certification



N° CP/5633 - 2016

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

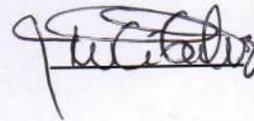
GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	38,49	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	39,19	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,04	mm
MALLA No. MESH No.	1 ½"	
SERIE No. SERIAL No.	68467	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm
FECHA DATE	2019 - 03 - 20	FIRMA SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO 25,04 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 25,49 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 3,55 mm
AVERAGE DIAMETER

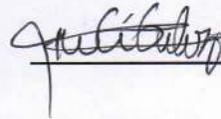
MALLA No. 1"
MESH No.

SERIE No. 68835
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2019-04-04
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification



No. C018.03420

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA

IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO 19,08 mm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 19,25 mm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 2,98 mm
AVERAGE DIAMETER

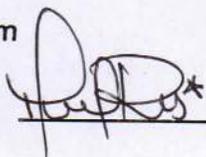
MALLA No. ¾"
MESH No.

SERIE No. 67904
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN ± 10,55 µm
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2019 - 02 - 22
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification

No. CD18.03420



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	12,35	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	12,51	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,56	mm
MALLA No. MESH No.	½"	
SERIE No. SERIAL No.	68763	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm
FECHA DATE	2019 - 04 - 02	FIRMA SIGN

*[Handwritten Signature]**

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

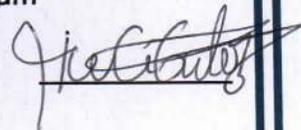
CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	9,51	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	9,69	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,35	mm
MALLA No. MESH No.	3/8"	
SERIE No. SERIAL No.	69526	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA 2019 - 05 - 13
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

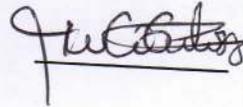
ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,87	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,97	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,43	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No. SERIAL No.	70286	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA
DATE

2019 - 06 - 08

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2017

ABERTURA PROMEDIO 2390,50 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2450,00 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 1006,50 μm
AVERAGE DIAMETER

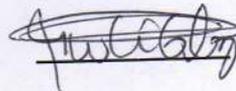
MALLA No. 8
MESH No.

SERIE No. 67521
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 22,58 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2019 - 01 - 30
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification

No. CO18.03420



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO 1945,33 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 2047,52 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 833,87 μm
AVERAGE DIAMETER

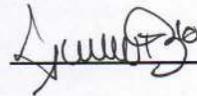
MALLA No. 10
MESH No.

SERIE No. 70042
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 18,46 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2019 - 05 - 31
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification

No. C018.03420



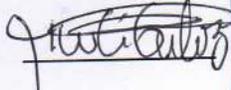
**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	827,01	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	894,78	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	451,90	µm
MALLA No. MESH No.	20	
SERIE No. SERIAL No.	68982	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,67	µm
FECHA DATE	2019 - 04 - 11	FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification



No. C018.03420

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO 598,07 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 616,67 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 382,60 μm
AVERAGE DIAMETER

MALLA No. 30
MESH No.

SERIE No. 69189
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 5,56 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2019 - 04 - 23
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification

No. C018.03420



**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO 422,80 μm
AVERAGE APERTURE

ABERTURA MÁXIMA 439,93 μm
MAXIMUM APERTURE

DIÁMETRO PROMEDIO 269,95 μm
AVERAGE DIAMETER

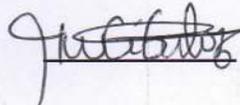
MALLA No. 40
MESH No.

SERIE No. 69638
SERIAL No.

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN $\pm 4,95 \mu\text{m}$
UNCERTAINTY OF MEASUREMENT

FECHA 2019 - 05 - 16
DATE

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification



No. CD18.03426

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR LTDA**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E 11:2015

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	252,78	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	258,61	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	164,75	µm
MALLA No. MESH No.	60	
SERIE No. SERIAL No.	64836	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 3,90	µm
FECHA DATE	2018 - 08 - 01	FIRMA SIGN <i>Ledy Lopez</i>

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR LTDA
TELS: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 15
BUREAU VERIT
Certification
N° CP:5633 - 2016



AC-P-11-F-01 Rev4

**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

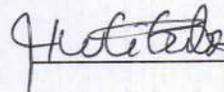
ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	146,12	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	155,09	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	102,15	µm
MALLA No. MESH No.	100	
SERIE No. SERIAL No.	69797	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 2,51	µm

FECHA
DATE

2019 - 05 - 25

FIRMA
SIGN



ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



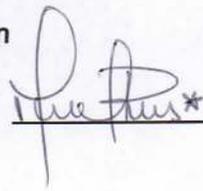
**TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED**

GRAN  TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	74,50	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	78,53	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	51,26	µm
MALLA No. MESH No.	200	
SERIE No. SERIAL No.	70048	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,69	µm
FECHA DATE	2019 - 05 - 31	FIRMA SIGN 

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA



AC-P-11-F-02 Rev 0

Bureau Veritas Certification se encuentra acreditado por ONAC



Certificado de Calibración - Laboratorio de Masa y Balanzas

Calibration Certificate - Mass and Weighing Instruments Laboratory

M -141

Page / Pág 1 de 4

Equipo <i>Instrument</i>	INSTRUMENTO DE PESAJE NO AUTOMÁTICO	<p>Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados solo corresponden al ítem que se relaciona en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.</p> <p>Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.</p> <p><i>The results issued in this certificate relates to the time and conditions under which the measurements. These results correspond to the item that relates on page number one. The laboratory, which will not be liable for any damages that may arise from the improper use of the instruments and/or the information provided by the costumer.</i></p> <p><i>This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).</i></p> <p><i>The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.</i></p>
Fabricante <i>Manufacturer</i>	OHAUS	
Modelo <i>Model</i>	R31P30	
Número de Serie <i>Serial Number</i>	8339450124	
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA	
Carga Máxima <i>Maximum load</i>	30000 g	
Solicitante <i>Customer</i>	ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.	
Dirección <i>Address</i>	AV. JOSE ARNALDO MARQUEZ NRO. 679 DPTO. 803 RES. NO (FRENTE AL HOSPITAL DEL NIÑO) LIMA - LIMA - JESUS MARIA	
Ciudad <i>City</i>	LIMA	
Fecha de Calibración <i>Date of calibration</i>	2019 - 05 - 25	
Fecha de Emisión <i>Date of issue</i>	2019 - 05 - 25	
Número de páginas del certificado, incluyendo anexos <i>Number of pages of the certificate and documents attached</i>	04	

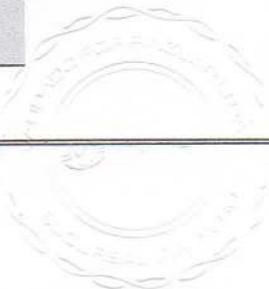
Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas

Authorized signatures

Henry Julio León Masgo
Metrólogo Laboratorio de Metrología





DATOS TECNICOS

Método Empleado	Comparación Directa	
Intervalo Calibrado	0 g a 30000 g	
División de Escala	1 g	
Resolución	1 g	
Número de Serie	8339450124	
Identificación Interna	NO INDICA	
Instrumentos de Referencia		
Tipo / Modelo	Cilindricas	Laminas
Marca	PINZUAR LTDA	PINZUAR LTDA
Código interno	011101	011121
Clase de exactitud	F1	F1
Certificado No.	M-1917 Unión Metroológica / M-5717 Pinzuar Ltda.	M-2674 Unión Metroológica
Documento(s) de Referencia	Guía SIM MWG7/gc-01/V.00:2009 Guía para la calibración de los instrumentos para pesar de funcionamiento no automático.	
Procedimiento Interno Número	LM - PC - 24	

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Se realizaron las Pruebas para los errores de las indicaciones, repetibilidad, excentricidad. Siguiendo los lineamientos de la Guía SIM - 2009, Números 4,5,6,7 Apéndice A,B,C,D,E,F obteniendo los resultados a continuación:

RESULTADOS ENSAYO DE EXACTITUD

Carga	Indicación Ascendente	Error	Indicación Descendente	Error	Incertidumbre expandida
g	g	g	g	g	± g
50	50	0,00	50	0,00	0,67
500	500	0,00	500	0,00	0,67
1 000	1 000	0,00	1 000	0,00	0,68
2 000	2 000	0,00	2 000	0,00	0,68
5 000	5 000	0,00	5 000	0,00	0,87
10 000	10 000	0,0	10 000	0,0	1,0
15 000	15 000	0,0	15 000	0,0	1,2
20 000	20 000	0,0	20 000	0,0	1,4
25 000	25 000	0,0	25 000	0,0	1,7
30 000	30 000	0,0	30 000	0,0	1,9

Tabla 1. Resultados prueba de exactitud

LM-PC-24-F-01 Rev. 2.0





RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

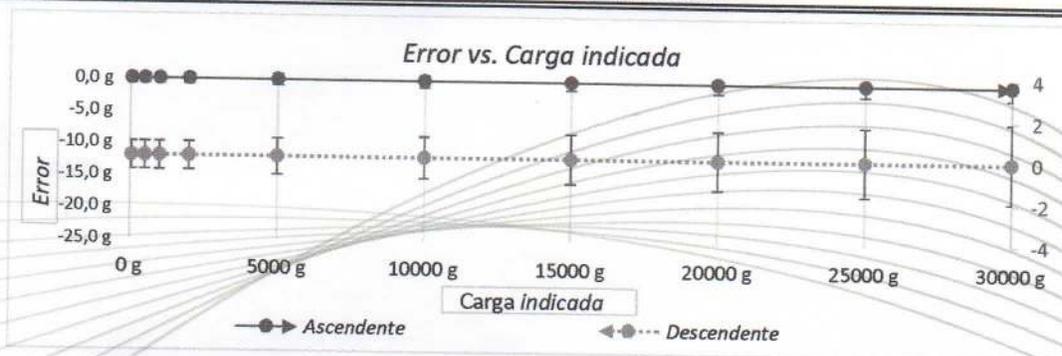


Figura 1. Gráfica de Error vs. Carga indicada

EXCENTRICIDAD

Carga 10000 g Posición	Indicación g	Desviación g
1	10 000	0
2	10 000	0
3	9 999	-1
4	10 000	0
5	10 001	1

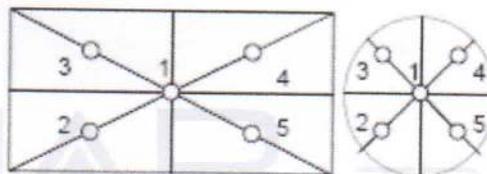


Figura 2. Posiciones de carga para la prueba de excentricidad

Tabla 2. Resultados prueba de excentricidad

REPETIBILIDAD

Carga	15000 g	30000 g
Repeticiones	Indicación	Indicación
1	15 000	30 000
2	15 000	30 000
3	15 000	30 000
4	15 000	30 000
5	15 000	30 000
6	15 000	30 000
7	15 000	30 000
8	15 000	30 000
9	15 000	30 000
10	15 000	30 000
Desviación Estandar	0,00 g	0,00 g

Tabla 3. Resultados prueba de Repetibilidad

LM-PC-24-F-01 Rev. 2.0





CONDICIONES AMBIENTALES

El lugar de la calibración fue NO INDICA. Durante la calibración se registraron las siguientes condiciones ambientales:

Temperatura Máxima:	20,2 °C	Temperatura Mínima:	19,0 °C
Humedad Máxima:	63 %HR	Humedad Mínima:	63 %HR
Presión Barométrica Máxima:	1005,0 hPa	Presión Barométrica Mínima:	1005,0 hPa

INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

La incertidumbre expandida declarada en la tabla de resultados de la página dos se calculo con un $k=2$. Todo lo anterior basados con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections.

OBSERVACIONES

1. Se usa la coma como separador decimal
2. Se adjunta la estampilla de calibración No. **M -141**

Fin del Certificado

LM-PC-24-F-01 Rev. 2.0



**CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 012-18 DCC**

SOLICITANTE : ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

TITULO : Calibración de Sistema Digital

Celda de Carga

Marca : Aep transducer Tipo ...: S

Serie : 310386

Capacidad : 5.0 TN

Pantalla MCC

Modelo : SAFIR

FECHA : Huachipa, 01 de Agosto del 2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


.....
Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 56551


.....
ALIDA GUEVARA SUÁREZ
Ing. CIVIL CIP N° 80660
JEFE DE PROYECTO


.....

César A. Guevara Suárez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138954

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 012-18 DCC

INFORMACION DEL EQUIPO

1.- GENERALIDADES

A solicitud de ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C. se procedió a verificar el comportamiento del Sistema Digital. La verificación se realizó en Lima - el 01 de Agosto del 2018

2.- DEL SISTEMA A CALIBRAR

Celda de Carga

Tipo : S
Marca : AEP TRANSDUCER
Serie : 310386
Capacidad : 5.0 TN

Pantalla

Marca : MCC
Modelo : SAFIR

3.- DEL SISTEMA DE CALIBRACIÓN

Dispositivo : Celda de Carga
Fabricante : AEP TRANSDUCER
Tipo : C2S
Serie N° : 205775
Carga Nominal : 10 TN
Modalidad : Compresión
Indicador : Digital AEP Transducer
Modelo : MP10.
N° Serie : 6181-2006-06

Calibración realizado en el Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica. – Expediente ...: INF-LE 0117-18B

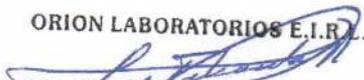
4.- PROCEDIMIENTO

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron tres series de carga al Anillo mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

5.- RESULTADOS

En la Tabla N° 1 se muestran las tres series de carga y la serie promedio correspondiente.

En el Gráfico N°1 se muestra la curva de regresión y la ecuación de ajuste correspondientes a la presente calibración.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 58521


ALIDA GUEVARA SUÁREZ
Ing. CIVIL CIP N° 80660
JEFE DE PROYECTO


César A. Guevara Suárez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138954

CERTIFICADO DE CALIBRACION N° 012-18 DCC

TABLA N° 1

CALIBRACION DE SISTEMA DIGITAL
Celda "S" AEP TRANSDUCER 5.0 TN N/S 310386

Sistema Digital	SERIES DE VERIFICACION (KG)				PROMEDIO CORREGIDO "B" KG	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1)	SERIE (2)	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
"A" KG							
250	252.0	251.2	0.80	0.48	251.60	0.64	0.22
500	503.5	504.0	0.70	0.80	503.75	0.75	0.07
750	755.0	755.0	0.67	0.67	755.00	0.67	0.00
1,000	1,004.5	1,006.5	0.45	0.65	1,005.50	0.55	0.14
1,250	1,258.0	1,257.5	0.64	0.60	1,257.75	0.62	0.03
1,500	1,507.0	1,509.0	0.47	0.60	1,508.00	0.53	0.09
1,750	1,753.0	1,755.5	0.17	0.31	1,754.25	0.24	0.10
2,000	2,009.0	2,006.5	0.45	0.33	2,007.75	0.39	0.09
2,250	2,255.0	2,254.2	0.22	0.19	2,254.60	0.20	0.03
2,500	2,507.0	2,506.0	0.28	0.24	2,506.50	0.26	0.03
3,000	3,006.0	3,007.5	0.20	0.25	3,006.75	0.23	0.04
3,500	3,508.0	3,506.5	0.23	0.19	3,507.25	0.21	0.08
4,000	4,008.5	4,007.5	0.21	0.19	4,008.00	0.20	0.08

ABDOLAJE SUÁREZ
 Ing. CIVIL CIP N° 50660
 JEFE DE PROYECTO

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $y = 1.0011x + 3.8927$

Donde:
 X : Lectura de la pantalla
 Y : fuerza promedio (KG)

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.
 Ing. Leis Taboada Piciactos
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP: 56531


 César A. Guabara Suárez
 INGENIERO CIVIL
 CIP: N° 138954

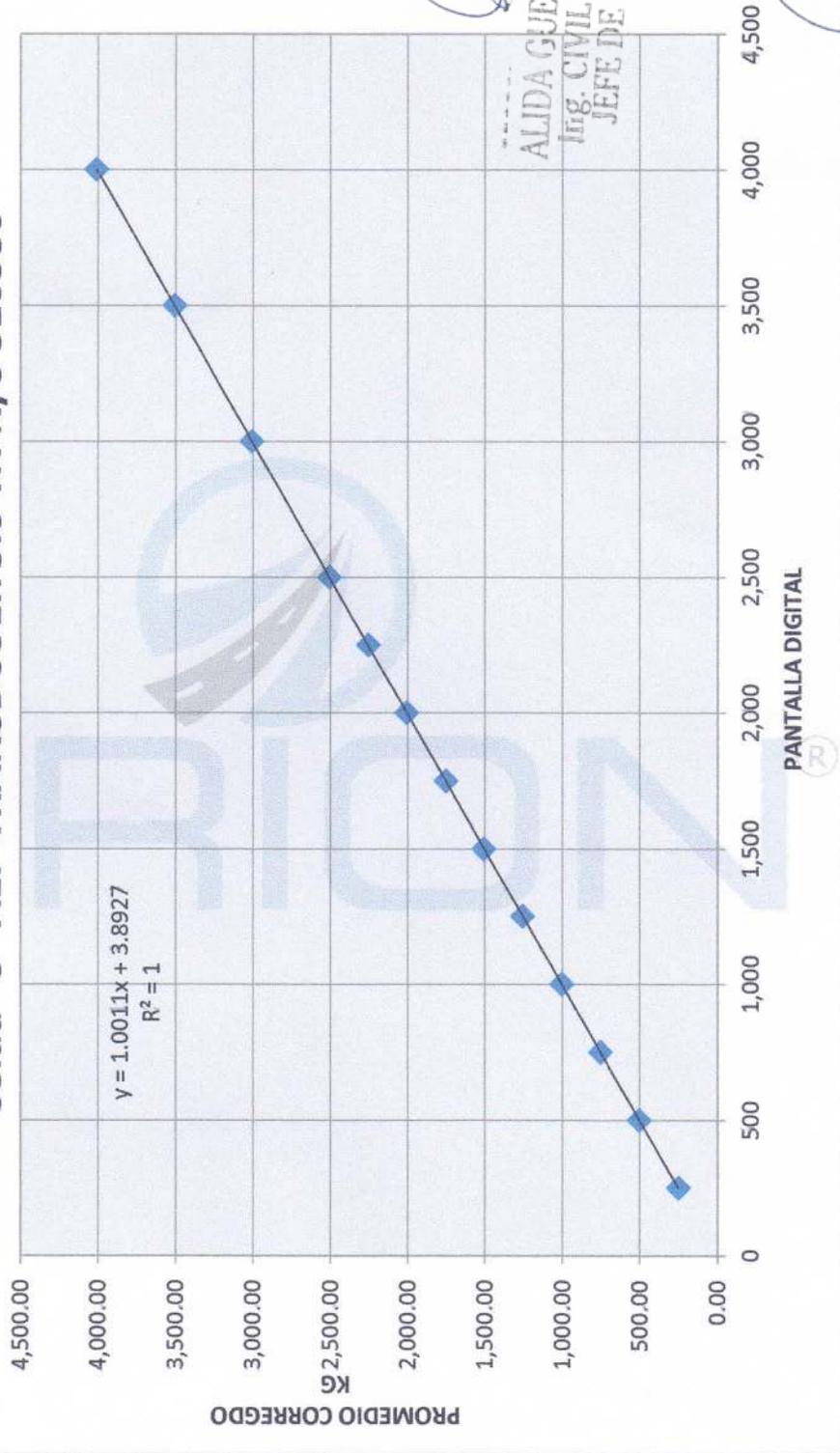
INFORME N° 012-18 DCC

GRAFICO N° 1 CALIBRACION DE SIST. DIGITAL Pantalla Digital SAFIR

Celda "S" AEP TRANSDUCUER 5.0 TN N/S 310386

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Pclacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 58551



ALIDA GUEVARA SUÁREZ
Ing. CIVIL CIP N° 80660
JEFE DE PROYECTO

César A. Guayana Suárez
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 138954

CERTIFICADO DE CALIBRACION
N° 060-18 HL

ORION LABORATORIOS	
EIRL	
Telf. 01371-0531	
CALIBRADO	
INFORME DE CALIBRACIÓN	
N°: 060-18 HL	
VENCE	
ENE	JUL
FEB	AGO
MAR	SET
ABR	OCT
■	NOV
JUN	DIC
2019	

CALIBRACIÓN DE HORNO DE LABORATORIO**SOLICITANTE: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.****EQUIPO:**

Marca : ORION
Capacidad : 85 Lts
SERIE : 16050307
Tipo de Ventilación : Natural
Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

FECHA : Huachipa, 10 de Noviembre del 2018

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.


Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
CIP. 68881

1. **CLIENTE** ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Dirección La Calibración se efectuó en Lima.

2. **EQUIPO** : **Horno de Laboratorio.**

Marca : ORION
 Capacidad : 85 Lts
 Procedencia : Lima
 Tipo de Ventilación : Natural
 Punto de Operación : 110 °C +/- 5 °C

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 54891

2.1 **INDICADOR** : **AUTONICS**

Alcance : 0°C a 400°C
 División de escala : 0.1 °C

2.2 **SENSOR** : **TERMOCUPLA TIPO "J"**

Alcance : 0°C a 400°C
 División de escala : 0.1 °C

3. **METODO DE CALIBRACIÓN.**

- SNM – PC-007 – Procedimiento de Calibración de Estufas e Incubadoras. INACAL.

4. **PATRÓN DE CALIBRACIÓN.**

- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12180. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T"
- Calibrador de Temperatura: Marca MMC, Mod. SESAME, N/S 12020. (5 sensores) con termocuplas Tipo "T".
- Patrón de calibración: Marca AA PRECISION, N/S TTV-001
- Informe de calibración de INACAL LT-131-2018

5. **RESULTADOS**

5.1 **CONDICIONES AMBIENTALES.**

- Temperatura : 22.2 °C
- Humedad Relativa : 75 %
- Presión Atmosférica : 985 hPa.

5.2 **INSPECCION VISUAL.**

- El equipo se encuentra en buen estado de conservación.

5.3 **CONTROL DE DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURA.**

- En función del tamaño de la cámara del equipo se han instalado 10 sensores (Termocuplas) distribuidos de acuerdo a los esquemas indicados en las Páginas siguientes.
- Los valores de temperatura expresados en el ensayo corresponden a los valores alcanzados luego de haber estabilizado la temperatura dentro de la cámara. Los datos de los ensayos ejecutados, así como las curvas correspondientes a los 10 sensores utilizados, se detallan en las páginas siguientes.

6. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

- Antes de utilizar este equipo, verificar que los resultados del presente certificados, correspondan con los requisitos establecidos en los ensayos a ejecutar.
- La frecuencia de las calibraciones está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo.

ENSAYOS:

1. Control de la distribución de la temperatura:

Ensayo para un valor esperado de: 110 °C

Tiempo (hh:mm)	Pirómetro °C	INDICACIONES CORREGIDAS DE CADA TERMOCUPLA ° C										T° Prom. °C	Tmax - Tmin °C
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00:00	110	110.0	110.1	110.0	109.5	110.5	110.4	110.9	109.9	111.2	108.5	110.1	2.7
00:02	110	110.2	110.3	110.4	109.4	110.1	110.3	111.0	109.9	111.0	108.6	110.1	2.4
00:04	110	110.4	110.5	110.2	109.5	110.9	109.6	111.1	109.1	110.3	107.9	110.0	3.2
00:06	110	110.0	110.1	110.1	109.7	111.4	110.2	111.1	109.2	110.0	107.6	109.9	3.8
00:08	110	110.1	110.2	109.8	109.7	109.9	110.2	111.2	108.7	110.2	107.8	109.8	3.4
00:10	110	109.9	110.0	110.2	109.8	110.1	110.1	110.0	108.6	109.8	108.5	109.7	1.7
00:12	110	110.2	110.3	109.8	110.0	111.1	110.3	109.6	108.9	109.4	108.6	109.8	2.5
00:14	110	110.1	110.2	109.6	109.9	109.9	110.5	109.7	108.9	109.3	108.8	109.7	1.7
00:16	110	110.0	110.1	109.7	109.9	109.8	110.2	110.1	108.9	109.6	109.0	109.7	1.3
00:18	110	110.0	110.1	110.1	110.1	110.0	110.3	110.6	109.2	109.8	109.1	109.9	1.5
00:20	110	110.2	110.3	110.3	109.9	110.1	110.5	110.5	109.0	110.1	108.8	110.0	1.7
00:22	110	110.4	110.5	110.0	109.8	110.2	110.3	110.4	109.0	110.0	108.8	109.9	1.7
00:24	110	110.1	110.2	110.4	110.0	110.0	110.2	110.7	108.9	110.3	108.8	110.0	1.9
00:26	110	110.1	110.2	110.2	110.0	110.3	110.1	110.0	108.9	110.5	108.7	109.9	1.8
00:28	110	110.0	110.1	110.1	109.5	109.9	110.4	109.9	108.7	110.1	108.8	109.8	1.7
00:30	110	110.3	110.4	109.8	109.3	109.8	110.2	109.6	108.8	109.7	108.6	109.7	1.8
00:32	110	110.1	110.2	109.5	109.4	110.0	110.1	109.5	108.7	109.4	108.7	109.6	1.5
00:34	110	110.0	110.1	109.2	109.6	110.4	110.2	109.4	108.9	109.2	108.7	109.6	1.7
00:36	110	110.1	110.2	109.3	109.6	109.9	110.0	109.5	108.9	109.2	108.8	109.6	1.4
00:38	110	110.4	110.5	109.4	109.7	109.8	110.3	109.8	108.9	109.3	108.8	109.7	1.7
00:40	110	110.1	110.2	109.2	109.6	110.0	110.2	109.9	109.2	109.8	108.8	109.7	1.4
00:42	110	110.2	110.3	109.5	109.7	110.2	110.3	110.0	108.8	110.0	109.0	109.8	1.5
00:44	110	110.4	110.5	109.9	109.5	109.9	110.3	110.0	108.7	110.1	108.9	109.8	1.8
00:46	110	110.0	110.1	110.1	109.4	109.7	110.5	110.3	108.8	111.2	108.9	109.9	2.4
00:48	110	110.3	110.4	110.2	109.9	109.8	110.4	110.2	108.8	110.0	109.1	109.9	1.6
00:50	110	110.1	110.2	110.0	110.0	109.8	110.3	110.1	109.3	110.0	109.1	109.9	1.2
T. PROM.	110.0	110.1	110.2	109.9	109.7	110.1	110.2	110.2	109.0	110.0	108.7	109.8	
T. MAX.	110.0	110.4	110.5	110.4	110.1	111.4	110.5	111.2	109.9	111.2	109.1		
T. MIN.	110.0	109.9	110.0	109.2	109.3	109.7	109.6	109.4	108.6	109.2	107.6		

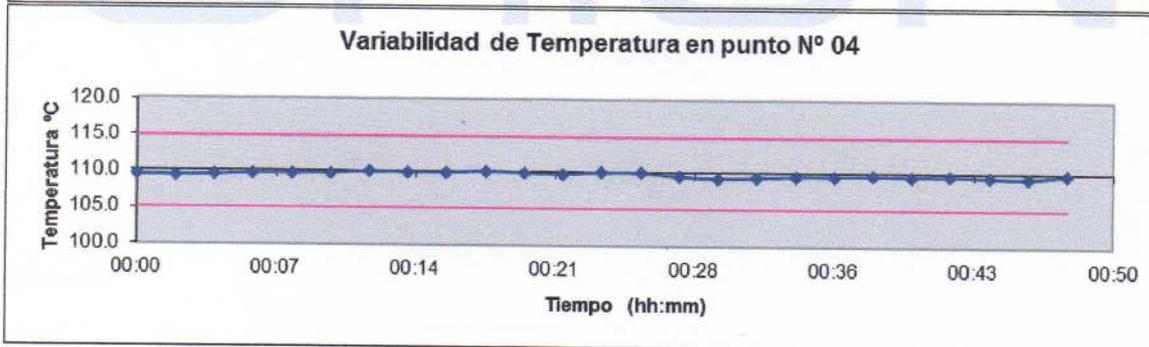
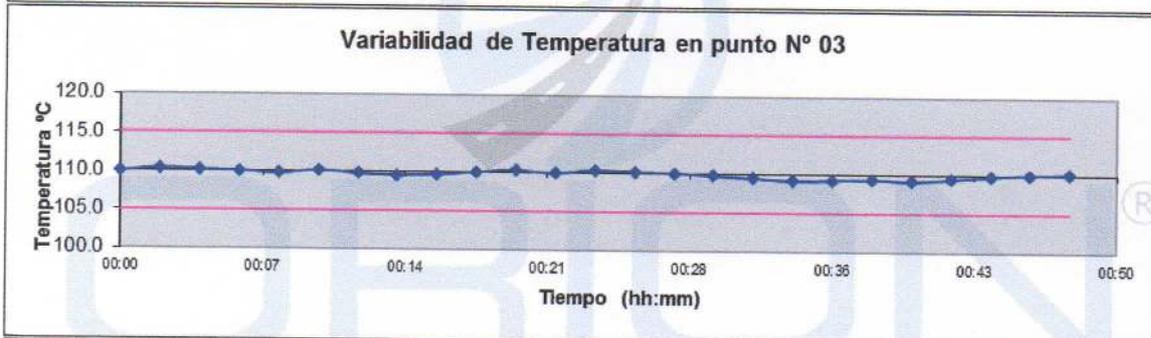
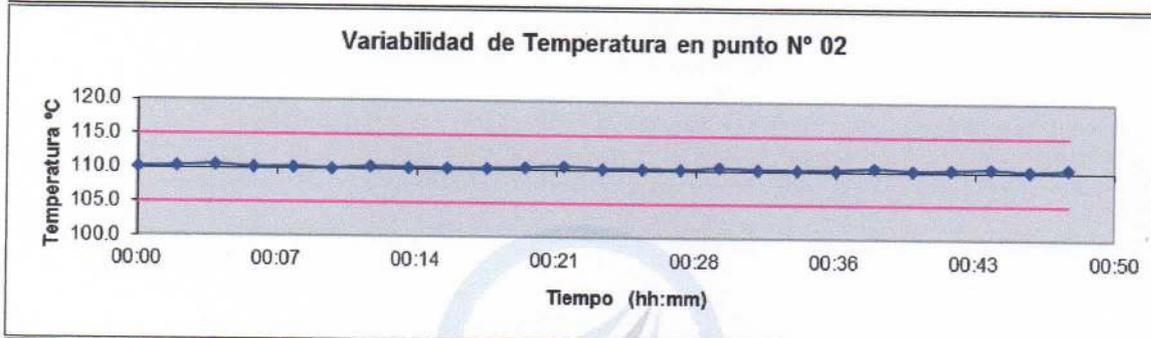
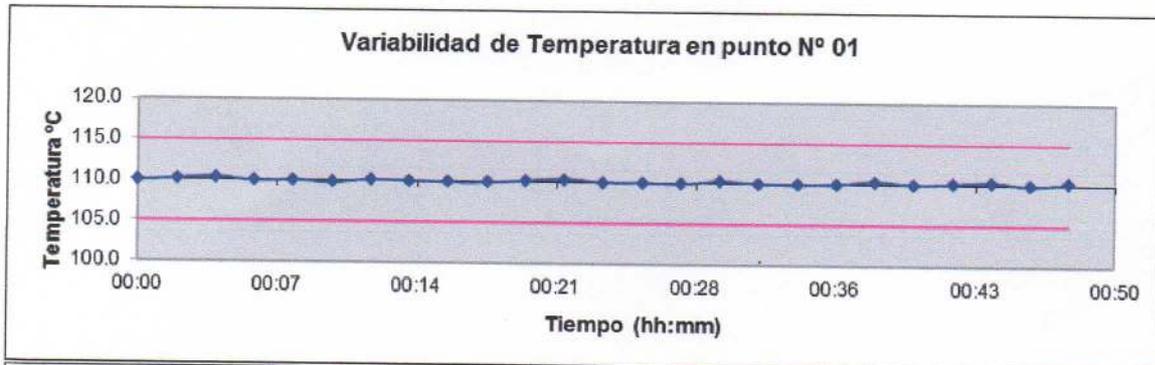
NOMENCLATURA:

- T .Prom. Promedio de indicaciones corregidas de los termopares para un instante de tiempo.
- Tmax – Tmin Diferencia entre máxima y mínima temperatura para un instante de tiempo.
- T. PROM Promedio de indicaciones corregidas para a cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MAX La Máxima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.
- T. MIN La Mínima de las indicaciones para cada termocupla durante el tiempo total.

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56931

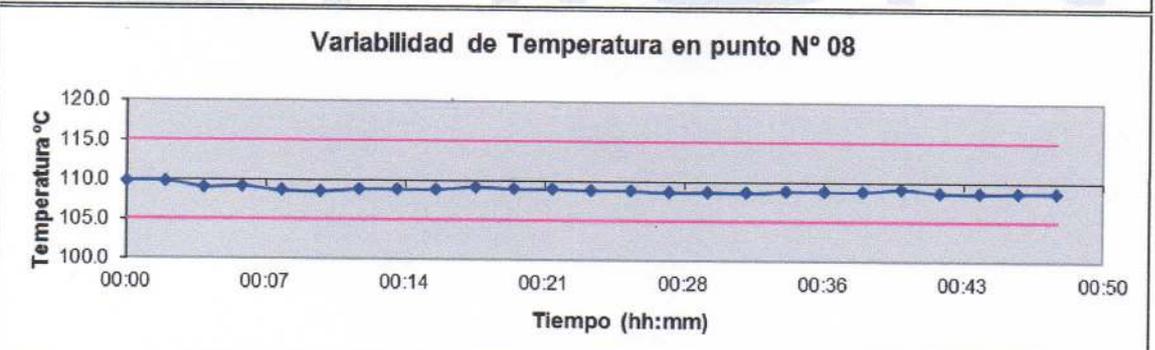
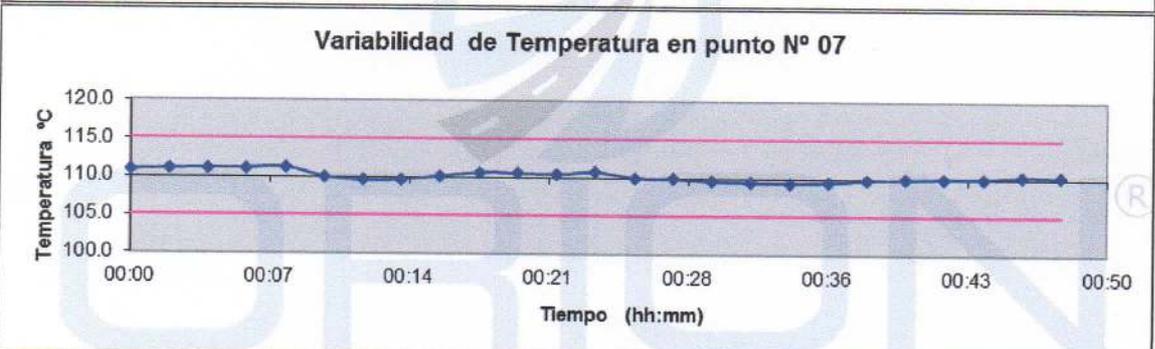
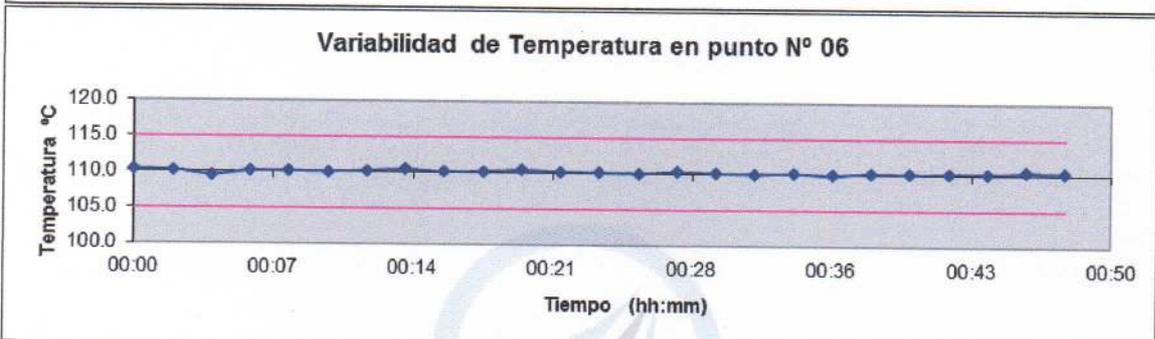
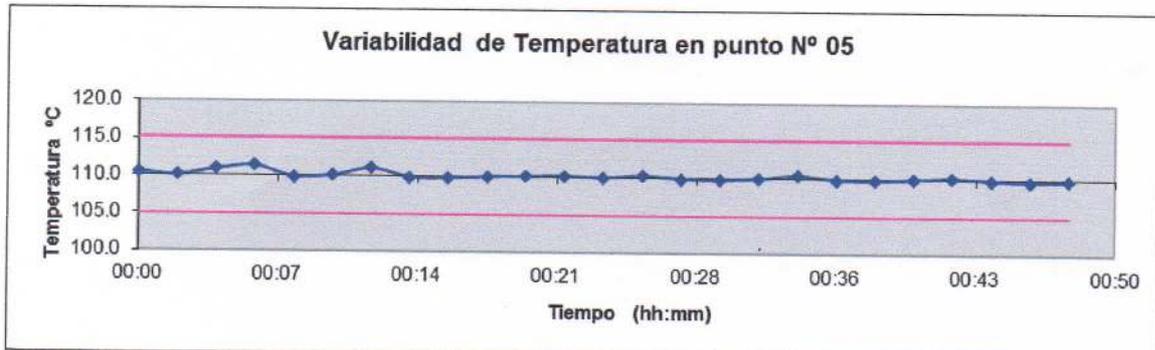
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada
Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 84881

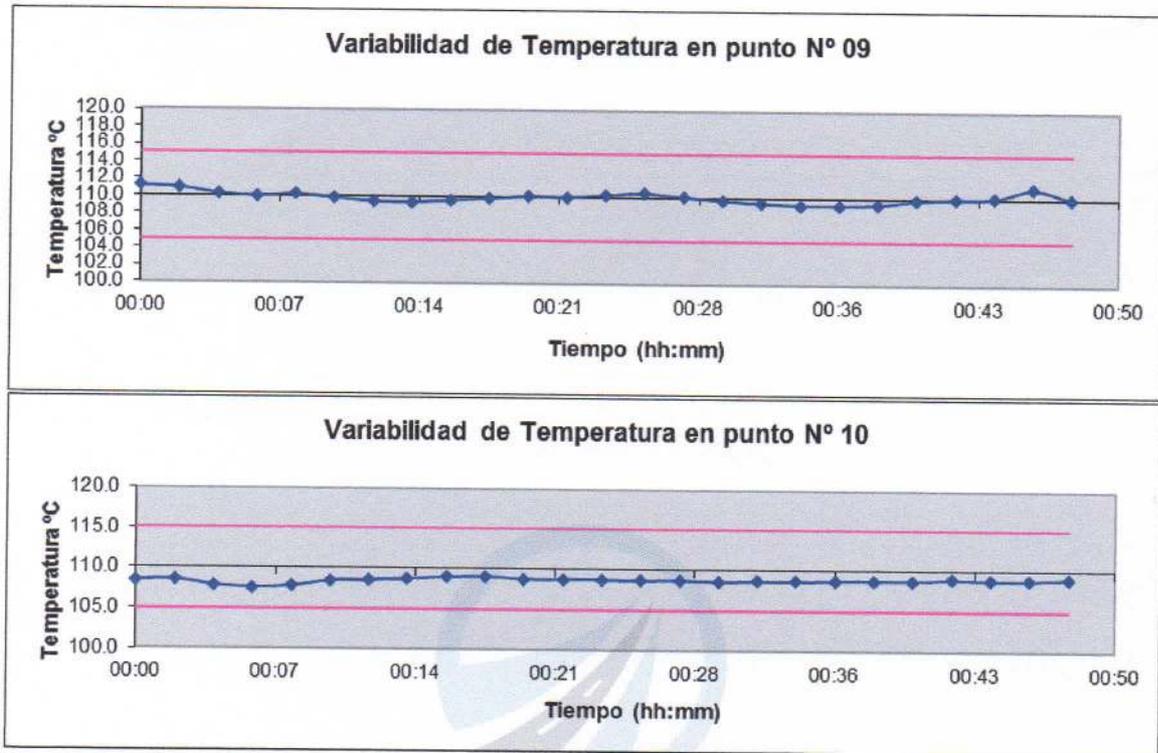
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
 INGENIERO DE LABORATORIO
 CIP. 36991

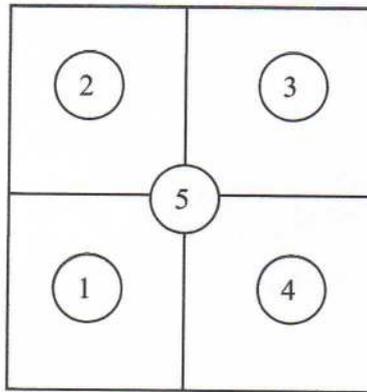
GRAFICOS DE VARIABILIDAD DE TEMPERATURA PARA 110 °C



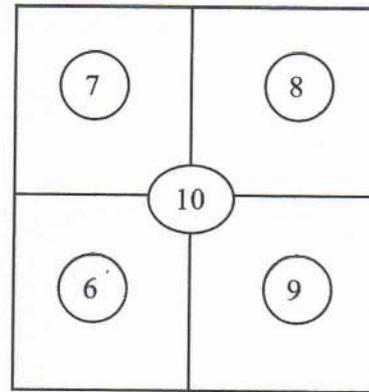
ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 96991

DISTRIBUCIÓN DE LA TEMPERATURA EN EL ESPACIO PARA 110 °C

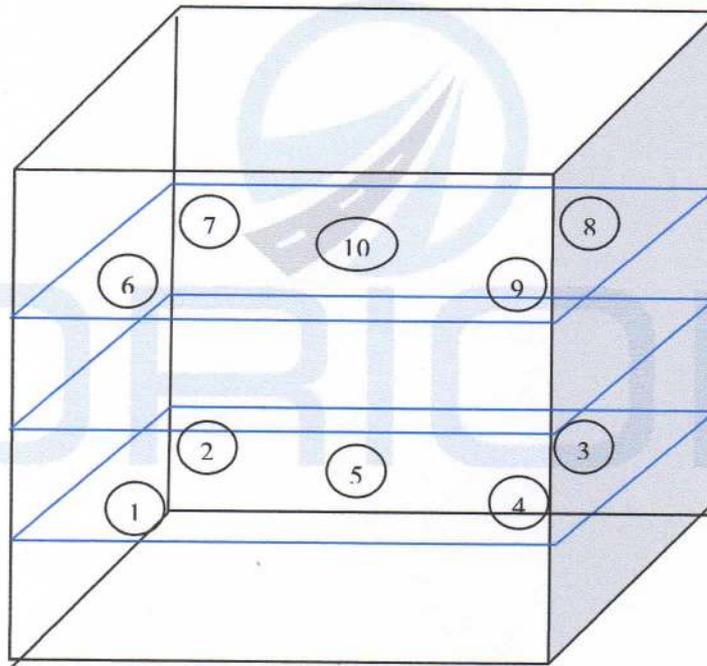


NIVEL INFERIOR



NIVEL SUPERIOR

GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN DE SENSORES DE TEMPERATURA



PANEL FRONTAL DEL EQUIPO

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Luis Taboada Palacios
Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 CIP. 56551

PINZUAR LTDA. SUCURSAL DEL PERÚ
 peru.laboratorio@pinzuar.com.co
 Telf. 5621263
CALIBRADO
 Certificado : F-135
 Fecha : 2019-05-07
 Firma : *[Signature]*

Certificado de Calibración - Laboratorio de Metrología de Fuerza
 Calibration Certificate - Force Metrology Laboratory

F-135

Equipo <i>Instrument</i>	MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DIGITAL PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR - 50 kN
Fabricante <i>Manufacturer</i>	PINZUAR
Modelo <i>Model</i>	PS-25
Número de Serie <i>Serial Number</i>	328
Identificación Interna <i>Internal Identification</i>	NO INDICA
Intervalo de Medición <i>Measurement Range</i>	Del 10 % al 100 %
Solicitante <i>Customer</i>	ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.
Dirección <i>Address</i>	AV. JOSE ARNALDO MARQUEZ NRO. 679 DPTO. 803 RES. NO (FRENTE AL HOSPITAL DEL NIÑO) LIMA - LIMA - JESUS MARIA
Ciudad <i>City</i>	LIMA
Fecha de Recepción <i>Date of Receipt</i>	2019 - 05 - 07
Fecha de Calibración <i>Date of Calibration</i>	2019 - 05 - 07
Fecha de Emisión <i>Date of Issue</i>	2019 - 05 - 07

Los resultados emitidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. Dichos resultados corresponden al ítem realacionado en esta página. El laboratorio que lo emite no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado de los instrumentos y/o de la información suministrada por el solicitante.

Este certificado de calibración documenta y asegura la trazabilidad a patrones nacionales e internacionales, que reproducen las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

El usuario es responsable de la calibración de los instrumentos en apropiados intervalos de tiempo.

The results issued in this certificate refer to the moment and conditions in which the measurements were made. These results only relate to the item mentioned on page number one. The laboratory that issues it is not responsible for the damages that may result from the improper use of the instruments and/or the information provided by the costumer.

This calibration certificate documents and ensures the traceability to national and international standards, which realize the units of measurement according to the International System of Units (SI).

The user is responsible for recalibrating the measuring instruments at appropriate time intervals.

Número de páginas del certificado, incluyendo anexos
Number of pages of the certificate and documents attached 04

Sin la aprobación del Laboratorio de Metrología Pinzuar Ltda. no se puede reproducir el informe, excepto cuando se reproduce en su totalidad, ya que proporciona la seguridad que las partes del certificado no se sacan de contexto. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.

Without the approval of the Pinzuar Metrology Laboratory, the report can not be reproduced, except when it is reproduced in its entirety, since it provides the security that the parts of the certificate are not taken out of context. Unsigned calibration certificates are not valid.

Firmas Autorizadas
Authorized signatures

[Signature]
Henry Julio León Masgo .
 Metrólogo Laboratorio de Metrología

[Signature]
Jhon Quinte Huiza
 Técnico Laboratorio de Metrología



DATOS TÉCNICOS

Tipo de equipo: MÁQUINA SEMIAUTOMÁTICA DIGITAL PARA ENSAYOS MARSHALL Y CBR
Capacidad: 50 kN **Dirección de carga:** COMPRESIÓN
Documento de Referencia: NTC-ISO 7500-1 (2007-07-25)
Ubicación: NO INDICA

MÉTODO DE CALIBRACIÓN

La calibración del instrumento fue efectuada según las disposiciones de NTC-ISO 7500-1 (2007-07-25), bajo el método de Comparación Directa, Fuerza Indicada Constante. Y en cumplimiento con lo dispuesto en la Revisión 14 del Procedimiento Interno LM-PC-05.

PATRONES EMPLEADOS DURANTE LA CALIBRACIÓN

Equipo	CELDA DE CARGA	---	---	TERMO - HIGRÓMETRO	BARÓMETRO
	50 kN	---	---		
Fabricante	FORCE	---	---		
	TRANSDUCER	---	---		
Tipo / Modelo	ZZB / PI-200	---	---		
Serie	605 / 001	---	---		
Código Interno	017415	---	---		
Intervalo de Medición	50,000 kN	---	---		
Clase	1	---	---		
Certificado	3771	---	---	MET-LT-CC 22108 / MET-LH-CC 11489	CERT-16-EMP-1293-2967
Organismo Cert.	INM	---	---	METROLABOR	CDT de GAS
Fecha de Validez	2020-12-18	---	---	2019-11-02	2018-12-20
Incertidumbre	0,161	---	---	-----	
CMC	0,09 % ***	---	---	No Aplica	No Aplica

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Posición del Patrón			0 °	120 °	120 °	240 °	0 °
INDICACIÓN			Serie 1	Serie 2	Serie 2'	Serie 3	Serie 4
Mq.	x	Pt.	Ascendente	Ascendente	Descendente	Ascendente	Acc. Ascendente
%	kN	Equivalentes	kN	kN	kN	kN	kN
10	5	5,000 0	5,034 7	5,034 7	--	5,024 7	--
20	10	10,000	10,047	10,067	--	10,067	--
30	15	15,000	15,079	15,119	--	15,089	--
40	20	20,000	20,100	20,141	--	20,121	--
50	25	25,000	25,122	25,193	--	25,142	--
60	30	30,000	30,144	30,225	--	30,174	--
70	35	35,000	35,166	35,267	--	35,196	--
80	40	40,000	40,188	40,299	--	40,218	--
90	45	45,000	45,210	45,330	--	45,250	--
100	50	50,000	50,222	50,372	--	50,272	--
Indicación después de la carga			0,000	0,000	--	0,000	--

Nota: *** Porcentaje de la lectura

LM - PC - 05 - F - 01 Rev. 9.0





TABLA DE ERRORES DE LA CALIBRACIÓN

Capacidad:		50,000	kN		División de Escala						0,01	kN		
Porcentaje de Carga	Promedio de las Lecturas	Equivalente	CÁLCULO DE ERRORES										Incertidumbre U	
			Exactitud (q)		Repetibilidad (b)		Resolución Relativa (a)		Reversibilidad (v)		Accesorios (Acc)			
%	kN	kN	kN	%	kN	%	%	kN	%	kN	%	kN	%	
10	5,031 37	5,000 0	-0,031	-0,62	0,010	0,20	0,1988	-	-	-	-	0,019	0,37	
20	10,060 0	10,000	-0,060	-0,60	0,020	0,20	0,0994	-	-	-	-	0,034	0,34	
30	15,095 3	15,000	-0,095	-0,63	0,040	0,27	0,0662	-	-	-	-	0,055	0,36	
40	20,120 5	20,000	-0,121	-0,60	0,040	0,20	0,0497	-	-	-	-	0,063	0,31	
50	25,152 5	25,000	-0,152	-0,61	0,070	0,28	0,0398	-	-	-	-	0,093	0,37	
60	30,181 1	30,000	-0,18	-0,60	0,08	0,27	0,0331	-	-	-	-	0,11	0,35	
70	35,209 7	35,000	-0,21	-0,60	0,10	0,29	0,0284	-	-	-	-	0,13	0,37	
80	40,234 9	40,000	-0,23	-0,58	0,11	0,27	0,0249	-	-	-	-	0,15	0,36	
90	45,263 5	45,000	-0,26	-0,58	0,12	0,27	0,0221	-	-	-	-	0,16	0,36	
100	50,288 8	50,000	-0,29	-0,57	0,15	0,30	0,0199	-	-	-	-	0,19	0,38	
ERROR RELATIVO DE CERO			0,000		0,000		---		0,000		---			

ERRORES RELATIVOS ABSOLUTOS MÁXIMOS OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN

EXACTITUD q (%)	REPETIBILIDAD b (%)	RESOLUCIÓN RELATIVA a (%)	ERROR DE CERO fe (%)	ACCESORIOS (%)	REVERSIBILIDAD v (%)
0,63	0,30	0,199	0,000	---	---

RELACION DE LOS ERRORES OBTENIDOS DE LA CALIBRACIÓN



Figura 1. Relación de los errores de Exactitud (q) y de Repetibilidad (b) respecto a la carga aplicada en la calibración.

CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE LA CALIBRACIÓN

Temperatura mínima:	20,2 °C	Temperatura máxima:	20,8 °C
Humedad relativa mínima:	60,4 % HR	Humedad relativa máxima:	61,4 % HR

LM - PC - 05 - F - 01 - Rev. 9,0





INCERTIDUMBRE DE LA MEDICIÓN

La incertidumbre expandida de la medición esta dada en la tabla resultado de la calibración pagina No 3. La incertidumbre de medición fue calculada utilizando un factor de cobertura $k = 2,07$. Para un nivel de confianza aproximado del 95,45% para una distribución "t-student" y fue estimada con el documento: JCGM 100:2008. GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data Guide to the expression of uncertainty in measurement. First Edition. September 2008.

CLASIFICACIÓN DE LA MÁQUINA DE ENSAYO

La siguiente Tabla proporciona los valores máximos permitidos, para los diferentes errores relativos del sistema de medición de fuerza y para la resolución relativa del indicador de fuerza que caracteriza una escala de la máquina de ensayo de acuerdo con la clase apropiada para sus ensayos según la sección 7 de la Norma NTC-ISO 7500-1:2007.

CLASE DE LA ESCALA DE LA MÁQUINA	EXACTITUD (q)	REPETIBILIDAD (b)	REVERSIBILIDAD (v)	CERO (fo)	RESOLUCIÓN RELATIVA (a)
0,5	0,5	0,5	0,75	0,05	0,25
1,0	1,0	1,0	1,50	0,10	0,50
2,0	2,0	2,0	3,00	0,20	1,00
3,0	3,0	3,0	4,50	0,30	1,50

TRAZABILIDAD

El/Los certificado(s) de calibración de el/los patrón(es) usado(s) como referencia para la calibración en cuestión, que se mencionan en la página dos se pueden descargar accediendo al enlace en el código QR.



OBSERVACIONES

1. Se realizó una inspección general de la máquina encontrándose en buen estado de funcionamiento y apta para su calibración.
2. En cualquier caso, la máquina debe verificarse si se realiza un cambio de ubicación que requiera desmontaje, o si se somete a ajustes o reparaciones importantes. (NTC-ISO 7 500-1)
3. La calibración se realizó bajo condiciones establecidas en la NTC-ISO 7500-1 de 2007, numeral 6.4.2, en donde se especifica un intervalo de temperatura comprendido entre 10°C y 35°C, con una variación máxima de 2°C durante cada serie de medición.
4. Con el presente certificado de calibración se adjunta la estampilla de calibración No. **F - 135**

Fin del Certificado

LM - PC - 05 - F - 01 Rev. 9.0





CERTIFICADO DE VERIFICACIÓN N° 154

Solicitante: ENGINEERS G @ S COMPANY S.A.C.

Dirección: AV. JOSE ARNALDO MARQUEZ NRO. 679 DPTO. 803 RES. NO
(FRENTE AL HOSPITAL DEL NIÑO) LIMA - LIMA - JESUS MARIA

ESFERAS PARA MÁQUINA DE LOS ÁNGELES

Norma: INV E-218

Referencia: PC138

CARACTERÍSTICAS	RESULTADO	UNIDAD
Diámetro de las esferas	46,48	mm
Peso de las esferas	414,19	g

N°Serie: N.I

Fecha: 2019-04-26

Firma: 

AC-P-01-F-14//Rev 0// Válido desde 2017-11-15



CALIBRADO

INFORME DE CALIBRACIÓN

Nº.: 066-18CCG

VENCE	
ENE	JUL
FEB	AGO
MAR	SET
ABR	OCT
JUN	NOV
DIC	

2019

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Calibración, Ensayos de Laboratorio Suelos, Concreto y Asfalto

REGISTRO DE CALIBRACION DE EQUIPOS

EQUIPO CASAGRANDE

Informe N° 066 - 18 CCG

Solicitante:

: ENGINEERS G@S COMPANY S.A.C.

Fecha.: 10.11.2018

Marca:

: ORION

SISTEMA

: MECANICO

SERIE:

Incluye

: Espátula

Equipo de Verificación usado

: * Calibrador de 0 a 300 mm. prec. 0,01 mm Mitutoyo / Japan

Mod. CD - 12" CP, N/S 1002520 (Calibrado) - MS-0154-2018 - INACAL

* Regla Milimétrica 155 mm prec. 0,05 mm Chalmex Stanless

Norma de Ensayo

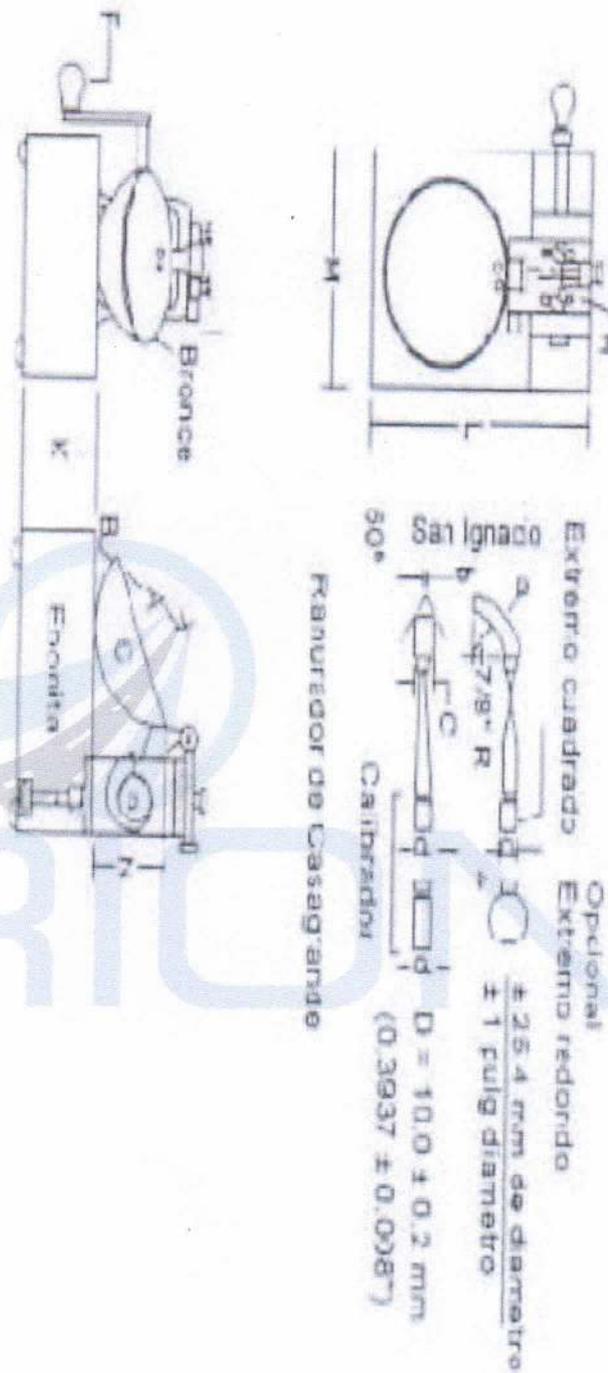
: AASHTO T-89-1996

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

Ing. Luis Taboada Palacios
JEFE DE LABORATORIO
C.P. 56551

Dimensiones	Aparato de límite líquido			Conjunto de la cazuela		
	A	B	C			
Descripción	Radio de la copa	Espesor de la Copa	Profundidad de la copa			
Métrico, mm	53,0	2,1	27,0			
Tolerancia, mm	2	0,1	1			
Inglés, pulg	2,12	0,078	1,062			
Tolerancia, pulg	0,08	0,004	0,04			
Medidas del equipo	55,5	2,1	26,1	26	26,1	
Condición	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Figura 1. Aparato manual para límite líquido



Dimensiones	A		K		L		M	
	copa desde la guía hasta la base		Espesor		Largo		Ancho	
Métrico, mm	47		50		150		125	
Tolerancia, mm	1.5		5		5		5	
Inglés, pulg	1.85		1.97		5.9		4.92	
Tolerancia, pulg	0.06		0.2		0.2		0.2	
Medidas del equipo	46.8	46.8	46.9	54.2	54.3	152.08	152.06	152.06
Condición	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

Dimensiones	A		b		c	
	Espesor		Borde cortante		Ancho	
Métrico, mm	10		2		13.5	
Tolerancia, mm	0.1		0.1		0.1	
Inglés, pulg	0.394		0.079		0.531	
Tolerancia, pulg	0.004		0.004		0.004	
Medidas del equipo	10.0	10.0	10.0	2	2	13.3
Condición	OK	OK	OK	OK	OK	NO

Ranurador

Extremo curvado

ORION LABORATORIOS E.I.R.L.

 Ing. Luis Taboada Palacios
 JEFE DE LABORATORIO
 QIV. 38881



ACTA N° 002-2024-FIMGC: ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga de la ciudad de Ayacucho, a los 04 días del mes de enero de 2024, siendo las 09:00 am, reunidos en el Auditorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, bajo la presidencia del MSc. Ing. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS - Decano de la FIMGC, y los miembros Mg. Moisés Nico BARBARÁN ORIUNDO, Dr. Hemerson LIZARBE ALARCÓN, actuando como secretario docente el MSc. Edmundo CANCHARI GUTIÉRREZ, para proceder con la sustentación de tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil, de don:

LUIS ALBERTO PANTIGOZO AMAO

Quien presentó la tesis denominada:

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

Los señores miembros del jurado, luego de expuesto el tema y absueltas las preguntas, califican con la nota de:

APROBADO CON NOTA 16 (DIECISEIS)

Siendo las 10:30am del día 04 de enero de 2024, culmina el acto de sustentación de tesis. Firman los miembros del jurado de tesis en señal de conformidad.

MSc. José Ernesto ESTRADA CÁRDENAS
Decano de la FIMGC

Dr. Hemerson LIZARBE ALARCÓN
Miembro

Mg. Moisés Nico BARBARÁN ORIUNDO
Miembro

MSc. Edmundo CANCHARI GUTIÉRREZ
Secretario Docente

cc:
Archivo



UNSCH

FACULTAD DE
INGENIERÍA
DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL



“Año de la unidad, la paz y el desarrollo”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA N° 002-2023-FIMGC/ASIH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajos de tesis de pregrado con el software Turnitin, de la Escuelas Profesional de **Ingeniería Civil** de la **Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil**; en cumplimiento a la **Resolución de Consejo Universitario N° 039-2021-UNSCH-CU**, Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación de la Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga y **Resolución Decanal N° 476-2023-FIMGC-UNSCH-D**, deja constancia de originalidad de trabajo de investigación, que el/la Sr./Srta.

Apellidos y Nombres : PANTIGOZO AMAO, Luis Alberto
Escuela Profesional : INGENIERÍA CIVIL
Título de la Tesis : “MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO”
Evaluación de la Originalidad : 21 % Índice de Similitud
Identificador de la entrega : 2263080206

Por tanto, según los Artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es **PROCEDENTE** otorgar la **Constancia de Originalidad** para los fines que crea conveniente.

En señal de conformidad y verificación se firma la presente constancia

Ayacucho, 20 de diciembre del 2023



Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil

Verificador de Originalidad de Trabajos de Tesis de Pregrado
Departamento Académicos de Matemática y Física

Con depósito para Sustentación y Tramites
Cc. Archivo.

"MEJORAMIENTO DE LA CAPACIDAD DE SOPORTE (CBR) DE SUELOS GRAVA ARCILLOSAS CON POLÍMEROS Y CEMENTO PARA USO COMO AFIRMADO EN CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO"

por Luis Alberto Pantigozo Amao

Fecha de entrega: 20-dic-2023 05:52a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2263080206

Nombre del archivo: TESIS_LUIS_ALBERTO_PANTIGOZO_AMAO.pdf (57.43M)

Total de palabras: 22440

Total de caracteres: 120989

Mejoramiento de la capacidad de soporte (CBR) de suelos grava arcillosas con polímeros y cemento para uso como afirmado en carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	7%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uniandes.edu.co Fuente de Internet	1%
6	pirhua.udep.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%

9	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	1 %
10	pt.scribd.com Fuente de Internet	1 %
11	sired.udenar.edu.co Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.unac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
14	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
16	htwy.com Fuente de Internet	<1 %
17	EQUILIBRIO AMBIENTAL S.A.C.. "Actualización del PAMA de la Planta Ácalis de la Empresa Quimpac-IGA0013839", R.D. N° 166-2019-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2021 Publicación	<1 %
18	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
19	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %

20	repositorio.ucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	core.ac.uk Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.ana.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to Universidad de Cantabria Trabajo del estudiante	<1 %
25	repository.usta.edu.co Fuente de Internet	<1 %
26	urural.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
28	repositorio.upci.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
29	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
30	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
31	civilgeeks.com Fuente de Internet	<1 %

32

fdocuments.es

Fuente de Internet

<1 %

33

cybertesis.uni.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

34

www.studocu.com

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo