



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la avenida El Porvenir, distrito Puente Piedra - 2020

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

AUTORA:

Lecarnaque Ortiz, Diana Isabel (ORICD: 0000-0001-8245-3991)

ASESOR:

Mg. Fernández Díaz, Carlos Mario (ORCID: 0000-0001-6774-8839)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

Lima - Perú

2020

Dedicatoria

A Dios por permitirme escalar un peldaño más en mi vida

A mi hijo que me brinda a diario la motivación de seguirme superando.

A mis padres que me enseñaron la importancia de la perseverancia.

A mis hermanos que siempre me brindaron su apoyo incondicional.

Agradecimiento

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, por formarme en conocimientos a lo largo de la carrera profesional.

A mi asesor Ing. Carlos Mario Fernández Díaz, quien compartió sus conocimientos contribuyendo en la elaboración de la presente investigación.

A mis compañeros por compartir largas jornadas de estudios y por brindarme el aliento cuando decaía.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	8
II. MARCO TEÓRICO.....	11
III. METODOLOGÍA.....	18
3.1. Tipo y nivel de Investigación:	18
3.2. Variables operacionalización.....	19
3.3. Población y muestra.....	22
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos	23
3.5. Procedimientos	23
3.6. Método de análisis de datos:	25
3.7. Aspectos éticos:	25
IV. RESULTADOS.....	26
V. DISCUSIÓN:	31
VI. CONCLUSIONES.....	35
VII. RECOMENDACIONES.....	36
REFERENCIAS	37
ANEXOS	50

Índice de tablas

Tabla 1. Operacionalización de variables.....	21
Tabla 2. Resultado de CBR	29
Tabla 3. Tabla de contenido del manual del MTC.....	30
Tabla 3. Matriz de consistencia	50

Índice de figuras

Figura 1. Análisis granulométrico	26
Figura 2. Carta de plasticidad de Casagrande (según ASTM D-2487-93)	26
Figura 3. Valores de límite líquido, índice de plasticidad y límite plástico.....	27
Figura 4. Contenido de máximas densidades secas.....	28
Figura 5. Contenido de humedad óptima	28
Figura 6. Resultados de ensayo de compresión no confinada.....	30

Resumen

La presente investigación estudia el efecto de la adición de copolímero acrílico en un suelo arcilloso respecto a sus propiedades físicas, químicas y cohesivas iniciales. Se utilizó el copolímero acrílico en estado líquido como estabilizador a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir en el Distrito de Puente Piedra. Se utilizó el método de investigación aplicada de enfoque cuantitativo. Para el desarrollo de la investigación se realizaron ensayos en laboratorio de suelos que permitieron clasificarlo, asimismo al adicionarle el copolímero en porcentajes de 2.5% y 5.0% se realizaron ensayos de límite líquido, límite plástico, Proctor modificado, ensayo de CBR y ensayo de compresión no confinada para determinar la variación de sus valores iniciales de estudio. Las muestras estabilizadas con el copolímero se curaron durante 1,3 y 7 días. Finalmente, en base a los resultados de los ensayos de laboratorio se concluyó que el suelo estabilizado con copolímero acrílico presentó mejoras en sus propiedades mecánicas, físicas y cohesivas que destacaron en los ensayos de CBR y compresión no confinada.

Palabras clave: estabilizador, copolímero acrílico, afirmado

Abstract

The present investigation studies the effect of the addition of acrylic copolymer in a clay soil with respect to its initial physical, chemical and cohesive properties. The acrylic copolymer in liquid state was used as a stabilizer at the level of affirmation on Avenida El Porvenir in the Puente Piedra District. The applied research method of quantitative approach was used. For the development of the research, soil laboratory tests were carried out that allowed classifying it, also when adding the copolymer in percentages of 2.5% and 5.0%, liquid limit tests, plastic limit, modified Proctor, CBR test and compression test were performed unconfined to determine the variation of their initial study values. Samples stabilized with the copolymer were cured for 1,3 and 7 days. Finally, based on the results of the laboratory tests, it was concluded that the soil stabilized with acrylic copolymer presented improvements in its mechanical, physical and cohesive properties that stood out in the CBR and unconfined compression tests.

Keywords: stabilizer, acrylic copolymer, affirmed

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo sigue presentando caminos sin pavimentación, ya sea por el tiempo de ejecución o el costo importante que representa el desarrollo de las mismas. En Sudamérica se encuentran innumerables vías que presentan estas deficiencias, y es esto lo que ha impulsado la búsqueda de nuevas tecnologías que permitan la estabilización de vías mediante la modificación de los diseños en sus estructuras, tal es el caso del país sureño Chile que ha obtenido, mediante compuestos químicos dosificados, notorios mejoramientos en las características de diseño en sus vías que ha traído como consecuencia suelos estabilizados y la reducción de polvo generado por el tránsito vehicular, basados preliminarmente en estudios de suelos y varios ensayos en laboratorio.

El Centro de Comercio Exterior (CCEX) de la Cámara de Comercio, afirmó de un total de 95 863 km por el cual está conformada la red vial en el Perú, el 84% aún se encuentra en estado de afirmado o trocha y solo el 16% restante cuenta con pavimentación, considerando a las vías uno de los principales pilares de desarrollo para los países, quedando en evidencia que Perú requiere de la suma de esfuerzos para vencer esa debilidad. (Revista Perú construye, 2018)

En el distrito de Puente Piedra, es evidente la ausencia de pavimentación en gran parte de sus vías, contando en muchos casos solo con la capa de rodadura o afirmado, sumado a esto que su calidad y clasificación de suelos (arenosos, arcillosos y limosos) es desfavorable, ya que es uno de los distritos que presenta una gran variedad de tipo de suelos, entre ellos están los que son aptos y no aptos para construir, por lo cual se debe innovar en tecnologías que no sean costosas y no demanden mucho tiempo de ejecución para disminuir o eliminar el problema de los asentamientos, licuación de suelos, resistencia mecánica, que mejore el diseño de la estructura y detenga el deterioro de la vía en esta zona de tránsito fluido, contribuyendo a su vez a no contaminar el medio ambiente y la salud de los pobladores de dicho distrito por la emisión de polvo, y teniendo como ventaja adicional la contribución al aspecto económico.

Por lo que es necesario formular las siguientes interrogantes:

Problema General: ¿Cómo influirá en la estabilización del suelo arcilloso la aplicación de copolímero acrílico para mejorar las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, distrito Puente Piedra?

Problemas específicos: ¿Cómo incide el uso del copolímero acrílico en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo arcilloso del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra?, ¿De qué manera incide el uso de copolímero acrílico en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso?, ¿El uso de copolímero acrílico mejorará las características cohesivas en suelo arcilloso del afirmado?

Se consideraron varios aspectos para fundamentar la justificación de la investigación, tales como:

La justificación teórica plantea definir en las características físicas y mecánicas, así como demostrar la mejora en el diseño del afirmado utilizando como estabilizador copolímero acrílico, reflejándose en la estabilidad, cohesión, impermeabilidad y durabilidad en el afirmado, por cuanto se ampliará su vida útil del mismo. Como justificación práctica se propone mejorar las condiciones de la Av. El Porvenir en el Distrito Puente Piedra con un diseño de mayor estabilidad e impermeabilidad y que, se pueda ejecutar con una mezcla trabajable, de igual manera que permita un tránsito más confortable aun en condiciones climáticas adversas.

Como justificación social se pretende mejorar la calidad de vida de la población mediante el transporte, lo cual mejorará la fluidez en el tránsito, ahorro en tiempos de traslados, y como el distrito tiene como fuente principal de ingresos el comercio, significará ventajas económicas.

Como justificación ambiental la aplicación de copolímero acrílico en el afirmado aumentará la impermeabilidad del mismo evitando la pérdida de finos, a su vez reducirá las partículas de polvo en la zona, la contaminación ambiental y enfermedades respiratorias o alérgicas.

Es por tal motivo que se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general: Analizar la estabilización del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para mejorar las propiedades del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra.

Problemas específicos: Determinar la incidencia en las propiedades físicas del suelo al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra.

Establecer la incidencia en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado.

Definir las mejoras en las características cohesivas del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.

Cabe mencionar que la presente investigación proporcionará datos reales de los ensayos que se realizarán y que servirán para posteriores investigaciones, a aquellos profesionales que decidan investigar sobre la utilización de copolímero acrílicos para la estabilización de suelos y expandir conocimientos en cuanto a nanotecnología aplicada a vías y caminos. **Por** tanto, se formularon las siguientes hipótesis:

Hipótesis general: La aplicación de copolímero acrílico influye en la estabilización de suelo arcilloso mejorando las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.

Mediante la estabilización de suelo arcilloso aplicando el copolímero acrílico mejorarán las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.

La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejorará sus propiedades físicas

La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejorará sus propiedades mecánicas

La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejorará sus características cohesivas

II. MARCO TEÓRICO

El uso de químicos estabilizadores en las vías ya se ha utilizado en varios países como alternativa de mantenimiento vial en zonas no pavimentadas, significando un impacto considerable respecto a la comodidad y seguridad del usuario, y permitiendo a su vez un desplazamiento confortable. Ya que este es un proceso en el que se transforma el terreno natural a uno impermeable, elevando la resistencia y la flexibilidad. Considerando los estudios preliminares como estudios de suelos, dosificaciones de agentes químicos estabilizadores, diseño de pavimentos y monitoreo de la zona.

Siguiendo esa línea de investigación se han considerados los antecedentes internacionales:

Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020, p. 2483) en el artículo que se titula “Propiedades geotécnicas y microestructura de suelos de grano fino modificados con polímeros líquidos” presenta el uso de copolímero acrílico como estabilizante para dos tipos de suelos disponibles: Suelo I, tipo ML y Suelo II, tipo CH. Iniciando con la caracterización del suelo para determinar sus propiedades naturales y posteriormente compararlo con el resultante de la mezcla entre el suelo y el polímero en diferentes porcentajes (es decir, 2, 3, 4 y 5%), realizando ensayos de laboratorio como: Prueba de límites de Atterberg, Compactación, Prueba de resistencia a la compresión no confinada (UCS) y la prueba de California Bearing Ratio (CBR) para evaluar la resistencia de los polímeros. Las muestras de suelo estabilizado con polímero se curaron durante 7,14 y 28 días en ambientes confinados y al aire libre. Prueba de resistencia a la compresión no confinada (UCS) y la prueba de California Bearing Ratio (CBR) fueron manipuladas para evaluar la resistencia de la estabilización de polímero - suelo. Los resultados muestran que con la adición del polímero; el valor UCS para muestras de ML preparadas en su óptimo contenido de humedad, aumenta hasta un 75% en ambientes al aire libre y hasta 14% en ambiente de aire confinado. Las muestras de suelo CH preparadas en su óptimo contenido de humedad muestran grietas durante el curado en ambiente al aire libre y no hay cambio significativo de fuerza en ambiente confinado. Para el suelo CH, se prepararon muestras de UCS con contenido reducido de humedad y curado al aire libre, el entorno muestra un aumento en la fuerza UCS

hasta 10%. Los resultados de la prueba de CBR muestran que hubo un marginal aumento (es decir, 14%) en el valor de CBR para suelo CH pero hubo un aumento significativo (es decir, 340%) en el valor de CBR para suelo ML. Se realizó una prueba de difracción de rayos X para los suelos ML y CH para determinar la composición mineralógica de suelo virgen y límite líquido estabilizado con polímeros. Se observó que no se formaron nuevos minerales con la adición de polímero. Por cuento se recomienda el uso de este método para situaciones donde se necesita una ganancia rápida de fuerza.

Zambrano y Casanova (2016), en la tesis para optar por el título de Ingeniero Civil: “*Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC)*” presentado a la facultad de Arquitectura e Ingeniería de la Universidad de Especialidades Espíritu Santo – Samborondon - Ecuador, presenta en su objetivo general la estabilización de un suelo arcilloso utilizando la técnica de aplicación de polímero; Asimismo en sus objetivos específicos, plantea realizar pruebas de laboratorio, tales como compresión simple y CBR al suelo natural y compararlo con un suelo estabilizado con polímeros, establecer técnicamente la factibilidad, presupuestal y ambiental, determinar la dosificación ideal de los polímeros para obtener como resultado una mejora en la estabilización de los suelos, Realizar diseños de pavimentos con suelos naturales con la adición de polímeros. Proponen en la hipótesis que, la aplicación de polímeros en el suelo arcilloso. Mejorando la resistencia del suelo respecto al esfuerzo cortante y a su vez su resistencia a la compresión. Concluyeron que se obtuvo la estabilización de los dos suelos utilizando la técnica de la aplicación de polímeros L y M, en los ensayos de relación de soporte y en su resistencia a la compresión simple en el suelo nativo. Obteniendo en el suelo arcilloso el mejoramiento en su diseño, teniendo como CBR en estado natural un 17,44% hasta 39% y elevándose un 1.25% en relación al suelo, elevando su resistencia en un 224%, adicionalmente la utilización del polímero en la ejecución de la obra, optimizando tiempo y ahorrando un 12% en el presupuesto estimado comparando entre el suelo estabilizado con polímero y material de préstamo de otro lugar (p. 147).

Hanif (2016) Profesor asistente del Departamento de Ingeniería Civil, Badnera,

Maharashtra, India, en la investigación que lleva por título “*Análisis de la influencia de polímeros en la sub rasante*”, demostró la elevada resistencia de la sub rasante al adicionarle porcentajes de polímero, adicionando la variación en su permeabilidad con la incorporación de polímeros siendo fibras plásticas de polietileno de alta densidad (HDPE), llevando a cabo una serie de ensayos de CBR en laboratorio con dosificaciones de (0 a 6%). Lo cual demostró que el uso de dicho polímero en las cantidades adecuadas permite elevar la resistencia del suelo y en sus propiedades, asimismo al elevar la dosificación se elevaba la estabilización del suelo analizado en toda su longitud. Por lo que concluye que, la mezcla de polímeros con el suelo aumenta la resistencia de este último. El valor del CBR del suelo se eleva cuando se adicionan los polímeros. En general el suelo mezclado con polímero se puede considerar una buena técnica de mejora de suelo, especialmente en proyectos de ingeniería en suelos débiles. Finalizó mencionando que el uso de polímeros es un método efectivo para la estabilización de suelos no pavimentados. (p.74).

Curitomai (2018) en su Tesis Para Optar el Título de Ingeniero Civil "*Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma - Yanayacu, distrito de Socos*" Presenta en su realidad problemática las deformaciones causadas por la humedad en el suelo arcilloso del Distrito de Socos - Ayacucho, por lo que plantea en sus objetivos la estabilización del suelo arcilloso utilizando un copolímero: *poliuretano y acrílico*, el cual permitirá que mejoren sus características físicas y mecánicas realizando ensayos para determinar los índices de compactación, resistencia al esfuerzo de cargas verticales, expansión y contracción; obteniendo como resultado que el uso de Copolímeros como técnica de estabilizador es muy efectiva respecto a la optimización de sus características, resaltando que es una gran alternativa económica y ecológica en vías no pavimentadas. Concluyendo que el uso de copolímero presenta una buena relación entre costo y rendimiento de la superficie del camino, asimismo controla la emisión de partículas de polvo y la erosión en la estructura de la vía. (p. 54)

Ríos (2015) en la tesis para obtener el grado de ingeniero civil, titulado “*diseño de la carpeta de rodadura con el uso del aditivo emulsión de Copolímeros, en la*

carretera Saposoa – Intiyacu – 2017”, presentada a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo – Tarapoto. La tesis muestra en su realidad problemática la existencia de vías no pavimentadas con presencia de material arcilloso que genera el continuo deterioro en su estructura y a su vez la perdida de finos impactando a los vehículos que transitan por la zona causando su desgaste prematuro. Propone una alternativa de diseño de la superficie de rodadura mezclado con el estabilizante de emulsión de copolímero, lo que permitirá optimizar el tiempo de vida útil de la estructura en la carretera Saposoa – Intiyacu, mejorando el confort en su tránsito, y adicionalmente reduciendo el polvo en la zona. La investigación es de tipo aplicada y propone en sus objetivos la mejora de sus propiedades existentes mediante un tratamiento adecuado de suelo siendo destacando la importancia de estos procedimientos. Destaca las ventajas del estabilizante emulsión de copolímero como agente estabilizador de suelos arcillosos. Concluye refiriendo que el uso del aditivo de emulsión de copolímero es será una gran alternativa para las zonas aledañas que presentan este tipo de problemas en sus vías teniendo como ventaja la contribución económica, especificando que el uso de este estabilizador se puede utilizar en cualquier tipo de clima. El uso del copolímero como estabilizador contribuye a la no contaminación del medio ambiente ya que no contiene sustancias orgánicas y tampoco hidrocarburos polinucleares.(p.41)

Macedo y Moscoso (2017) en la tesis Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil titulada: “*Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de suelo procedente de la cantera de Anahuarque -Saylla utilizado a nivel de sub base en la región del*

Cusco, estabilizado con co-polímero en 0, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%.” Presenta el análisis de las mejoras en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mezclada con el copolímero, siendo éste un aditivo químico que modifica el diseño de la estructura. Teniendo como objetivo principal determinar la influencia de copolímero en las dosis indicadas. Asimismo, desarrollo de ensayos de límite líquido, límite plástico, próctor modificado y ensayo de compresión simple en laboratorio, desarrollados siguiendo los parámetros establecidos por el Manual de Ensayos de Materiales (2016) y sometidos a evaluación de las exigencias del

Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013). Centrándose los análisis de las variaciones que presenta el suelo de la cantera con la aplicación del copolímero respecto al agua de la mezcla. El laboratorio dio como resultado el incremento significativo en las propiedades del suelo, así como el incremento en el porcentaje del CBR, siendo casi el triple de su valor en suelo natural. Se demostró que el tipo de suelo era A-2-4 (0), GW-GP, cuyo valor relativo del soporte es 27%. Y al mezclarlo con el copolímero se pudo demostrar que al añadir un 15% de copolímero se eleva a más del 40%, concluyendo que la calidad del suelo deseado cumple con lo que se requería dentro del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013). Asimismo, muestra una serie de cuadros que permiten verificar la tendencia positiva para la optimización de las propiedades analizadas (p.74).

En La presente investigación se consideraron los siguientes aspectos teóricos:

Suelo: Braja (2016) lo define como partículas sólidas no consolidadas producto de una alteración causada por agentes meteorológicos en conjunto con la gravedad que pudiendo presentar en su estructura materia orgánica. (p.64)

Mejoramiento de suelos: Garnica, Pérez y Gómez (2017) sintetizan como el cumplimiento de varios requerimientos respecto del suelo, tales como la resistencia al esfuerzo cortante, tenacidad, la estabilidad de volumen, humedad, entre otros. Existe una variedad de técnicas para mejorar el suelo que permiten densificarlo artificialmente, mejorando sus propiedades y con ello sus ventajas, como el incremento en su capacidad portante y su resistencia al corte, reduce los asentamientos, reduce la permeabilidad, reduce los índices de humedad, disminuye la susceptibilidad a las heladas e incrementa su resistencia a la erosión.

Estabilización de suelos: Song, Liu, J., Bai, Y and Kanungo, D (2019, p7) lo define como el proceso para tratar un suelo para mantener, alterar o mejorar el rendimiento del suelo como construcción material y muy importante para reducir el costo de movimiento de tierras donde no haya buen suelo cerca. (p.27)

Curitomay (2018, p. 50) señala que existen cuatro tipos de estabilización de suelos, detallando la estabilización física, química, mecánica y con productos asfálticos. (p.35)

Afirmado: Ríos (2017), lo define como la capa de material granular, natural o procesada con gradación determinada, que se encuentra compactada y que soporta directamente las cargas y los esfuerzos del tránsito y que cumple la función de superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas, (p.19)

El Según el Ministerio de Transportes y comunicaciones mediante el Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos los niveles de servicio recomendados respecto a los caminos afirmados son: Realizar el perfilado por lo menos anualmente, de presentarse algún bache o hueco tendrá que ser reparado a la brevedad, se deberá realizar monitoreo de control de polvo continuo, en caso de reposición de afirmado, el espesor deberá de ser 150mm para recuperar el espesor. Asimismo, si el suelo nativo presenta mala calidad en su estructura siendo su CBR \leq 6%, también denominados de mala calidad, existe la opción de que se sustente la implementación de una solución que contemple la mejora en sus características (estabilidad volumétrica, resistencia optima, permeabilidad, compresividad y durabilidad), seleccionando una solución óptima que justifique su ejecución. (2013, p.18)

Polímero: Reza, Mohammad and Uygar, Eris. (2020) Define como materiales poliméricos aquellos que se encuentran conformados por la unión repetitiva de unidades pequeñas, denominadas unidades monoméricas, cuya utilidad relevante es la de cumplir propiedades como dureza, densidad, plasticidad, etcétera. (p.6)

Copolímero: Kumar, A., Sharma, A. y Singh, S. (2020) Señalan que cuando intervienen dos o más monómeros diferentes en un proceso de polimerización, el polímero resultante se denomina copolímero. Comúnmente se emplean tan sólo dos, o como máximo tres monómeros diferentes. Los copolímeros se clasifican según la secuencia de los monómeros como copolímero de bloque, de injerto y al azar. (p.2)

Copolímero acrílico: Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020) Menciona que son macromoléculas constituidas por dos o más unidades monoméricas distintas, los Copolímeros más comunes están formados por dos monómeros diferentes que pueden formar cuatro combinaciones distintas: copolímero al azar, alternado, en bloque e injertado. (p.3)

Dosificación: la dosificación garantiza la proporcionalidad de un contenido para una determinada solución. Bai, Y, Liu, J and Song, Z (2019) mencionan que la dosificación se realiza en función a los estudios de mecánica de suelos que se obtienen de un ensayo granulométrico. Los suelos denominados finos requieren mayor cantidad de bitumen para lograr su estabilización con un costo coherente, es por ello que el bitumen usado varía entre 4 y 7% adicionando agua para su compactación, considerando que el bitumen no exceda la cantidad requerida para cubrir los varios de mezcla compactada. (p.9)

Se requiere realizar diferentes ensayos para lograr la cantidad óptima de humedad del aditivo para aumentar la resistencia del suelo. Baghini, M, Ismail, A and Naseralavi, S, (2016) Tal como lo mencionan los autores se tendrá que realizar varios ensayos para determinar la dosificación de copolímero acrílico para determinar cuál es la proporción correcta respecto al suelo arcilloso para lograr su estabilización. (p.322)

Arcillas: Abdollahi, Masood and Vahedifard, Farshid (2020) Menciona que son minerales de estructura molecular definida, cuentan con una capacidad de intercambio iónico grande, lo cual le permite realizar intercambio de iones y mantener el equilibrio. (p. 7)

Estabilización química de suelos: Según indica Chang, I., Lee, M. and Tran (2020) menciona que la estabilización química de suelos se encuentra relacionada la supresión de agua absorbida. Asimismo, menciona que el polímero al entrar en contacto con la arcilla inicia un proceso de intercambio iónico y al eliminar el agua las partículas se organizan por atracción química aumentando su resistencia mediante el sellado de poros capilares. (p.76)

Cabe mencionar que el Ministerio de Transportes y comunicaciones mediante el Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos, tiene un proceso establecido para determinar la aplicación del tipo de estabilización se suelos, siendo el siguiente: Determina el tipo de suelo existente y la humedad que contiene, selecciona el estabilizador considerando las condiciones climáticas de la zona y contrasta si cumple con los requerimientos necesarios, de no ser así de debe

proponer otra alternativa de estabilización; sin embargo; si es aceptable se procede a utilizar el tipo de estabilización inicial (2013, p.110)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y nivel de Investigación:

Tipo de Investigación: La presente investigación es de tipo aplicada, ya que tiene como finalidad especificar la influencia del uso de copolímero acrílico para la estabilización de suelos arcillosos, realizando el análisis de sus variables y sus definiciones mediante teorías ya existentes. Valderrama (2015 p. 39), menciona que la investigación aplicada es la que utiliza teorías existentes a procedimientos tecnológicos.

Asimismo, el enfoque utilizado en el presente estudio es de carácter cuantitativo, puesto que se orienta a la definición de las propiedades de suelos estabilizados con el copolímero acrílico, que son medibles, con secuencia y se pueden probar mediante los ensayos establecidos según el estándar del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013). Valderrama (2015) indica que la investigación de enfoque cuantitativo es aquella que recopila los datos, los procesa y los analiza, siendo estos datos numéricos para la apreciación de los resultados. (p. 117)

Diseño de la investigación

El diseño metodológico aplicado en la presente investigación es experimental en la modalidad pre experimental ya que se someterá a estímulos a los objetos de estudio para posteriormente definir el nivel en el que influye la variable independiente, copolímero acrílico. Valderrama (2015, p.79) Señala que la investigación experimental es la manipulación intencionada de la variable que independiente, con el fin de monitorear el comportamiento de la variable de medición, o variable dependiente, creadas y simuladas mediante ensayos controlados. Asimismo, Borja, M. (2012) detalla que la modalidad de investigación experimental, en la modalidad pre experimental, es usada en

investigaciones técnicas para realizar la medición de su influencia en los resultados. (p. 27)

Finalmente, La presente investigación es de tipo aplicada, de enfoque cuantitativo y con diseño metodológico pre experimental, contemporánea y de fuente documentada como también de resultados de los ensayos.

3.2. Variables y operacionalización

Variable Independiente (X) – Copolímero acrílico

Borja (2012) Lo define como la variable que produce un efecto en la variable dependiente. Se determinó el copolímero acrílico como variable independiente en el presente estudio ya que mediante la técnica de aplicación se pretende mejorar la estabilidad del suelo arcilloso (p.23).

Kolay, Prabir y Dhakal, B. (2020) Señalan que, el copolímero acrílico, es un modificador líquido de suelo permite la mejora en la performance de suelos ya que al incorporarse eleva los índices de adhesión, abrasión y resistencia, fuerza mecánica y tiempo de vida útil. (p.3)

Variable Dependiente (Y) – Estabilización de suelo arcilloso.

Borja (2012) Específica a esta variable como el efecto producido por la variable independiente. En el presente caso la estabilización de suelo arcilloso es el efecto que se pretende obtener al aplicar el copolímero acrílico. (p.23)

Kolay, Prabir y Dhakal, B. (2020), indica que, La estabilización de suelos sigue siendo una técnica utilizada en la ingeniería para el mejoramiento de los esfuerzos de deformación de los suelos, atendiendo ciertos requerimientos como la resistencia al esfuerzo cortante, la deformación, compresión, estabilidad volumétrica, entre otros. En los suelos arcillosos, es muy común la inestabilidad volumétrica ante la presencia o ausencia

de agua, es por ello que existe una variedad de métodos que permiten estabilizar dichos suelos. (p16)

Tabla 1. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de medida	Escala de Medición	Instrumento
Variable Independiente (X) Copolímero acrílico	Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020, p.3) Menciona que son macromoléculas constituidas por dos o más unidades monoméricas distintas, los Copolímeros más comunes están formados por dos monómeros diferentes que pueden formar cuatro combinaciones distintas: copolímero al azar, alternado, en bloque e injertado.	El copolímero acrílico se aplicará como estabilizante para mejorar las propiedades del suelo arcilloso en el afirmado, lo cual se medirá mediante ensayos y formatos de recolección de datos	Propiedades físicas	Porosidad	%	Intervalo	Fichas de recolección de datos
				Permeabilidad	cm/seg.	Razón	
				Densidad	g/cm ³	Razón	
			Límite de consistencia	Límite Líquido (LL)	%	Intervalo	
				Límite plástico (LP)	%	Intervalo	
				Índice de Plasticidad (IP)	%	Intervalo	
			Polimerización	Temperatura	°C	Intervalo	
				Resistencia a la abrasión	Desgaste	Intervalo	
				Tenacidad	J/m ³	Razón	
Variable Dependiente (Y) Estabilización de suelos arcillosos	Kolay, Prabir y Dhakal, B. (2020, p16) La estabilización de suelos es una técnica utilizada en la ingeniería para el mejoramiento de los esfuerzos de deformación de los suelos, atendiendo ciertos requerimientos como la resistencia al esfuerzo cortante, la deformación, compresión, estabilidad volumétrica, entre otros.	El proceso de estabilización de suelos arcillosos con químicos es un proceso de reorganización de partículas de suelo que se corroborará mediante la cuantificación del contenido óptimo de humedad, energía o método de compactación	Propiedades físicas	Densidad	%	Intervalo	Fichas de recolección de datos
				Límites de consistencia	%	Intervalo	
				Humedad	%	Intervalo	
			Propiedades mecánicas	CBR	%	Intervalo	
				Comprensión inconfinada	%	Intervalo	
				Hinchamiento	%	Intervalo	
			Índice de vacíos	Porosidad	%	Intervalo	
				Permeabilidad	%	Intervalo	
				Densidad	%	Intervalo	

Elaboración propia

3.3. Población y muestra

Población

Valderrama (2015), señala que la población es un conjunto finito o infinito de elementos que comparten características símiles, susceptibles de ser observados. (p. 182)

Basado en la definición del autor la población de la presente investigación es la Avenida el Porvenir, ubicado en el Distrito de Puente Piedra, el cual presenta suelo arcilloso en la longitud de su estructura y el que será mezclado con copolímero acrílico para lograr su estabilización.

Muestra

Según indica Valderrama (2015), la muestra es el subconjunto que representa parte del universo o también denominada la población, porque refleja la característica común de la población. (p.188)

Por tanto, se determinó como muestra la Cdra. 4, siendo una porción de la Avenida el Porvenir, en la cual se realizarán los ensayos correspondientes.

Muestreo

Valderrama (2015) indica que el muestreo no probabilístico es aquel donde la influencia del investigador es evidente ya que determina las muestras a criterio propio y conveniencia, por lo que se determina que en la presente investigación se aplicará el muestreo no probabilístico. (p.193)

Unidad de la muestra

Hernández (2018) menciona que es la unidad de donde se recopilará la información, por lo que en el presente estudio las unidades de análisis fueron considerados: (p.221)

Muestra de suelo arcilloso natural

Muestra de suelo arcilloso con la adición del copolímero acrílico.

3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se aplicara en la investigación es la observación, Hernández (2018) indica que la finalidad de la observación es obtener información sobre un suceso, el cual será descrito y analizado para conclusiones posteriores. (p 251) Esta técnica será desarrollada en cumplimiento con el Manual de Ensayo de Materiales MTC E 101 Muestreo de suelos y Rocas, siendo las muestras con las dimensiones parametradas, en suelo arcilloso nativo y suelo arcilloso con la adición de copolímero acrílico en un cierto porcentaje. Posteriormente se procederá a realizar la determinación del límite líquido de los suelos (MTC E 110), plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (I.P) (MTC E111), Compactación de suelo el laboratorio utilizando una energía modificada (Proctor Modificado) (MTC E 115), Compresión no confinada en muestras de suelos (MTC E 121) y CBR de suelos (Laboratorio) (MTC E 132).

El instrumento que se empleará serán los formatos de recolección de datos, Borja (2012), menciona que cuando se aplica la observación en los proyectos de investigación de ingeniería, se deben registrar en formatos, y tendrán que ser válidos y confiables. (p. 33)

Los formatos que se utilizarán en la investigación serán formatos de recolección y procesamiento de datos basados en las normas del MTC y ASTM, los cuales serán verificados por juicio de expertos. Estos formatos permitirán registrar los resultados de los ensayos realizados y verificar el comportamiento del suelo arcilloso al adicionarle el copolímero acrílico.

3.5. Procedimientos

Se determinará la cantidad de suelo a estabilizar y se calculará el porcentaje de agua, considerando el volumen de suelo y el peso en gramos. que representa.

Se determinará la cantidad de agua según el contenido de óptimo de humedad.

Se determina el porcentaje de dosificación de copolímero acrílico que se usará en la estabilización. Posteriormente se realizarán los siguientes ensayos estandarizados de laboratorio para verificar si cumple con los requerimientos especificados por norma:

Límite líquido de los suelos (MTC E 110) La muestra será secada a temperatura ambiente, luego será cribada por el tamiz # 40, y se procederá a la dosificación del copolímero acrílico, para este propósito se usará el formato de recolección de

datos correspondiente, donde se describirá la cantidad del copolímero acrílico y de agua para los distintos porcentajes estudiados en función del peso de la muestra ensayada. Se colocará una porción de muestra preparada en la copa del dispositivo de límite líquido donde la copa posa sobre la base y se ejercerá presión hasta una profundidad de 10mm, dejando una superficie casi horizontal. Se utilizará el acanalador para dividir la muestra dejando una ranura en la superficie del punto más profundo hacia el borde de la copa. Se levantará y se soltará la copa girando el manubrio a una velocidad de 1.9 a 2.1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de muestra estén en contacto en la base de la ranura a una longitud de 13mm. Se registrará el número de golpes que serán necesarios para cerrar la ranura, luego se recogerá una tajada de suelo del ancho de la espátula para colocarlo en un recipiente de peso y cubrirlo. Se repetirá todo el procedimiento agregándole a la muestra un porcentaje de copolímero acrílico para aumentar su contenido de humedad.

Límite plástico (L.P) de los suelos e índice de plasticidad (I.P) (MTC E 111) Se procederá a secar la muestra a temperatura ambiente, será cribada por el tamiz # 40, luego se amasará añadiéndole un porcentaje de copolímero acrílico hasta que pueda formarse una masa en forma de esfera. De esa masa se tomará de 1.5 a 2.0 gr. de muestra para el ensayo. De dicha porción se trabajará en un primer momento con la mitad. Se rodará con los dedos de la mano sobre una superficie plana formando cilindros. En ambas porciones se debe realizar esta actividad hasta lograr que la muestra se desmorone. La porción obtenida se colocará en un vidrio de reloj y se continuará hasta obtener unos 6g del suelo para determinar la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108

Proctor Modificado (MTC E 115) Secada la muestra a temperatura ambiente, se escogió el método de compactación. Se definirá el porcentaje de material retenida en la malla 4,75mm (Nº 4), se anotará la masa del molde de compactación. Utilizando un rociador se aplicará el copolímero acrílico sobre la muestra para obtener una mezcla homogénea sin grumos. Se almacenará en bolsas hermética para el respectivo curado de 24 horas. Pasado el curado, el molde se colocará sobre una superficie uniforme y rígida para compactarlo en cinco capas aproximadamente del mismo espesor. Después se ejercerá presión hasta que deje de estar suelto o esponjoso. Se registrará la masa del espécimen y molde.

CBR de suelos (MTC E 132) Para este ensayo de CBR se realizó a la dosificación del copolímero acrílico, se registrará el peso del molde que se va a usar, se armará el equipo en una superficie segura y firme, se realizará el proceso de compactación en cinco capas con intervalos de golpes (12.25 y 55 respectivamente), del sobrante se extraerá una muestra para hallar la humedad. Se retirará el disco espaciador y se pesará el conjunto del molde más suelo compactado. Posterior a ello se sumergirá algunos elementos y otros no. A las 96 horas se extraerán con cuidado los especímenes y se dejará escurrir por 15 minutos y se procederá a cuantificar el peso de la muestra más el molde. Se llevará el conjunto de especímenes a la máquina de compresión con una velocidad de penetración de 1.27mm/min., llevando la penetración hasta una profundidad de 0.5" haciendo los registros correspondientes el formato. Compresión no confinada en muestras de suelo (MTC E 121) se determinará el contenido de humedad óptimo mediante el ensayo de próctor modificado, y se utilizará para remodelar las muestras para los curados posteriores. El número de golpes por capa y el número de capas por volumen para el molde metálico se calculará multiplicando el número de golpes por capa por número de capas por peso del martillo por la altura del martillo entre el volumen del molde.

3.6. Método de análisis de datos:

En la presente investigación se utilizarán los formatos de recolección de datos basados en la normativa vigente del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, de acuerdo a las variables y objetivos planteados, el cual permitirá el registro de los acontecimientos de cada ensayo para las conclusiones y recomendaciones posteriores. El trabajo de gabinete se realizará registrando los ensayos en tablas de Excel 2016

3.7. Aspectos éticos:

Toda la información registrada en el presente estudio será fidedigna y con la conformidad correspondiente de los profesionales involucrados, asimismo el planteamiento de los objetivos ha sido basado en los trabajos previos nacionales e internacionales citados como referencia, las cuales permitieron dirigir la investigación bajo los parámetros de la responsabilidad ética, profesional, social

y ambiental en aras del desarrollo de nuevas tecnologías que permitan mejorar la calidad de vida de las personas con el menor impacto ambiental y que a su vez permita cumplir con la vida útil de la infraestructura vial para el cual fue diseñado.

IV. RESULTADOS

4.1. Clasificación de suelos, método SUCS y ASHTO

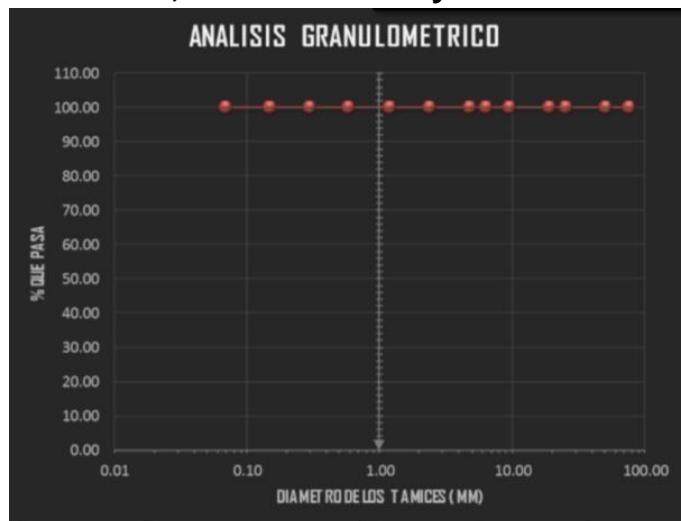


Figura 1. Análisis granulométrico (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGEO S.A.C.)

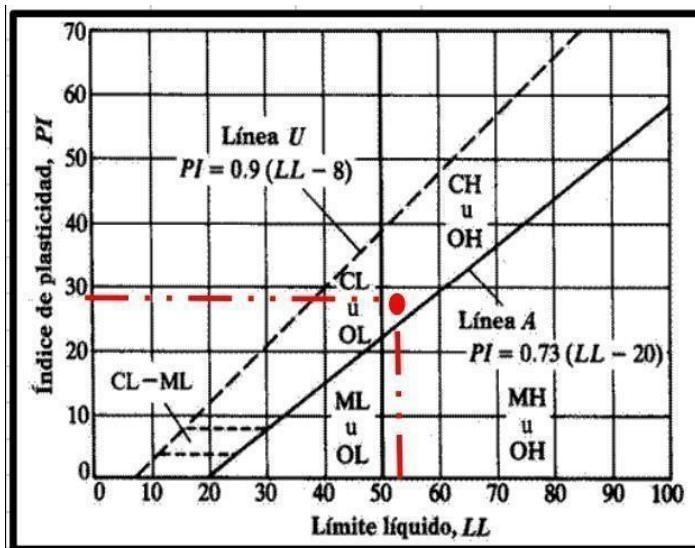


Figura 2. Carta de plasticidad de Casagrande (según ASTM D-2487-93)

En el análisis granulométrico del suelo así como en los límites de consistencia, el laboratorio señala que toda la muestra pasa por el tamiz número 200, determinándose como un suelo fino, y, al hacer uso de la carta de Casagrande,

basados en los límites de consistencia, ubica a la muestra en la zona CH (clasificándose como una arcilla de alta plasticidad) para una clasificación SUCS. Respecto a la clasificación AASHTO, se clasifica también utilizando los límites de consistencia, ubicando a la muestra como A-7 (suelo arcilloso), cumpliendo lo siguiente $IP \geq 11$ y $LL \geq 41\%$.

4.2. Resultados para el límite líquido y límite plástico

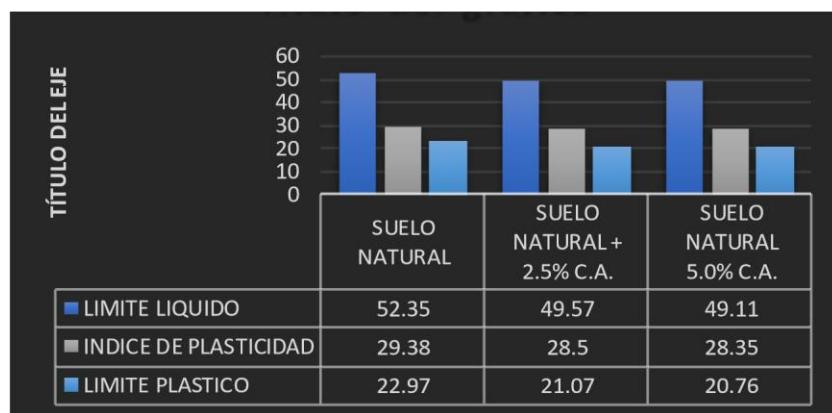


Figura 3. Valores de límite líquido, índice de plasticidad y límite plástico (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGEO S.A.C.)

En los ensayos realizados basados en la norma MTC E110 y MTC e111 de límite líquido y límite plástico respectivamente y, utilizando la carta de plasticidad SUCS, se ubicó la muestra natural dentro de la zona CH (arcilla inorgánica de alta plasticidad); sin embargo cuando se añade a la muestra natural la dosificación de 2.5 % y 5.0% de copolímero acrílico se ubican en la zona CL (arcillas inorgánica de plasticidad media) , demostrando la evolución de la muestra respecto a su plasticidad en la reducción del límite líquido en un 3.24%, límite plástico en 2.21% y por consiguiente la plasticidad en 1.03%.

4.3. Resultados de ensayo de Proctor Modificado

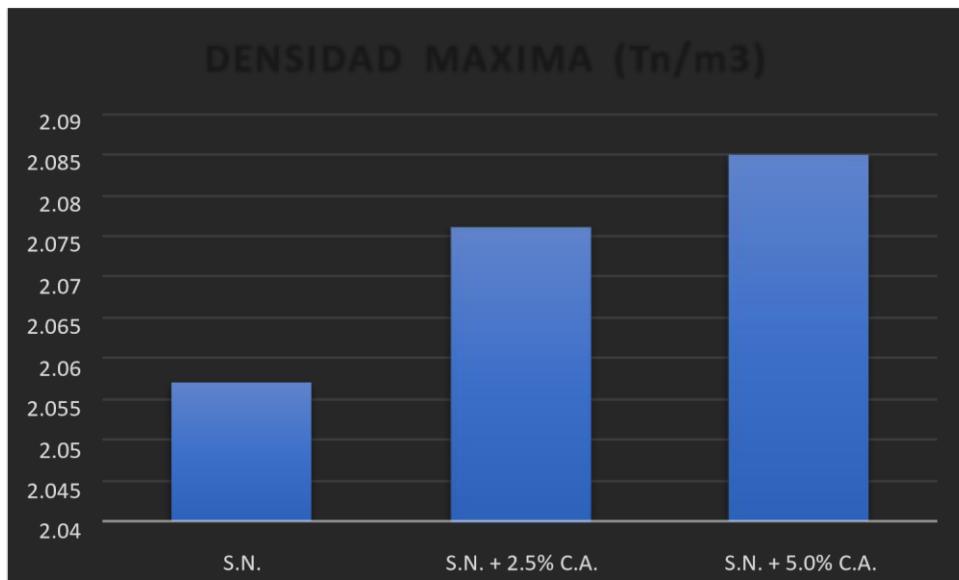


Fig.

DENSIDAD MAXIMA (Tn/m³)

Figura 4. Contenido de máximas densidades secas (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGEO S.A.C.)

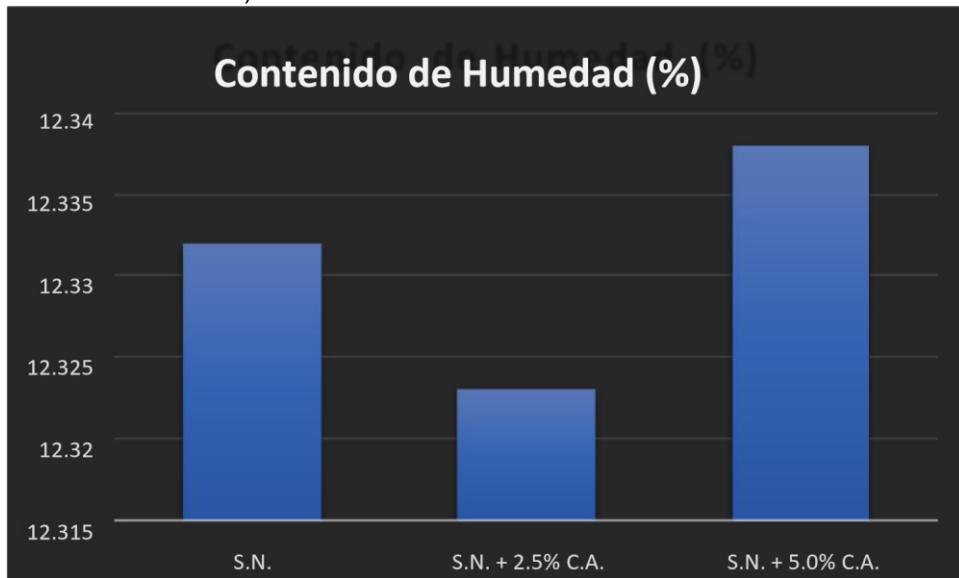


Figura 5. Contenido de humedad óptima (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGEO S.A.C.)

Se obtuvieron los resultados de Proctor modificado, donde muestra la evolución de las máximas densidades secas y del contenido óptimo de humedad. Demostrando que la variación de la máxima densidad seco se eleva al agregar el copolímero acrílico; sin embargo, el contenido de humedad es inapreciable, lo cual permitió determinar que la máxima densidad seca es directamente proporcional a la dosificación del copolímero acrílico.

4.4. Resultados de ensayos de CBR

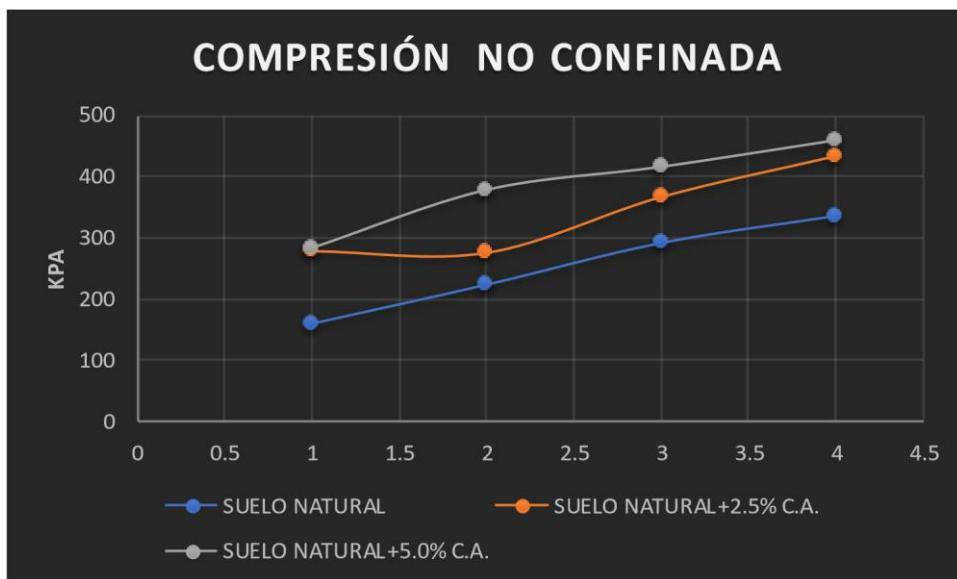
Tabla 2. Resultados de CBR

DESCRIPCION	CBR AL 100%		CBR AL 95%	
	SIN INMERSION	CON INMERSION	SIN INMERSION	CON INMERSION
SUELO NATURAL	11.15	3.2	10.59	3.04
SUELO NATURAL+2.5% C.A.	12.69	6.83	12.06	6.49
SUELO NATURAL+5.0% C.A.	16.63	7.25	15.8	6.88

*C.A. = COPOLIMERO ACRILICO

Fuente: elaboración propia.

El ensayo realizado al espécimen de suelo natural no saturado presenta un CBR de 11.15% y en condición saturada de 3.20%. Al adicionarle el copolímero acrílico a la muestra en un porcentaje de 5.0%, el CBR en condición no saturada presenta un registro de 16.63% y en estado no saturado un CBR de 7.5%. Se verificó que cumplió con los requerimientos establecidos en el “Manual para el diseño de carretera no pavimentadas de bajo volumen de tránsito” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que considera material apto para la conformación de un afirmado a los suelos con CBR igual o mayor a 6%.



Figura

6. Resultados de compresión no confinada (Fuente: Resultado de laboratorio WRC INGEO S.A.C.)

Los ensayos realizados de compresión no confinada estuvieron basados en la norma MTC E 121. Siendo observados por el periodo de curado de 0, 1, 3 y 7 días respectivamente, determinando que a medida que se aumentaba la dosificación del copolímero acrílico en la muestra de suelo natural, se elevaba el valor de la resistencia a la compresión de la muestra influido también por el tiempo de curado propuesto.

Las resistencias registradas fueron comparadas con los valores establecidos en el Manual de Ensayo de Materiales del Ministerio de Transporte y Comunicaciones detallado a continuación

Tabla 3: Tabla de contenido del manual del MTC

Consistencia de suelo	Kg/cm ²	Kpa
Muy blanda	<0.25	(<0.25)
Blanda	0.25-0.50	(25-50)
Mediana	0.50-1.00	(50-100)
Firme	1.00-2.00	(100-200)

Muy firme	2.00-4.00	(200-400)
Dura	>4.00	>400

Fuente: Manual de Ensayo de Materiales, 2016

V. DISCUSIÓN:

La presente investigación se desarrolla en la Av. El Porvenir del Distrito de Puente Piedra, cuyo objetivo es comprobar el desempeño del copolímero acrílico como estabilizante de suelo arcilloso a nivel de afirmado, siendo una alternativa relativamente novedosa en la estabilización de suelos expansivos. Considerando que, cuando se realizan estructuras viales se recomienda hacer el mayor uso posible del suelo presente en la misma vía, sin embargo, en varias ocasiones no se encuentra material competente, por lo que demanda reemplazar el material por otro que si cumpla con los requerimientos deseados. Esto genera la elevación de los costos y posibles daños al medio ambiente. El Ministerio de Transportes y comunicaciones mediante el Manual de carreteras, suelos, geología, geotécnica y pavimentos señala que si el suelo nativo presenta mala calidad en su estructura siendo su CBR≤6% , también denominados de mala calidad, existe la opción de que se sustente la implementación de una solución que contemple la mejora en sus características (estabilidad volumétrica, resistencia optima, permeabilidad, compresividad y durabilidad), seleccionando una solución óptima que justifique su ejecución. De lo contrario, se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6%; para su estabilización (2013,p.18). Es por ello que inicialmente se buscó estabilizar el suelo natural alterando sus propiedades naturales añadiendo el copolímero acrílico en dosificaciones de 2.5 y 5% con la finalidad de obtener la mejora de sus propiedades físicas, mecánicas y cohesivas y que cumpla los requerimientos de un afirmado establecidos en el Manual de Ensayo de Materiales - 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020, p. 24) en el artículo científico que se titula “Propiedades geotécnicas y microestructura de suelos de grano fino modificados con polímeros líquidos” utilizan el copolímero acrílico como estabilizante de Suelo I, tipo ML y Suelo II, tipo CH,

determinando sus características naturales mediante la clasificación de suelos y comparándolas posteriormente con el suelo mezclado con el copolímero en dosificaciones de 2, 3, 4 y 5% respectivamente, asimismo se realizaron ensayos de laboratorio como: Límites de Atterberg, compactación, prueba de resistencia a la compresión no confinada y la prueba de California Bearing Ratio (CBR). Obteniendo resultados muy variados respecto a los tipos de suelos ya que se evidenció en los resultados que el valor de la prueba de compresión no confinada en la muestra de ML preparadas en su óptimo contenido de humedad aumenta hasta un 75% en ambiente libre y hasta 14% en ambiente confinado; sin embargo, las muestras de suelo CH preparadas en su óptimo contenido de humedad mostraron grietas durante su curado en ambiente libre y no muestra cambios significativos de fuerza en ambiente confinado. Define un marginal aumento en las pruebas de CBR, en el suelo CH registró un aumento significativo de un 14% de su valor inicial.

Macedo y Moscoso (2017) en la tesis Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil titulada: “Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de suelo procedente de la cantera de Anahuarque -Saylla utilizado a nivel de sub base en la región del Cusco, estabilizado con co-popolímero en 0, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%.” A su vez coincide también con la determinación de los ensayos realizados para analizar las mejoras en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante mezclada con el copolímero desarrollando los ensayos de límite líquido, límite plástico, Proctor modificado y ensayo de compresión simple en laboratorio.

Se coincide con Kolay, Prabir and Dhakal, B. y con Macedo y Moscoso en la determinación de ensayos para determinar si las hipótesis planteadas en, que la aplicación del copolímero acrílico mejorará las propiedades físicas, mecánicas y cohesivas del suelo arcilloso a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir del Distrito de Puente Piedra. Basados en los antecedentes mencionados se realizaron los ensayos correspondientes determinando inicialmente la clasificación de suelo y posteriormente añadiéndole el copolímero acrílico en dosificaciones de 2.5% y 5%.

Los ensayos realizados en laboratorio al suelo natural indicaron que se trabajó con una muestra de suelo conformado por arcilla de alta plasticidad, con un CBR de 3.2% considerándose un suelo de mala calidad para una vía a nivel de afirmado. Sin embargo, al adicionarle finalmente el copolímero acrílico en una dosificación de 5% se verificó que cumplió con los requerimientos establecidos en el “Manual para el diseño de carretera no pavimentadas de bajo volumen de tránsito” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que considera material apto para la conformación de un afirmado a los suelos con CBR igual o mayor a 6%.

De acuerdo a los resultados de los ensayos de Proctor modificado, se verifica las evoluciones de las máximas densidades secas y la evolución del contenido óptimo de humedad donde se evidencia que la máxima densidad seca aumenta con la adición del copolímero acrílico; sin embargo, el contenido óptimo de humedad se mantiene ligeramente constante. De esto se puede afirmar que la máxima densidad seca es directamente proporcional al contenido del copolímero acrílico. El ensayo de compresión inconfinada muestra que la arcilla estabilizada con el copolímero acrílico para 0, 1, 3 y 7 días de curado, aumenta la resistencia a la compresión en proporción directa al tiempo de curado. La muestra en estado natural se ubica dentro de un suelo firme pasando a un suelo duro para siete días de curado y para un 5% del copolímero acrílico a diferencia de Kolay, Prabir and Dhakal, B. (2020, p. 2483) en el artículo que se titula “Propiedades geotécnicas y microestructura de suelos de grano fino modificados con polímeros líquidos” que realizaron el curado de las muestras durante 7, 14 y 28 días para conseguir los objetivos planteados a diferencia de la presente investigación determinando que en el tipo de suelo de la muestra (arcilla inorgánica de alta plasticidad) el copolímero mejoró sus propiedades físicas y mecánicas en un corto periodo de tiempo establecido y monitoreado por el laboratorio.

En los resultados obtenidos del ensayo de límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad se puede ver la evolución del material desde un suelo CH u OH (arcillas inorgánicas de alta plasticidad) en estado natural hasta un suelo CL u OL (arcillas inorgánicas de plasticidad media) esto para porcentajes de entre 2.5% a 5%, como puede verse esta evolución es de un

suelo arcilloso de alta plasticidad a un suelo arcilloso de plasticidad media, de manera que no se evidencia mayor trascendencia en la propiedad cohesiva de la muestra sin embargo si se altera positivamente según los resultados entregados por el laboratorio. Finalmente, Se puede afirmar la hipótesis general planteada que indica que la aplicación de copolímero acrílico influye en la estabilización de suelo arcilloso mejorando las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra. Garnica, Pérez y Gómez (2017, p.27) definen el mejoramiento de suelo como el cumplimiento de varios requerimientos respecto del suelo, tales como la resistencia al esfuerzo cortante, tenacidad, la estabilidad de volumen, humedad, entre otros, y menciona que existe una variedad de técnicas para mejorar el suelo que permiten densificarlo artificialmente, mejorando sus propiedades y con ello sus ventajas, como el incremento en su capacidad portante y su resistencia al corte, reduce los asentamientos, reduce la permeabilidad, reduce los índices de humedad, disminuye la susceptibilidad a las heladas e incrementa su resistencia a la erosión. Por lo que, considerando la definición mencionada se puede afirmar que se obtuvo un mejoramiento del suelo natural inicial determinada como un suelo de mala calidad para un afirmado que no cumplía con las características tal como lo sinteriza Ríos (2017, p.19), que lo define como la capa de material granular, natural o procesada con gradación determinada, que se encuentra compactada y que soporta directamente las cargas y los esfuerzos del tránsito y que cumple la función de superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas. Así pues, se puede afirmar que el copolímero acrílico cumplió con la función de agente estabilizador en un suelo arcilloso mejorando sus propiedades físicas, mecánicas y cohesivas que permiten cumplir con los requerimientos de la normativa vigente para un afirmado y evitando la demanda de material de préstamo.

VI. CONCLUSIONES

1. Al analizar la estabilización de suelos arcillosos ubicados en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra, con el copolímero acrílico se determinó que mejoraron las propiedades físicas, mecánicas y cohesivas de los mismos, para uso como afirmado. Con los resultados obtenidos del laboratorio se demuestra el uso del copolímero acrílico logra mejorar las propiedades físicas y mecánicas respecto a una muestra natural. Estas mejoras se muestran en los ensayos de CBR y compresión inconfinada, parámetros exigidos por el Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito y el Manual de Ensayo de Materiales, 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
2. Se determinó la incidencia de la adición del copolímero acrílico sobre suelos arcillosos de manera positiva al incrementarse la capacidad de soporte (CBR). Teniendo como referente los resultados del ensayo de CBR realizados en laboratorio, verificándose que alcanzo un CBR de 7.25% con adición de 5% de copolímero. Concluyendo que al mejorar sus propiedades físicas dicho suelo estabilizado es apto para la conformación del afirmado, el cual se encuentra dentro de los requerimientos exigidos por el “Manual para el diseño de carretera no pavimentadas de bajo volumen de tránsito” del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, en donde considera como material apto para la conformación de un afirmado a suelos con un CBR igual o mayor de 6%.
3. La adición del copolímero acrílico sobre suelos arcillosos contribuye al aumento de la resistencia a la compresión no confinada, mejorando sus propiedades mecánicas, basados en los resultados obtenidos en laboratorio al estabilizar el suelo arcilloso con el copolímero acrílico. Donde se concluye que se aumenta la resistencia a la compresión no confinada. Mediante el ensayo de compresión no confinada que determinó la evolución de este valor, que además este aumento se ve afectado por el tiempo de curado. Los resultados de las resistencias se encuentran dentro de la tabla de consistencia del suelo del Manual de Ensayo de Materiales, 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, valores que tienen una consistencia que van desde suelo firmes a suelo duros,

esto evidentemente influenciados por el porcentaje del copolímero acrílico añadido, así como por el tiempo de curado.

4. Que la adición del copolímero acrílico sobre suelos arcillosos reduce la plasticidad de dicho material, mejorando sus propiedades cohesivas, concluyendo que se reduce la plasticidad de dicho suelo. Haciendo uso de la carta de plasticidad la muestra natural se ubica dentro de la zona CH u OH (arcillas inorgánicas de alta plasticidad), sin embargo, las muestra de 2.5% y 5% de copolímero acrílico pasan a la zona de CL u OL (arcillas inorgánicas de plasticidad media), lo que demuestra la reducción de la plasticidad del suelo estudiado.

VII. RECOMENDACIONES:

- Se sugiere la aplicación de los resultados obtenidos en la presente tesis en infraestructuras viales que presenten suelos arcillosos, en virtud a que se los resultados de laboratorio fueron satisfactorios respecto al logro de los objetivos. Además, se recomienda que para reducir costos en la estabilización
- A futuros investigadores, realizar el análisis de la estabilización de otros suelos problemáticos como arcillas y limos de alta o baja plasticidad (SUCS) además de ampliar el estudio de otras propiedades del suelo estabilizado, mediante los ensayos de módulo resiliente de suelos (MTC E 128), determinación del valor de resistencia y de la presión de expansión de suelos compactados (MTC E 136)
- Considerar desarrollar el estudio de copolímero acrílico en la estabilización de suelo para cimentación y la interacción suelo estructura, y la evaluación tanto para fundaciones superficiales como para fundaciones profundas evaluando los efectos.
- Para el uso de copolímero acrílico como estabilizante de suelos arcillosos es afirmado, no es necesario el uso de mano de obra calificada, solo se tiene que seguir las proporciones de mezcla indicadas en la presente tesis

REFERENCIAS

Abdollahi, Masood and Vahedifard, Farshid. Prediction of Lateral Swelling Pressure in Expansive Soils. Geotechnical Special Publication. [on line] Volume 2020-February, Issue GSP 319, 2020, Pages 367-376 [Date of consultation: May 3, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85081957230&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=9f34b16ec7a2c0f212f614baac2dd238&sot=a&sdt=a&sl=44&s=TITLE-ABSTRACT+%28attributes+of+expansive+soil%29&relpos=1&citeCnt=0&searchTerm=>
ISSN: 08950563

Aguilar, C. y Borda, Y. REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE DEL USO DE POLÍMEROS EN LA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS. [en línea]. Tesis para obtener el grado de bachiller en Ingeniería Civil. Universidad Santo Tomás, Colombia, 2015.102 pp. Recuperado de: <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/3923/Bordayeraldin2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Analysis of the influence of waste polymer on soil subgrade [en línea]. India: International Research Journal of engineering and technology IRJET, 2016 [Fecha de consulta: 02 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://irjet.net/archives/V3/i3/IRJET-V3I3379.pdf> ISSN: 2395-0072

Baghini, M, Ismail, A and Naseralavi, S. Performance evaluation of road base stabilized with styrene–butadiene copolymer latex and Portland cement Performance evaluation of road base. International Journal of Pavement Research and Technology. [on line]. Volume 9, Issue 4, 1 July 2016, Pages 321-336.[Date of consultation: March 08, 2020]. Retrieved from:

[ISSN: 19966814](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.084995505479&origin=relist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54f26e322d88b1e49076efb958065ef9&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopuby%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22CHEM%22%2ct%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=32&s=soil+stabilization+with+polymers&recordRank=)

Baghini, M., Ismail, A, Asghar, M. and Fendereski, G. Measuring the effects of styrene butadiene copolymer latex-Portland cement additives on properties of stabilized soil-aggregate base. International Journal of Pavement Research and Technology. [on line]. Volume 11, Issue 5, September 2018, Pages 458-469.[Date of consultation: March 21, 2020]. Retrieved from: [ISSN: 19966814](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85044945629&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=af2825bae8c712c8bca6c7181d27b929&sot=a&sdt=sisr&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopuby%2c%222021%22%2ct%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=10&s=Copolymers&ref=%28cbr%29&relpos=8&citeCnt=1&searchTerm=)

Bai, Y, Liu, J and Song, Z. Unconfined compressive properties of composite sand stabilized with organic polymers and natural fibers. Polymers.[on line]. Volume 11, Issue 10, 1 October 2019, Article number 1576.[Date of consultation: March 31, 2020]. Retrieved from: [ISSN: 19966814](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85073393615&origin=relist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54f26e322d88b1e49076efb958065ef9&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess)

%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22
%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%
2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22CHEM%22%2ct%2c
%22ENGI%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=32&s=soil+stabilization+
with+polymers&recordRank=

ISSN: 20734360

BELTRAN, Maribel y Marcilla, Antonio. Tecnología de polímeros. 2da. Ed. España. Publicaciones Universidad Alicante 2012,276pp
ISBN: 9788497172325

BRAJA, Das. Fundamentos de ingeniería de cimentaciones. 7ma. ed. Mexico DF. Cengage Learning Editores SA, 2012. 500pp
ISBN: 9876074818239

CASTILLO Parra, Byron. Estabilización de suelos arcillosos de Macas con valores de CBR menores al 5% y límites líquidos superiores al 100%, para utilizarlos como subrasantes en carreteras. Tesis (Magister en Ingeniería En Vialidad y Transportes). Ecuador: Universidad de Cuenca, 2017.

Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/26917>

Calle, S. Y Arce, M. Estabilización con polímero acrílico de la subrasante de la zona del puente de Añashuayco para su uso como base y comparación frente a un Pavimento Convencional. [en línea]. Tesis para obtener el grado de bachiller en Ingeniería Civil. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Perú, 2018. Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/6118>

Chang, I., Lee, M. and Tran, A. Review on biopolymer-based soil treatment (BPST) technology in geotechnical engineering practices. *Transportation Geotechnics*. [on line]. Volume 24, September 2020, Article number 100385. [Date of consultation: June 9, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85086645448&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=5>
4898230e89a3ffda84dfcf6eb5eed75&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2bscopuby%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubjabr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=57&s=liquid+limit%2c+plastic+limit+and+plasticity+index+of+soils&relpos=4&citeCnt=0&searchTerm="

ISSN: 22143912

CURITOMAY Najarro, Carlos. Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma - Yanayacu, distrito de Socos. Tesis. (Ingeniero Civil). Ayacucho: Universidad Nacional de Huamanga, 2018. Disponible en: <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UN SCH/3569>

Darvishi, A., Vosoughifar, H., Saeidijam and S., Torabi, M., Rahmani, A. An experimental and prediction study on the compaction and swell-expansion behavior of bentonite clay containing various percentages of two different synthetic fibers. Innovative Infrastructure Solutions. [on line]. Volume 5, Issue 1, 1 April 2020, Article number 31. [Date of consultation: May 12, 2020]. Retrieved from:[https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85080990125&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e3f7542b752382356f8073c98180125a&sot=a&sdt=sisr&cluster=scopuby%2c%222021%22%2ct%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=18&s=copolymer+additive&ref=%28Standard+test+methods+for+liquid+limit%2c+plastic+limit+and+plasticity+index+of+soils.+ASTM+International%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=">ISSN: 23644176](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85080990125&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=e3f7542b752382356f8073c98180125a&sot=a&sdt=sisr&cluster=scopuby%2c%222021%22%2ct%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=18&s=copolymer+additive&ref=%28Standard+test+methods+for+liquid+limit%2c+plastic+limit+and+plasticity+index+of+soils.+ASTM+International%29&relpos=0&citeCnt=0&searchTerm=)

Estabragh, A., Afsari, E., Javadi and Babalar, M. Effect of two organic chemical fluids on the mechanical properties of an expansive clay soil. Journal of Testing and Evaluation. [on line]. Volume 48, Issue 5, 1 September 2020. [Date of consultation: June 16, 2020]. Retrieved from: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85065118442&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54898230e89a3ffda84dfcf6eb5eed75&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubjabr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=57&s=liquid+limit%2c+plastic+limit+and+plasticity+index+of+soils&relpos=1&citeCnt=2&searchTerm="](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85065118442&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=54898230e89a3ffda84dfcf6eb5eed75&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubjabr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=57&s=liquid+limit%2c+plastic+limit+and+plasticity+index+of+soils&relpos=1&citeCnt=2&searchTerm=)

ISSN: 00903973

Georgees, R., Hassan, R. and Evans, R. Effect of the use of a polymeric stabilizing additive on unconfined compressive strength of soils. Transportation Research Record. [on line]. Volume 2473, 2015, Pages 200-208.[Date of consultation: March 11, 2020]. Retrieved from: [https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84983401756&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c8a194748c2afd8c89544b1f1cae0694&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2c%22aip%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=24&s=California+Bearing+Ratio&recordRank="](https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84983401756&origin=reflist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c8a194748c2afd8c89544b1f1cae0694&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2c%22aip%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=24&s=California+Bearing+Ratio&recordRank=)

ISSN: 03611981

Ghasemzadeh, H, Mehrpajouh, A and Pishvaei, M. Journal of Materials in Civil Engineering.[on line]. Volume 32, Issue 8, 1 August 2020, Article

number 04020212. [Date of consultation: June 24, 2020]. Retrieved from:
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085620829&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=4f26e322d88b1e49076efb958065ef9&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22CHEM%22%2ct%2c%22ENGI%22%2ct%2c%22MATE%22%2ct&sl=32&s=soil+stabilization+with+polymers&relpos=100&citeCnt=1&searchTerm=>

ISSN: 08991561

Ghasemzadeh, H., Mehrpajouh, A., Pishvaei and M., Mirzababaei, M. Effects of Curing Method and Glass Transition Temperature on the Unconfined Compressive Strength of Acrylic Liquid Polymer-Stabilized Kaolinite. Journal of Materials in Civil Engineering. [on line] Volume 32, Issue 8, 1 August 2020, Article number 04020212. [Date of consultation: March 17, 2020]. Retrieved from:
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085620829&origin=resultslist&sort=plff&src=s&imp=t&sid=e8e8a27731f1f2ffe212900f9a55979d&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=14&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 08991561

GÓMEZ, L., GUILLIN, W., y GALLARDO, R. Variación de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos compresibles estabilizados con material cementante. Revista Tecnura, 20 [en línea] 23-agosto-2016 [Fecha de consulta: 22 de mayo de 2020]. Disponible en:
<file:///C:/Users/Diana/Downloads/DialnetVariacionDeLasPropiedadesMecanicasDeSuelosArcillos-6371465.pdf> ISSN: 0123-921X

HIGERA, Carlos, GOMEZ, Jenny y PARDO, Oscar. Characterization of a clay soil treated with Calcium Hydroxid. Revista Facultad de Ingeniería .UPTC [en línea] Enero-Junio de 2012 [Fecha de consulta: 19 de abril de 2020]. Disponible en: file:///C:/Users/Diana/Downloads/DialnetCaracterizacionDeUnSueloArcillosoTratadoConHidroxi-4222676%20(1).pdf ISSN: 0121-1129

Kang, X., Kang, G. and Chang, K. Chemically stabilized soft clays for roadbase construction. Journal of Materials in Civil Engineering [on line]. Volume 27, Issue 7, 1 July 2015, Article number 04014199.[Date of consultation: February,26, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84931027168&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=1dbfe48f9e2bb30a55f7bf354b58fa5d&sot=a&sdt=a&sl=46&s=stabilization+effectiveness+of+expansive+clays&relpos=449&citeCnt=38&searchTerm=>

ISSN: 08991561

Khadka, S.D., Jayawickrama, P., Senadheera, S. and Segvic, B. Stabilization of highly expansive soils containing sulfate using metakaolin and fly ash based geopolymer modified with lime and gypsum. Transportation Geotechnics. [on line] Volume 23, June 2020, Article number 100327. [Date of consultation: March 17, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85079035909&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=8fe602fd05ddacb489509199e2901a63&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=18&s=Soil+stabilization&ref=%28CLAY+SOIL+RESISTANCE%29&relpos=43&citeCnt=0&searchTerm=ISSN: 22143912>

Kolay, P, Kolay, P. Geotechnical Properties and Microstructure of Liquid Polymer Amended Fine-Grained Soils. *Geotechnical and Geological Engineering*. [on line]. Volume 38, Issue 3, 1 June 2020, Pages 2479-2491. [Date of consultation: June 11, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077053858&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=c8a194748c2af8c89544b1f1cae0694&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubstage%2c%22final%22%2ct%2c%22aip%22%2ct%2bscoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopuby%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=24&s=California+Bearing+Ratio&relpos=28&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09603182

Kolay, Prabir and Dhakal, B. Geotechnical Properties and Microstructure of Liquid Polymer Amended Fine-Grained Soils. *Geotechnical and Geological Engineering* [on line]. Volume 38, Issue 3, 1 June 2020, Pages 2479-2491. [Date of consultation: June 9, 2020]. Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85077053858&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=7a9a05464934f5b90c50cbd6e20f5a11&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopuby%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=24&s=California+Bearing+Ratio&relpos=23&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09603182

Kumar, A., Sharma, A., Singh, S. Composite nano materials for soil stabilization. Test Engineering and Management. [on line]. Volume 83, 26 April 2020, Pages 15751-15757.[Date of consultation: April 24, 2020].

Retrieved from:

https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085084220635&origi_n=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&si=d7a9a05464934f5b90c50cbd6e20f5a11&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=24&s=California+Bearing+Ratio&relpos=40&citeCnt=0&searchTerm=

ISSN: 01934120

López, T., Bosco, J., Horta, J., Coronado, A., Castaño, V. (mayo, 2010). Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. Revista Iberoamericana de Polímeros, México, 168 pp. Recuperado de: <http://www.ehu.eus/reviberpol/pdf/MAY10/lopez.pdf>

MACEDO, Mariela, Moscoso, Tiffani. Evaluación de las propiedades físico-mecánicas de suelo procedente de la cantera de Anahuarque Saylla utilizado a nivel de sub base en la región del Cusco, estabilizado con copolímero en 0, 10%, 15%, 20%, 25% y 30%. Tesis. (Ingeniero Civil) Cusco: Universidad Andina del Cusco, 2017.

Disponible en: <https://es.scribd.com/document/394722671/tesis-02>

Onyejekwe, S. and Ghataora, G. Soil stabilization using proprietary liquid chemical stabilizers: sulphonated oil and a polymer. Bulletin of Engineering Geology and the Environment.[on line]. Volume 74, Issue 2, 1 May 2015, Pages 651-665.[Date of consultation: April,12, 2020].

Retrieved from:
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.084957963900&origin=relist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=d4cbd8d9286f37e78168187dadf975ef&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=31&s=Polymer+Stabilisation+of+Clay&recordRank=>

ISSN: 14359529

Najarro, C y Jan, C. Estabilización de suelos arcillosos con polímeros de tipo copolímero, aplicado a obras viales de mediano tránsito en la carretera Pucaloma - Yanayacu, distrito de Socos. [en línea]. Tesis para obtener el grado de bachiller en Ingeniería Civil. Universidad Nacional de San Cristobal de Huamantanga, Perú, 2018.

Reza, Mohammad and Uygar, Eris. Volume change and compressive strength of an alluvial soil stabilized with butyl acrylate and styrene. Construction and Building Materials. [on line] Volume 255, 20 September 2020, Article number 119352. [Date of consultation: June 8, 2020].
Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85084187698&origin=resultslist&sort=plff&cite=2-s2.0-85084187698&refeid=2s2.00004316835&src=s&imp=t&sid=e8e8a27731f1f2ffe212900f9a55979d&sot=cite&sdt=a&sl=0&relpos=5&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09500618

RÍOS Pérez, Karen. Diseño de la carpeta de rodadura con el uso del aditivo emulsión de copolímeros, en la carretera Saposoa – Intiyacu. Tesis. (Ingeniero Civil). Tarapoto: Universidad Cesar Vallejo, 2017.

Disponible en: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/UCV/10338?show=full>
31.SEYMOUR, Raymond, CARRAHER, Charles, GUERRA, Area.
Introducción a la química de los polímeros. 1^a ed., 16^a imp.
Madrid: Reverté, 2009.742pp.

ISBN: 9788429179262

Sohaib, N., Sarfraz, M. y Sana, G. (november, 2018). Use of acrylic polymer for stabilization of clayey soil. International Journal of Scientific & Engineering Reserch, Volume 9, Issue 11. Retrieved from:

https://www.researchgate.net/publication/329558519_Use_of_Acrylic_polymer_for_stabilization_of_clayey_soil

ISSN 2229-5518

Song, Liu, J., Bai, Y and Kanungo, D. Laboratory and field experiments on the effect of vinyl acetate polymer-reinforced soil. Applied Sciences. [on line] Volume 9, Issue 1, 8 January 2019, Article number 208 [Date of consultation: March 23, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2s2.085059704557&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=22fcff147cf6c2784c24bd23a2fcfc20&sot=a&sdt=cl&cluster=scopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=18&s=Soil+stabilization&ref=%28%28CLAY+SOIL+RESISTANCE%29%29+AND+%28Different+Types+Soil+Stabilization+Techniques%29&relpos=38&citeCnt=5&searchTerm=>

ISSN: 20763417

Tao, X., Li, A. and Yang, H. Immobilization of metals in contaminated soils using natural polymer-based stabilizers. Environmental Pollution. [on line]. Volume 222, 2017, Pages 348-355.[Date of consultation: April,28, 2020].

Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85008185880&origin=relist&sort=plff&src=s&sid=1dbfe48f9e2bb30a55f7bf354b58fa5d&sot=a&sdt=a&sl=46&s=stabilization+effectiveness+of+expansive+clays&recordRank=>

ISSN: 02697491

TERREROS, Carmen, ZAMBRANO, Alejandra, CASANOVA, Manuel.
Uso de polímeros como estabilizador de suelos aplicado en vías de arcilla (CL) y grava arcillosa (GC). Tesis. (Ingeniero Civil). Ecuador: Universidad de Especialidades Espíritu Santo, 2016.

Disponible en: <http://repositorio.uees.edu.ec/handle/123456789/567>

Relationship, Strength and Compacted Properties of Polymer Treated Expansive CH Clay Soil Using Vipulanandan Models. Geotechnical and Geological Engineering. [on line]. 21 May 2020. Article number 1576. [Date of consultation: May 16, 2020]. Retrieved from:

<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85085509695&origin=resultslist&sort=plff&src=s&nlo=&nlr=&nls=&sid=d4cbd8d9286f37e78168187dadf975ef&sot=a&sdt=cl&cluster=scoopenaccess%2c%221%22%2ct%2c%220%22%2ct%2bscopubyr%2c%222020%22%2ct%2c%222019%22%2ct%2c%222018%22%2ct%2c%222017%22%2ct%2c%222016%22%2ct%2bscosubtype%2c%22ar%22%2ct%2bscosubjabbr%2c%22ENGI%22%2ct&sl=31&s=Polymer+Stabilisation+of+Clayey&relpos=45&citeCnt=0&searchTerm=>

ISSN: 09603182

Yuping, Z, Zilong, W. and Yifeng, Z. Research and Application of Soil Solidifying Agent. E3S Web of Conference. [on line]. Volume 165, 1 May 2020, Article number 03026. [Date of consultation: April, 12, 2020].

Retrieved from: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0->

85085258038&origin=resultslist&sort=plff&src=s&sid=1dbfe48f9e2bb30a
55f7bf354b58fa5d&sot=a&sdt=a&sl=46&s=stabilization+effectiveness+of
+expansive+clays&relpos=19&citeCnt=0&searchTerm=

ISSN: 25550403

Chen,F., Wondergem, J., Peterson, M., Kalies, J. and Santos, W. (november, 2016). The Effect of Polymers for Soil Stabilization and Soil Nutrient Retention. International Journal of Applied Science - Research and Review. 3:5. Retrieved from :
<https://www.imedpub.com/articles/theeffect-of-polymers-for-soilstabilization-and-soil-nutrientretention.php?aid=17452>

Guo, Liuhui, "Investigation of soil stabilization using biopolymers" (2014). Graduate Theses and Dissertations. Iowa State University Capstone 13909. <https://lib.dr.iastate.edu/etd/13909>

Kushwaha, P., Swami, S. & Lal, B. (april, 2019) Investigating the effects of nanochemical-based ionic stabilizer and co-polymer on soil properties for pavement construction. International Journal of Geotechnical Engineering. Retrieved from:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/19386362.2019.1635817?scrol=top&needAccess=true&journalCode=yjge20>

ANEXOS

Tabla 3: Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variable	Dimensiones	Indicadores	INSTUMENTOS	Metodología
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	Variable Independiente (X) Copolímero acrílico	Adición de copolímero acrílico al 2.5%	Limites de Atterberg	Formato de recolección de datos MTC E111-NTP 339.129-ASTM	Método de investigación: Tipo de Investigación: La presente investigación es de tipo aplicada , ya que tiene como finalidad especificar la influencia del uso de copolímero acrílico para la estabilización de suelos arcillosos, realizando el análisis de sus variables y sus definiciones mediante teorías ya existentes. Valderrama (2015 p. 39), menciona que la investigación aplicada es la que utiliza teorías existentes a procedimientos tecnológicos.
¿Cómo influirá en la estabilización del suelo arcilloso la aplicación de copolímero acrílico para mejorar las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra?	Analizar la estabilización del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para mejorar las propiedades del afirmado	La aplicación de copolímero acrílico influye en la estabilización de suelo arcilloso mejorando las propiedades del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.			CBR	Formato de recolección de datos ASTM D 1883 - MTC E 132	
					Compresión inconfinada	Formato de recolección de datos MTC E 121, NTP 339.167	
					Proctor Modificado	Formato de recolección de datos MTC E 115, NTP 339.141	
				Adición de copolímero acrílico al 5.0%	Limites de Atterberg	Formato de recolección de datos ASTM D 4318-84	
			Variable Dependiente (Y) Estabilización de suelos arcillosos	Propiedades físicas	CBR	Formato de recolección de datos ASTM D 1883 - MTC E 132	Enfoque: El presente estudio es de carácter cuantitativo , puesto que se orienta a la definición de las propiedades de suelos estabilizados con el copolímero acrílico, que son medibles, con secuencia y se pueden probar mediante los ensayos establecidos según el estándar del Manual de Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras (EG-2013). Valderrama (2015, p. 117) indica que la investigación de enfoque cuantitativo es aquella que recopila los datos, los procesa y los analiza, siendo estos datos numéricos para la apreciación de los resultados.
•¿Cómo incide el uso del copolímero acrílico en el mejoramiento de las propiedades físicas del suelo arcilloso del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra?	•Determinar la incidencia en las propiedades físicas del suelo al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado de la Avenida el Porvenir, distrito Puente Piedra	•La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejorará sus propiedades físicas			Compresión inconfinada	Formato de recolección de datos MTC E 121, NTP 339.167	
					Proctor Modificado	Formato de recolección de datos MTC E 115, NTP 339.141	
					Granulometría	Formato de clasificación de suelos SUCS Y ASHTO	
•¿De qué manera incide el uso de copolímero acrílico en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del suelo arcilloso?	•Establecer la incidencia en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.	•La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejora sus propiedades mecánicas		Propiedades mecánicas	Limites de consistencia	Formato de recolección de datos ASTM D 4318-84	Diseño de la investigación El diseño metodológico aplicado en la presente investigación es experimental en la modalidad pre experimental ya que se someterá a estímulos a los objetos de estudio para posteriormente definir el nivel en el que influye la variable independiente, copolímero acrílico. Valderrama (2015, p.79) Señala que la investigación experimental es la manipulación intencionada de la variable que independiente, con el fin de monitorear el comportamiento de la variable de medición, o variable dependiente, creadas y simuladas mediante ensayos controlados. Asimismo Borja, M. (2012, p27) detalla que la modalidad de investigación experimental, en la modalidad pre experimental, es usada en investigaciones técnicas para realizar la medición de su influencia en los resultados.
•¿El uso de copolímero acrílico mejorará las características cohesivas en suelo arcilloso del afirmado?	•Definir las mejoras en las características cohesivas del suelo arcilloso al aplicar copolímero acrílico para la estabilización del afirmado en la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra.	•La aplicación de copolímero acrílico en el suelo arcilloso del afirmado de la Av. El Porvenir, Distrito Puente Piedra mejora sus características cohesivas			Humedad	Formato de recolección de datos MTC E 115, NTP 339.141	
					CBR	Formato de recolección de datos ASTM D 1883 - MTC E 132	
			Características cohesivas	Propiedades mecánicas	Compresión inconfinada	Formato de recolección de datos MTC E 121, NTP 339.167	
					Proctor Modificado	Formato de recolección de datos MTC E 115, NTP 339.141	
				Características cohesivas	Límite Líquido	Formato de recolección de datos MTC E110 - NTP 339.129 -ASTM D4318	
					Límite plástico (LP)	Formato de recolección de datos MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318	
					Índice de Plasticidad (IP)	Formato de recolección de datos ASTM D 4318-84	

Instrumentos de recolección de datos

CLASIFICACION DE SUELOS

CLASIFICACION DE SUELOS MÉTODO SUCS y AASHTO							
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020"						
Elaborado por:	Lecarnaqué Ortiz, Diana Isabel						
UBICACIÓN	Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra						
FECHA	2020						
Muestra N°:			PROFUNDIDAD:	CONTENIDO:		ADITIVO:	
APERTURA DEL TAMIZ	PESO RETENIDO	PESO CORREGIDO	RETENIDO (%)	ACUMULADO (%)	PASANTE (%)		
TAMIZ mm							
3'							
2'							
1'							
3/4"							
3/8"							
1/4"							
#4							
#8							
#16							
#30							
#50							
#100							
#200							
CAZUELA							
D60	D30	D10	Cu	Cc	GRAVA	ARENA	FINOS
<p>ANALISIS GRANULOMETRICO</p>							
LÍMITE LÍQUIDO (%)							
LÍMITE PLÁSTICO (%)							
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)							

Juan Tafur Tacilla CIP 66613

Segundo Tafur Tacilla CIP 169529

Ing. Elvis Ortiz Quispe. CIP 238759

ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS

LÍMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS								
NORMAS TECNICAS: MTC E110 - NTP 339.129 - ASTM D4318								
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020"							
Ejecutado por:	Lecaraoquí Ortiz, Diana Isabel		TÉCNICO:					
UBICACIÓN	Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra							
FECHA	2020							
Muestra Nº:	PROFUNDIDAD:	CONTENIDO:			ADITIVO:			
Muestras		1	2	3	4			
Capsula Nº								
PESO CAPSULA+MUESTRA HUMEDA(gr)								
PESO CAPSULA+MUESTRA SECA (gr)								
PESO CÁPSULA (gr)								
PESO DEL AGUA Ww(gr)								
PESO DE SÓLIDOS Vs(gr)								
CONTENIDO DEL AGUA W(%)								
NUMERO DE GOLPES								
<p>LÍMITE LÍQUIDO</p> <p>CONSISTENCIA N₆₀</p>			<table border="1"> <tr><td>LÍMITE LÍQUIDO (%)</td></tr> <tr><td>LÍMITE PLÁSTICO (%)</td></tr> <tr><td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD(%)</td></tr> </table>			LÍMITE LÍQUIDO (%)	LÍMITE PLÁSTICO (%)	ÍNDICE DE PLASTICIDAD(%)
LÍMITE LÍQUIDO (%)								
LÍMITE PLÁSTICO (%)								
ÍNDICE DE PLASTICIDAD(%)								

Ing. Elvis Ortiz Quispe
CIP 238759

JUAN TAFUR TACILLA
CIP 66613

Segundo Tafur Tacilla
CIP 169529

ENSAYO DE LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS

LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS			
NORMAS TECNICAS: MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318			
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020"		
Eaborado por:	Lecarnaqué Ortiz, Diana Isabel	TÉCNICO:	
UBICACIÓN	Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra		
FECHA	2020		
Muestra Nº:	PROFUNDIDAD:	CONTENIDO:	ADITIVO:
Muestras	1	2	
Capsula Nº			LÍMITE PLÁSTICO(%)
PESO CÁPSULA+MUESTRA HÚMEDA(g)			
PESO CÁPSULA+MUESTRA SECA (gr)			
PESO CÁPSULA (gr)			
PESO DEL AGUA Ww(gr)			
PESO DE SÓLIDOS Ws(gr)			
CONTENIDO DEL AGUA W(%)			
NUMERO DE GOLPES			
LÍMITE LÍQUIDO (%)			
LÍMITE PLÁSTICO (%)			
INDICE DE PLASTICIDAD(%)			
OBSERVACIONES:			

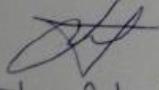
Ing. Elvis Ortiz Quispe
CIP 238759

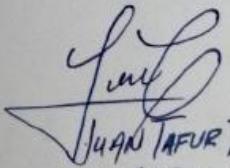
Juan Tapur Tacilla
CIP 66613

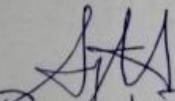
Segundo Tapur Tacilla
CIP 169529

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO DE COMPACTACION CON ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115).						
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, NTP 339.141						
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020"					
ELABORADO POR:	Lecamaqué Ortiz, Diana Isabel					
UBICACIÓN:	Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra					
FECHA:	2020					
MUESTRA N°:		PROFUNDIDAD:		CONTENIDO:		ADITIVO:
MUESTRA		1	2	3	4	5
PESO LATA + SUELO HUMEDO (gr)						
PESO LATA + SUELO SECO (gr)						
PESO DEL AGUA (gr)						
PESO DE LATA (gr)						
PESO DE SUELO SECO (gr)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)						
MOLDE N°		1	2	3	4	5
PESO MOLDE+SUELO COMPACTADO(gr)						
PESO DE MOLDE (gr)						
PESO DE SUELO COMPACTADO (gr)						
VOL. SUELO COMPACTADO (cm ³)						
DENSIDAD SUELO HUMEDO (KN/m ³)						
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr)						
DENSIDAD SUELO SECO (KN/m ³)						
CURVA DE COMPACTACION						
<p>The graph shows the relationship between soil density and water content. The vertical axis represents density in KN/m³, ranging from 0.500 to 0.600. The horizontal axis represents water content in %, ranging from 0.000 to 0.100. The curve starts at approximately (0.000, 0.500) and rises to a peak at about (0.040, 0.590), then begins to decline.</p>						
<input type="text"/> DENSIDAD MAXIMA(KN/m ³) <input type="text"/> HUMEDAD OPTIMA(%)						
OBSERVACIONES:						


Ing. Elvis Ortiz Quispe.
CIP 238759


Juan Tafur Tacilla
CIP 66613


Segundo Tafur Tacilla
CIP 169529

ENSAYO DE COMPRESION INCONFINADA

ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA (MTC E 121)									
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 121, NTP 339.167									
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020"								
ELABORADO:	Lecarregui Ortiz, Diana Isabel								
UNICADOR:	Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra								
FECHA:	2020								
MUESTRA N°:	ADITIVO:								
DEFORMACION AH 0.001 pulg.	DEFORMACION ΔΗΗ%	1.0 - DEF. UNIT. (1.0-ε)	ANILLO DE CARGA 0.0001"	CARGA P KG	AREA CORREC. A cm ²	ESFUERZO DESVIADOR ε1 = ε3 = ε	DIMENSIONES PROMEDIASADAS DE LA MUESTRA (TAMANO DE LA PROBETA YA TALLADA)		
				Kg/cm ²	Kpa		Diam. Prom. Base D ₀ (cm):		
							Altura promedio, H ₀ (cm):		
							Relación Altura/Diametro:		
							Área sección trans. A ₀ (cm ²):		
							Volumen, V ₀ (cm ³):		
							DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA		
							Suelo húmedo + cazuella (gr):		
							Suelo seco + cazuella (gr):		
							Peso de la cazuella (gr):		
							Peso del suelo seco (gr):		
							Peso del agua (gr):		
							% de humedad:		
							PESOS UNITARIOS		
							Peso unit. Húmedo, Y (gr/cm ³):		
							Peso unit. seco, Y' (gr/cm ³):		
							CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA		
							Factor K (Kg)		
							RESIST. COMP. ND CONFINADA, MAX. (ε1-ε3) f		
							ε a la falla:		
							MÓDULO DE YOUNG		

Ing. Elvis Ortiz Quispe
CIP. 238759

Juan Lafur Tacille
CIP 66613.

Segundo Lafur Tacille.
CIP 169529

ENSAYO DE CBR

ENSAYO DE CBR (MTC E 132)										
NORMAS TECNICAS: ASTM D 1883, MTC E 132										
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando geopolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra - 2020"									
ELABORADO POR:	Lecarosquél Ortiz, Diana Isabell			TECNICO:						
UBICACION:	Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra									
FECHA:	2020									
MUESTRA N°:	PROFUNDIDAD:	CONTENIDO:			ADITIVO:					
	UND	SIN INMERSION			CON INMERSION					
Nº DE GOLPES		12	25	55	12	25	55			
Nº DE CAPAS		5	5	5	5	5	5			
ENERGIA DE COMPACTACION	Kg/cm ² /cm ³	Modificada	Intermedia	Standard	Modificada	Intermedia	Standard			
ALTURA DEL MOLDE	mm									
VOLUMEN DEL MOLDE	cm ³									
PESO SUELTO HUMEDO+PESO MOLDE	(gr.)									
PESO MOLDE	(gr.)									
PESO SUELTO HUMEDO-PESO MOLDE	(gr.)									
DENSIDAD SUELTO HUMEDO	(gr/cm ³)									
DENSIDAD SUELTO SECO	(gr/cm ³)									
DETERMINACION DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
ESTADO	UND	SIN INMERSION			CON INMERSION					
Nº DE RECIENTE		T1-12	T2-25	T3-55	T1-12	T2-25	T3-55			
PESO SUELTO HUMEDO + PESO TARA	(gr.)									
PESO SUELTO SECO + PESO TARA	(gr.)									
PESO DEL AGUA	(gr.)									
PESO DE TARA	(gr.)									
PESO SUELTO SECO	(gr.)									
HUMEDAD(W%)	(%)									
DETERMINACION DE LA PENETRACION										
ESTADO		MOLDE 1- 12 GOLPES			MOLDE 2- 25 GOLPES			MOLDE 3- 55 GOLPES		
	UND	SIN INMERSION	CON INMERSION		SIN INMERSION	CON INMERSION		SIN INMERSION	CON INMERSION	
PEN(Pulg)	UND	KN	LB F /PSI	KN	LB F /PSI	KN	LB F /PSI	KN	LB F /PSI	
ENSAYO CALIFORNIA BEARING RATIO (CBR) - ASTM D 1883 MUESTRA NATURAL										
ESTADO	UND	SIN INMERSION			CON INMERSION			PROCTOR - DENSIDAD NATURAL O.C.H		
		Molde 1	Molde 2	Molde 3	Molde 1	Molde 2	Molde 3	MD5	gr/cm ³	
MÁXIMA DENSIDAD SECA:	(gr/cm ³)							95% DE LA MD5	gr/cm ³	
CONT. OPT. HUMEDAD	(%)							OPT. DE HUMEDAD	gr/cm ³	
CBR AL 100% DE LA MD5	(%)									
CBR AL 95% DE LA MD5	(%)									
CURVA CARGA Vs PENETRACION 12 GOLPES.					CURVA CARGA Vs PENETRACION 25 GOLPES.			CURVA CARGA Vs PENETRACION 55 GOLPES.		

[Handwritten signatures]

Ing. Elvis Ortiz Quispe. CIP 238759

JUAN TAFUR TACILLA CIP 66613

Segundo Tafur Tacilla CIP 169529

INFORME DE ORIGINALIDAD – TURNITIN

← → C ⌂ ev.turnitin.com/app/carta/es/?student_user=1&lang=es&BDS=1&o=1465799636&s=1&u=1075693448

Aplicaciones Universidad Virtual... Plataforma Proyecto... Plataforma Educativa... Portal de Habilidades TRILCE - PLATAFOR...

feedback studioDIANA ISABEL LECARNAQUE ORTIZ | Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Pue...

Resumen de coincidencias X

15 %

	Resumen de coincidencias
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet 3 % >
2	repositorio.uancv.edu.pe Fuente de Internet 1 % >
3	www.scribd.com Fuente de Internet 1 % >
4	portal.mtc.gob.pe Fuente de Internet 1 % >
5	hdl.handle.net Fuente de Internet 1 % >
6	repositorio.uandina.ed... Fuente de Internet 1 % >
7	nrizi.com 1 % >

Página: 1 de 34 Número de palabras: 8417 Text-only Report Turnitin Classic High Resolution Activado 04:38 p.m. 06/12/2020

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

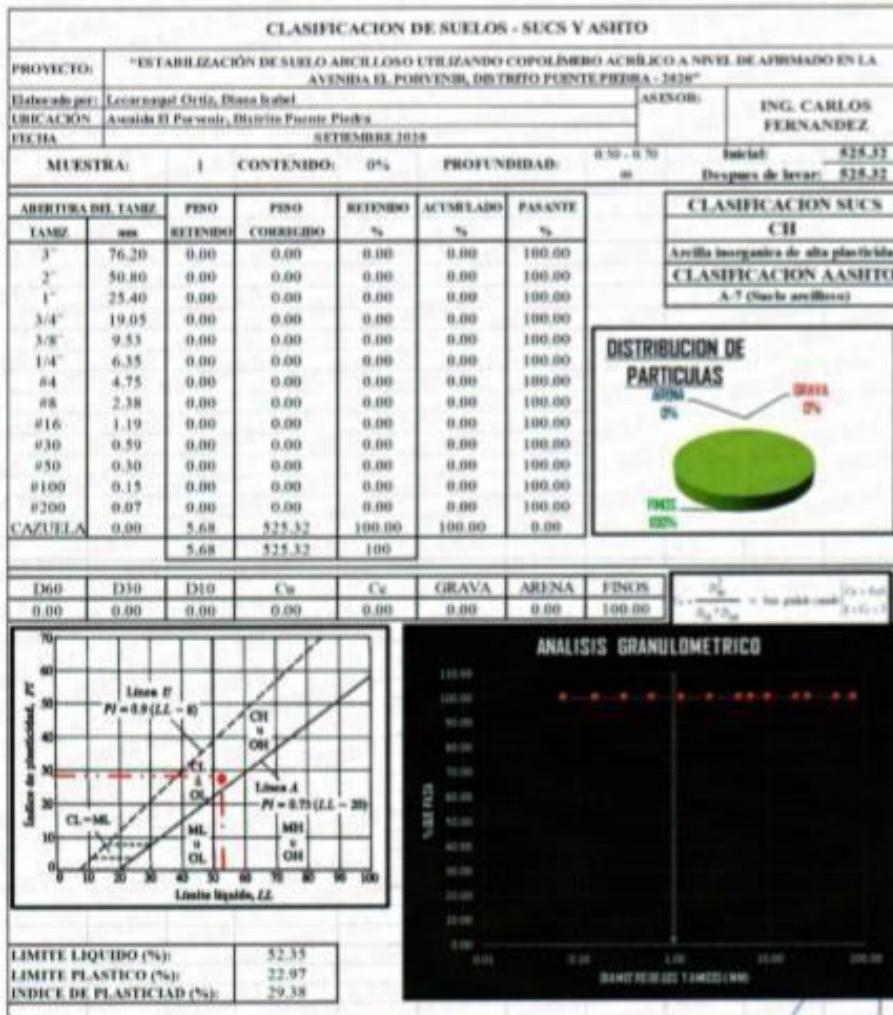
INFORME DE INVESTIGACION

Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel
afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020

AUTOR:

Lecarnaqué Ortiz, Diana Isabel
(ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8245-3991>)

Windows Taskbar icons: File Explorer, Edge, File History, Mail, Photos, OneDrive, OneNote, Word, Excel, Powerpoint, Publisher, Snipping Tool, Task View, Taskbar settings.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 05425



LÍMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS											
NORMAS TÉCNICAS: MTC E110 - NTP 339.129 - ASTM D4318											
PROYECTO:	'Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra - 2020'										
Ejecutado por:	Lecamaque Ortiz, Diana Isabel		ASESOR	ING. CARLOS FERNANDEZ							
UBICACIÓN	Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra		FECHA	SETIEMBRE 2020							
Muestra N°:	1	PROFUNDIDAD 0.50 - 0.70	CONTENIDO 0%	ADITIVO C.A.							
MUESTRA	1	2	3	4							
CÁPSULA N°											
PISO CÁPSULA + MUESTRA HÚMEDA (gr)	31.71	30.95	30.65	31.19							
PISO CÁPSULA + MUESTRA SECA (gr)	27.52	26.84	26.57	27.03							
PISO CÁPSULA (gr)	19.60	18.88	18.54	19.08							
PISO DEL AGUA W _g (gr)	4.2	4.1	4.1	4.2							
PISO DE SOLIDOS W _s (gr)	7.92	8.00	8.03	7.95							
CONTENIDO DE AGUA W (%)	52.90	51.38	50.81	52.33							
NÚMERO DE GOLPES	23.00	29.00	26.00	24.00							
LÍMITE LIQUIDO (%) <table border="1"> <tr> <td>LÍMITE LIQUIDEO (%)</td> <td>52.35</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE PLASTICO (%)</td> <td>22.97</td> </tr> <tr> <td>INDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>29.38</td> </tr> </table>						LÍMITE LIQUIDEO (%)	52.35	LÍMITE PLASTICO (%)	22.97	INDICE DE PLASTICIDAD (%)	29.38
LÍMITE LIQUIDEO (%)	52.35										
LÍMITE PLASTICO (%)	22.97										
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	29.38										
<p>The graph plots the number of blows required to reach the liquid limit against the percentage of water content. The curve starts at approximately 23.00 blows at 52.90% water content and drops sharply to about 24.00 blows at 52.35% water content, which is labeled as the 'LÍMITE LIQUIDEO (%)' on the graph.</p>											



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CIP 05423



LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS										
NORMAS TECNICAS: MTC E110 - NTP 339.129 - ASTM D4318										
PROYECTO:	'Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puerto Pachía - 2020'									
Diseñado por:	Locamequé Ortiz Diana Isabel		ASESOR	ING. CARLOS FERNANDEZ						
UBICACIÓN:	Avenida El Pionero, Distrito Puerto Pachía									
FECHA:	SETIEMBRE 2020									
Muestra N°:	1	PROFUNDIDAD: 0.50 - 0.70	CONTENIDO: 2.3%	ADITIVO: C.A.						
MUESTRA	1	2	3	4						
CÁPSULA N°:										
PESO CÁPSULA + MUESTRA HÚMEDA (gr)	26.93	25.22	28.06	25.46						
PESO CÁPSULA + MUESTRA SECA (gr)	23.26	22.12	23.96	22.30						
PESO CÁPSULA (gr)	15.96	15.77	15.73	15.92						
PESO DEL AGUA W (gr)	3.7	3.1	4.1	3.2						
PESO DE SÓLIDOS Ws (gr)	7.30	6.35	8.23	6.38						
CONTENIDO DE AGUA W (%)	50.27	48.82	49.82	49.53						
NÚMERO DE GOLPES	23.00	29.00	26.00	24.00						
LIMITE LIQUIDO (%)										
49.57										
UNITE LIQUIDO										
<table border="1"> <tr> <td>LIMITE LIQUIDO (%)</td> <td>49.57</td> </tr> <tr> <td>LIMITE PLASTICO (%)</td> <td>21.87</td> </tr> <tr> <td>ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)</td> <td>28.50</td> </tr> </table>					LIMITE LIQUIDO (%)	49.57	LIMITE PLASTICO (%)	21.87	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	28.50
LIMITE LIQUIDO (%)	49.57									
LIMITE PLASTICO (%)	21.87									
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	28.50									



WRC INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 00423



LIMITE LIQUIDO DE LOS SUELOS					
NORMAS TECNICAS: MTC E115 - NTP 339.129 - ASTM D4318					
PROYECTO:	'Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Puentz. Distrito Puerto Piedra - 2020'				
Elaborado por:	Lecarriquí Ortiz, Diana Isabel			ASESOR	
UBICACIÓN	Avenida El Puentz, Distrito Puerto Piedra			ING. CARLOS FERNANDEZ	
FECHA	SETIEMBRE 2020				
Muestra N°	1	PROFUNDIDAD: 0.50 - 0.70	CONTENIDO: 5%	ACTIVO: C.A.	
MUESTRA	1	2	3	4	
CÁPSULA N°					
PESO CÁPSULA + MUESTRA HUMEDA (g)	24.80	25.47	25.44	24.54	
PESO CÁPSULA + MUESTRA SECA (g)	21.89	22.29	22.27	21.75	
PESO CÁPSULA (g)	16.12	15.83	15.79	15.83	
PESO DEL AGUA (w/g)	2.9	3.2	3.2	2.8	49.11
PESO DE SOLIDOS (Ws/g)	5.77	6.46	6.48	5.92	
CONTENIDO DE AGUA W (%)	50.43	49.23	48.92	47.13	
NÚMERO DE GOLPES	23.00	24.00	27.00	28.00	
LIMITE LIQUIDO (%)					
49.11					
LIMITE PLASTICO (%)					
28.76					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)					
28.35					
LIMITE LIQUIDO					



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA L. SELLO
ING. CIVIL - CIP 61423



LIMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS					
NORMAS TÉCNICAS: MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318					
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra - 2020"				
Elaborado por:	Lecamaquid Ortiz Diana Isabel		ASESOR:	ING. CARLOS FERNANDEZ	
UBICACIÓN	Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra		FECHA	SETIEMBRE 2020	
Muestra N°	1	PROFOUNDIDAD:	0.50 - 0.70	CONTENIDO:	0%
MUESTRA	1	2		LIMITE PLÁSTICO (%)	22.97
CÁPSULA N°				LIMITE LIQUIDO (%)	52.35
PESO CÁPSULA + MUESTRA HUMEDA (g)	25.80	26.00		LIMITE PLÁSTICO (%)	22.97
PESO CÁPSULA + MUESTRA SECA (g)	24.60	24.35		ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	29.38
PESO CÁPSULA (g)	18.72	17.89			
PESO DEL AGUA: W_w (g)	1.20	1.65			
PESO DESOLVIDOS: W_s (g)	5.88	6.46			
CONTENIDO DE AGUA: W (%)	20.41	25.54			



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JOERGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CIP 05423

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 986 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com



LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS					
NORMAS TÉCNICAS: MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318					
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arenoso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Piedra - 2020"				
Elaborado por:	Lecarriquí Ortiz, Diana Isabel		ASESOR:		
UBICACIÓN	Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Piedra				ING. CARLOS FERNANDEZ
FECHA	SEPTIEMBRE 2020				
Muestra N°:	1	PROFUNDIDAD:	0.50 - 0.70	CONTENIDO:	2.5%
				ADITIVO:	[C.A.]
MUESTRA	1	2			
CÁPSULA N°:					
PESO CÁPSULA + MUESTRA HÚMEDA (gr)	17.36	17.06			
PESO CÁPSULA + MUESTRA SECA (gr)	17.13	16.76			
PESO CÁPSULA (gr)	15.82	15.54			
PESO DEL AGUA (Ww) (gr)	0.23	0.30			
PESO DESOLVIDOS (Wd) (gr)	1.31	1.22			
CONTENIDO DE AGUA, W (%)	17.56	24.59			
LÍMITE LÍQUIDO (%)	49.57				
LÍMITE PLÁSTICO (%)	21.07				
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	28.50				



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CP 65423



LÍMITE PLÁSTICO DE LOS SUELOS						
NORMAS TÉCNICAS: MTC E111 - NTP 339.129 - ASTM D4318						
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de alimento en la Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra - 2020"					
Elaborado por:	Lecamaqué Ortiz, Diana Isabel			ASESOR:	ING. CARLOS FERNANDEZ	
UBICACIÓN	Avenida El Porvenir, Distrito Puente Piedra			FECHA	SEPTIEMBRE 2020	
Muestra N°:	1	PROFUNDIDAD:	0.50 - 0.70	CONTENIDO:	5%	ADITIVO: C.A.
MUESTRA	1	2		LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.76	
CÁPSULA N°:						
PESO CÁPSULA + MUESTRA HÚMEDA (gr)	17.53	19.18				
PESO CÁPSULA + MUESTRA SECA (gr)	17.28	18.75				
PESO CÁPSULA (gr)	15.98	16.82				
PESO DE AGUA (Wwgr)	0.25	0.43				
PESO DE SÓLIDOS (Ws gr)	1.30	1.93				
CONTENIDO DE AGUA W (%)	19.23	22.28				
LÍMITE LÍQUIDO (%)	49.11					
LÍMITE PLÁSTICO (%)	20.76					
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%) I	28.35					



WRC INGENIERIA & GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA 
ING. CIVIL - CP465423



ENSAYO DE COMPACTACION CON ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115)													
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, NTP 339.141													
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando geopolímero acrílico a nivel de avenida en la Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra - 2020"												
ELABORADO POR:	Lecamarqué Ortiz, Diana Isabell					ASISOR:	ING. CALOS FERNANDEZ						
UBICACIÓN:	Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra					FECHA:	SEPTIEMBRE 2020						
MUESTRA Nº:	1	PROFUNDIDAD:	0.50-0.70	CONTENIDO:	0%	ADITIVO:	C.A.						
MUESTRA Nº:	1	2	3	4	5		6						
LATA DE HUMEDAD %													
PESO LATA + STÉLO DE HUMEDAD (gr)	28.87	31.34	32.15	27.63	29.40	31.12	32.67	31.90	37.47				
PESO LATA + STÉLO SECO (gr)	27.66	30.29	30.50	25.98	27.80	29.72	30.42	30.10	34.60				
PESO DEL AGUA (gr)	1.21	1.05	1.65	1.65	1.60	1.40	2.25	1.80	2.87				
PESO DE LA LATA (gr)	15.72	17.89	15.85	11.25	15.71	17.48	16.01	16.12	16.02				
PESO DEL STÉLO SECO (gr)	11.94	12.49	14.65	14.73	12.09	12.24	14.41	13.98	18.58				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.134	8.407	11.263	11.262	13.214	11.458	15.614	12.876	15.447				
MOLDE Nº:	1	2	3	4	5		6						
PESO MOLDE + STÉLO COMPACTADO (gr)	3890.95	3896.10	3900.70	3897.95	3892.70								
PESO DEL MOLDE (gr)	1955.00	1955.00	1955.00	1955.00	1955.00								
PESO STÉLO COMPACTADO (gr)	1935.95	1941.10	1945.70	1942.95	1937.70								
VOL. STÉLO COMPACTADO (m³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00								
DENSIDAD STÉLO HUMEDO (gr/m³)	2.051	2.056	2.061	2.058	2.053								
CONTENIDO DE HUMEDAD (gr/m³)	0.093	0.112	0.123	0.142	0.154								
DENSIDAD STÉLO SECO (gr/m³)	2.049	2.054	2.059	2.055	2.049								
CURVA DE COMPACTACION													
					<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD MAXIMA (gr/m³)</td> <td>2.057</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA (%)</td> <td>12.876</td> </tr> </table>					DENSIDAD MAXIMA (gr/m³)	2.057	HUMEDAD OPTIMA (%)	12.876
DENSIDAD MAXIMA (gr/m³)	2.057												
HUMEDAD OPTIMA (%)	12.876												



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA SOZO
ING. CIVIL - CP 00423



ENSAYO DE COMPACTACION CON ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC E.115)													
NORMAS TECNICAS: MTC E.115, NTP 339.141													
PROYECTO:	'Estabilización de suelo arcilloso utilizando capilarímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra - 2020'												
ELABORADO POR:	Lacamague Oroz, Diana Isabel								ASESOR:				
UBICACIÓN:	Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra								ING. CALOS FERNANDEZ				
FECHA:	SEPTIEMBRE 2020												
MUESTRA N°:	1	PROFUNDIDAD:	0.50-0.70	CONTENIDO:	2.5%	ACTIVO:	C.A.						
MUESTRA N°	1	2	3	4	5								
LATA DE HUMEDAD %													
PESO LATA + SUELTO HUMEDO (gr)	25.02	24.88	29.51	34.32	27.79	30.97	32.68	28.13	35.45				
PESO LATA + SUELTO SECO (gr)	24.10	24.08	28.08	32.40	26.44	29.48	30.75	26.61	32.74				
PESO DE AGUA (gr)	0.92	0.80	1.43	1.92	1.35	1.57	1.93	1.52	2.71				
PESO DE LA LATA (gr)	15.87	16.00	15.71	15.80	16.05	15.95	15.83	15.74	15.81				
PESO DEL SUELTO SECO (gr)	8.23	8.08	12.37	16.60	10.39	13.45	14.92	10.87	16.93				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	11.179	9.901	11.560	11.566	12.993	11.673	12.936	11.983	16.007				
MOLDE N°	1	2	3	4	5								
PESO MOLDE + SUELTO COMPACTADO (gr)	3907.50	3912.30	3916.80	3913.45	3909.60								
PESO DE MOLDE (gr)	1955.00	1955.00	1955.00	1955.00	1955.00								
PESO DEL SUELTO COMPACTADO (gr)	1952.50	1957.30	1961.80	1958.45	1954.60								
VOL. SUELTO COMPACTADO (m³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00								
DENSIDAD SUELTO HUMEDO (m³/m³)	2.068	2.073	2.078	2.075	2.071								
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.105	0.116	0.123	0.135	0.156								
DENSIDAD SUELTO SECO (m³/m³)	2.066	2.071	2.076	2.072	2.067								
CURVA DE COMPACTACION													
					<table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD MAXIMA (m³/m³)</td> <td>2.076</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA (%)</td> <td>12.323</td> </tr> </table>					DENSIDAD MAXIMA (m³/m³)	2.076	HUMEDAD OPTIMA (%)	12.323
DENSIDAD MAXIMA (m³/m³)	2.076												
HUMEDAD OPTIMA (%)	12.323												



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA SANTILLAN
ING. CIVIL - CIP 65428



ENSAYO DE COMPACTACION CON ENERGIA MODIFICADA - PROCTOR MODIFICADO (MTC E 115).													
NORMAS TECNICAS: MTC E 115, NTP 339.141													
PROYECTO:	'Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Piedra - 2020'												
ELABORADO POR:	Lecarregui Ortiz, Diana Isabel					ASESOR:	ING. CALOS FERNANDEZ						
UBICACIÓN:	Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Piedra					FECHA:	SEPTIEMBRE, 2020						
MUESTRA N°:	1	PROFUNDIDAD:	0.50-0.70	CONTENIDO:	5.0%	ADITIVO:	C.A.						
MUESTRA N°	1	2	3	4	5								
CAJA DE HUMEDAD %													
PESO LATA + SUELTO HUMEDO (gr)	26.53	26.55	27.89	30.72	29.57	31.37	28.04	29.55	37.52				
PESO LATA + SUELTO SECO (gr)	25.58	25.65	26.71	29.17	28.07	29.74	26.54	27.97	34.86				
PESO SECO AGUA (gr)	0.95	0.90	1.18	1.35	1.50	1.63	1.50	1.58	2.66				
PESO DE LA LATA (gr)	16.10	16.00	15.70	15.70	16.20	16.20	15.70	16.10	16.15				
PESO SECO SUELTO SECO (gr)	9.48	9.65	11.01	13.47	11.87	13.54	10.84	11.87	18.71				
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	10.021	9.326	10.718	11.507	12.637	12.018	13.838	13.111	14.217				
MOLDE N°	1	2	3	4	5								
PESO MOLDE + SUELTO COMPACTADO (gr)	3912.40	3917.95	3925.60	3920.44	3914.51								
PESO DE MOLDE (gr)	1955.00	1955.00	1955.00	1955.00	1955.00								
PESO SUELTO COMPACTADO (gr)	1957.40	1962.95	1970.60	1965.44	1959.51								
VOL. SUELTO COMPACTADO (m³)	944.00	944.00	944.00	944.00	944.00								
DENSIDAD SUELTO HUMEDO (m³/m³)	2.074	2.079	2.088	2.082	2.076								
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	0.097	0.111	0.123	0.136	0.150								
DENSIDAD SUELTO SECO (m³/m³)	2.072	2.077	2.085	2.079	2.073								
CURVA DE COMPACTACION <table border="1"> <tr> <td>DENSIDAD MAXIMA (m³/m³)</td> <td>2.085</td> </tr> <tr> <td>HUMEDAD OPTIMA (%)</td> <td>12.338</td> </tr> </table>										DENSIDAD MAXIMA (m³/m³)	2.085	HUMEDAD OPTIMA (%)	12.338
DENSIDAD MAXIMA (m³/m³)	2.085												
HUMEDAD OPTIMA (%)	12.338												



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC
JORGE ZAPATA VILLALLO
ING. CIVIL - CP 0023



WRC INGEO S.A.C. 
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

www.wbcengineering.com

LIMA: Calle Las Magnolias Mz: H1 Lt. N°3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 071 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 832 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Café Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: admin@wicinoceasur.com

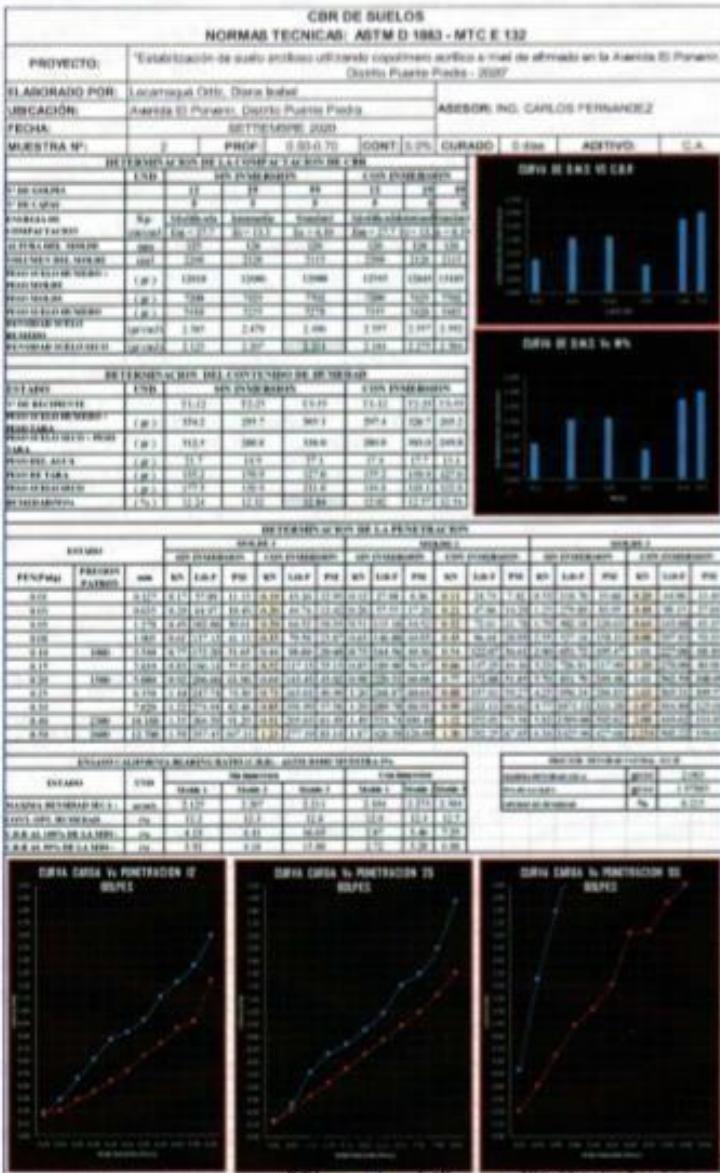
E-mail: adm@wrongguitar.com

JORGE ZAPATA CALVO
ING. CIVIL - CIPIA



JORGE ZAPATA GALLEGO
ING. CIVIL - CP 0253

LIMA: Calle Las Magnolas Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Nasipán - S.M.P • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 986 329 871 / 986 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAÉN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Moro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: admin@wrcingeosac.com



JORGE ZAPATA VILLELA
ING. CIVIL - CP 00245

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel: (01) 485-0702 / Cel: 986 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 602 • Cel: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com



ENSAYO DE COMPRIMISION INCONFORMA (MTCE 121)									
NORMAS TECNICAS: NTC E 121, NTP 338.167									
PROYECTO	Estabilización de suelo arenoso utilizando capilarina acrilica a nivel de avenida en la Avenida El Paseo, Distrito Puerto Piedra - 2020								
ELABORADO POR:	Luis Angel Ortiz, Ingenieros					ADMISIÓN		INICIO	
UBICACIÓN:	Barrio El Paseo, Distrito Puerto Piedra					2020		FERNANDO	
FECHA:	SEPTIEMBRE 2020								
MUESTRA:	Z	PROF:	0.55-0.70	CARGA:	0 dia	CONT:	%	AJUSTADA:	C.A.
TRO	DEFORM	L.S - DEF.	ANILLO	CARGA	ESFUERZO DESVIADO		DIMENSIONES PRIMICIALES		
AH	ACION E	UNITS: G - Q	DE CARGA	P XG	$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$		DE LA R.		
0.001 pds	(0.001)		0.0001*	AREA CORRIENTE: 0.002	kg/cm²	kPa	MUESTRA (TAMANO DE LA PRUEBA YA TALLADA)		
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4905	0.0000	0.0000	Dens. Peso. base. Dc	5.88
20.00	0.00438	0.9956	51.00	8.3283	26.5388	0.3138	30.7749	Altura promedio, Hs	11.68
30.00	0.00657	0.9934	75.00	12.2475	26.5973	0.4605	45.1577	Relación Altura/Diametro	2.00
40.00	0.00876	0.9912	95.00	15.5135	26.6560	0.5820	57.0736	Area sección base, Aa	26.42
50.00	0.01095	0.9891	110.00	17.9630	26.7150	0.6724	65.9393	Volumen, Vu (cm³)	366.50
60.00	0.01314	0.9869	133.00	21.7189	26.7743	0.8112	79.5501	DETERMINACION DEL	
70.00	0.01533	0.9847	156.00	25.4748	26.8338	0.9494	93.0998	CONTENIDO DE AGUA	
80.00	0.01752	0.9825	181.00	29.5573	26.8936	1.0990	107.7795	Bajo húmedo + exceso (gr)	29.87
90.00	0.01971	0.9803	202.00	32.9866	26.9537	1.2238	120.0162	Bajo exces + canasta (gr)	28.33
100.00	0.02190	0.9781	222.00	36.2526	27.0141	1.3420	131.6044	Peso de la canasta (gr)	15.84
110.00	0.02409	0.9759	238.00	38.8654	27.0747	1.4353	140.7733	Peso del suelo seco (gr)	
120.00	0.02628	0.9737	254.00	41.4782	27.1355	1.5286	149.9002	Peso del agua (gr)	12.49
130.00	0.02847	0.9715	266.00	43.4378	27.1967	1.5972	156.6291	% de humedad:	1.54
140.00	0.03066	0.9693	272.00	44.4176	27.2581	1.6295	159.8011	PESOS UNITARIOS	
150.00	0.03284	0.9672	272.00	44.4176	27.3199	1.6258	159.4401	Peso unit. húmedo, T: 1.0438	
160.00	0.03503	0.9650	270.00	44.0910	27.3818	1.6102	157.9094	Peso unit. seco, Td: 0.0408	
170.00	0.03722	0.9628	260.00	42.4580	27.4441	1.5471	151.7159	CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA	
								Factor K (Kf):	0.1633
								RESIST. COMP. NO CONTINUA MAX (σ1 - σ3) f	
								Q=1.63Kg/cm²=159.8Kg	
								RESISTENCIA AL COHESIONE WRC INGENIERIA GEOTECNICA S.A.C	
								JORGE ZAPATA - INGENIERO	
								ING. CIVIL - CP: 20425	



LIMA: Calle Las Magnolias Nro. H1 L1 N° 3 - Urb. Los Jazmines de Nanayal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 985 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 - TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sedt. Metro Solar • Cel.: 985 034 720
 E-mail: adm@wrcingeosac.com



							Cu-Su=0.81Kg/cm²-79.9Kpa
							DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA
							ε_a a la falla: 0.03722
							MODULO DE YOUNG
							E=4,153.76Kpa

Curva esfuerzo – deformación, muestra natural, cero días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CIP 0423



ENSAYO DE COMPRIMACION CONFINADA (NFTC E 121)										
NORMAS TECNICAS: MTC 8-121, MTP 338-167										
PROYECTO:	“Estabilización de suelo arcilloso utilizando geopolímero acrílico a nivel de aliviado en la Avenida El Puentito, Distrito Puerto Piedra - 2007”									
LABORATORIO POR:	Leyendas del Cris. Diana Inés Avenida El Puentito, Distrito Puerto Piedra								ANIBOR	JOAQUIN DE FERNANDEZ
MUESTRA:	2	PROF:	0.50-0.70	CURADO:	1 dia	CONT:	%	ADITIVO:	C.A.	
DEFORMACION TD AH 0.001 pulg (5H/H ₀)	DEF. UNIT. E	1.0 - DEF. UNIT.(1.0 - e)	ANILLO DE CARGA 0.0001"	CARGA P kg	AREA CORREG. A cm ²	ESFUERZO DESARROLLADO $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$	kg/cm ²	kPa	DIMENSIONES PROMEDIASAS DE LA MUESTRA (TAMANO DE LA PROBETA YA TALLADA)	
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4805	0.0000	0.0000		Diam. Prob. Inst. Do (cm)	5.80
20.00	0.00438	0.9956	9.00	1.4697	26.5388	0.0554	5.4309		Altura promedio, H ₀ (cm)	11.60
30.00	0.00657	0.9934	22.00	3.5926	26.5973	0.1351	13.2463		Relación Altura-Diametro	2.00
40.00	0.00876	0.9912	42.00	6.8586	26.6560	0.2573	25.2326		Area sección trans., A _t (cm ²)	26.42
50.00	0.01095	0.9891	79.00	12.9007	26.7150	0.4829	47.3564		Volumen, V _t (cm ³)	306.50
60.00	0.01314	0.9869	94.00	15.3502	26.7743	0.5733	56.2234	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA		
70.00	0.01533	0.9847	112.00	18.2896	26.8338	0.6816	66.8409	Suelo húmedo + ceniza (gr)		31.81
80.00	0.01752	0.9825	120.00	19.5960	26.8936	0.7286	71.4560	Suelo seco + ceniza (gr)		30.12
90.00	0.01971	0.9803	148.00	24.1684	26.9537	0.8967	87.9327	Peso de la ceniza (gr)		16.14
100.00	0.02190	0.9781	190.00	31.0270	27.0141	1.1486	112.6344	Peso del suelo seco (gr)		13.98
110.00	0.02409	0.9759	225.00	36.7425	27.0747	1.3571	133.0842	Peso del agua (gr)		1.69
120.00	0.02628	0.9737	256.00	41.8048	27.1355	1.5406	151.0805	% de humedad		12.09
130.00	0.02847	0.9715	284.00	46.3772	27.1967	1.7053	167.2280	PESOS UNITARIOS		
140.00	0.03066	0.9693	320.00	52.2560	27.2581	1.9171	188.0013	Peso unit. húmedo, Y (gr/cm ³)		0.05
150.00	0.03284	0.9672	346.00	56.5018	27.3199	2.0682	202.8172	Peso unit. seco, Y _d (gr/cm ³)		0.05
160.00	0.03503	0.9650	364.00	59.4412	27.3818	2.1708	212.8853	CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA		
170.00	0.03722	0.9628	379.00	61.8907	27.4441	2.2552	221.1551	Factor K (900)		0.1633
180.00	0.03941	0.9606	385.00	62.8705	27.5067	2.2856	224.1453	RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (σ ₁ -σ ₃) / f		
190.00	0.04160	0.9584	383.00	62.8705	27.5695	2.2804	223.6348	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T _f		
200.00	0.04379	0.9562	385.00	62.8705	27.6327	2.2752	223.1234	Cu=Su=1.14Kg/cm ² =112.67Kpa		
210.00	0.04598	0.9540	380.00	62.0540	27.6961	2.2405	219.7214	DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA		
220.00	0.04817	0.9518	378.00	61.7274	27.7598	2.2236	218.0633	E.A.L. INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C Jorge Zapata Castillo ING. CIVIL - CIP 05428		



LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 986 339 871 / 985 034 720
 BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 138 046 - TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel: 985 034 729
 JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel: 985 034 729
 E-mail: adm@wrcingeosac.com



WRC INGEOSAC®
INGENIERIA Y GEOTECNIA

ESTUDIOS - PROYECTOS
SUELOS - CONCRETO - ASFALTO

WWW.WRCINGEOSAC.COM

							MODULO DE VOLUMEN
							E=5,738.92Kpa

Curva esfuerzo – deformación, muestra natural, un día de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 06425

LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.F + TEL.: (01) 480-6702 / Cel: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Moro Solar • Cel: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com



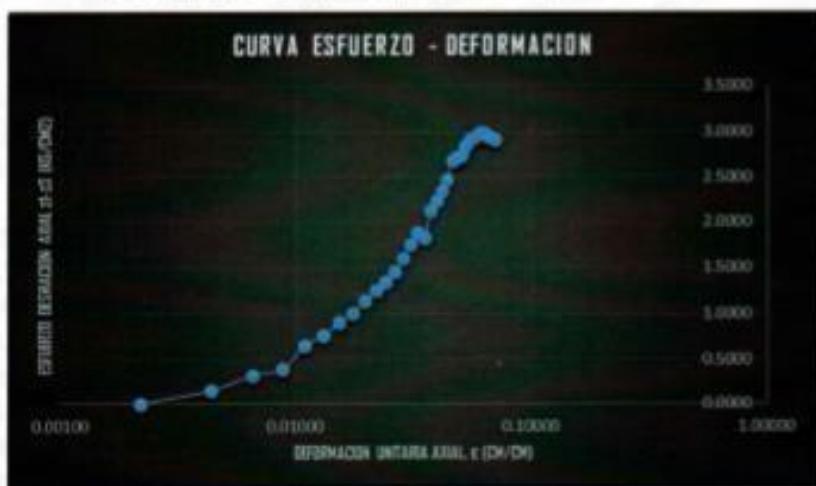
ANILLO DE COMPRESIÓN NO CONFIRMADA (MTC E 101)									
NORMAS TÉCNICAS MTC E 101, RTP 238-N°									
PROYECTO:		Estabilización de suelo arcilloso utilizando polímero acrílico o níquel aluminato en la Avenida El Paseo, Distrito Puerto Pachite - 2007							
ELABORADO POR:		Luis Angel Gómez, Oficina Inicial Avenida El Paseo, Distrito Puerto Pachite							
FECHA:		25/08/2007							
MUESTRA:	Z.	PROF:	0.30-0.38	CUBIERTO:	3 días	CONT:	%	AUSTIN:	C.A.
DEFORMACIÓN	ESF	ANILLO DE CARGA	KO	ÁREA CORREGIDA	MÁXIMOS DESVIACIONES		DIMENSIONES PROMEDIOZADAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA Y ALTAZADA)		
T0	UNIT. E	1.0 - 100%	0	A - 100	d1 - d3 = d		diam. Prom. Inic. Diam. fin.		
AH	UNIT. E	1.0 - 100%	0	A - 100	kg/m²		mm		
0.001 pulg	(inches)								
10.00	0.01219	0.9978	0.00	0.0000	26.4805	0.0000	0.0000		
20.00	0.00438	0.9956	25.00	4.0125	26.5388	0.1538	15.0857		
30.00	0.00657	0.9934	52.00	8.4916	26.5973	0.3193	31.3093		
40.00	0.00876	0.9912	63.00	10.2879	26.6360	0.3860	37.8488		
50.00	0.01095	0.9891	105.00	17.1465	26.7156	0.6418	62.9420		
60.00	0.01314	0.9869	125.00	20.4125	26.7740	0.7624	74.7651		
70.00	0.01533	0.9847	148.00	24.1684	26.8338	0.9007	88.3253		
80.00	0.01752	0.9825	165.00	26.9445	26.8938	1.0019	100.2530		
90.00	0.01971	0.9803	188.00	30.7004	26.9533	1.1390	111.6982		
100.00	0.02190	0.9781	206.00	33.6398	27.0141	1.2453	122.1194		
110.00	0.02409	0.9759	222.00	36.2526	27.0747	1.3390	131.3096		
120.00	0.02628	0.9737	242.00	39.5186	27.1355	1.4563	142.8183		
130.00	0.02847	0.9715	266.00	43.4378	27.1967	1.5972	156.6282		
140.00	0.03066	0.9693	292.00	47.6836	27.2580	1.7493	171.5512		
150.00	0.03284	0.9672	315.00	51.4395	27.3199	1.8829	184.6457	Peso unit. Secado, T (grados)	0.04
160.00	0.03503	0.9650	305.00	49.8065	27.3818	1.8190	178.3792	Peso unit. Secado, T (grados)	0.04
170.00	0.03722	0.9628	356.00	58.1348	27.4441	2.1183	207.7342		
180.00	0.03941	0.9606	376.00	61.4008	27.5067	2.2322	218.9659	CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA	
190.00	0.04160	0.9584	396.00	64.6668	27.5695	2.3456	230.0239	Factor K (KO)	0.1633
200.00	0.04379	0.9562	418.00	68.2594	27.6327	2.4702	242.2482	RESIST. COMP. NO CONFIRMADA, MAX (m=45) /	
210.00	0.04598	0.9540	453.00	73.9749	27.6961	2.6710	261.9310		
220.00	0.04817	0.9518	462.00	75.4446	27.7598	2.7178	266.1218	Qn=2.99Kg/cm²=293Kpa	
230.00	0.05036	0.9495	466.00	76.0978	27.8238	2.7330	268.2110	RESISTENCIA AL CORTEO NO DRENADA, T/	
240.00	0.05255	0.9474	483.00	79.7005	27.8880	2.8399	278.5629		
250.00	0.05474	0.9453	498.00	81.3234	27.9527	2.9093	283.3870	Ci-Su=1.49Kg/cm²=14.5Kpa	
260.00	0.05693	0.9431	502.00	81.9766	28.0176	2.9259	286.9325		
270.00	0.05912	0.9409	510.00	83.2830	28.0828	2.9656	290.8283	DEFORMACIÓN PROMEDIO A LA FALLA	
280.00	0.06131	0.9387	515.00	84.0995	28.1483	2.9877	292.9963		
290.00	0.06350	0.9365	515.00	84.0995	28.2140	2.9808	292.3126	ε A LA FALLA: 0.0700%	
300.00	0.06569	0.9343	510.00	83.2830	28.2803	2.9449	288.7976	WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C. MODULO DE YOUNG	
310.00	0.06788	0.9321	508.00	82.9564	28.3467	2.9534	296.9913		
320.00	0.07007	0.9299	507.00	82.7930	28.4130	2.9536	297.5333	DEFORMACIÓN CESTADO	



ING. CIVIL J. VILLANUEVA



Curva esfuerzo - deformación, muestra natural, tres días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
INC. CIVIL - CIP 68429



ENSAYO DE COMPRACION NO-CONFINADA (MTC E 121)									
NORMAS TECNICAS MTC E 121, NTP 518.167									
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arcilloso utilizando capilaridad acrílico a nivel da afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Pípila"								
ELABORADO POR:	Leyomarquis Ordoñez Diana Iveth								
UNICACIÓN:	Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Pípila								
FECHA:	SEPTIEMBRE 2020								
MUESTRA:	2	PROF.	0.50-0.70	CURADO:	7 días	CORT:	Ø%	ADITIVO:	C.A.
DEFORMIMEN-	DEF.	ANILLO	ESFUERZO DESVIADO						DIMENSIONES PROMEDIAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA)
TO	DEF.	I.D. - DEF.	CARGA	AREA	$\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$				
AH	UNIT. E	UNIT. (1.0 -	P	KO	kg/cm ²	kPa			
0.001 pulg		X)	0.00001						
(AR%)									
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4803	0.0000	0.0000		
20.00	0.00438	0.9956	30.00	4.8990	26.5388	0.1846	18.1029		
30.00	0.00657	0.9934	60.00	9.7980	26.5973	0.3684	36.1261		
40.00	0.00876	0.9912	91.00	14.8603	26.6560	0.5575	54.6705		
50.00	0.01095	0.9891	115.00	18.7793	26.7150	0.7030	68.9365		
60.00	0.01314	0.9869	150.00	24.4950	26.7743	0.9149	89.7181		
70.00	0.01533	0.9847	181.00	29.5573	26.8338	1.1015	108.0197		
80.00	0.01752	0.9825	224.00	36.5792	26.8936	1.3601	133.3843		
90.00	0.01971	0.9803	260.00	42.4580	26.9537	1.5752	154.4763		
100.00	0.02190	0.9781	291.00	47.5203	27.0141	1.7591	172.5084		
110.00	0.02409	0.9759	315.00	51.4395	27.0747	1.8999	186.3179		
120.00	0.02628	0.9737	342.00	55.8486	27.1353	2.0581	201.8341		
130.00	0.02847	0.9715	371.00	60.5843	27.1967	2.2276	218.4564		
140.00	0.03066	0.9693	393.00	64.1768	27.2581	2.3544	230.8891		
150.00	0.03284	0.9672	412.00	67.2796	27.3199	2.4627	241.3049		
160.00	0.03503	0.9650	436.00	71.1988	27.3818	2.6002	254.9943		
170.00	0.03722	0.9628	463.00	75.6079	27.4441	2.7550	270.1710		
180.00	0.03941	0.9606	476.00	77.7308	27.5067	2.8259	277.1251		
190.00	0.04160	0.9584	498.00	81.3234	27.5693	2.9498	289.2725		
200.00	0.04379	0.9562	510.00	83.2830	27.6327	3.0139	295.5661		
210.00	0.04598	0.9540	533.00	87.0389	27.6961	3.1426	308.1882		
220.00	0.04817	0.9518	546.00	89.1618	27.7598	3.2119	314.9804		
230.00	0.05036	0.9496	559.00	91.2847	27.8238	3.2808	321.7380		
240.00	0.05255	0.9474	571.00	93.2443	27.8881	3.3435	327.8870		
250.00	0.05474	0.9453	582.00	95.0406	27.9527	3.4000	333.4312		
260.00	0.05693	0.9431	586.00	95.6938	28.0176	3.4155	334.9451		
270.00	0.05912	0.9409	592.00	96.6736	28.0828	3.4424	337.5889		
280.00	0.06131	0.9387	592.00	96.6736	28.1483	3.4344	336.8033		
290.00	0.06350	0.9365	592.00	96.6736	28.2141	3.4264	336.0176		
									e A LA FALLA: 0.06788
									VER. INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.



JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CIP 68423



300.00	0.06569	0.9343	585.00	95.5305	28.2803	3.3780	331.2681	MODULO DE YOUNG
310.00	0.06788	0.9321	580.00	94.7140	28.3463	3.3413	327.6670	E=5,400.27Kpa

Curva esfuerzo – deformación, muestra natural, siete días de curado.



Fuente: propia.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING CIVIL - CP 66429

21



EMBRYO DE COMPRESIÓN INCORPORADA (NTE E 121)										
NORMAS TECNICAS: NTE E 121, NCP 339-187										
PROYECTO:	'Estabilización de suelo arenoso utilizando geopolímero acrítico a nivel de aedmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Padre - 2020'									
ELABORADO POR:	Llamaguir Ota, Diana Isela						ANALIST:	JOSE CARLOS FERNANDEZ		
UNIDAD:	Avenida El Porvenir Distrito Puerto Padre						FECHA:	SEPTIEMBRE 2020		
MUESTRA:	3	FPCF	0.30-0.70	CLASIFIC.	0 días	CONT.	2.5%	ADITIVO:	C.A.	
DEFORMIMEN TO SH 0.001 pulg (ASTM D1)	DEF. UNIT. E	1.0 - DEF. UNIT.(1.0 - e)	ANILLO DE CARGA 0.00017	CARGA P KG	AREA CORREG. A - m²	EJESFUERZO DESVIADO $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$	DIMENSIONES PROMEDIASAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA FRESCITA YA TALLADA)			
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4805	0.0000	0.0000	Diam. Prom. base, D0 (cm):	5.80	
20.00	0.00438	0.9956	45.00	7.3485	26.5388	0.2769	27.1543	Altura promedio, H0 (cm):	11.60	
30.00	0.00657	0.9934	78.00	12.7374	26.5973	0.4789	46.9640	Relación Altura/Diametro:	2.00	
40.00	0.00876	0.9912	105.00	17.1465	26.6560	0.6433	63.0814	Area sección trans. Aa (cm²):	26.42	
50.00	0.01095	0.9891	131.00	21.3923	26.7150	0.8008	78.5277	Volumen, Vu (cm³):	306.50	
60.00	0.01314	0.9869	155.00	25.3115	26.7743	0.9454	92.7087	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA		
70.00	0.01533	0.9847	181.00	29.5573	26.8338	1.1015	108.0197	Suelo húmedo + casuela (%)	25.15	
80.00	0.01752	0.9825	205.00	33.4765	26.8936	1.2448	122.0707	(gr)	24.17	
90.00	0.01971	0.9803	230.00	37.5590	26.9537	1.3935	136.6521	Suelo seco + casuela (gr):	16.21	
100.00	0.02190	0.9781	255.00	41.6415	27.0141	1.5415	151.1672	Peso de la casuela (gr):		
110.00	0.02409	0.9759	275.00	44.9075	27.0747	1.6587	162.6585	Peso del suelo seco (gr):	7.96	
120.00	0.02628	0.9737	298.00	48.6634	27.1355	1.7933	175.8672	Peso del agua (gr):	0.98	
130.00	0.02847	0.9715	320.00	52.2560	27.1967	1.9214	188.4260	% de humedad:	12.31	
140.00	0.03066	0.9693	335.00	54.7055	27.2581	2.0069	196.8138	PESOS UNITARIOS		
150.00	0.03284	0.9672	355.00	57.9715	27.3199	2.1220	208.0928	Peso unit. húmedo, Y1 (gr/cm³)	0.03	
160.00	0.03503	0.9650	370.00	60.4210	27.3818	2.2066	216.3944	Peso unit. seco, Yd (gr/cm³):	0.03	
170.00	0.03722	0.9628	385.00	62.8705	27.4441	2.2909	224.6562	CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA		
180.00	0.03941	0.9606	405.00	66.1365	27.5067	2.4044	235.7892	Factor K (KG):	0.1633	
190.00	0.04160	0.9584	420.00	68.5860	27.5695	2.4877	243.9648	RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (n1-n2) f		
200.00	0.04379	0.9562	445.00	72.6685	27.6327	2.6298	257.8959	Qu=2.85Kg/cm²=279.15Kpa		
210.00	0.04598	0.9540	456.00	74.4648	27.6961	2.6886	263.6657	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, f/t		
220.00	0.04817	0.9518	470.00	76.7510	27.7598	2.7648	271.1369	Cu=Su=1.42Kg/cm²=139.57Kpa		
230.00	0.05036	0.9496	485.00	79.2005	27.8238	2.8465	279.1466	DEFINICION DE LA FALLA		
240.00	0.05255	0.9474	480.00	78.3840	27.8881	2.8107	275.6318	JORGE ZAPATA CASTILLO		
								ING. CIVIL CIP 68423		



LIMA: Calle Las Magnolas Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Moro Solar • Cel: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com



									σ_a A LA FALLA: 0.05255
									MODULO DE YOUNG
									E=5,238.78Kpa

Curva esfuerzo - deformación, muestra al 2.5%, cero días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING CIVL - CIP 68428

23



ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA (MTC E 121)									
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 121, NTP 338.167									
PROYECTO:	'Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puente Piedra - 2020'								
ELABORADO POR:	Luis Miguel OYO, Oficio Interno					ASISTENTE:	ING. CARLOS FERNANDEZ		
UNICACIÓN:	Avenida El Pionero, Distrito Puerto Piedra					FECHA:	07-SEPTIEMBRE-2020		
MUESTRA:	2	PROF:	0.30-6.70	CUBIERTO:	1 dia	CONT:	2.7%	ADEXIVO:	C.A.
DEFORMACION TO AH 0.001 pulg	DEF. UNIT. E 0.001	1.0 - DEF. UNIT. C.I.D - e	ANILLO DE CARGA 0.0001*	CARGA P KG	AREA CORRIEG A 400	EJERCICIO d1-d3=e	DIMENSIONES PROMEDIO DADAS EN LA MUESTRA (CAMARO DE LA PRUEBA TA TALLADO)		
						kg/cm2	kPa	Diam. Prom. (mm), Dv (mm):	5.80
10.00	0.00219	0.9978	0.09	0.0000	26.4805	0.0000	0.0000	Altura promedio, Hs (mm):	
20.00	0.00438	0.9956	51.00	8.3283	26.5388	0.3138	30.7749	Relación Altura/Diametro:	
30.00	0.00657	0.9934	78.00	12.7374	26.5973	0.4789	46.9640	Area muestreo total, Aa (mm2):	
40.00	0.00876	0.9912	91.00	14.8663	26.6560	0.5573	54.5705	Volumen, V0 (cm3):	
50.00	0.01095	0.9891	102.00	16.6566	26.7150	0.6233	61.1437	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA	
60.00	0.01314	0.9869	120.00	19.5960	26.7743	0.7319	71.7745		
70.00	0.01533	0.9847	143.00	23.3519	26.8338	0.8702	85.3415	Suelo limpio + arena (gr):	
80.00	0.01752	0.9825	165.00	26.9445	26.8936	1.0019	98.2520	Suelo seco + arena (gr):	
90.00	0.01971	0.9803	192.00	31.3536	26.9537	1.1632	114.0748	Peso de la ceniza (gr):	
100.00	0.02190	0.9781	212.00	34.6196	27.0141	1.2815	125.6762	Peso del suelo seco (gr):	
110.00	0.02409	0.9759	228.00	37.2324	27.0747	1.3752	134.8587	Peso del agua (gr):	
120.00	0.02628	0.9737	246.00	40.1718	27.1355	1.4804	145.1789	% de humedad:	
130.00	0.02847	0.9715	262.00	42.7846	27.1967	1.5732	154.2738		
140.00	0.03066	0.9693	277.00	45.2341	27.2581	1.6595	162.7386	PESOS UNITARIOS	
150.00	0.03284	0.9672	295.00	48.1735	27.3199	1.7633	172.9222	Peso unit. limpio, T (gr/cm3) :	
160.00	0.03503	0.9650	315.00	51.4395	27.3818	1.8786	184.2277	Peso unit. seco, Yd (gr/cm3):	
170.00	0.03722	0.9628	330.00	53.8890	27.4441	1.9636	192.5625		
180.00	0.03941	0.9606	345.00	56.3385	27.5067	2.0482	200.8575	CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA	
190.00	0.04160	0.9584	360.00	58.7880	27.5695	2.1324	209.1126	Factor K (K0):	
200.00	0.04379	0.9562	372.00	60.7476	27.6327	2.1984	215.5894	RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (e1-e2)/f	
210.00	0.04598	0.9540	375.00	61.2375	27.6961	2.2111	216.8303		
220.00	0.04817	0.9518	399.00	65.1567	27.7598	2.3472	230.1780	Qu=2.82Kg/cm2=276.34Kpa	
230.00	0.05036	0.9496	405.00	66.1363	27.8238	2.3770	233.1018	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, Tf	
240.00	0.05255	0.9474	411.00	67.1163	27.8881	2.4066	236.0097		
250.00	0.05474	0.9453	426.00	69.5658	27.9527	2.4887	244.0579	Cu-Su=1.41Kg/cm2=138.17Kpa	
260.00	0.05693	0.9431	440.00	71.8520	28.0176	2.5645	251.4946		
270.00	0.05912	0.9409	455.00	74.3015	28.0828	2.6458	259.4645	DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA	
280.00	0.06131	0.9387	466.00	76.0978	28.1483	2.7035	265.1188		
290.00	0.06350	0.9365	478.00	78.0574	28.2141	2.7666	271.3115	e A LA FALLA:	
300.00	0.06569	0.9343	488.00	79.6904	28.2803	2.8179	276.3399	MODULO DE YOUNG	
310.00	0.06788	0.9321	495.00	80.8335	28.3467	2.8516	279.6468		
320.00	0.07007	0.9299	507.00	82.7931	28.4134	2.9139	285.7513	E=4,604.76Kpa	
330.00	0.07226	0.9277	515.00	84.0995	28.4805	2.9661	292.0625	WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C	



JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 65425



340.00	0.07445	0.9256	522.00	85.2426	28.5479	2.9860	292.8220	
350.00	0.07664	0.9234	528.00	86.2224	28.6156	3.0131	295.4871	
360.00	0.07883	0.9212	530.00	86.5490	28.6836	3.0174	295.9030	
370.00	0.08102	0.9190	531.00	86.7123	28.7519	3.0159	295.7566	



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA ASTILLO
ING. CIVIL - CIP 68428

25



Curva esfuerzo - deformación, muestra al 2.5%, un día de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING CIV / CP 00423

26



ENSAYO DE COMPRIMISION INCINTADA (MTC E 121)										
NORMAS TECNICAS: MTC E 121, NTP 336-187										
PROYECTO:	Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Piedra - 2020*									
ELABORADO POR:	Leyanegui Ortiz, Diana Ivette						ASADOR:	ING. CARLOS FERNANDEZ		
UBICACION:	Avenida El Porvenir, Distrito Puerto Piedra						FECHA:	SEPTIEMBRE 2020		
MUESTRA:	2	PROF:	0.50-0.70	CURADO:	3 días	CONT:	2.2%	ADITIVO:	C.A.	
DEFORMIMEN TO AH 0.001 pulg	DEF. UNIT. E	1.0 - DEF. UNIT. (L0 - e)	ANILLO DE CARGA 0.0001 ²	CARGA P KG	AREA CORREG A. cm	ESFUERZO DESVIADOR $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$	DIMENSIONES PROMEDIAS DELA MUESTRA (TAMANO DE LA PRUEBA YA TALLADA)			
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4805	0.0000	0.0000	Diam. Prom. base, D0 (cm):	5.80	
20.00	0.00438	0.9956	20.00	3.2660	26.5388	0.1231	12.0686	Altura promedio, H0 (cm):	11.60	
30.00	0.00657	0.9934	40.00	6.5320	26.5973	0.2456	24.0841	Relacion Altura/Diametro:	2.00	
40.00	0.00876	0.9912	67.00	10.9411	26.6560	0.4105	40.2519	Area sección trans., A0 (cm ²):	26.42	
50.00	0.01095	0.9891	95.00	15.5135	26.7150	0.5807	56.9476	Volumen, V0 (cm ³):	306.50	
60.00	0.01314	0.9869	123.00	20.0859	26.7743	0.7502	73.5689	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA		
70.00	0.01533	0.9847	149.00	24.3317	26.8338	0.9068	88.9223	Suelo húmedo + casuela (gr):	25.60	
80.00	0.01752	0.9825	175.00	28.5775	26.8936	1.0626	104.2067	Suelo seco + casuela (gr):	24.63	
90.00	0.01971	0.9803	205.00	33.4765	26.9537	1.2420	121.2986	Peso de la casuela (gr):	15.68	
100.00	0.02190	0.9781	139.00	22.6987	27.0141	0.8403	82.4009	Peso del suelo seco (gr):	8.95	
110.00	0.02409	0.9759	175.00	28.5775	27.0747	1.0355	103.5099	Peso del agua (gr):	0.97	
120.00	0.02628	0.9737	219.00	35.7627	27.1355	1.3179	129.2447	% de humedad:	10.64	
130.00	0.02847	0.9715	270.00	44.0910	27.1967	1.6212	158.9844	PESOS UNITARIOS		
140.00	0.03066	0.9693	330.00	53.8890	27.2581	1.9770	193.8763	Peso unit. húmedo, T (gr/cm ³):	0.03	
150.00	0.03284	0.9672	355.00	57.9715	27.3199	2.1220	208.0928	Peso unit. seco, Y1 (gr/cm ³):	0.03	
160.00	0.03503	0.9650	395.00	64.5035	27.3818	2.3557	231.0157	CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA		
170.00	0.03722	0.9628	441.00	72.0153	27.4441	2.6241	257.3335			
180.00	0.03941	0.9606	486.00	79.3638	27.5067	2.8853	282.9470			



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP: 68429

27



190.00	0.04160	0.9584	526.00	85.8958	27.5695	3.1156	305.5368	Factor K (KG) 0.1631
200.00	0.04379	0.9562	546.00	89.1618	27.6327	3.2267	316.4296	RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (n1-n3) f
210.00	0.04598	0.9540	563.00	92.2645	27.6961	3.3313	326.6910	Qu=3.74Kg/cm²=367.24Kpa
220.00	0.04817	0.9518	585.00	95.5305	27.7598	3.4413	337.4790	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, Tf
230.00	0.05036	0.9496	602.00	98.3066	27.8238	3.5532	346.4871	
240.00	0.05255	0.9474	619.00	101.0827	27.8881	3.6246	355.4502	
250.00	0.05474	0.9453	628.00	102.5524	27.9527	3.6688	359.7848	Cu-Su=1.87Kg/cm²=183.62Kpa
260.00	0.05693	0.9431	637.00	104.0221	28.0176	3.7127	364.0956	
270.00	0.05912	0.9409	644.00	105.1652	28.0828	3.7448	367.2420	DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA
280.00	0.06131	0.9387	644.00	105.1652	28.1483	3.7361	366.3873	
290.00	0.06350	0.9365	644.00	105.1652	28.2141	3.7274	365.5327	ε A LA FALLA: 0.06569
300.00	0.06569	0.9343	640.00	104.5120	28.2803	3.6956	362.4129	MODULO DE YOUNG
								E=6,672.32Kpa

Curva - deformación, muestra al 2.5%, tres días de curado.



WRC INGENIERIA & GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CIP 66423

28



ENSAYO DE COMPRIMIÓN INCONTRADA (MTC E 121)										
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 121, NTP 339.187										
PROYECTO:		"Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puerto Piedra - 2020"								
ELABORADO POR:		Luis Fernando Ortiz, Ingeniero Civil						ASISTENTE:		INGENIERO DE FERROCARRILES
DIRECCIÓN:		Avanza El Pionero, Distrito Puerto Piedra								
FECHA:		SEPTIEMBRE 2020								
MUESTRA:	2	PROF:	0.50-0.70	CURADO:	7 días	CONT:	2.5%	AIRITIVO:	C.A.	
DEFORMACIÓN ΔH 0.001 pulg	DEF. UNIT. E	1.0 - DEF. UNIT.(1.0 - e)	ANILLO DE CARGA 0.0001"	CARGA P KG	ÁREA CORREG. A cm	EJES/BUJO DISPLICADORES $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$	DIMENSIONES PROMEDIASAS DE LA MUESTRITA (TAMARO) DE LA PRUEBA YA TALLADA)			
(A/B/H) ₀							lgr/cm2	kPa	Diam. Prom. base, D ₀ (cm)	3.80
10.00	0.00219	0.9978	73.00	11.7576	26.4805	0.4440	43.5425		Altura promedio, H ₀ (cm)	11.60
20.00	0.00438	0.9956	117.00	19.1061	26.5388	0.7199	70.6012		Relación Altura/Diámetro	2.00
30.00	0.00657	0.9934	164.00	26.7812	26.5973	1.0069	98.7448		Area muestreada, A ₀ (cm ²)	26.42
40.00	0.00876	0.9912	204.00	33.3132	26.6560	1.2497	122.5581		Volumen, V ₀ (cm ³)	306.50
50.00	0.01095	0.9891	247.00	40.3351	26.7150	1.5098	148.0637			
60.00	0.01314	0.9869	294.00	48.0102	26.7743	1.7931	175.8476			
70.00	0.01533	0.9847	337.00	53.0321	26.8338	2.0508	201.1195			
80.00	0.01752	0.9825	395.00	64.5035	26.8936	2.3985	235.2094			
90.00	0.01971	0.9803	449.00	73.3217	26.9537	2.7203	266.7687			
100.00	0.02190	0.9781	493.00	80.5069	27.0141	2.9802	292.2566			
110.00	0.02409	0.9759	528.00	86.2224	27.0747	3.1846	312.3043			
120.00	0.02628	0.9737	561.00	91.6113	27.1355	3.3761	331.0788			
130.00	0.02847	0.9715	588.00	96.0204	27.1967	3.5306	346.2321			
140.00	0.03066	0.9693	620.00	101.2460	27.2581	3.7143	364.2525			
150.00	0.03284	0.9672	646.00	105.4918	27.3199	3.8614	378.6703			
160.00	0.03503	0.9650	667.00	108.9211	27.3818	3.9779	390.0948			
170.00	0.03722	0.9628	680.00	111.0440	27.4441	4.0462	396.7954			
180.00	0.03941	0.9606	691.00	112.8403	27.5067	4.1023	402.2971			
190.00	0.04160	0.9584	703.00	114.7999	27.5695	4.1640	408.3505			
200.00	0.04379	0.9562	715.00	116.7595	27.6327	4.2254	414.3721			
210.00	0.04598	0.9540	726.00	118.5558	27.6961	4.2806	419.7835			
220.00	0.04817	0.9518	735.00	120.0255	27.7598	4.3237	424.0120			
230.00	0.05036	0.9496	744.00	121.4952	27.8238	4.3666	428.2166			
240.00	0.05255	0.9474	750.00	122.4750	27.8881	4.3917	430.6747			
250.00	0.05474	0.9453	754.00	123.1282	27.9527	4.4049	431.9716			
260.00	0.05693	0.9431	759.00	123.9447	28.0176	4.4238	433.8282			



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

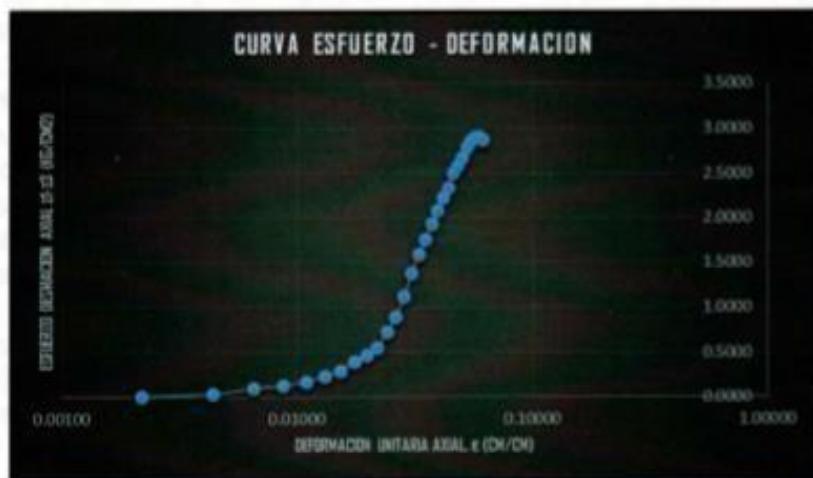
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CHIRIGUAS

29



270.00	0.05912	0.9409	759.00	123.9447	28.0828	4.4135	432.8209	DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA
280.00	0.06131	0.9387	750.00	122.4750	28.1483	4.3511	426.6933	ε_a A LA FALLA: 0.06131
								MODELO DE YOUNG
								E=6,297.36Kpa

Curva esfuerzo –deformación, muestra al 2.5%, siete días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 65428

30



ENSAYO DE COMPRISION INCONFINADA (NTC 8120)									
NORMAS TECNICAS: NTC 8120, NTP 308-07									
PROYECTO:	Estabilización de suelo arcilloso utilizando geopolímero acrílico a nivel de aliviado en la Avenida El Paseo, Distrito Puerto Piedra - 2020								
ELABORADO POR:	Luzmaraque Ospina, Diana Inés					ANEXOS:	INICIO DE ESTUDIO		
LOCALIZACIÓN:	Avenida El Paseo, Distrito Puerto Piedra					FECHA:	SEPTIEMBRE 2020		
MUESTRA:	3	PESO:	0.00470	CUBIERTO:	0.00470	AREA:	3.00	ALZADO:	0.00
DEFORMACION DEF. A1 0.001 pulg (mm)	DEF. UNIT: 0 1.0 - DEF. UNIT:(1.0 - 0)	ANILLO DE CARGA 0.0001"	CARGA P KG	AREA CORREGIDA A mm	IMPULSO DESVIADOR d1-d3=a	DIAFRAGMA kg/mm²	DIMENSIONES PRIMERAS DELA MUESTRA (TAMAÑO DE LA MUESTRA EN TALLADO)		
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4805	0.0000	Diam. Prom. diam. Or (mm)		
20.00	0.00438	0.9956	5.00	0.8165	26.5388	0.0308	Altura promedio, H0 (mm)		
30.00	0.00657	0.9934	13.00	2.4493	26.3973	0.0921	Relación Altura/Diametro		
40.00	0.00876	0.9912	20.00	3.2660	26.6560	0.1225	Area sección trans. Aa (mm²)		
50.00	0.01095	0.9891	28.00	4.5724	26.7150	0.1712	Volumen, V0 (cm³)		
60.00	0.01314	0.9869	38.00	6.3054	26.7743	0.2318	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA		
70.00	0.01533	0.9847	48.00	7.8384	26.8338	0.2921	Bucle húmedo + cuchilla (gr)		
80.00	0.01752	0.9825	65.00	10.6145	26.8956	0.3947	Bucle seco + cuchilla (gr)		
90.00	0.01971	0.9803	78.00	12.7374	26.9537	0.4726	Peso de la cuchilla (gr)		
100.00	0.02190	0.9781	91.00	14.8603	27.0141	0.5501	Peso del suelo seco (gr)		
110.00	0.02409	0.9759	120.00	19.5960	27.0747	0.7238	Peso del agua (gr)		
120.00	0.02628	0.9737	149.00	24.1684	27.1355	0.8907	%		
130.00	0.02847	0.9715	186.00	30.3738	27.1967	1.1188	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA		
140.00	0.03066	0.9693	230.00	37.5590	27.2583	1.3779	PESOS UNIDADOS		
150.00	0.03284	0.9672	263.00	43.2745	27.3199	1.5840	Peso unit. húmedo, Y _H (gr/cm³)		
160.00	0.03503	0.9650	294.00	48.0102	27.3818	1.7534	Peso unit. seco, Y _S (gr/cm³)		
170.00	0.03722	0.9628	325.00	53.0725	27.4441	1.9338	CONTEANTE DE ANILLO DE CARGA		
180.00	0.03941	0.9606	350.00	57.1550	27.5067	2.0779	Factor K (kN/m)		
190.00	0.04160	0.9584	375.00	61.2375	27.5695	2.2212	0.1673		
200.00	0.04379	0.9562	395.00	64.5035	27.6327	2.3343	RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (kN/m²)		
210.00	0.04598	0.9540	425.00	69.4025	27.6961	2.5029	245.7400		
220.00	0.04817	0.9518	440.00	71.8520	27.7598	2.5883	Qn=2.91Kg/cm²=285.136Kpa		
230.00	0.05036	0.9496	456.00	74.4648	27.8238	2.6763	RESISTENCIA AL CORTADO CONFINADA, T _C		
240.00	0.05255	0.9474	476.00	77.7308	27.8881	2.7872	273.3549		
250.00	0.05474	0.9453	496.00	80.0170	27.9527	2.8626	CarBar=2.45Kg/cm²=242.556Kpa		
260.00	0.05693	0.9431	498.00	81.3234	28.0176	2.9026	CarBar=2.45Kg/cm²=242.556Kpa		



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 05428

31



270.00	0.05912	0.9409	500.00	81.6500	28.0828	2.9075	285.1258	DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA
280.00	0.06131	0.9387	495.00	80.8335	28.1483	2.8717	281.6176	E A LA FALLA: 0.06131
								MODULO DE YOUNG
								E=5,969,37Kpa

Curva esfuerzo – deformación, muestra al 5.0%, cero días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 68428

32



ENSAYO DE COMPRESIÓN INCONFINADA (MTC 6.12)											
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 121, NTP 338.167											
PROYECTO	Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puerto Padre - 2007										
ELABORADO POR:	Ingeniería Civil Gustavo Isasi							ANALISTA:	ING. CARLOS FERNANDEZ		
LOCALIZACIÓN:	Avenida El Pionero, Distrito Puerto Padre							FECHA:	SEPTIEMBRE 2008		
MUESTRA:	Z	PROF:	0.50-0.70	CURADO:	1 dia	CONT:	S.O%	ADITIVOS	C.A.		
DEFORMACIÓN AH 0.001 pulg	DEF. UNIT. E 0.001	DEF. UNIT. (3.0 - x)	ANILLO DE CARGA 0.0001*	CARGA P KG	ÁREA CORREG A. cm	ESFUERZO DESPLAZAM σ1 - σ3 = σ	DIMENSIONES PROMEDIASAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA)				
						kg/cm²	kPa	Diam. Prom. (mm), Dp (mm)	5.80		
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4805	0.0000	0.0000	Altura promedio, H0 (cm)	11.60		
20.00	0.00438	0.9956	11.00	1.7963	26.5388	0.0677	6.6377	Relación Altura/Diametro:	2.00		
30.00	0.00657	0.9934	18.00	2.9394	26.5973	0.1105	10.8378	Area sección trans. A0 (cm²)	26.42		
40.00	0.00876	0.9912	25.00	4.0825	26.6560	0.1532	15.0194	Volumen, V0 (cm³)	306.50		
50.00	0.01095	0.9891	33.00	5.3889	26.7150	0.2017	19.7818				
60.00	0.01314	0.9869	42.00	6.8586	26.7743	0.2562	25.1211				
70.00	0.01533	0.9847	57.00	9.3081	26.8338	0.3469	34.0172				
80.00	0.01752	0.9825	76.00	12.4108	26.8936	0.4615	45.2353				
90.00	0.01971	0.9803	99.00	16.1667	26.9537	0.5998	58.8198				
100.00	0.02190	0.9781	125.00	20.4125	27.0141	0.7556	74.1016				
110.00	0.02409	0.9759	161.00	26.2913	27.0747	0.9711	95.2291				
120.00	0.02628	0.9737	204.00	33.3132	27.1355	1.2277	126.3923				
130.00	0.02847	0.9715	300.00	48.9900	27.1967	1.8013	176.6493				
140.00	0.03066	0.9693	320.00	52.2560	27.2588	1.9171	188.0013				
150.00	0.03284	0.9672	347.00	56.6651	27.3198	2.0741	203.4034	Peso unit. seco, T (gr/cm³)	0.83		
160.00	0.03503	0.9650	365.00	59.6645	27.3818	2.1768	213.4702	Peso unit. seco, Td (gr/cm³)	0.83		
170.00	0.03722	0.9628	391.00	63.8303	27.4448	2.3266	228.1574				
180.00	0.03941	0.9606	420.00	68.5860	27.5067	2.4934	244.5221				
190.00	0.04160	0.9584	461.00	75.2813	27.5695	2.7306	267.7804	Factor K (kg):	0.1633		
200.00	0.04379	0.9562	503.00	82.1399	27.6327	2.9726	291.5093	RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (n1-n2) /			
210.00	0.04598	0.9540	542.00	88.3086	27.6963	3.1957	313.3921				
220.00	0.04817	0.9518	579.00	94.5507	27.7598	3.4060	334.0176	Qu=3.87Kg/cm²=379.4Kpa			
230.00	0.05036	0.9496	610.00	99.6130	27.8238	3.5891	351.0916	RESISTENCIA AL Corte NO DRENADA, Cf			
240.00	0.05255	0.9474	625.00	102.0625	27.8881	3.6597	358.8956				
250.00	0.05474	0.9453	630.00	102.8796	27.9527	3.6805	360.9306	Cu-Su=1.93Kg/cm²=189.7Kpa			
260.00	0.05693	0.9431	650.00	106.1450	28.0176	3.7885	371.5261				
270.00	0.05912	0.9409	655.00	106.9615	28.0829	3.8051	373.5148	DEFORMACIONES EN EL FONDO DE LA MUESTRAL, Δf (mm)			
280.00	0.06131	0.9387	662.00	108.1046	28.1474	3.8479	376.6280				
290.00	0.06350	0.9365	668.00	109.0844	28.2163	3.8653	379.5556	Efecto de la temperatura en el material			



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.

MR. INGENIERO CONSTRUCTIVO

ING. C.M.C. - CP 00428

33



300.00	0.06569	0.9343	670.00	109.4110	28.2803	3.8688	379.4010	MODULO DE YOUNG $E=7,411.57 \text{ Kpa}$
310.00	0.06788	0.9321	671.00	109.5743	28.3467	3.8655	379.0768	
320.00	0.07007	0.9299	665.00	108.5945	28.4134	3.8219	374.8046	



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CIP 68428

34



Curva esfuerzo – deformación, muestra al 5.0%, un dia de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL CIP 68428



ENSAYO DE COMPRACION INCONFINADA (MTC E 121)									
NORMAS TECNICAS: MTC E 121, MTP 338-167									
PROYECTO:	"Estabilización de suelo arenoso utilizando compóntimo acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Paseo; Distrito Puerto Pachá - 2020"								
CLASIFICACION POR LOCALIZACION:	Cerro quebrada Chica Baja Avda. El Paseo, Distrito Puerto Pachá					ANEXOS:	CARLOS RIVERA		
FECHA:	SEPTIEMBRE 2020								
MUESTRA:	2	PROF:	0.50-0.70	CURADO:	3 días	CONT:	5.0%	ADITIVO:	C.A.
DEFORMIMEN TO AH 0.001 puig	DEF. UNIT. E 1.0 - DEF. UNIT. (1.0 - 0)	ANILLO DE CARGA 5.000*	CARGA P KG	AREA CORREGIDA A cm ²	ESPIRAL DESVIACION $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$	DIMENSIONES PROMEDIASAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PRUEBA TA TALLADA)			
					kg/cm^2	kPa	Diam. Prom. (mm), Di (mm): 5.80		
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4805	0.0000	Altura promedio, H (mm): 11.66		
20.00	0.00438	0.9956	10.00	1.6330	26.5388	0.0615	Relación Altura/Diametro: 2.00		
30.00	0.00657	0.9934	18.00	2.9394	26.5973	0.1105	Area sección trans. Aa (mm ²): 26.42		
40.00	0.00876	0.9912	26.00	4.2458	26.6560	0.1593	Volumen, V0 (cm ³): 306.50		
50.00	0.01095	0.9891	33.00	5.5889	26.7150	0.2017	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA		
60.00	0.01314	0.9869	49.00	8.0017	26.7743	0.2989	Peso húmedo + casula (gr): 35.88		
70.00	0.01533	0.9847	50.00	8.1650	26.8338	0.3043	Peso seco + casula (gr): 33.93		
80.00	0.01752	0.9825	62.00	10.2346	26.8936	0.3765	Peso de la casula (gr): 16.05		
90.00	0.01971	0.9803	77.00	12.5741	26.9537	0.4665	Peso del suelo seco (gr): 17.88		
100.00	0.02190	0.9781	107.00	17.4731	27.0141	0.5468	Peso del agua (gr): 1.95		
110.00	0.02409	0.9759	135.00	22.0455	27.0747	0.8342	% de humedad: 10.91		
120.00	0.02628	0.9737	166.00	27.1078	27.1355	0.9990	PESOS UNITARIOS		
130.00	0.02847	0.9715	193.00	31.5169	27.1967	1.1588	Peso unit. húmedo, Y (gramos): 0.06		
140.00	0.03066	0.9693	223.00	36.4159	27.2581	1.3360	Peso unit. seco, Yd (gramos): 0.06		
150.00	0.03284	0.9672	264.00	43.1112	27.3199	1.5780	CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA		
160.00	0.03503	0.9650	308.00	50.2964	27.3818	1.8369	Factor K (kg): 0.1633		
170.00	0.03722	0.9628	361.00	58.9513	27.4441	2.1480	RESIST. COMP. NO-CONFINADA, MAX (el-el) Qu=4.25Kg/cm ² =416.77Kpa		
180.00	0.03941	0.9606	420.00	68.5860	27.5067	2.4934	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, Tf		
190.00	0.04160	0.9584	470.00	76.7510	27.5695	2.7839	Cu=Su=2.12Kg/cm ² =208.39Kpa		
200.00	0.04379	0.9562	496.00	80.9968	27.6327	2.9312	DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA		
210.00	0.04598	0.9540	535.00	87.3655	27.6961	3.1544	E _f = 1.44 E _c = 0.02664 Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		
220.00	0.04817	0.9518	588.00	96.0264	27.7598	3.4590	Jorge Zapata Castillo ING. ENGR. CIP 68428		
230.00	0.05036	0.9496	642.00	104.8386	27.8238	3.7679	Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		
240.00	0.05255	0.9474	665.00	108.5945	27.8881	3.8939	Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		
250.00	0.05474	0.9453	678.00	110.7174	27.9527	3.9609	Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		
260.00	0.05693	0.9431	694.00	113.3302	28.0176	4.0450	Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		
270.00	0.05912	0.9409	703.00	114.7999	28.0828	4.0879	Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		
280.00	0.06131	0.9387	715.00	116.7395	28.1483	4.1480	Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		
290.00	0.06350	0.9365	726.00	118.5558	28.2141	4.2020	Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		
300.00	0.06569	0.9343	736.00	120.1892	28.2794	4.167749	Efecto de la tensión lateral Módulo de Young		

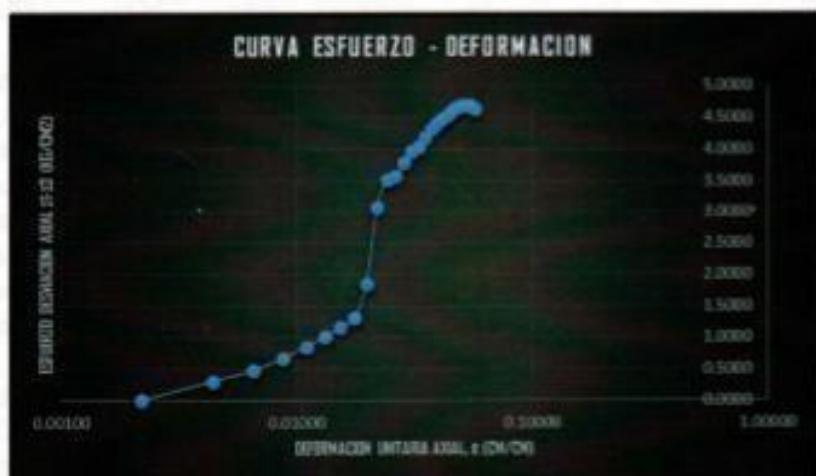


LIMA: Calle Las Magnolias Mz. H1 Lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Naranjal - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 988 339 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Moro Solar • Cel: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com



								A LA FALLA: 0.05680
								MODELO DE YOUNG
								E=9,224,700pa

Curva esfuerzo – deformación, muestra al 5.0%, siete días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA SAC

JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL - CP 86428



ENsayo de compresión inconfinada (MTC E 121)									
NORMAS TECNICAS: MTC E 121, NTP 329.187									
PROYECTO	'Estabilización de suelo arcilloso utilizando copolímero acrílico a nivel de afirmado en la Avenida El Pionero, Distrito Puerto Piedra - 2020'								
ELABORADO POR:	Leyendas Ortiz Olana Juan						ASESOR:	ING. CARLOS FERNANDEZ	
UBICACIÓN:	Avenida El Pionero, Distrito Puerto Piedra						FECHA:	SEPTIEMBRE 2020	
MUESTRA:	2	PROF.	0.50-0.70	CURADO:	7 días	CONT:	5.0%	ADITIVO:	C.A.
DEFORMACIÓN ΔH 0.001 pulg	DEF. UNIT. E	1.0 - DEF. UNIT. (1.0 - e)	ANILLO DE CARGA 0.0001 ^a	CARGA P KG	ÁREA CORREG - A cm ²	ESFUERZO DESVIADO $\sigma_1 - \sigma_3 = \sigma$	DIMENSIONES PROMEDIAS DE LA MUESTRA (TAMAÑO DE LA PROBETA YA TALLADA)		
						kg/cm ²	MPa	Diam. Prom. base, D ₀ (cm)	5.80
10.00	0.00219	0.9978	0.00	0.0000	26.4805	0.0000	0.0000	Altura promedio, H ₀ (cm)	11.60
20.00	0.00438	0.9956	50.00	8.1650	26.5388	0.3077	30.1715	Relación Altura/Diámetro	2.00
30.00	0.00657	0.9934	78.00	12.7374	26.5973	0.4789	46.9640	Área sección trans., A ₀ (cm ²)	26.42
40.00	0.00876	0.9912	110.00	17.9630	26.6560	0.6739	66.0853	Volumen, V ₀ (cm ³)	306.50
50.00	0.01095	0.9891	140.00	22.8620	26.7150	0.8558	83.9227	DETERMINACION DEL CONTENIDO DE AGUA	
60.00	0.01314	0.9869	165.00	26.9445	26.7743	1.0064	98.6900	Suelo húmedo + casuela (gr)	33.95
70.00	0.01533	0.9847	192.00	31.3536	26.8338	1.1684	114.5844	Suelo seco + casuela (gr)	32.30
80.00	0.01752	0.9825	215.00	35.1095	26.8936	1.3055	128.0253	Peso de la casuela (gr)	15.78
90.00	0.01971	0.9803	304.00	49.6432	26.9537	1.8418	180.6184	Peso del suelo seco (gr)	16.52
100.00	0.02190	0.9781	508.00	82.9564	27.0141	3.0709	301.1487	Peso del agua (gr)	1.65
110.00	0.02409	0.9759	584.00	95.3672	27.0747	3.5224	345.4275	% de humedad	9.99
120.00	0.02628	0.9737	594.00	97.0002	27.1355	3.5747	350.5540	PESOS UNITARIOS	
130.00	0.02847	0.9715	630.00	102.8790	27.1967	3.7828	370.9636	Peso unit. húmedo, Y ₁ (gr/cm ³)	0.06
140.00	0.03066	0.9693	660.00	107.7780	27.2581	3.9540	387.7527	Peso unit. seco, Y ₂ (gr/cm ³)	0.05
150.00	0.03284	0.9672	675.00	110.2275	27.3199	4.0347	395.6694	CONSTANTE DE ANILLO DE CARGA	
160.00	0.03503	0.9650	702.00	114.6366	27.3818	4.1866	410.5646	Factor K (K.G)	0.1633
170.00	0.03722	0.9628	725.00	118.3925	27.4441	4.3139	423.0539	RESIST. COMP. NO CONFINADA, MAX (n1-n3) f	
180.00	0.03941	0.9606	741.00	121.0053	27.5067	4.3991	431.4069	Qu=4.69Kg/cm ² =459.96Kpa	
190.00	0.04160	0.9584	755.00	123.2915	27.5695	4.4720	438.5557	RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA, T _f	
200.00	0.04379	0.9562	769.00	125.5777	27.6327	4.5445	445.6673	Cu=Su=2.35Kg/cm ² =229.98Kpa	
210.00	0.04598	0.9540	781.00	127.5373	27.6961	4.6049	451.5853	DEFORMACION PROMEDIO A LA FALLA	
220.00	0.04817	0.9518	791.00	129.1703	27.7598	4.6531	456.3177	WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C	
230.00	0.05036	0.9496	799.00	130.4767	27.8238	4.6894	459.8724	JORGE ZAPATA CASTILLO ING. CIVIL - G.I.-68428	
240.00	0.05255	0.9474	801.00	130.8033	27.8881	4.6903	459.9605		
250.00	0.05474	0.9453	801.00	130.8033	27.9527	4.6795	458.8975		
260.00	0.05693	0.9431	795.00	129.8235	28.0176	4.6336	454.4050		



LIMA: Calle Las Magnolias mz. H1 lt. N° 3 - Urb. Los Jazmines de Narvaja - S.M.P. • Tel.: (01) 485-0702 / Cel.: 985 039 871 / 985 034 720
BAGUA - AMAZONAS: Jr. Madre de Dios N° 400 / Cel.: 971 138 046 • TUMBES - TUMBES: Jr. Bolívar N° 632 • Cel.: 985 034 720
JAEN - CAJAMARCA: Calle Los Laureles N° 870 - Sect. Morro Solar • Cel.: 985 034 720
E-mail: adm@wrcingeosac.com



310.00	0.06798	0.9321	748.00	122.1484	28.3467	4.3091	422.5774	
320.00	0.07007	0.9299	755.00	123.2915	28.4134	4.3392	423.5361	E=8,121.608 kPa
330.00	0.07226	0.9274	761.00	124.271	28.4805	4.36338	427.9818	
340.00	0.07445	0.9256	762.00	124.4346	28.5479	4.3588	427.4528	
350.00	0.07664	0.9234	756.00	123.4548	28.6158	4.3143	423.0838	

Curva esfuerzo – deformación, muestra al 5.0%, tres días de curado.



WRC INGENIERIA Y GEOTECNIA S.A.C.
JORGE ZAPATA CASTILLO
ING. CIVIL / CIP 66426