

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Dosificación óptima para la estabilización del suelo con
30%, 40% y 50% de hormigón de río en la carretera
Jangas – Caserío de Tara**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Cueva Diaz Juan Emiliano

Asesor:

Rigoberto Cerna Chávez

Código ORCID: 0000-0003-4245-5938

Huaraz – Perú

2021

PALABRA CLAVE:

TEMA	Estabilización de suelos
ESPECIALIDAD	Mecánica de suelos

KEYWORDS:

Theme	soil stablitation
Specialty	soil mechanics

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Linea de investigación: Transporte
Area: Ingeniería y Tecnología
Sub area: Ingeniería Civil
Disciplina: Ingeniería del Transporte

TÍTULO

**Dosificación óptima para la estabilización del suelo con 30%, 40%
y 50% de hormigón de río en la carretera Jangas – Caserío de
Tara**

RESUMEN

El problema que abordó la presente investigación fue que no se conocía la dosificación óptima para estabilizar el suelo de la carretera Jangas al caserío de Tara con 30%, 40% y 50% de hormigón de río. Tuvo como objetivo general determinar la dosificación óptima para la estabilización del suelo de la carretera del distrito de Jangas al caserío de Tara con adición del 30%, 40% y 50% de hormigón de río. Se concluyó que la dosificación óptima para la estabilización del suelo de la carretera del distrito de Jangas al caserío de Tara consiste en utilizar 50% de hormigón de río. Que las dos calicatas dieron como resultado SUCS SC que corresponde a suelo Arena arcillosa. Que el tipo de material de agregado encontrado fue hormigón con contenido de 50% de agregado fino y 50% de agregado grueso. Que de acuerdo en la calicata 1, la densidad máxima seca fue de 2.139 gr/cm³., y la humedad óptima fue de 10.2%; en la calicata 2 fue de 2.144 gr/cm³, la humedad óptima fue de 9.9%, y que el promedio de la densidad de ambas calicatas fue de 2.1415 gr/cm³., y el promedio de humedad óptima fue de 10.05%. Que la capacidad de soporte del suelo natural sin agregado fue de 14.32 kg/cm² y un CBR de 13.57% (Calicata 1 y 2), con 30% de agregado fue de 38.64 kg/cm² y un CBR de 38.63% (Calicata 1) y 39.58 kg/cm² y un CBR de 37.51% (Calicata 2); con 40% de agregado fue de 112.49 kg/cm² y un CBR de 100.62% (Calicata 1), y 112.06 kg/cm² y un CBR de 107.07% (Calicata 2); con 50% de agregado fue de 118.33 kg/cm² y un CBR de 112.16%., y 117.16 kg/cm² y un CBR de 111.05% (Calicata 2). Que la capacidad de soporte de suelo sin agregado fue de 14.32 kg/cm² en ambas calicatas. Con agregado de 30% fue 38.34 kg/cm² en la calicata 1, y 39.58 kg/cm² en la calicata 2. Con agregado de 40% fue 112.49 kg/cm² en la calicata 1, y 112.06 kg/cm² en la calicata 2. Con agregado de 50% fue 118.33 kg/cm² en la calicata 1, y 117.16 kg/cm² en la calicata 2.

ABSTRACT

The problem addressed by this research was that the optimal dosage for stabilizing the soil of the Jangas Road hamlet of Tara was not known with 30%, 40% and 50% river concrete. Its general objective was to determine the optimal dosage for the stabilization of the road floor of the Jangas district to the tara hamlet with the addition of 30%, 40% and 50% river concrete. It was concluded that the optimal dosage for the stabilization of the road floor of the Jangas district to the tara hamlet consisted of using 50% of river concrete. That the two calicatas resulted in SUCS SC corresponding to clay sand soil. That the type of aggregate material found was concrete with content of 50% fine aggregate and 50% thick aggregate. According to calicata 1, the maximum dry density was 2,139 gr/cm³., and the optimal humidity was 10.2%; in calicata 2 was 2,144 gr/cm³, the optimal humidity was 9.9%, and that the average density of both calicatas was 2,1415 gr/cm³., and the average optimal humidity was 10.05%. That the support capacity of the natural soil without aggregate was 14.32 kg/cm² and a CBR of 13.57% (Calicata 1 and 2), with 30% aggregate was 38.38.57% (Calicata 1 and 2), with 30% aggregate was 38.38.38. 64 kg/cm² and a CBR of 38.63% (Calicata 1) and 39.58 kg/cm² and a CBR of 37.51% (Calicata 2); with 40% aggregate was 112.49 kg/cm² and a CBR of 100.62% (Calicata 1), and 112.06 kg/cm² and a CBR of 107.07% (Calicata 2); with 50% aggregate was 118.33 kg/cm² and a CBR of 112.16%. and 117.16 kg/cm² and a CBR of 111.05% (Calicata 2). That the floor support capacity without aggregate was 14.32 kg/cm² in both calicatas. With an addition of 30% it was 38.34 kg/cm² in calicata 1, and 39.58 kg/cm² in calicata 2. With addition of 40% was 112.49 kg/cm² in calicata 1, and 112.06 kg/cm² in calicata 2. With addition of 50% was 118.33 kg/cm² in calicata 1, and 117.16 kg/cm² in calicata 2.

INDICE

Palabras Clave y Línea de investigación_	ii
Título	iii
Resumen	iv
Abstract	v
I. Introducción	1
II. Metodología	43
III. Resultados	45
IV. Análisis y Discusión	74
V. Conclusiones	76
VI. Recomendaciones	77
VII. Referencias Bibliográficas	78
VIII. Anexo	83
Anexo 01: Plano de Ubicación de Calicata	82
Anexo 02: Panel Fotográfico	86

INDICE DE TABLA

Tabla 01. Límites de tamaño de suelos separados. (Das, 1999).	10
Tabla 02. Límites granulométricos para el agregado fino	15
Tabla 03. Características básicas de la superficie de rodadura de carreteras de bajo volumen de tránsito	22
Tabla 04: categorías de subrasantes	30
Tabla 05. Densidad máxima seca	50
Tabla 06. Humedad Óptima	50
Tabla 07. Penetración calicata 1 suelo natural sin agregado	52
Tabla 08. Penetración calicata 1 suelo natural con 30% de agregado	53
Tabla 09. Penetración calicata 1 suelo natural con 40% de agregado	56
Tabla 10. Penetración calicata 1 suelo natural con 50% de agregado	59
Tabla 11. Penetración calicata suelo natural sin agregado	60
Tabla 12. Penetración calicata suelo natural con 30% de agregado	63
Tabla 13. Penetración calicata 2 suelo natural con 40% de agregado	66
Tabla 14. Penetración calicata suelo natural con 50% de agregado	69
Tabla 15. Resumen de resultados	71

INDICE DE FIGURA

Figura 01. Agregado	10
Figura 02. Agregado grueso	12
Figura 03. Agregado fino	13
Figura 04. Zona de explotación de cantera de agregado hormigón	26
Figura 05: estructura de un pavimento	27
Figura 06. Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 1	44
Figura 07. Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 2	45
Figura 08. Ensayo de Proctor modificado de la calicata 1	46
Figura 09. Ensayo de Proctor modificado de la calicata 2	48
Figura 10. Densidad máxima seca	49
Figura 11. Densidad máxima seca	50
Figura 12. Penetración calicata 01. Suelo natural sin agregado	51
Figura 13. Penetración calicata 1 suelo natural sin agregado	52
Figura 14. Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 30 % agregado	53
Figura 15. Penetración calicata 01. Suelo natural con 30% de agregado	54
Figura 16. Penetración calicata 1 suelo natural con 30% de agregado	55
Figura 17. Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 40 % agregado	56
Figura 18. Penetración calicata 01. Suelo natural con 40% de agregado	57
Figura 19. Penetración calicata 1 suelo natural con 40% de agregado	58
Figura 20 Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 50 % agregado	59

Figura 21. Penetración calicata 01. Suelo natural con 50% de agregado	60
Figura 22. Penetración calicata 1 suelo natural con 50% de agregado	61
Figura 23. Penetración calicata 02. Suelo natural sin agregado	61
Figura 24. Penetración calicata 2 suelo natural sin agregado	63
Figura 25. Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 30% agregado	63
Figura 26. Penetración calicata 02. Suelo natural con 30% de agregado	64
Figura 27. Penetración calicata 2 suelo natural con 30 % de agregado	66
Figura 28. Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 40 % agregado	66
Figura 30. Penetración calicata 02. Suelo natural con 40% de agregado	67
Figura 31. Penetración calicata 2 suelo natural con 40 % de agregado	69
Figura 32. Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 50 % agregado	69
Figura 33. Penetración calicata 02. Suelo natural con 50% de agregado	70
Figura 34. Penetración calicata 2 suelo natural con 50 % de agregado	72

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se ha venido incrementando la construcción de carreteras en todo el territorio nacional, esto es debido a la importancia de todos los tipos de vías en el aspecto económico y social, que permite el desarrollo del país. Sin embargo, se presentan algunos problemas debido a que no todos los suelos de fundación poseen una adecuada resistencia, como el caso de suelos arcillosos. En la actualidad, se están desarrollando técnicas para otorgar una mayor capacidad de soporte de resistencia al suelo.

En la presente investigación se presenta un nuevo método de estabilización, con la finalidad de garantizar dicho propósito de estabilización del suelo natural, haciendo uso de un recurso natural propio de la zona, el cual no genera ningún tipo de alteración al medio ambiente, por lo que se ha planteado usar como agente estabilizador el hormigón de río, con la finalidad de evaluar la influencia que tendrá en las propiedades de un suelo arcilloso.

La presente tesis se divide en 5 capítulos: El capítulo I describe y analiza las investigaciones antecedentes, son las investigaciones realizadas con anterioridad a la presente investigación, y todas se refieren a la estabilización de suelos haciendo uso de diferentes agentes estabilizantes, se describe el suelo del área en estudio, los tipos de suelos, los agregados, se describen los objetivos planteados en la presente investigación. En el capítulo II se describen los fundamentos teóricos del estudio de suelos y los conceptos básicos sobre los tipos de estabilizaciones, se estudia el hormigón de río y el suelo arcilloso. El capítulo III, describe los ensayos que se han realizado en la presente investigación, estos ensayos fueron Proctor y análisis CBR. En el capítulo IV, se ha desarrollado el programa experimental, se describen los materiales investigados y sus respectivas combinaciones, se desarrollaron los ensayos necesarios para dar respuesta a los objetivos específicos de la presente investigación. En el capítulo V, se ha desarrollado el análisis y discusión de los resultados, esto es, de los ensayos de laboratorio realizados. Finalmente se presentan las conclusiones que responden a las

preguntas u objetivos específicos planteados, y recomendaciones que se alcanzan para futuras tomas de decisiones en función de los resultados de la presente investigación.

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Los antecedentes encontrados son los siguientes: A nivel internacional, Cañar (2017) en su tesis titulada “Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón” Para optar el título de Ingeniero Civil, realizada en la Universidad Técnica de Ambato – Ecuador; tuvo como objetivo general, Evaluar los Resultados de Resistencia al Corte entre los suelos arenosos finos y arcillosos, y el comportamiento mecánico de las estabilizaciones de los suelos arenosos finos y arcillosos con cenizas de carbón, Concluyó que las mejores condiciones para su uso; que la adición de las cenizas de carbón influyó favorablemente en suelos expansivos como es el caso de la arcilla, formando una masa compacta y aumentando el grado de compactación y por lo tanto mejoró el CBR y la resistencia al corte. Que el uso de ceniza de carbón mejoró las propiedades físicas de suelos arcillosos y arenosos finos debido a que disminuyeron la humedad en las arcillas y aumentó la compacidad en los suelos arenosos, siempre en cuando se dosifiquen porcentajes considerables de cenizas de carbón.

Morales (2015), en su tesis de grado titulada “Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas”, realizada en la Universidad de Medellín, Colombia; se propuso como objetivo general, evaluar el efecto del método de curado en el comportamiento mecánico de mezclas de suelo adicionadas con ceniza de carbón y activadas alcalinamente; con el fin de determinar las mejores condiciones para su uso en vías no pavimentadas; llegó a la conclusión de que el uso de hidróxido de sodio en la arenilla sin adición de CC a temperaturas entre 40°C y 50°C incrementó la resistencia en un 257%, pero a temperaturas entre 20°C y 30°C, la resistencia se redujo un 62%, por lo que se recomienda solo

usar hidróxido de sodio en suelos como la arenilla en condiciones de humedad superior a 95% y temperatura entre 40°C y 50°C.

Johnson, Solomon y Olukorede (2016), en la investigación realizada sobre “El análisis de las propiedades geotécnicas de los suelos pobres lateríticos mezcla con porcentajes variables de ceniza de cáscara de coco”, investigación realizada en conformidad con la norma BS 1377 (1997) y la cabeza de (1990) los métodos de análisis de suelos para Ingenieros Civiles. Concluyeron que los resultados mostraron que la ceniza de cáscara de coco tuvo efecto sobre el límite de Atterberg, la compactación y la proporción de suelo California cojinete. Concluyeron además que la adición de ceniza de cáscara de coco aumentó el límite plástico, pero redujo el índice de plasticidad del suelo de laterita. El California Bearing Ratio de la pobreza de los suelos lateríticos también aumentó continuamente con la adición de ceniza de cáscara de coco.

Izarraras (2006), en la tesis de grado denominada “Estabilización química de depósito de suelos susceptibles a licuación” realizada en México, evaluó el comportamiento de un suelo natural susceptible a la licuación cuando este es impregnado con sílice coloidal. Dicho estudio concluyó que la sílice coloidal demostró ser la sustancia más adecuada para la inyección de suelos susceptibles a la licuación, debido a su capacidad de penetrar en los suelos granulares finos, logrando con ello un alto grado de impregnación, la facilidad en el control del tiempo de gel, la rapidez de su reacción, su facilidad de obtención y su competitividad económica; además una pequeña cantidad de sílice coloidal incrementa significativamente la resistencia cíclica de las arenas. En el caso de las arenas sueltas, la adición de sílice coloidal reduce significativamente el potencial de movimiento y reorientación de las partículas del suelo.

A nivel nacional, Mamani y Yataco (2017), en la tesis de grado denominada “Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en Ayacucho”, realizada en la Universidad San Martín de Porres de Lima – Perú; se planteó como

objetivo general determinar la incidencia de la ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales, en la estabilización del suelo arcilloso, llegó a la conclusión de que la combinación arcilla-ceniza, respecto a los ensayos mecánicos de Corte Directo según la norma ASTM D3080, curado a 7 y 14 días logró incrementar los parámetros de resistencia al corte, tales como: esfuerzo al corte, ángulo de fricción interna y cohesión, demostrando así el eficiente uso de cenizas de madera de fondo.

Pérez (2015), en su tesis de maestría denominada “Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón aplicada como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos”, realizada en la Universidad Nacional de Ingeniería – Perú; tuvo como objetivo principal, la estabilización para el mejoramiento de las características mecánicas del material evitando elevados costos de obra por los grandes espesores de pavimento a ser proyectados. Concluyó que las cenizas volantes trabajaron como aditivo inhibidor de las propiedades expansivas del material, pero requirió de la adición de porcentajes excesivos de ceniza de carbón, al menos en el caso de una arcilla expansiva, en promedio mayor a 20%.

Pérez (2016); por otro lado, en el artículo “Estabilización de suelos para pavimentos utilizando: arena, limo y arcilla con ceniza de cáscara de arroz y cal”, se reportan buenos resultados en cuanto a la mejora de C.B.R., el hinchamiento en los limos y arcillas, y muestran mayor resistencia en el ensayo de compresión confinada, pero recomiendan que el estabilizante incorporado no es menor del 5% ni mayor al 15% del peso del suelo.

Thenoux & Carrillo (2014); luego de la cal y el cemento, se está empleando a las cenizas y productos fabricados como estabilizadores químicos. Tal como, Thenoux, G. y Carrillo H. en su artículo “Estudio para la utilización de cenizas provenientes de la Caldera cogeneradora petropower en la estabilización de Suelos”, plantean el uso de cenizas FBC (combustión de lecho fluido) en la estabilización de suelos para la construcción de caminos. Las cenizas FBC se diferencian de las cenizas volantes tradicionales, principalmente en su contenido de cal, lo que las hace útiles para

mejorar suelos finos arcillosos. Los resultados obtenidos indican que la adición de ceniza FBC volante, puede aumentar en 2 o 3 veces la resistencia a la compresión no confinada del suelo, y mejorar su estabilidad bajo agua).

A nivel local, Carrasco (2017), en la tesis de grado denominada “Estabilización de los suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de Moro, provincia del Santa” desarrollada específicamente en Chimbote, abordó las teorías relacionadas al tema aborda sobre el origen de los suelos, la clasificación de los suelos, aspectos teóricos sobre la estabilización mecánica, física, química, así como también, enmarcó a los ensayos delimitando la investigación como el análisis granulométrico, límite de Atterberg, Proctor modificado, CBR. Aplicó el método de la manipulación de la variable independiente, donde el tipo de investigación fue no experimental de tipo correlacional. Concluyó que sí es posible la estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar.

Vega (2017), en su tesis de grado denominada “Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac Alto provincia de Huaraz - 2017”, realizada en la Universidad San Pedro filial Huaraz; se planteó como objetivo general, incrementar la resistencia de diferentes tipos de suelos. Concluyó que la calicata presentó un suelo con mezcla de arena arcillosa, se llevó a cabo el Proctor estándar con la graduación B, se logró un CBR Patrón al 100% de 21.10% y con la adición de ceniza de paja de trigo al 10% se logró un CBR al 100% de 20.2%, la segunda calicata presentó un suelo con mezcla de arena y limos, se trabajó con el Proctor estándar con la graduación B, en este caso se logró un CBR Patrón al 100% de 27.20%, y con la adición de ceniza de paja de trigo al 10% se logró un CBR al 100% de 26.7%.

FUNDAMENTO TEORICO

La presente investigación se fundamenta en que, en concordancia con el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento del Perú, reglamento de la Norma Técnica CE 020 Estabilización de suelos y taludes, manifiesta que la

estabilización con cal, la dosificación depende del tipo de arcilla presente en el suelo en estudio. Sostiene que se debe de agregar de 2% a 8% de cal por peso seco de suelo, especifica que por ningún motivo se debe emplear más del 8% de cal en el suelo, ya que se incrementa la resistencia del suelo, pero también se incrementa la plasticidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección general de Caminos y Ferrocarriles, 2014, pág. 9).

En la industria de la construcción, los estabilizadores más usados en la estabilización de suelos es el cemento, cal, cenizas, todos ellos utilizados en polvo o en forma de lechada. Los cementos estabilizan cuando se fraguan e hidratan los silicatos y aluminatos cálcicos anhidros, producen uniones entre las partículas del suelo, disminuyendo su sensibilidad al agua y, es importante tener en cuenta la cantidad de cemento o dosificación, a más cemento se incrementa la resistencia a la deformación del suelo estabilizado, mejorando la resistencia a la tracción. La cal también contribuye en la estabilización de los suelos, es una solución de bajo costo y de fácil aplicación. Con una pequeña adición de cal, el aspecto del suelo pasa a ser “granular”, más fácil de manejar. Se producen reacciones químicas que reducen rápidamente la plasticidad del suelo y su hinchamiento, mejoran su compactibilidad y aumentan su capacidad de soporte (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 107).

La solución a los problemas de estabilización de suelos que se presenta en el caserío en estudio consiste en darle un adecuado tratamiento con la adición de hormigón de río en porcentajes que se desconoce, y que es materia de estudio de la presente investigación, esto se basa en estudios antecedentes, que contribuya en la mejora de las características mecánicas del suelo de la carretera, la cual puede ser utilizado para el transporte de vehículos sin los problemas de impases de un normal transporte vehicular.

SUELOS:

El suelo es definido como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas (Braja, 1999). De acuerdo con Pérez y Ribero (2008), los suelos es el elemento importante en los

proyectos de construcción civil, en proyectos viales, los suelos soportan cargas vivas y muertas, tales como: vehículos, personas y estructuras de pavimentos en condiciones del medio ambiente, en donde la humedad y la presencia de agua son apreciables éstos deben tener características similares a conductores o canales con el fin de trasportar el agua acumulada en su interior al exterior con facilidad.

Los suelos se usan en su estado natural, siempre que los estudios realizados demuestren propiedades requeridas para su uso, en los proyectos de construcción civil, los suelos deben ser estudiados para determinar que soportan una determinada carga por centímetro cuadrado, de no ser así, se debe de mejorar sus propiedades, para ello se mezclan con aditivos y minerales, que al combinarse con el suelo pobre crean una reacción química obteniéndose un suelo firme con excelentes capacidades de soportar los efectos de tránsito y condiciones de clima más severas, como las que se presentan en el ámbito en estudio (Núñez, 2016, pág. 78).

Los suelos, no siempre tienen la capacidad de soportar las cargas de tránsito, en ese sentido, se presenta la necesidad de mejorarlo para habilitarlo para cualquier tipo de construcción o uso (Fonseca y Montejo, 2006, pág 56). Se debe cambiarlos con otro suelo que posea las propiedades requeridas, o en todo caso, se pueden llevar a cabo el proceso de estabilización, en muchos casos se utiliza material de canteras cercanas al proyecto, pero éstas no siempre cumplen con las características que se requiere, por esta razón se vienen realizando estudios de materiales compactantes para cada tipo de suelos y uno de ellos es la utilización de agregados, cal, cenizas de carbón, material proveniente de diferentes procesos de combustión, que son residuos de basura, cenizas vegetales provenientes de la madera y cenizas volantes que son productos de las combustión del carbón. (Pérez y Ribero, 2008, pág. 96).

El suelo es un conjunto de partículas con estructura física y química con características y propiedades de variación vectorial. En la dirección vertical

generalmente sus propiedades cambian muchas más rápidamente que en la horizontal (Juárez, 2010, pág. 112).

Tipos de suelos: Los suelos no son una estructura uniforme, se clasifican de acuerdo a varios sistemas, según que se los examine desde el criterio mineralógico, geológico, etc. Ara la presente investigación, en términos usuales, se hará referencia a quienes usen en mecánica del suelo, (Graux, 1975, pág. 65).

Se consideran tipos de suelos a las gravas, arena, limo o arcilla, dependiendo del tamaño predominante de las partículas. Las gravas y arenas se caracterizan por ser suelos granulares, los limos y arcillas se denominan suelos cohesivos. Los límites de tamaño de suelo separado desarrollados por el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), la Asociación Americana de Funcionarios de Carreteras Estatales y del Transporte (ASSHTO), el Cuerpo de Ingenieros del Ejército de Estados Unidos, y la Oficina de Restauración de Estados Unidos (Das, 1999, pág. 86).

Suelos Arenosos: Es un tipo de suelo que tiene como origen en la erosión de rocas, de minas, depositados en el interior de la tierra de color azul, gris y rosa; las arenas que se originan en la playa requieren un tratamiento especial para su estudio, ya que tienen proporciones de sales y materia orgánica, existen también suelos arenosos de origen volcánico se los puede encontrar en zonas aledañas a los volcanes su color es negro (Ruano (2012, pág. 216).

Según Ruano (2012), existen diferentes tipos de arenas según el tamaño de sus partículas las más usuales son: Arenas gruesas son las que pasan la malla de 2 mm y son retenidas por otra de 0.2 mm, (Ruano, 2012). Arenas finas son las que pasan por la malla de 0,2 mm y son retenidas por otra de 0,05mm, (Ruano, 2012, pág. 216).

Suelos Limosos: Para Graux (1975, pág. 69), Son suelos finos, de poca o ninguna elasticidad, y de granulometría. Se originan de la desintegración del mineral o de suelos parcialmente orgánico. Los limos son suelos de granos finos,

escasa o ninguna plasticidad, puede ser limo inorgánico y orgánico, el de los ríos son orgánicos, con características plásticas (Roldan, 2009). Los limos sueltos y saturados no son aptos para soportar cargas por medio de zapatas. La permeabilidad de los limos orgánicos es muy baja y su compresibilidad muy alta. Los limos, son a menudo considerados como suelos pobres para cimentar (Roldan, 2009).

Suelos Arcillosos: Son un tipo de suelos que se hallan en zonas de lluvia constante o frecuente, de media o alta precipitación, presenta generalmente deficiencias en el drenaje, se caracteriza por su agudo contenido de humedad y su baja firmeza in situ. Los suelos arcillosos cuando experimentan cambios de humedad tienden a manifestar cambios de espesor (Kramer, 2004, pág. 71). Las arcillas son las partículas sólidas de característica plástica al mezclarse con agua. Químicamente es un silicato de alúmina hidratado, aunque en no pocas ocasiones contiene también silicatos de hierro o de magnesio hidratados (Roldan, 2009).

Mientras que Fonseca y Montejó (2006, pág.110), manifiestan que el suelo arcilloso es por los siguientes minerales activos como la montmorillonita en grandes proporciones o aproximadamente nulas la clorita y la vermiculita. Este autor manifiesta que los suelos arcillosos pueden contribuir a las propiedades expansivas de los suelos, siempre en cuando se encuentren en cantidades considerables. Para Fonseca y Montejó (2006, pág.111), su peso específico varía entre los límites de 2,60 a 2,75 gramos por centímetro cúbico. Mientras más espeso es el tramo es más sólido, asimismo, presenta alta firmeza a la erosión.

El suelo arcilloso es poroso y presenta, puede pasar del estado sólido al líquido, debido al incremento de agua en su interior, provoca una disminución brusca de las fuerzas de cohesión apareciendo una fluidez de sus partículas. Los suelos arcillosos tienen una cohesión alta que va desde 0,25 kg/cm² a 1,5 kg/cm² (Ruano, 2012, pág. 217).

Suelo gravoso: Son suelos que presentan acumulaciones sueltas de fragmentos de rocas y que tienen más de dos milímetros de diámetro. Son acarreadas por las aguas las gravas sufren desgaste en sus aristas y son, por lo tanto, redondeadas (Mendoza, 1992).

Suelo arenoso: Son suelos con granos muy finos, proceden de las rocas o de su trituración artificial. La arena de río contiene muy a menudo proporciones relativamente grandes de grava y arcilla (Mendoza, 1992).

Agregados: El agregado es una mezcla natural de grava y arena. El hormigón sólo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión no mayor de 10 MPa a los 28 días. El hormigón deberá estar libre de cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas blandas o escamosas, sales, álcalis, materia orgánica y otras sustancias dañinas para el concreto. Para el hormigón las recomendaciones indicadas para los agregados fino y grueso (Brady y Weil, 2017, pág. 102).

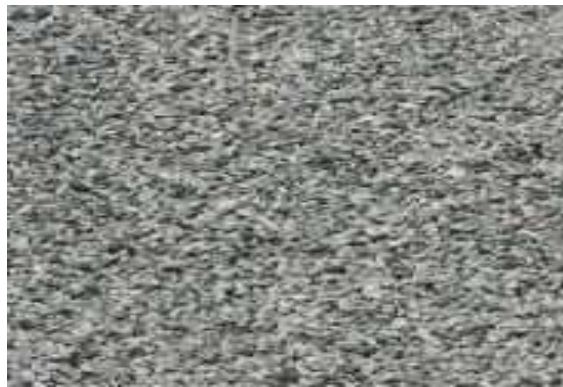


Figura 1. Agregado

TAMAÑO DEL GRANO (mm)				
Nombre de la Organización	grava	arena	limo	arcilla
Instituto Tecnológico e Massachusetts (MIT)	>2	2 a 0.06	0.06 a 0.002	<0.002
Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA)	>2	2 a 0.05	0.05 a 0.002	< 0.002
Asociación Americana de Funcionarios del Transporte y Carreteras Estatales (AASHTO)	76.2 a 2	2 a 0.075	0.075 a 0.002	<0.002
sistema unificado de clasificacion de suelos (U.S Army Corps of Engineers; U.S bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 a 4.75	4.75 a 0.075	finos (es decir, limos y arcillas < 0.075)	

Figura 2. Límites de tamaño de suelos separados.

Fuente: Das (1999)

Propiedades físicas de los suelos

Granulometría: La granulometría es el proceso de separación de una muestra de agregado en fracciones, cada agregado tiene forma de partículas de idéntico tamaño. En la práctica cada fracción contiene partículas que se encuentran dentro de límites específicos, que son las aberturas de los tamices (Neville, 1999, Pág. 102).

La granulometría, según su forma y tamaño, se comprende como la distribución de los tamaños de las partículas o granulometría de un agregado fino o grueso, con características importantes, las formas y específicamente el tamaño establece los requerimientos para un determinado diseño de concreto de acuerdo a las normas técnicas nacionales y extranjeras. Siendo el cemento, el componente del concreto, que más cuesta, es necesario reducir significativamente el costo del concreto utilizando la menor cantidad de pasta consistente con la producción de un concreto que pueda ser trabajable, compacto, acabado, así como otorgar la resistencia y durabilidad estimada (Céspedes, 2003, pág. 85).

Los factores fundamentales que rigen la granulometría requerida de los agregados son: el área superficial del agregado, esta característica establece la cantidad de agua requerida para mojar todos los cuerpos sólidos; el volumen relativo ocupado por el agregado; la trabajabilidad de la mezcla, y su tendencia a la segregación.

La granulometría es un factor importante en la industria de la construcción, específicamente en la trabajabilidad de la mezcla de concreto; la trabajabilidad, determina las cantidades de agua y cemento, controla la segregación, afecta el sangrado y en la colocación y el acabado del concreto. Los factores indicados representan las características importantes del concreto fresco, afecta además a las propiedades cuando ya ha fraguado: resistencias a la compresión, tracción, etc., la contracción y durabilidad (Neville, 1999, pág.103)

Tamaño máximo: (NTP 400.037)

Corresponde al menor tamiz por el que pasa todo el agregado tamizado.

Tamaño máximo nominal: (NTP 400.037)

Corresponde al menor tamiz que produce el primer tamiz retenido

Propiedades químicas: Los suelos conservan la composición química mineralógica de tierra y roca que les dio origen; están estructurados de materiales inertes debido a que no reaccionan químicamente con los demás constituyentes. De acuerdo con las investigaciones en estudios de suelos, se ha venido observando una reacción química de estos materiales cuando se emplean otros componentes, como los agregados de río o de cementeras (Brady y Weil, 2017, pág. 104).

Clases de agregados

Agregado grueso: De acuerdo con las teorías científicas del diseño de mezclas, el agregado grueso, es aquel agregado que no pasa con el tamiz N°4, este tipo de agregado se origina en la desintegración de las rocas y, que cumple con la norma NTP 400.037; puede a su vez clasificarse en piedra chancada y grava (Rivva, 2007).

Se denomina agregado grueso al material retenido en el tamiz N° 4 y cumple los límites establecidos en la NTP 400.037. El agregado grueso contiene grava natural o triturado, piedra partida, agregados metálicos naturales o artificiales. Está constituido de partículas limpias, estables, libres de escamas, tierra, polvo, limo, humus, incrustaciones superficiales, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas, presenta perfil preferentemente angular o semiangular, duras, compactas, resistentes y de textura preferentemente rugosa (Neville, 1999, pág.105).



Figura 02. Agregado grueso

Fuente: civilgeeks.com/.../resumen-astm-d75-muestreo-de-agregados/

De acuerdo con investigaciones, la resistencia a la compresión del agregado no debe ser menor a los 600 kg/cm², la misma que tiene que estar graduado dentro de los límites especificados en la norma NTP 400.037. La granulometría seleccionada no tiene que tener más del 5% del agregado retenido en la malla de 1 ½” y no más de 6% del agregado que pasa la malla ¼”. (Ordoñez & Minaya, 2001, pág. 200)

Agregado fino: Se considera como agregado fino al material inorgánico del suelo o agregado que pasa el tamiz 3/8” y queda retenido en la malla N° 200, el más común es la arena, la cual se origina de la desintegración de las rocas, este material cumple con la norma NTP – 400.037. La granulometría del agregado fino debe ser razonablemente uniforme. Las variaciones de más o menos 0.2 en el módulo de fineza pueden ser causa de rechazo. El agregado fino deberá

contener suficiente cantidad de material que pasa la malla N^a 50 si se desea obtener adecuada trabajabilidad en la mezcla (Neville, 1999).



Figura 03. Agregado fino

Fuente: civilgeeks.com/.../resumen-astm-d75-muestreo-de-agregados/

El agregado fino generalmente dispone de un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1. Sin embargo, existe la posibilidad de usar agregados con módulos de fineza mayores o menores si se toman las precauciones adecuadas. El agregado fino está compuesto de partículas limpias de perfil angular duras y compactas libre de materia orgánica u otras sustancias que no portan a las características propias de este material (Rivva, 2007, pág. 86).

Las partículas del agregado fino deben estar siempre limpias para su uso, debe presentar perfil preferentemente angular, duro, compactas y resistentes. No debe presentar cantidades perjudiciales de polvo, terrones, partículas escamosas o blandas, esquistos, pizarras, álcalis, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas (Rivva, 2007, pág 89).

Tabla 2. Límites granulométricos para el agregado fino.

Tamiz estándar	Porcentaje que pasa
3/8" (9.51 mm)	100
N° 4 (4.75 mm)	95 a 100
N° 8 (2.38 mm)	80 a 100
N° 16 (1.19 mm)	50 a 85
N° 30 (0.595 mm)	25 a 60
N° 50 (0.297 mm)	5 a 30
N° 100 (0.148 mm)	0 a 10

Fuente: Norma técnica peruana NTP 400.037

Clasificación de los agregados según su densidad.

De acuerdo con Mendoza (1992, pág 45), los suelos se clasifican en:

- **Agregados Ligeros:** Son aquellos agregados que presentan densidad entre 500 - 1000 Kg/m³. Se aplican en afirmaciones de suelos de carreteras, en mampostería estructural, entre otras utilidades.
- **Agregado Normal:** Son aquellos agregados con densidad entre 1300 - 1600 Kg/m³. Se aplica en estabilizaciones de suelos limosos para darle consistencia, como taponadores de baches, etc.
- **Agregados Pesado:** Son aquellos agregados que presentan densidad con valores entre los 3000 - 7000 Kg / m³. se utilizan también como afirmantes de suelos, en construcción de carreteras, etc.

Estabilización de Suelos: De acuerdo con Rico y Del Castillo (1978, pág. 105), la estabilización de un suelo consiste en un conjunto de procesos que se ejecutan con el objetivo de mejorar las propiedades mecánicas de los suelos, tales como la deformación, reducir porcentaje de humedad, protección contra la erosión, dar una mejor estabilidad a la carretera para que los vehículos puedan transitar en mejores condiciones, presentar una mejor fuerza de rozamiento, etc. Existe una gran mayoría de suelos que necesitan mejorar o modificar sus propiedades mecánicas y químicas, ello se logra por adiciones de agregados de diversos tipos, por drenaje, por acaloramiento y por medios químicos. Los diferentes

tipos de suelos y sus composiciones contribuyen a que los métodos aplicados resulten solo aplicable a un número limitado de suelos, en ese sentido, la inversión económica es diferente en cantidad para cada tipo de estabilización, por lo tanto, los procesos de estabilización no siempre son ventajoso económicamente en todos los casos. Se debe de tener en cuenta las propiedades que se desee mejorar, el esfuerzo y la inversión económica que se debería realizar. Las propiedades de los suelos más estudiados cuando se los estabilizan son: Estabilidad Volumétrica, Resistencia, Permeabilidad, Compresibilidad y Durabilidad (Rico y Del Castillo, 1978, pág. 106),

La Compactación: Para Rico y Del Castillo (1978, pág. 108), la compactar es dar un tratamiento físico, mecánico y químico con la finalidad de obtener una estabilidad volumétrica adecuada para un proceso constructivo a realizar, se le considera como un tratamiento muy eficiente y económico de mejoramiento de los suelos para que resistan los requerimientos de los expedientes técnicos solicitados, en la compactación se analizan las deformaciones permanentes admisibles, se analizan que los materiales no experimenten asientos irregulares ante fuerzas externas como el tránsito de vehículos pesados.

El proceso de compactación en la construcción de carreteras se realiza con múltiples equipos y maquinarias entre estas existen maquinas artesanales y tecnológicas, tales como, rodillos de ruedas lisas, rodillos patas de cabra, rodillos con neumáticos de hule, pero generalmente, debido a los avances tecnológicos, se usa el rodillo vibratorio para la densificación de los suelos granulares (Morales, 2015, pág. 77).

Granulometría: La granulometría es una propiedad que caracteriza a los suelos, esta característica hace mención a los tamaños, formas y proporción de las partículas que estructuran o conforman una porción de suelo. Para conocer las propiedades granulométricas del suelo es necesario hacer estudio de laboratorio denominado ensayo granulométrico, con este ensayo se pueden conocer el índice de porosidad, tomando en consideración una proporción de aire por unidad de volumen y esto influye en la densidad del suelo, el índice de permeabilidad, que

depende de los tamaños de los huecos, ya que éstos determinan la velocidad del agua al moverse por el medio poroso, la resistencia a esfuerzos cortantes, que depende del ángulo de rozamiento interno, ya que se refiere a la capacidad de los granos de interaccionar unos con otros, para así resistir esfuerzos cortantes (Alonso y Luxan, 1995, pág. 201).

El contenido de la Humedad: El contenido de la humedad, se denomina así, a la relación entre la masa del agua que está dentro del modelo en etapa normal y el peso de la misma muestra luego de haberla secado en horno a temperatura entre los 105 y 110 grados centígrados. El comportamiento y la resistencia mecánica de los suelos están en función de la cantidad de agua que tienen en el interior, debido a que esta propiedad influye directamente en el cambio de volumen y la estabilidad mecánica, el contenido de humedad se representa en porcentaje que va de 0% cuando el suelo está seco a un valor máximo aproximadamente al 100% (Morales, 2015.pág. 108).

Límite líquido: Esta característica hace referencia al contenido de humedad la cual se representa en porcentaje, en este caso, una porción de suelo puede estar entre el estado líquido y plástico, para conocer en qué estado está, se aplica el ensayo conocido como Casagrande (Morales, 2015, pág. 108).

Otra forma de determinar el límite líquido, se usa una copa de bronce y una base de hule duro, el límite líquido se define arbitrariamente, en tal sentido, se hace necesario que ambas mitades de una parte de suelo de 10 mm de grosor fluya y se unan en una distancia de 12 mm. Con esta prueba se permite caer la taza encima de la plataforma a una elevación de 10mm, el número de golpes es de 25, se debe de ejecutar por lo menos tres pruebas para el mismo suelo ya que es difícil satisfacer el cierre de 12 mm. (Morales (2015, pág. 109).

Límite plástico: El límite plástico hace referencia al contenido de humedad que está representada en porcentaje del suelo seco, en donde el suelo puede cambiar del estado plástico al estado semisólido, y del estado semisólido al estado sólido. Éste límite se considera como el estado con más bajo contenido de humedad. La forma consiste en envolver elipsoidalmente una masa de suelo encima de una lámina de cristal, en un diámetro de 3,2 mm, luego el suelo se vuelve frágil por

pérdida de agua, se mide el contenido de humedad, si la tierra presenta una determinada flexibilidad bien definida se le adiciona más agua la masa de suelo sobrante en la capsula y se realiza el ensayo de límite líquido (Morales, 2015, pág. 109).

Cuando el suelo presenta poca flexibilidad, en esta case se debe de ejecutar la prueba del límite líquido y de manera rápida con la pasta de suelo sobrante se realiza el ensayo de límite plástico, es recomendable hacer el procedimiento 3 veces para obtener mejores resultados (Morales, 2015, pág. 110).

Límite de contracción: esta característica del suelo hace referencia cuando una porción del suelo presenta pérdida de humedad, influenciando a una variación de volumen. Es un contenido de humedad que está entre los valores de consistencia del estado semisólido y sólido (Morales, 2015, pág.).

Estabilización de carreteras

Caminos: Es el espacio por donde se va a pie o por un medio de transporte, también se denomina camino a la vía de comunicación de tierra o rústico o conocido como trocha. Los caminos y carreteras son considerados como medios de transporte terrestre, ambos cumplen el mismo objetivo; no obstante, el término camino es general y carretera es específico; ya que hace referencia a una vía por donde transitar en forma personal o grupal, pero carretera permite transitar a medios de locomoción terrestres distinto a los inherentes al ser humano (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú, 2014)

Carreteras no pavimentadas: Una carretera no pavimentada es aquella que está desprovista de asfalto, es una vía de dominio y uso público, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos terrestres. Se diferencia del camino debido a que la carretera está diseñada para la circulación de vehículos de transporte, su diseño es abordado por la ingeniería civil, y responde a la necesidad social y económica (Rico y Del Castillo, 2005, pág. 102).

Elementos de una carretera: Los elementos que constituyen y definen la sección transversal de una carretera son (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014):

Ancho de zona o derecho de vía: Es la banda de terreno que circunda a una carretera y que está destinada a la construcción, mantenimiento, futuras ampliaciones, servicios de seguridad, servicios auxiliares y desarrollo paisajístico, a esta banda de terreno es de uso público.

Calzada o superficie de rodadura: Es una porción del ancho de una carretera destinada a la circulación de vehículos, se divide en carriles.

Berma: Es la parte lateral y longitudinal, puede o no estar, inicia en el borde exterior de la calzada y termina en la cuneta o talud.

Carril: Es la franja longitudinal en que se divide la calzada, puede o no estar delimitada por marcas viales longitudinales, tiene un ancho suficiente para la circulación de una fila de vehículos.

Cunetas: Se denominan cunetas a los canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, su finalidad consiste en dar fluidez a las aguas de lluvias que se deslizan por los taludes, sirven para proteger la estructura del pavimento. Puede ser de sección triangular, trapezoidal o rectangular.

Taludes y elementos complementarios: Es una superficie inclinada que forma parte de un camino o carretera, el material del talud puede ser tierra o roca. Los taludes, en cuanto a su grado de inclinación, varían en función a la estabilidad de los terrenos en que se encuentran; la altura admisible del talud y su inclinación se determinan, en lo posible, por medio de ensayos y cálculos (Sowers y Sowers, 1990, pág. 78).

Clasificación de las Carreteras

Clasificación de las Carreteras según su función

Red vial primaria: Son las carreteras principales generalmente asfaltadas que conducen a las ciudades más importantes del Perú y con los países vecinos.

Red vial secundaria: Son el conjunto de vías que unen las ciudades de un departamento, son las vías más importantes dentro de un departamento.

Red vial terciaria o local: Son vías, caminos o carreteras a quienes se les denomina como caminos troncales vecinales que unen pequeñas poblaciones, son vías rurales alimentadores, uniendo aldeas y pequeñas comunidades del país.

Clasificación de Acuerdo a la Demanda

Autopistas: Con vías de IMDA mayor de 4000 vehículos/día, de calzadas separadas, con dos o más carriles, tienen control integral de los accesos que dan flujo vehicular sostenidamente. Se le denominará con la sigla A.P.

Carreteras duales o multicarril: Son vías con IMDA mayor de 4000 vehículos/día, de calzadas separadas, con dos o más carriles; poseen control parcial de accesos. Se simboliza con MC (Multicarril) (Ordoñez & Minaya, 2001).

Carreteras de 1ra. Clase: Son vías de IMDA con 4000-2001 vehículos/día con calzada de dos carriles (DC).

Carreteras de 2da. Clase: Son vías de una calzada de dos carriles (DC) por donde circulan en promedio 2000-400 vehículos/día.

Carreteras de 3ra. Clase: Son vías de una calzada por donde circulan menos de 400 vehículos/día.

Trochas carrozables

Es la clase más baja de una vía o camino transitable para vehículos automotores., están contruidos con un mínimo de movimiento de tierras, admite la circulación de un solo vehículo (Juárez, 2010, pág. 82)

Clasificación según Condiciones Orográficas

Para el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) las carreteras se clasifican en:

Carreteras tipo 1: En este caso, los vehículos pesados circulan a una velocidad similar a la de los vehículos ligeros. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es menor o igual a 10%.

Carreteras tipo 2: Es la vía o camino con alineamiento horizontal y vertical, en este caso, los vehículos pesados tienen que reducir las velocidades considerablemente por debajo de las de los vehículos de pasajeros. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 10 y 50%.

Carreteras tipo 3: Es la vía o camino con alineamiento horizontal y vertical en donde los vehículos pesados tienen que reducir la velocidad. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, varía entre 50 y 100%.

Carreteras tipo 4: Es vía o camino con alineamiento horizontal y vertical en donde los vehículos pesados operan a velocidades menores que aquellas a las que operan en terreno montañoso, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es mayor de 100%.

Clasificación según el tipo de superficie de Rodadura

Carreteras pavimentadas: Son vías pavimentadas, disponen de varias capas de materiales seleccionados y eventualmente tratados. Las carreteras pavimentadas se construyen aplicando los conocimientos de la ingeniería, y las técnicas modernas de la construcción civil, la tecnología del asfalto, estas técnicas se aplican generalmente a la construcción, mantenimiento y reconstrucción de las carreteras pavimentadas. (Nicholas & Lester, 2005, pág. 75; Crespo, 2007).

Carreteras no pavimentadas: Son aquellas vías que tienen una capa delgada de asfalto o estabilizadas mediante aditivos, pero que no han sido asfaltados o pavimentados, o con concreto flexible o rígido. Se considerada, en la construcción, usar materiales y tipos de superficie de rodadura, se mejora con grava seleccionada por zarandeo, las carreteras gravosas constituidas por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm. Las vías afirmadas se componen de una capa de revestimiento con materiales de cantera, mezcladas por medios mecánicos con una dosificación especificada, con combinación adecuada con tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, el tamaño máximo 25mm. Algunas vías se afirman con gravas naturales o zarandeadas, las gravas se homogenizan mediante el proceso de chancado. Las carreteras con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales, se usan las gravas, disponen de con superficie estabilizada con cal, aditivos químicos y otros. Los suelos naturales estabilizados con material granular y finos ligantes, cal, aditivos químicos, entre otros (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014).

Tabla 3. Características básicas de la superficie de rodadura de carreteras de bajo volumen de tránsito

Carretera de BVT	IMD proyectado	Ancho de calzada (m)	Estructuras y superficies de rodadura alternativas
T1	101- 200	2 carriles 5.50 - 6.00	Afirmado (material granular, grava de tamaño máximo 5 cm homogenizado por zarandeo o por chancado) con superficie de rodadura adicional (min. 15 cm) estabilizadas con finos ligantes u otros; perfilado y compactado.
T2	51- 100	2 carriles 5.50 - 6.00	Afirmado (material granular natural, grava seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado. min. 15 cm.
T3	16- 50	1 carril (*) o 2 carriles 3.50-4.50	Afirmado (material granular natural, grava seleccionada por zarandeo o por chancado (tamaño máximo 5 cm); perfilado y compactado. min. 15 cm
T0	< 15	1carril (*) 3.50 - 4.00	Afirmado (tierra) en lo posible mejorado con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado. min15 cm
Trocha carrozable	IMD indefinido	1 sendero (*)	Suelo natural (tierra) en lo posible mejorado con grava natural seleccionada: perfilado y compactado

Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito; p.7.

Obras ejecutadas en carreteras no pavimentadas

Mantenimiento de carreteras no pavimentadas: Es el conjunto de procesos o actividades que se llevan a cabo con la finalidad de conservar un adecuado estado de las condiciones físicas y mecánicas de los todos los componentes que estructuran el camino, ya que, de esta forma, se garantiza un buen transporte, comodidad, seguridad y economía. Fácticamente se busca la minimizar los costos presupuestales en el proyecto de construcción de ya invertido en el camino, así como evitar la aparición de patologías o deterioros en periodos tempranos. En el País, las carreteras no pavimentadas, conforman el mayor porcentaje del Sistema

Nacional de Carreteras (SINAC), las cuales se caracterizan por tener una superficie de rodadura de material granular. Teniendo en cuenta el Manual Técnico de Mantenimiento Rutinario para la Red Vial No Pavimentada se observan dos tipos de trabajos en carreteras no pavimentadas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones.; pág. 8)

Mantenimiento rutinario: Es el tipo de mantenimiento que se ejecutan con bastante frecuencia en toda la extensión de la vía, este mantenimiento se puede ejecutar en los diferentes tramos de la vía; su finalidad consiste en la preservación de todos los elementos del camino con la mínima cantidad de alteraciones o de daños y, en lo posible, se busca conservar las condiciones que tenía después de la construcción o la rehabilitación. Este tipo de mantenimiento es de carácter preventivo, es por ello que se incluyen como parte de éste; a las actividades de higiene o limpieza de las obras de drenaje, el corte de la vegetación y las reparaciones de los defectos puntuales de la plataforma, entre otras actividades. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones.; 2014, pág. 22).

Mantenimiento periódico: Es el conjunto de actividades que se ejecutan en períodos, en general, de más de un año, su objetivo principal consiste en evitar la aparición o el agravamiento de defectos mayores, de mantener las características superficiales, de conservar la integridad estructural de la vía y de corregir algunos defectos puntuales mayores. Son mantenimientos periódicos, la reconformación de la plataforma existente y las reparaciones de los diferentes elementos físicos del camino. Es periódico, cuando el conjunto de actividades programadas cada cierto período, se ejecutan en las vías para mantener sus grados de servicio; éstas actividades son manuales o mecánicas y están referidas principalmente a labores de perfilado, nivelación, reposición de material granular, así como reparación o reconstrucción puntual de los puentes y obras de arte (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 22).

Conservación de carreteras: La conservación de las carreteras se lleva a cabo mediante los procesos de mantenimiento en sus diferentes modalidades, los

procesos de conservación se ejecutan en diferentes niveles; inicialmente, se sitúa la conservación propiamente dicha, en donde las actuaciones no conllevan hacia la modificación sustancial de los elementos de las vías. En el proceso de mantenimiento se desarrollan actividades periódicas que no permiten que se presenten o aparezcan deterioros, en tal caso, se busca actuar lo antes posible cuando esos deterioros han aparecido. La conservación curativa puede dirigirse a la reparación de deterioros o patologías localizadas (operaciones localizadas) o al tratamiento de tramos de una longitud apreciable ((Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 22).

El proceso de conservación vial aborda varias actividades, entre ellas, es la capacitación técnica y operativa dirigida al personal, quienes tienen la tarea de hacerlo y organizar su esfuerzo lo cual por su naturaleza es una tarea permanente. Otra de las actividades es la ejecución misma de las obras de conservación, las cuales que deberán realizarse correcta y oportunamente. La conservación vial lo realiza el Estado; luego, en el caso de tomar la decisión de proteger las carreteras, quienes conservan las vías, son las autoridades competentes o responsables de la conservación de las obras viales.

Rehabilitación de las carreteras no pavimentadas: Conservar no es rehabilitar o viceversa. Rehabilitar consiste en mejorar la vía cuando el paso del tráfico y las acciones climáticas han provocado una disminución apreciable de las características iniciales, o cuando se quiere enfrentar a nuevas solicitaciones no contempladas con anterioridad. Las rehabilitaciones, para éste tipo de carretera, incluyen actuaciones de carácter extraordinario, en un tramo de longitud considerable, y cuyo objetivo es un aumento considerable del índice de estado o de comportamiento de la carretera. Las rehabilitaciones pueden ser de tipos: Rehabilitaciones superficiales; en este caso, se considera como renovaciones superficiales, un caso puede ser disminuir o eliminar el nivel de polvo que se ha generado desde hace un tiempo después de que se ha aplicado un determinado estabilizador. Otro tipo es la rehabilitación significativa, sucede cuando se elige por cambiar un estabilizante por otro. Otro caso es la rehabilitación estructural; éste tipo

de rehabilitación se llevan a cabo con cierta habitualidad, con la finalidad de producir un incremento significativo de la capacidad estructural de la carretera. Es un caso de este tipo de rehabilitación el proceso de ensanchamiento de la carretera para que los vehículos puedan transitar con mayor holgura, así como la respectiva pavimentación también es considerado como éste tipo de rehabilitación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, pág. 22).

Estabilización de carreteras no pavimentadas

Estabilización de suelos: Es el proceso ejecutado para lograr mayor estabilidad al suelo. El proceso de estabilización de suelo implica realizar dos procesos; el proceso de incrementar la densidad del suelo vía compactación mecánica; el segundo proceso que consiste en mezclar un agregado granulométricamente grueso. La estabilización de suelos es un concepto más amplio y general que el de compactación de suelos, ya que la estabilización implica cualquier procedimiento útil con el objetivo de mejorar las propiedades físico, mecánicas y químicas del suelo (Terzaghi & Peck, 1978, pág. 63).

El mejoramiento de los suelos consiste en el incremento de la resistencia al esfuerzo cortante, resistencia a ser deformado por el peso vehicular, a la deformabilidad o compresibilidad, la estabilidad volumétrica ante la presencia del líquido elemento, entre otros; busca generalmente un buen comportamiento del esfuerzo deformación de los suelos y de la estructura que se coloque sobre ellos, en todo el periodo de vida útil de la carretera. En caso de que el suelo sea de tipo arcilloso, particularmente en climas áridos o semiáridos, es posible encontrar problemas relacionados con las inestabilidades volumétricas ante la ganancia o pérdida de agua (Kramer y Stewart, 2004).

Canteras y materiales para construir el afirmado

Materiales para afirmado: El material que suele usarse varía según la región y las fuentes canteras de cerro o de río, también hay diferencia en el uso, esto es si se va a utilizar como una capa superficial o capa inferior, en este caso depende el tamaño máximo de los agregados y el porcentaje de material fino o arcilla, estar características de forma y tamaño constituye una característica obligatoria en la

carretera que se desea afirmar. El afirmado es una mezcla de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla. De no existir una adecuada combinación de estos tres tamaños, el afirmado se considera como defectuosos o pobre.

En el afirmado se usa de un determinado porcentaje de piedra para soportar las cargas de las unidades vehiculares, requiere de una cantidad dosificada de arena clasificada con tamaño, para cubrir los vacíos entre las piedras y dar estabilidad a la capa y, necesariamente un porcentaje de agregado fino con la finalidad de cohesionar los materiales de la capa de afirmado. Hay dos principales aplicaciones en el uso de afirmados: Su uso como superficie de rodadura en carreteras no pavimentadas o su uso como capa inferior granular o como colchón no contaminante.

Fuente de Materiales Canteras: Una cantera es un espacio de explotación de agregados gruesos, finos, de piedras, es a tajo abierto, pueden estar ubicados en cerros o en ríos, de ella se pueden extraer rocas para la industria de la construcción civil, así como también, materiales para afirmar las carreteras. Las canteras se evalúan, inspeccionan y se seleccionan en función de la calidad y cantidad del material que se desea extraer, también se considera distancia a la obra. Las proyecciones en volumen del material existente en la cantera o registros de los yacimientos, se realizan en función del estudio o análisis de las calicatas, de donde se sacan las muestras requeridas para los análisis y ensayos de laboratorio; posteriormente, se elabora un informe geotécnico de la cantera, éste tiene que incluir, informaciones, tales como: Ubicación y cantidad de mineras dentro de la cantera, condiciones de explotación, esto es nivel del agua del sub suelo, caminos, pendientes, taludes, etc. Se debe de disponer de las características principales de los materiales tales como agregados para rellenos, afirmados, carpetas asfálticas, gravas, concreto, etc. Se debe de determinar el rendimiento por tipo de uso, limitaciones o condicionantes de construcción, condiciones de humedad, formas, tamaño de los materiales a extraer, porosidad, etc. (Copado, 2011, pág. 95).

Las canteras de río son muy importantes porque disponen de materiales, tales como las piedras de diversas formas y tamaño, que se pueden utilizar en la construcción

de edificios, construcción de caminos o vías, etc., construcción de puentes, e incluso se pueden usar como elementos estabilizadores del suelo de una carretera a construir.



Figura 4. Zona de explotación de cantera de agregado hormigón
Fuente: Fotografiado propio, 2019.

Pavimento: Un pavimento se conforma de varias capas, estos son: Capa de rodadura, base y súbase, sub rasante. La estructura y posición de estas capas se aprecia en la siguiente figura.

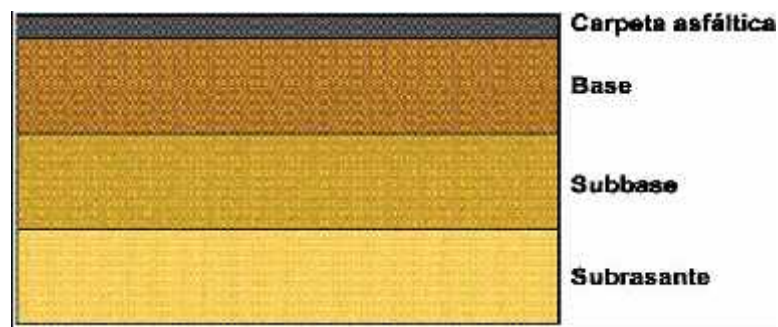


Figura 5: estructura de un pavimento
Fuente: Método-AASHTO-para-Pavimento-Flexible

Capa de rodadura: Es la parte superior de una vía que entra en contacto con las llantas del vehículo, puede ser de concreto flexible o bituminoso, o de concreto rígido la cual se construye con cemento. La función de la capa de rodadura consiste en sostener mediante adherencia el tránsito, y entregar una superficie uniforme y estable al tránsito. Esta capa flexible o rígida tiene que soportar los efectos abrasivos provenientes del tránsito, del medio ambiente y de la participación humana (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 24).

Base: Es la capa inferior siguiente a la capa de rodadura, su función es la de sostener, distribuir y transmitir las cargas originadas por las fuerzas de los neumáticos que actúan sobre la capa de rodadura. Esta capa tiene que tener como características importantes una alta densidad y estabilidad. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del país MTC (2014) la capa tiene que ser de un material granular (CBR 80%) o tratada con asfalto, cal o cemento que tenga características de ser drenante. La cantidad de finos tiene que ser restringida ya que, si se tiene una cantidad superior a lo deseado, los finos pueden cubrir los vacíos de la base, minimizando la permeabilidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 132).

Sub base: Se considera como una capa de material ya definido y con un espesor de diseño, la sub base soporta a la base y a la capa de rodadura, en ella la transmisión de las cargas de tránsito se reducen por lo que soporta menor carga. Soporta los esfuerzos transmitidos por la base y los transmite a la subrasante. Para la sub base, los materiales es menos exigente que los materiales en la capa de la base, esto se debe al soporte de cargas a las que va estar sometida. La sub base también usa una capa de drenaje y controlador de la capilaridad del agua. En función del tipo, diseño y dimensionamiento del pavimento, ésta capa puede no considerarse. Para el MTC (2014), esta capa puede ser de material granular (CBR 40%) o tratada con asfalto, cal o cemento. La sub base generalmente impide la penetración de materiales que forman parte de la base con la subrasante, sirve como filtro evitando que los agregados finos de la subrasante contaminen a los materiales de la base. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 132).

Subrasante: Es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la subrasante se coloca la estructura del pavimento o afirmado. MTC (2014, pág. 138)

La subrasante es la capa superior del terraplén o el fondo de las excavaciones, la subrasante se asienta al pavimento, debe estar estructurada por suelos escogidos o seleccionados con características de diseño y compactados por capas para estructurar un cuerpo estable en óptimo estado, para que no sea afectada por la carga de diseño con relación al tránsito. La capacidad de soporte de cargas en condiciones de servicio de la subrasante, sumado el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, conforman las variables básicas del diseño de la estructura del pavimento. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 138).

La capacidad de soporte de la subrasante se evalúa a través del ensayo CBR, no obstante, para el diseño del pavimento se usa como parámetros de entrada el Módulo Resiliente. En el País se calcula el Módulo Resiliente a través de correlaciones con el CBR debido a la escasez de equipos especiales que permitan el cálculo de Módulo Resiliente. (Crespo, 2005, pág. 81).

El valor de CBR se calcula insitu con el ensayo del Penetrómetro Dinámico de Cono (PDC) valores de CBR in situ, es muy útil para el caso de suelos de mala calidad, es cuando se necesita de mayores evaluaciones del suelo y sus estratos. Se debe tener en cuenta que el ensayo PDC presenta limitaciones de medición para suelos con bolonería. Los suelos que se encuentran ubicados debajo del nivel superior de la subrasante, en una profundidad menor de 0.60 m., tienen que ser suelos adecuado y estables con $CBR > 6$. En el caso de que el suelo presente $CBR < 6$, se debe realizar la estabilización planteando alternativas de acuerdo a la naturaleza del suelo (Fernández, 1982, pág. 45).

En la siguiente tabla se identifican seis categorías de subrasante de acuerdo al Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y pavimentos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014):

Tabla 4. Categorías de subrasantes

CATEGORÍA DE SUBRASANTE	CBR
Subrasante inadecuada	CBR<3
Subrasante pobre	3 CBR<6
Subrasante regular	6 CBR<10
Subrasante buena	10 CBR<20
Subrasante muy buena	20 CBR<30
Subrasante excelente	30 CBR

Fuente: Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2014.

Estabilización de suelos

La estabilización de suelos se comprende como la mejora de las características o propiedades estructurales o físicas de un determinado espacio de suelo, esta mejora se lleva a cabo mediante procedimientos mecánicos y adición de insumos o productos químicos, de tipo natural, artificiales sintéticos. La estabilización del suelo contribuye en la mejora de las propiedades mecánicas del suelo, esto es, la resistencia al esfuerzo cortante, la deformabilidad o compresibilidad, la estabilidad volumétrica ante la presencia de agua, la capacidad de soporte de resistencia, entre otras propiedades mecánicas, tratando de que en todos los casos se presente un adecuado comportamiento mecánico al esfuerzo de deformación de los suelos y que sobre ella se pueda colocar cargas significativas durante su vida útil (Crespo, 2004, pág. 78)

Los juicios o conocimientos apropiados para desarrollar una estabilización consisten en: Suelos a nivel de subrasante determinada como pobre o inadecuada de acuerdo al Manual Carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos (aquellos suelos que presente CBR menor o igual a 6). Así mismo, cuando la capa de subrasante presente suelo arcilloso o limoso, y cuando adquieran humedad, puedan entrar las capas granulares del pavimento. Con la finalidad de determinar un tipo de estabilización de suelos se requiere establecer el tipo de suelo existente, tipo que ya están debidamente clasificados, estos son: los limos, las arcillas, o las arenas limosas o arcillosas (Braja, 1999, pág. 97).

El propósito de estabilizar el suelo se debe a que, en casos de construcción, se requiere que el suelo permita la construcción civil sobre dicho suelo con soporte de cargas aceptables, sobre todo en lugares donde los terrenos de poca transitabilidad, logrando un estacionamiento estable que funcione adecuadamente desde la perspectiva estructural. Se trata de una técnica orientada manifiestamente a conseguir una mayor sostenibilidad, cuyas ventajas medioambientales y técnicas, incrementan significativos beneficios económicos.

Métodos de estabilización de suelos

Estabilización Física y Mecánica: Esta metodología de estabilización física se aplica con fines de mejoramiento de la capacidad de soporte de resistencia de los suelos mediante cambios físicos, sin producir reacciones químicas.

Estabilización por compactación: El método de estabilización por compactación se lleva a cabo mediante la compresión del suelo con un determinado contenido de humedad, con éste método se logra minimizar el porcentaje de vacíos, incrementar la fricción interna, con ello se logra que la capacidad de soporte se mejore. Con la compactación del suelo se incrementa la densidad, se mejora significativamente la estabilidad, se minimiza la contracción del suelo. Con fines de aseguramiento de una adecuada compactación, se tienen que realizar tramos de prueba, para ello se tiene que definir el equipo a usar, el espesor de las capas, el número de pasadas, etc. (Fernández, 1982, pag).

Estabilización por combinación de suelos: En este método de estabilización de suelo, se combina o mezcla el material existente con materiales de préstamo, para ello, se requiere como adicional o complemento la compactación. En la aplicación de este método, se realiza un escarificado de 15 cm en el suelo en estudio, para luego poner el material de préstamo. Los materiales tienen que alcanzar la humedad apropiada de compactación. Los suelos de grano grueso, tienen una alta fricción interna pudiendo soportar grandes esfuerzos de compactación y de carga, no obstante, no presentan cohesión entre sus partículas que pueda generar estabilidad como para ser una superficie de rodadura en una carretera, esto genera problemas de

que se puedan mover libremente y se pueda dar una separación de material. En este caso, Las arcillas, por lo contrario, presentan una gran cohesión y carecen de fricción, lo que hace perder estabilidad cuando hay presencia de humedad. Mezclando estos dos tipos de suelos se puede dar como resultado un buen material, ya que presentaría fricción interna y cohesión (Graux, 1975, pág. 65).

Vibración: La vibración consiste en dar ganancia de densidad al suelo, al vibrar el suelo, las partículas se compactan y adquieren mayor estabilidad, se aplica en suelos arenosos o suelos con alta permeabilidad. No obstante, al aplicar vibración, se requiere de un tratamiento superficial de compactación del suelo, debido a que la parte superior del terreno queda poco compactada. Debido a la limitación del área, la vibración no es muy eficiente para procesos de construcción de carreteras, a ello se adiciona el costo que es muy alto. (Ruano, 2012, pág. 112).

Propiedades afectadas con la estabilización

La estabilización de suelos se realiza con la finalidad de mejorar las propiedades del suelo, a continuación, definimos las propiedades que más se estudian:

Estabilidad volumétrica: Esta propiedad esta generalmente relacionada con suelos que se expanden y se contraen por los cambios de humedad relacionados con los cambios climático o alguna actividad propia de la construcción. Las presiones de expansión al no estar controladas, pueden levantar postes, inclinar poster, fracturas muros, romper tubo de drenaje, entre otras cosas. Algunas soluciones planteadas es la aplicación de cargas, impermeabilizar el suelo a través de membranas, introducción de aguas, a través medios químicos o térmicos, etc. (Brady y Weil, 2017, pág. 77).

En arcillas expansivas, presentes con mucha frecuencia en la zona de selva, se trata de unir las partículas por lazos suficientemente fuerte para resistir las presiones internas de expansión, logrando modificar la masa de la arcilla. Esto se confirma con ensayos de corte directo, ensayo de carga repetida, ensayo de deformación y capacidad de soporte de resistencia.

Resistencia: Es la capacidad de un suelo a evitar su deformación y falla ante una carga, mayormente posee menos resistencia cuando el contenido de humedad es alto. Entre los suelos que presentan resistencia baja están los suelos arcillosos. Estos suelos son sensibles a la humedad. Los suelos arcillosos pueden presentar diferentes características dependiendo de la humedad y energía de compactación. De acuerdo a Montejó Fonseca (2002) los suelos arcillosos compactados en el lado seco de la curva de compactación, presentan un comportamiento elástico y resistencia relativamente alta, mientras que el suelo arcilloso compactado en el lado húmedo, presentaría resistencias bajas y comportamiento plástico o viscoso. Esto se debe a que la alta humedad genera en las partículas de las arcillas un efecto de repulsión, lo que trae como consecuencia que la cohesión sea menor. Para mejorar la resistencia del suelo se suele usar algunas formas de estabilización como: Compactación, Vibro flotación, Precarga, Drenaje, Estabilización mecánica con otros suelos y Estabilización química (Berry y David, 1993, pág. 45).

Permeabilidad: Un suelo es permeable cuando presenta poros, estos se llenan de agua, se conectan de tal manera que generan vías por donde el agua fluye; cuando la cantidad de espacios vacíos es baja, el agua fluye, en ese caso, el suelo es impermeable. La permeabilidad tiene relación con dos problemas a solucionar, la presión de poros y el flujo de agua a través de la estructura de suelo (Crespo, 2007, pág. 110).

Compresibilidad: Hace referencia al volumen del suelo que disminuye debido al sometimiento de una carga. En el caso de suelos con textura gruesa (gravas y arenas) la compresibilidad es mínima, debido a que las partículas se encuentran en contacto. En el caso de los suelos de textura fina (limos y arcillas) se presenta una reducción en el volumen, es decir hay mayor compresión, debido a los vacíos intersticiales que son eliminados. A mayor índice plástico del suelo, mayor es la compresibilidad. Esta variable tiene una marcada influencia en las propiedades de los suelos, permite la alteración de las fuerzas existentes entre las partículas en magnitud y sentido, su importancia se manifiesta en la modificación de la

resistencia del suelo al esfuerzo cortante provocando desplazamientos (Kramer y Stewart, 2004, pág. 66).

Durabilidad: Se relaciona con la resistencia de los factores climáticos de intemperie, erosión o la abrasión del tránsito de vehículos. Generalmente se relaciona con la resistencia a la superficie de rodadura, al sometimiento de la fuerza o peso del tránsito de los vehículos.

Agregado hormigón de río

El agregado de río es una combinación de arena, grava o roca triturada y sedimentada de forma natural, también puede ser de forma procesada. Se encuentran en los ríos y valles, almacenados por la corriente de agua o yacimientos de rocas ígneas o metamórficas con diferentes condiciones de calidad para la industria de la construcción (Ordoñez & Minaya, 2001, pág. 98).

Proceso de explotación

Es el conjunto de procesos de explotación que se opera con el objetivo de explotar el material útil. En este caso se refiere a la recuperación de las rocas duras para que posteriormente sean clasificadas y transformadas en arena, grava, ripio, molones, material de base y sub base, etc. (Copado, 2011, pág. 154).

Cantera, por definición, hace referencia a una fuente de aprovisionamiento de suelos y rocas necesarios los cuales son utilizados en los procesos de construcción civil. Una cantera es espacio geográfico en donde se explota los agregados de construcción civil, generalmente las canteras se explotan a tajo abierto, de allí se obtienen rocas industriales, ornamentales o áridas. Dependiendo del tipo de material que se busque, puede ser de suelos, de rocas o mixtas (Sowers y Sowers, 1990, pág. 95).

Las construcciones civiles exigen un conjunto de requisitos con referencia a las propiedades de los agregados de las canteras, se puede tener una selección de canteras o una mezcla de la mismo (Sowers y Sowers, 1990, pág. 97). De una cantera se exige que exista una cantidad significativa de material agregado, también

se exige que tenga potencia o proporción suficiente del agregado solicitado. La calidad del agregado es otra exigencia, al respecto, se puede hacer una estimación previa y de manera visual en el terreno o cantera, se debe observar utilizando los ensayos de laboratorio, los cuales son bastante importantes para validar la calidad del agregado o caso contrario, rechazarlo. Otra exigencia es la distancia hacia la obra y las características del acceso (medios de transporte), los cuales impactan en el costo del proyecto. Todas estas características o propiedades de los agregados de las canteras conllevan hacia procesos de inspección ocular y visita a la cantera, así como también el análisis de la calidad de los agregados, que se lleva a cabo en los ensayos de laboratorio con la finalidad de conocer las propiedades y las características de los agregados.

Localización de la cantera

Los datos geológicos y medioambientales son la base de la realización de estudios previos e inventarios de agregados. Se tendrán en cuenta los espacios protegidos por razones ecológicas, vías de comunicación, suelo urbanizable, agrícola, impacto visual, etc. Así como las características geológicas, geotécnicas y tecnologías de los agregados a de la zona seleccionada (Sowers y Sowers, 1990, pág. 99).

Los trabajos de aproximación previa a un yacimiento de agregados naturales deben permitir definir los siguientes parámetros.

Parámetros Geométricos: Por lo que los estudios de selección de zonas deben comenzar siempre por el estudio y desarrollo de un mapa geológico. En zonas áridas y cobertura vegetal poco desarrollada, muchas veces puede ser suficiente con un reconocimiento geológico detallado para llegar a establecer las características del modelo con muy pocos reconocimientos complementarios (geofísica y sondeos, o incluso sin ellos), establecer el volumen explotable, la densidad de fracturación o diaclasado natural del material, familias de orientaciones preferentes de debilidad del macizo rocoso, comportamiento mecánico de las discontinuidades y fracturas (rozamiento, neoformación de minerales arcillosos, fracturas selladas, etc.), (Terzaghi & Peck, 1978, pág. 74).

Parámetros de material extraíble: Constituyen el aspecto más determinante sobre el mayor o menor interés que puede tener un yacimiento de cara a su explotabilidad

para fabricación de agregados en referencia a la calidad del material vendible, dado los requerimientos de calidad (Herrera, 2007, pág. 88).

Las características de los agregados dependen tanto de las propiedades intrínsecas del propio árido (composición mineralógica, grado de alteración, textura, forma, tamaño de grano, naturaleza del cemento de la roca, porosidad, permeabilidad, absorción y retención de agua, tamaño y presencia de discontinuidades, etc.), como de su proceso de fabricación (granulometría, forma, limpieza del producto, etc.), (Herrera, 2007, pág. 88)

Parámetros ambientales: Estudio Medioambiental de Base. Este tipo de iniciativas no solamente se constituyen en una herramienta básica de una gestión medioambiental correcta, sino que son considerados modernamente como herramientas de competitividad (Herrera, 2007, pág. 89).

Propiedades físicas del agregado

Densidad: Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.

Porosidad: La palabra porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad. (Herrera, 2007, pág. 90).

Peso unitario: Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Al incluir los espacios entre partículas influye la forma de acomodo de estos. El procedimiento para su determinación se encuentra normalizado en ASTM C 29 y NTP 400.017. Es un valor útil sobre todo para hacer las transformaciones de pesos a volúmenes y viceversa. Por ejemplo, para un

agregado grueso pesos unitarios altos significan que quedan muy pocos huecos por llenar con arena y cemento. (Herrera, 2007, pág. 90).

Porcentaje de vacíos: Es la medida de volumen expresado en porcentaje de los espacios entre las partículas de agregados, depende del acomodo de las partículas por lo que su valor es relativo como en el caso del peso unitario. (Herrera, 2007, pág. 92).

Contenido de humedad: Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla (Herrera, 2007, pág. 93).

Propiedades mecánicas del agregado

Resistencia: La resistencia de los agregados lo obtienen de su composición física y química, de su textura, estructura. La resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados. En el caso de que los granos de los agregados no están bien cubiertos con el agregado o no estén bien cementados, dichos agregados serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado debe permitir la resistencia total del matriz cementante. Normativamente se establece un método para medir la resistencia a la compresión de los agregados utilizando cilindros de 25.4mm de diámetro y altura (Fonseca y Montejo, 2006).

Tenacidad: Esta propiedad se encuentra asociada a la resistencia al impacto del material. La tenacidad se relaciona directamente con la flexión, la angularidad y la textura del material (Fonseca y Montejo, 2006).

Dureza: Es la capacidad de ser duro o presentar resistencia a ser rayado, también se define como dureza a la resistencia a la erosión abrasión, o resistencia al desgaste. La dureza de las partículas está en función de los elementos químicos que lo estructuran. Las rocas que se usan en construcción civil tienen que ser resistentes a los procesos de abrasión o erosión. Las rocas que presentan dureza son cuarzo, la cuarcita, las rocas densas de origen volcánico y las rocas silicosas (Fonseca y Montejo, 2006).

Módulo de elasticidad: Es el cambio de esfuerzos en referencia a la deformación elástica, un material es elástico cuando presenta resistencia a la deformación. El módulo elástico se calcula muy rara vez para el caso de los agregados, no obstante, el concreto experimenta deformaciones debido a varios factores, en ese sentido, es razonable afirmar que los agregados también presentan elasticidades en función al tipo de concreto. El valor del módulo de elasticidad influye en el escurrimiento plástico y las contracciones que puedan presentarse (Crespo, 2004).

Suelo arcilloso

La arcilla es un tipo de materia de sedimento o depósito mineral estructurado generalmente de silicatos, de aluminios hidratados, presentan características de ser plástico, demuestran plasticidad cuando es mezclada con el agua. El suelo arcilloso se compone de materiales muy finos, formado por partículas muy pequeñas de un tamaño menor a 0,002 mm.

Características físicas y químicas

Las características importantes de las arcillas radican en sus propiedades físico-químicas y las propiedades de las arcillas dependen principalmente de: Su tamaño de partículas. Su morfología laminar. Sustituciones isomórficas, el cual origina la aparición de cargas en las láminas y presencia de cationes ligados en el espacio interlaminar. (Crespo, 2004).

Propiedades de las arcillas:

Plasticidad: La plasticidad es la principal característica de los suelos arcillosos. Esta propiedad es la causa que el agua forma una envoltura sobre las partículas laminares generando un efecto lubricante, esto puede causar un deslizamiento cuando haya esfuerzos generados por una carga. Esta propiedad depende de la morfología laminar y tamaño de partícula. La plasticidad puede ser cuantificada mediante los límites de Atterberg. (Crespo, 2004).

Hidratación e hinchamiento: La hidratación y deshidratación del espacio interpaginar son propiedades características de las montmorillonitas. El grado de hidratación está relacionado a la naturaleza del catión interlaminar y a la carga de la lámina. El hinchamiento es originado por la absorción del agua, el cual ingresa

en los espacios interpaginarios separando las láminas. Cuando el agua penetra y las láminas se separan, se originan fuerzas electrostáticas de repulsión entre las láminas, lo que contribuye al proceso de hinchamiento llegando a separar completamente unas láminas de otras. (Berry y David, 1993).

Superficie específica: Las arcillas presentan una alta superficie específica, la cual es definida como el área de la superficie externa incluida el área de la superficie interna de las partículas por unidad de masa.

Tixotropía: Fenómeno que consiste en la pérdida de resistencia del suelo al ser amasado y su recuperación en función del tiempo. Las arcillas tixotrópicas se pueden llegar a convertir en líquido en el caso de que sean amasadas. Cuando se les deja en reposo pueden recuperar la fuerza de cohesión. La tixotropía se presenta cuando el contenido de agua del suelo arcilloso está cerca de su límite líquido, y en el caso que el contenido de agua se encuentre en su límite plástico no existirá posibilidad de comportamiento tixotrópico. (Crespo, 2005).

Capacidad de absorción: Esta propiedad que presentan las arcillas, está normalmente relacionada con las características de textura (superficie específica y porosidad), la absorción de moléculas se almacena en los espacios interlaminares de las arcillas. La absorción (se trata de procesos físicos como la retención por capilaridad) difícilmente se da en forma separada con la absorción (se da por la interacción del tipo químico entre el adsorbente, como la arcilla, y el líquido adsorbido, denominado adsorbato) (Crespo, 2004).

PROBLEMATICA

El problema abordado consiste en que, a nivel internacional, en el proceso de construcción de carreteras siempre han presentado los problemas de las estabilidades de los suelos debido a que la estructuras y las propiedades de los suelos no son uniformes, ellos varían presentándose diversos tipos de suelos por cada espacio de suelo. Ante esta realidad problemática, el hombre ha creado diversos métodos para estabilizar los suelos, entre ellos, adicionar agregados de canteras, de ríos, tales como agregados gruesos y agregados

finos. Estos métodos les ha permitido solucionar los problemas de la estabilidad del suelo.

A nivel nacional, debido a la geografía que presenta el país, la construcción de carreteras presentan mayores problemas, entre ellos los problemas de estabilidad de los suelos. La estructura de los suelos no son los mismos que en la costa, en la sierra y en la selva. El estado peruano ha realizado la construcción de miles de kilómetros de carreteras en sus diversas modalidades, en estos procesos constructivos, las empresas constructoras han tenido que solucionar los problemas de la estabilidad de los suelos, entre los métodos más utilizados son los de adición de agregados, ya sean de canteras de cerros, de canteras de ríos, han utilizado permeabilizantes artificiales, adiciones de cal, de rocas, de piedras chancadas, etc. Estos métodos aplicados han solucionado los problemas que cada proyecto de construcción de carreteras presentaba.

A nivel local, Jangas es un distrito que alberga uno de los proyectos mineros de oro más conocidos de Huaraz, la empresa minera Barrick, Esta comunidad andina tiene varios caseríos, entre ellos el caserío de Tara. Esta comunidad se encuentra ubicada por encima de los 2800 m.s.n.m., presenta un clima lluvioso en los seis meses del año, la geografía y morfología de los suelos del Caserío de Tara es muy variado, existe la presencia de suelos arcillosos, suelos rocosos, suelos limosos, etc., por lo que construir una carretera presenta la realidad problemática de la falta de estabilidad de los suelos, a ello se suma la presencia de fuertes lluvias en los periodos de noviembre a mayo, todas estos problemas permiten que se haga necesario un estudio de la estabilidad de los suelos con fines de construcción de una carretera dentro del caserío indicado.

Por otro lado, en la zona de estudio existen varios yacimientos de explotación de agregados las cuales generalmente son empleados en la elaboración del concreto. Por ende, se pretende aprovechar y dar un uso útil a dichos recursos

empleándolo como estabilizante, para lo cual el hormigón será incorporado al suelo para mejorar sus propiedades mecánicas, que se evaluarán mediante Proctor y CBR. De esta manera se estaría contribuyendo al cuidado del medio ambiente, así como en darles otra alternativa de uso a dichos recursos, y a minimizar el uso de material de préstamo en las construcciones de carreteras. Sin embargo, la realidad problemática que afronta la presente investigación consiste en que se desconoce la cantidad o porcentaje de dosificación que se debe de seleccionar para logra una dosificación con la finalidad de optimizar las características o propiedades del suelo y se logre una estabilidad óptima para la construcción de la carretera. Ante éste problema descrito, el investigador se ha planteado el siguiente problema:

Problema General

¿Cuál es la dosificación óptima para la estabilización del suelo de la carretera Jangas – caserío de Tara con 30%, 40% y 50% de hormigón de río?

JUSTIFICACION

La presente investigación se justifica socialmente porque sirve para contribuir técnica e ingenierilmente en la construcción de una carretera en el caserío de Tara, distrito de Jangas, la contribución radica en la dosificación óptima de agregados de hormigón de río con fines de estabilización adecuada del suelo. Los beneficiarios directos serán toda la población del caserío en estudio, los beneficiarios indirectos serán toda la población que en un futuro transiten por dicha carretera.

Se justifica económicamente debido a que se utilizarán materiales o agregados de río de la localidad, lo cual va a contribuir en la disminución de los costos de la construcción de la carretera, por otro lado, la población beneficiaria mejorará sus ingresos económicos al disponer de una carretear estable, segura, el fluido se hará más frecuente, los volúmenes de productos fluirán continuamente, esto contribuirá a que los ingresos económicos de la población dela zona se incrementen.

Se justifica metodológicamente en el sentido de que se realizarán los procesos de laboratorio, es decir, se realizarán ensayos de determinación de las propiedades mecánicas, tales como análisis granulométrico, contenido de humedad, límite líquido, límite plástico, etc., se evaluarán mediante Proctor y CBR.

Se justifica en la dimensión teórica debido a que la presente investigación alcanza los fundamentos teóricos de la estabilización de los suelos, ello permitirá determinar la dosificación óptima para la estabilización del suelo con 30%, 40% y 50% de hormigón de río en la carretera Jangas – caserío de Tara, con el fin de encontrar nuevas alternativas de materiales para su aplicación en el campo de la ingeniería civil.

OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la dosificación óptima para la estabilización del suelo de la carretera del distrito de Jangas al caserío de Tara con adición del 30%, 40% y 50% de hormigón de río.

Objetivos específicos

- Determinar el tipo de suelo de la subrasante de la carretera entre el distrito de Jangas y el caserío de Tara.
- Determinar el tipo de material de agregado del río
- Determinar la densidad máxima del suelo con y sin hormigón de río.
- Determinar la capacidad de soporte del suelo con y sin hormigón de río.
- Comparar los resultados de la capacidad de soporte del suelo con 30%, 40% y 50% de hormigón de río y el suelo de la carretera de Jangas y el caserío de Tara.

II. METODOLOGÍA

Tipo y diseño de investigación

El tipo de la presente investigación es descriptivo comparativo, porque se va a describir a las variables independiente y la variable dependiente, y se va a comparar los resultados obtenidos respecto a la estabilización del suelo con 30%, 40% y 50% de hormigón de río en la carretera Jangas – Caserío de Tara, provincia de Huaraz (Hernández, Fernández, Baptista, 210).

Diseño de Investigación

El diseño de investigación es experimental, porque se va a manipular la variable independiente mediante una dosificación óptima en porcentajes de hormigón de río, y luego ver como mejora la estabilización del suelo en la carretera Jangas, Caserío de Tara, provincia de Huaraz (Hernández, Fernández, baptista, 210).

Población y muestra

Población: La población estuvo constituida por las muestras de suelo sin hormigón de río, las muestras que se pudieron sacar de suelo con 30% de hormigón de río, las muestras de suelo con 40% de hormigón de río y, las muestras de suelo con 50% de hormigón de río.

Muestra: La población estuvo constituida por 05 muestras de suelo sin hormigón de río, 05 muestras de suelo con 30% de hormigón de río, 05 muestras de suelo con 40% de hormigón de río y, 05 muestras de suelo con 50% de hormigón de río.

Técnicas e instrumentos de investigación

La técnica de obtención de datos será la observación. Se observará la ubicación geográfica, el mapa de riesgo elaborado por las autoridades gubernamentales, las viviendas, la economía de la población. Los datos serán llenados en el instrumento denominado Lista de Verificación, los cuales serán previamente validados por el método de Juicio de Expertos, y determinado la confiabilidad mediante el método de Alfa de Cronbach.

Procesamiento y análisis de la información

Los datos obtenidos respecto a las dimensiones de la variable serán verificados, registrados, para luego ser ingresados a la hoja de cálculo Microsoft Excel 2010 de Windows, los datos una vez ingresados a la hoja de cálculo, se generaron las tablas y los gráficos, en las tablas se realizaron los cálculos correspondientes para dar respuestas a los objetivos específicos.

III. RESULTADOS

Cálculos

Respuesta al objetivo específico 1

Determinar el tipo de suelo de la subrasante de la carretera entre el distrito de Jangas y el caserío de Tara

Para determinar el tipo de suelo de la subrasante de la carretera entre el distrito de Jangas y el caserío de Tara se hizo el análisis granulométrico por tamizado con muestras provenientes de dos calicatas:

Resultados de la calicata 1

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO									
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
TESIS :	"Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara"							HECHO POR :	LAB. USP
SOLICITA :	Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano							ING. RESP. :	E.M.A
ELEMENTO :	Suelos							FECHA :	06-Dic-19
CANTERA :									
PROG (KM.) :									
DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA :	1.0			TAMAÑO MÁXIMO :	2 1/2"				
MUESTRA :	: 01			PESO INICIAL :	69,895.0 g				
KM. :				FRACCIÓN LAVADA SECA :	39,636.0				
PROFUND. :	1.5 mt								
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE %QUE PASA	ESPECIFICACIONES HUSO B	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3 1/2"	80.89								
3"	76.200								
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			%Peso Piedra: 43.3%	
2"	50.800	812.0	1.2	1.2	98.8			% Peso arena: 56.7%	
1 1/2"	38.100	307.0	0.4	1.6	98.4			Límite Líquido (LL) : 32.79	
1"	25.400	950.0	1.4	3.0	97.0			Límite Plástico (LP) : 21.78	
3/4"	19.050	455.0	0.7	3.6	96.4			Índice Plástico (IP) : 11.01	
1/2"	12.700	10130.0	14.5	18.1	81.9			Clasificación(SUCS) : SC	
3/8"	9.525	6085.0	8.7	26.8	73.2			Clasific.(AASHTO) : A-2-6 (0)	
1/4"	6.325	7610.0	10.9	37.7	62.3			% Humedad : 6.2%	
# 4	4.760	3910.0	5.6	43.3	56.7				
# 10	2.000	5738.0	8.2	51.5	48.5				
# 16	1.190	4104.0	5.9	57.4	42.6				
# 20	0.840	5686.0	8.1	65.5	34.5				
# 30	0.600	2427.0	3.5	69.0	31.0			OBSERVACIONES :	
# 40	0.420	1977.0	2.8	71.8	28.2				
# 50	0.300	1785.0	2.6	74.4	25.6				
# 60	0.177	984.0	1.4	75.8	24.2				
# 100	0.150	2081.0	3.0	78.7	21.3				
# 200	0.075	1,860.0	2.7	81.4	18.6				
< Nº 200	FONDO	12,994.0	18.6	100					
FRACCIÓN		39,636.0							
TOTAL		69,895.0							

Figura 06. Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 1

La calicata 1 tuvo una profundidad de 1.5 metros, la muestra tuvo un peso de 69895.0 g. El porcentaje de peso de piedra de la muestra fue de 43.3%, el porcentaje de peso de arena fue de 56.7%, el límite líquido de la muestra fue de 32.79, el límite plástico fue de 21.78, el índice plástico fue de 11.01, la clasificación SUCS fue SC, lo que significa que es arena arcillosa (Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz N° 200), la clasificación AASHTO fue A-2-6 (0), mientras que el porcentaje de humedad fue de 6.2%.

Resultados de la calicata 2

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO								
(NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)								
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS								
TESIS :	"Dosificacion Optima para la Estabilizacion del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigon de Rio en la Carretera Jangas - Caserio de Tara"							
SOLICITA :	Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano							
ELEMENTO :	Suelos	HECHO POR :		LAB. USP				
CANTERA :		ING. RESP. :		EMA				
PROG (KM.) :		FECHA :		06-Dic-19				
DATOS DE LA MUESTRA								
CALICATA	2.0	TAMAÑO MAXIMO :		2"				
MUESTRA	: 01	PESO INICIAL :		47,905.0 g				
KM.	:	FRACCION LAVADA SECA :		39,636.0				
PROFUND.	1.5 mt							
TAMIZ	AASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	PORCENTAJE	ESPECIFICACIONES	FORMULA DE	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	(mm)	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	%QUE PASA	HUSO B	TRABAJO	
3 1/2"	80.89							
3"	76.200							
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0			%Peso Piedra: 15.1%
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0			% Peso arena: 84.9%
1 1/2"	38.100	107.0	0.2	0.2	99.8			Límite Líquido (LL) : 32.50
1"	25.400	950.0	2.0	2.2	97.8			Límite Plástico (LP) : 21.78
3/4"	19.050	155.0	0.3	2.5	97.5			Índice Plástico (IP) : 10.72
1/2"	12.700	520.0	1.1	3.6	96.4			Clasificación(SUCS) : SC
3/8"	9.525	854.0	1.8	5.4	94.6			Clasific.(AASHTO) : A-2-6 (0)
1/4"	6.325	761.0	1.6	7.0	93.0			% Humedad : 6.2%
# 4	4.760	3910.0	8.2	15.1	84.9			
# 10	2.000	5738.0	12.0	27.1	72.9			
# 16	1.190	4104.0	8.6	35.7	64.3			
# 20	0.840	5686.0	11.9	47.6	52.4			
# 30	0.600	2427.0	5.1	52.6	47.4			OBSERVACIONES :
# 40	0.420	1,977.0	4.1	56.8	43.2			
# 50	0.300	1785.0	3.7	60.5	39.5			
# 60	0.177	984.0	2.1	62.5	37.5			
# 100	0.150	2081.0	4.3	66.9	33.1			
# 200	0.075	1,860.0	3.9	70.8	29.2			
< N° 200	FONDO	12,994.0	27.1	98				
FRACCIÓN		39,636.0						
TOTAL		46,893.0						

Figura 07. Análisis granulométrico por tamizado de la calicata 2

La calicata 2 tuvo una profundidad de 1.5 metros., la muestra tuvo un peso de 47905.0 g. El porcentaje de peso de piedra de la muestra fue de 15.1%, el porcentaje de peso de arena fue de 84.9%, el límite líquido de la muestra fue de 32.50, el límite plástico fue de 21.78, el índice plástico fue de 10.72, la clasificación SUCS fue SC, lo que significa que es arena arcillosa (Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz N° 200), la clasificación AASHTO fue A-2-6 (0), mientras que el porcentaje de humedad fue de 6.2%.

Respuesta al objetivo específico 2

Determinar el tipo de material de agregado

El tipo de material de agregado encontrado fue hormigón con contenido de material granular con un tamaño máximo nominal de 1 1/2"; de la misma forma presenta un módulo de fineza de 5.1; con los cuales podemos afirmar que estamos dentro de los parámetros establecidos por el MTC en lo que respecta el uso del hormigón para estabilización de suelos en carreteras y vías vecinales.

Resultados del análisis granulométrico del hormigón.

ANALISIS GRANULOMETRICO HORMIGON GLOBAL

SOLICITA : Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano
TESIS : "Dosificación Optima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tara"
LUGAR : HUARAZ
FECHA : 6/12/2019 **CANTERA :** RIO SANTA **MATERIAL :** HORMIGON

PESO SECO INICIAL	4370
PESO SECO LAVADO	4141.80
PESO PERDIDO POR LAVADO	228.10

TAMZ		PESO RETEN (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
Nº	ABERT. (mm)				
3"	75 000	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63 000	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50 000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38 100	50.00	1.14	1.14	98.86
1"	25 000	510.20	11.68	12.82	87.18
3/4"	19 000	470.80	10.77	23.59	76.41
1/2"	12 500	240.70	5.51	29.10	70.90
3/8"	9 500	350.90	8.03	37.13	62.87
Nº 4	4 750	470.10	10.76	47.89	52.11
Nº 8	2 360	630.80	14.43	62.32	37.68
Nº 16	1 180	430.80	9.85	72.18	27.82
Nº 30	0 600	530.20	12.13	84.31	15.69
Nº 50	0 300	250.80	5.74	90.05	9.95
Nº 100	0 150	130.80	2.99	93.05	6.95
Nº 200	0 075	75.80	1.73	94.78	5.22
PLATO		228.10	5.22	100.00	0.00
TOTAL		4370.00	100.00		

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL : 1 1/2"
 MODULO DE FINEZA : 5.1
 HUMEDAD : 4.87%

Figura 08. Análisis granulométrico por tamizado del hormigón de río.

Respuesta al objetivo específico 3

Determinar la densidad máxima del suelo con y sin hormigón de río

Con la finalidad de determinar la densidad máxima del suelo con y sin hormigón de río se aplicó el ensayo de Proctor Modificado en las dos calicatas.

Ensayo de Proctor Modificado en la calicata 1

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
AASHTO - T-180-D					
PROYECTO	: "Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara"			Informe N°: LAB-DIC-2019	
SOLICITA	: Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano			Fecha: 04/11/2019	
MATERIAL	: SUELO NATURAL			Realizado por :	
CALICATA	: N° 01			Revisado por :	
UBICACIÓN	: 0			Certificado N°: USP LAB.	
Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm2):	2032.00
METODO : "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2032.00	PESO DEL MOLDE (gr.) :			6184
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10614.00	10779.00	10974.00	10979.00	
PESO DEL MOLDE (gr)	6184.00	6184.00	6184.00	6184.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4430.00	4595.00	4790.00	4795.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.180	2.261	2.357	2.360	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.063	2.101	2.139	2.099	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.	52	47	26	7	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1326.40	1110.70	1030.40	900.50	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1259.70	1043.70	950.80	820.20	
PESO DE LA TARA (gr)	79.60	168.00	169.40	172.60	
PESO DE AGUA (gr)	66.70	67.00	79.60	80.30	
PESO DE SUELO SECO (gr)	1180.10	875.70	781.40	647.60	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.65	7.65	10.19	12.40	
PESO VOLUMETRICOS SECO	2.063	2.101	2.139	2.099	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.139	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:		10.2

Figura 09. Ensayo de Proctor modificado de la calicata 1

El volumen del molde fue de 2032.00 cm³, el peso del molde fue de 6184 g. se hicieron cuatro ensayos. El peso del suelo más molde estuvo en el rango de 10614.00 gramos y 10979.00 gramos. El peso del molde fue de 6184.00 gramos. El peso de suelo húmedo compactado estuvo entre 4430.00 gramos y 4795.00 gramos. La

densidad humedad de la muestra estuvo entre 2.180 gr/cm³, y 2.360 gr./cm³., mientras que la densidad seca estuvo entre 2.063 gr./cm³ y 2.099 gr./cm³.

Respecto al contenido de humedad, se tuvo que peso de suelo húmedo más tara estuvo entre 900.50 gramos y 1326.40 gramos. El peso de suelo seco más tara fue 820.20 gramos y 1259.70 gramos. El peso de la tara estuvo entre 79.60gramos y 172.60 gramos. El peso de agua estuvo entre 66.70 gramos y 80.30 gramo. El peso de suelo seco estuvo entre 647.60 gramos y 1180.10 gramos. El contenido de humedad estuvo entre 5.65 % y 12.40 %. El peso volumétrico seco estuvo entre 2.063 gramos y 2.099 gramos. La densidad máxima seca fue de 2.139 gr/cm³. La humedad optima fue de 10.2%.

Ensayo de Proctor Modificado en la calicata 2

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
AASHTO - T-180-D					
PROYECTO	: "Dosificacion Optima para la Estabilizacion del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigon de Rio en la Carretera Jangas - Caserio de Tara"			Informe Nº : LAB-DIC-2019	
SOLICITA	: Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano			Fecha : 04/11/2019	
MATERIAL	: SUELO NATURAL			Realizado por :	
CALICATA	: Nº 02			Revisado por :	
UBICACIÓN	: 0			Certificado Nº : USP LAB.	
Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm²):	2032.00
METODO : "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2032.00	PESO DEL MOLDE (gr.) :			6184
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE (gr)		10614.00	10779.00	10970.00	10979.00
PESO DEL MOLDE (gr)		6184.00	6184.00	6184.00	6184.00
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)		4430.00	4595.00	4786.00	4795.00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)		2.180	2.261	2.355	2.360
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.063	2.101	2.144	2.107
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.		52	47	26	7
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)		1326.40	1110.70	1028.00	898.00
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)		1259.70	1043.70	950.80	820.20
PESO DE LA TARA (gr)		79.60	168.00	169.40	172.60
PESO DE AGUA (gr)		66.70	67.00	77.20	77.80
PESO DE SUELO SECO (gr)		1180.10	875.70	781.40	647.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.65	7.65	9.88	12.01
PESO VOLUMETRICO SECO		2.063	2.101	2.144	2.107
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.144	gr/cc		HUMEDAD OPTIMA:	9.9

Figura 10. Ensayo de Proctor modificado de la calicata 2

El volumen del molde fue de 2032.00 cm³, el peso del molde fue de 6184 g. se hicieron cuatro ensayos. El peso del suelo más molde estuvo en el rango de 10614.00

gramos y 10979.00 gramos. El peso del molde fue de 6184.00 gramos. El peso de suelo húmedo compactado estuvo entre 4430.00 gramos y 4795.00 gramos. La densidad humedad de la muestra estuvo entre 2.180 gr/cm³, y 2.360 gr./cm³., mientras que la densidad seca estuvo entre 2.063 gr./cm³ y 2.107 gr./cm³.

Respecto al contenido de humedad, se tuvo que peso de suelo húmedo más tara estuvo entre 898.00 gramos y 1326.40 gramos. El peso de suelo seco más tara fue 820.20 gramos y 1259.70 gramos. El peso de la tara estuvo entre 79.60gramos y 172.60 gramos. El peso de agua estuvo entre 66.70 gramos y 77.80 gramo. El peso de suelo seco estuvo entre 647.60 gramos y 1180.10 gramos. El contenido de humedad estuvo entre 5.65 % y 12.01 %. El peso volumétrico seco estuvo entre 2.063 gramos y 2.107 gramos. La densidad máxima seca fue de 2.144 gr/cm³. La humedad optima fue de 9.9%.

Tabla 05. Densidad máxima seca

Calicata	Densidad máxima seca
Calicata 1	2.139
Calicata 2	2.144
Promedio	2.1415

Fuente: Ensayo de Proctor Modificado

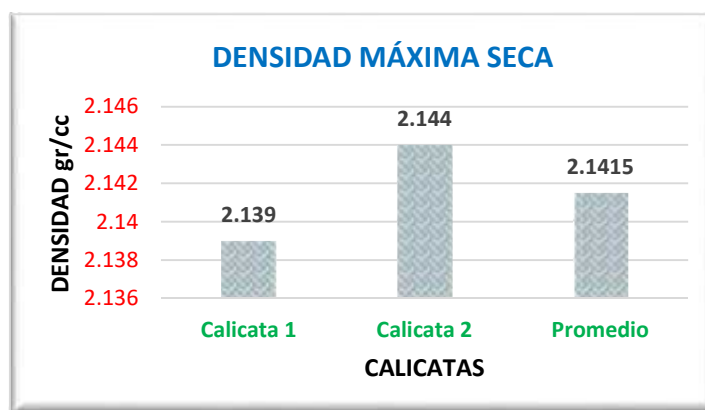


Figura 11. Densidad máxima seca

Tabla 06. Humedad Óptima

Calicata	Humedad Óptima
Calicata 1	10.2
Calicata 2	9.9
Promedio	10.05

Fuente: Ensayo de Proctor Modificado

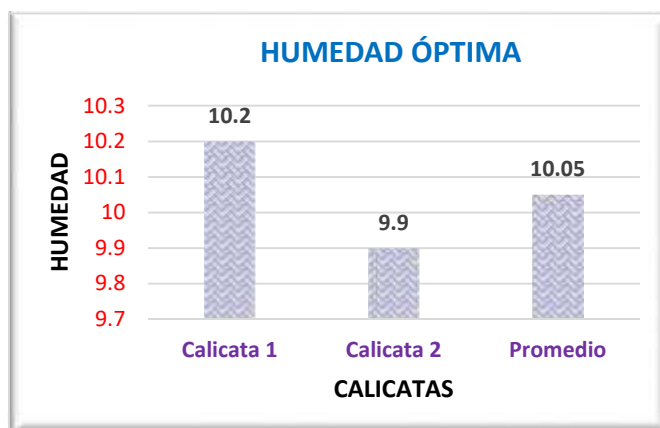


Figura 11. Densidad máxima seca

Respuesta al objetivo específico 4

Determinar la capacidad de soporte del suelo con y sin hormigón de río

Penetración calicata 01. Suelo natural sin agregado

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 11				MOLDE Nº 12				MOLDE Nº 10			
		Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %
		Dial (div)	kg			Dial (div)	kg			Dial (div)	kg		
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		15	73.3	3.79		13	64.3	3.32		9	46.1	2.38	
0.500		23	109.6	5.66		18	86.9	4.49		13	64.3	3.32	
0.752		30	141.3	7.30		23	109.6	5.66		17	82.4	4.26	
1.000	70.50	37	173.0	8.94	12.67	27	127.7	6.60	9.36	23	109.6	5.66	8.03
1.500		50	231.8	11.98		36	168.4	8.70		29	136.7	7.06	
2.000	105.5	60	277.1	14.32	13.57	44	204.7	10.57	10.02	37	173.0	8.94	8.47
2.500		70	322.4	16.66		51	236.3	12.21		43	200.1	10.34	
3.000		78	358.6	18.53		58	268.0	13.85		48	222.8	11.51	
3.937		94	431.0	22.27		73	336.0	17.36		64	295.2	15.25	
5.000		106	485.4	25.08		97	444.6	22.97		84	385.8	19.93	

Figura 12. Penetración calicata 01. Suelo natural sin agregado

En la figura anterior se puede observar los valores de penetración obtenidos de 0.000 mm. Hasta 5.000 mm. Para tres moldes 11, 12 y 10. En el molde 11, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 37 se aplicó una carga de 173.0 kg. tuvo una carga ensayo de 8.94 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 12.67%. En el molde 12, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 27 se aplicó una carga de 127.7 kg. tuvo una carga ensayo de 6.60 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 9.36%. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 23 se aplicó una carga de 109.6 kg. tuvo una carga ensayo de 5.66 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 8.05%. En el molde 11, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 60 se aplicó una carga de 277.1 kg. tuvo una carga ensayo de 14.32 kg/cm².

El porcentaje de CBR fue de 13.57%. En el molde 12, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 44 se aplicó una carga de 204.7 kg. tuvo una carga ensayo de 10.57 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 10.02%. En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 37 se aplicó una carga de 173.0 kg. tuvo una carga ensayo de 8.94 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 8.47%.

Tabla 07. Penetración calicata 1 suelo natural sin agregado

Penetración mm.	Molde	Soporte	CBR %
1,000	10	5.66	8.03
	11	8.94	12.67
	12	6.60	9.36
2,000	10	8.94	8.47
	11	14.32	13.57
	12	10.57	10.02

Fuente: Ensayo CBR

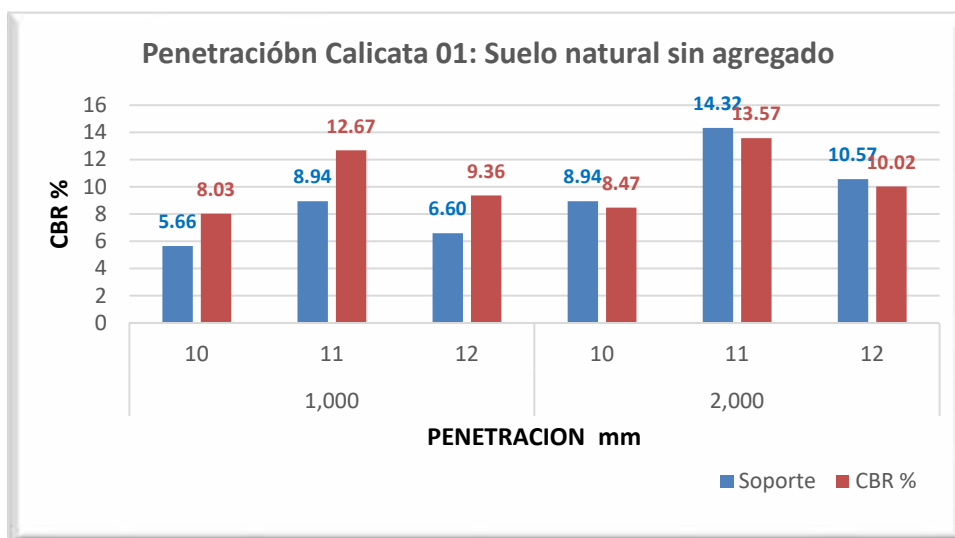


Figura 13. Penetración calicata 1 suelo natural sin agregado

Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 30 % agregado

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
AASHTO - T-180-D					
PROYECTO	: "Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara"				Informe N° : LAB-DIC-2019
SOLICITA	: Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano				Fecha : 04/11/2019
MATERIAL	: SUELO 70% HORMIGON 30%				Realizado por :
CALICATA	: N° 01				Revisado por :
UBICACIÓN	: 0				Certificado N° : USP LAB.
Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm2):	2032.00
METODO : "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2032.00		PESO DEL MOLDE (gr.) :		6184
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10670.00	10859.00	11040.00	11042.00	
PESO DEL MOLDE (gr)	6184.00	6184.00	6184.00	6184.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4486.00	4675.00	4856.00	4858.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.208	2.301	2.390	2.391	
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.097	2.142	2.182	2.164	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.	47	10	26	13	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1217.00	1046.00	885.20	854.80	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1163.80	985.60	823.10	789.30	
PESO DE LA TARA (gr)	160.00	169.40	169.40	165.50	
PESO DE AGUA (gr)	53.20	60.40	62.10	65.50	
PESO DE SUELO SECO (gr)	1003.80	816.20	653.70	623.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5.30	7.40	9.50	10.50	
PESO VOLUMETRICOS SECO	2.097	2.142	2.182	2.164	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.182	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:	9.5	

Figura 14. Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 30 % agregado

El volumen del molde fue de 2032.00 cm³, el peso del molde fue de 6184 g. se hicieron cuatro ensayos. El peso del suelo más molde estuvo en el rango de 10670.00 gramos y 11042.00 gramos. El peso del molde fue de 6184.00 gramos. El peso de suelo húmedo compactado estuvo entre 4858.00 gramos y 4486.00 gramos. La densidad humedad de la muestra estuvo entre 2.208 gr/cm³, y 2.391 gr./cm³., mientras que la densidad seca estuvo entre 2.097 gr./cm³ y 2.164 gr./cm³.

Respecto al contenido de humedad, se tuvo que peso de suelo húmedo más tara estuvo entre 854.80 gramos y 1217.00 gramos. El peso de suelo seco más tara fue 789.30 gramos y 1163.80 gramos. El peso de la tara estuvo entre 160.00 gramos y 165.50 gramos. El peso de agua estuvo entre 65.50 gramos y 53.20 gramo. El peso de suelo seco estuvo entre 623.80 gramos y 1003.80 gramos. El contenido de humedad estuvo entre 5.30 % y 10.50 %. El peso volumétrico seco estuvo entre 2.097 gramos y 2.164 gramos. La densidad máxima seca fue de 2.182 gr/cm³. La humedad optima fue de 9.5%.

Penetración calicata 01. Suelo natural con 30% de agregado

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 10				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 10			
		Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %
		Dial (div)	kg			Dial (div)	kg			Dial (div)	kg		
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		22	105.0	5.44		16	77.8	4.02		11	55.2	2.85	
0.500		46	213.7	11.04		39	182.0	9.40		27	127.7	6.60	
0.752		68	313.3	16.19		52	240.9	12.44		43	200.1	10.34	
1.000	70.50	93	426.5	22.04	31.26	66	304.3	15.72	22.30	55	254.5	13.15	18.65
1.500		134	612.1	31.63		94	431.0	22.27		84	385.8	19.93	
2.000	105.5	164	747.9	38.64	36.63	116	530.6	27.42	25.99	97	444.6	22.97	21.77
2.500		192	874.7	45.19		142	648.3	33.50		109	499.0	25.78	
3.000		215	978.7	50.57		164	747.9	38.64		136	621.2	32.09	
3.937		263	1195.9	61.79		202	919.9	47.53		188	856.6	44.25	
5.000		299	1358.8	70.20		236	1073.8	55.47		219	996.8	51.50	

Figura 15. Penetración calicata 01. Suelo natural con 30% de agregado

En la figura anterior se puede observar los valores de penetración obtenidos de 0.000 mm. Hasta 5.000 mm. Para tres moldes 10, 2 y 10. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 93 se aplicó una carga de 426.5 kg. tuvo una carga ensayo de 22.04 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 31.26%. En el molde 2, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 66 se aplicó una carga de 304.3 kg. tuvo una carga ensayo de 15.72 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 22.30%. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 55 se aplicó una carga de 254.5 kg. tuvo una carga ensayo de 13.15 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 18.65%.

En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 164 se aplicó una carga de 747.9 kg. tuvo una carga ensayo de 38.64 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 36.63%. En el molde 2, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 116 se aplicó una carga de 530.6 kg. tuvo una carga ensayo de 27.42 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 25.99%. En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 97 se aplicó una carga de 444.6 kg. tuvo una carga ensayo de 22.97 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 21.77%.

Tabla 08. Penetración calicata 1 suelo natural con 30% de agregado

Penetración mm.	Molde	Soporte	CBR %
1,000	10	13.15	18.65
	11	22.04	31.26
	12	15.72	22.3
2,000	10	22.97	21.77
	11	38.64	38.63
	12	27.42	25.99

Fuente: Ensayo Proctor modificado

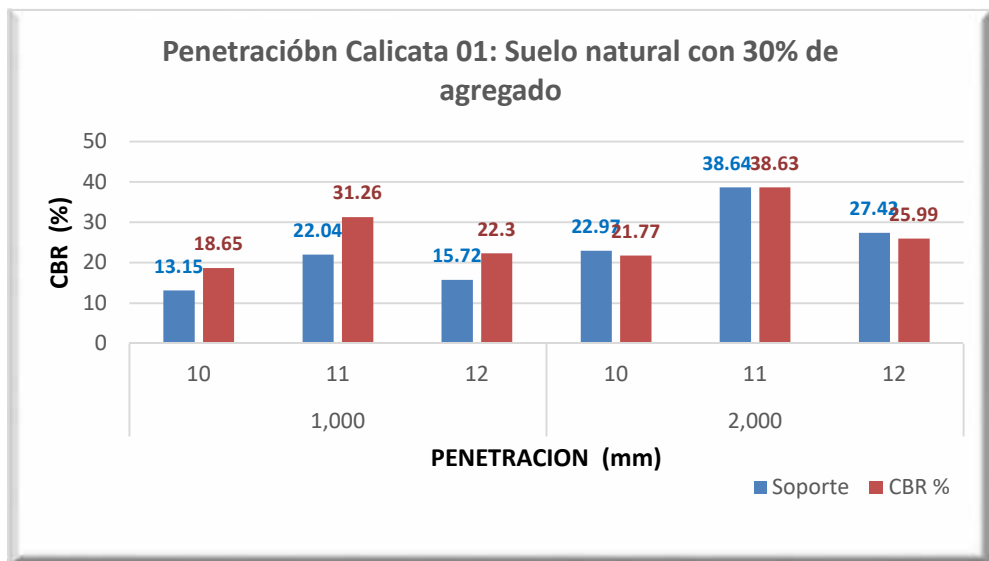


Figura 16. Penetración calicata 1 suelo natural con 30% de agregado

Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 40 % agregado

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
AASHTO - T-180-D				
PROYECTO	: "Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara"			Informe N° : LAB-DIC-2019
SOLICITA	: Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano			Fecha : 04/11/2019
MATERIAL	: SUELO 60% HORMIGÓN 40%			Realizado por :
CALICATA	: N° 01			Revisado por :
UBICACIÓN	: 0			Certificado N° : USP LAB.
Golpes / Capas	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):
Numero de Capas	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm³):
				11.70
				2032.00
METODO : "A"				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2032.00	PESO DEL MOLDE (gr.) :		6184
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10698.00	10890.00	11098.00	11102.00
PESO DEL MOLDE (gr)	6184.00	6184.00	6184.00	6184.00
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4514.00	4706.00	4914.00	4918.00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	2.221	2.316	2.418	2.420
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.132	2.179	2.229	2.186
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE Nro.	15	17	21	23
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1037.40	927.20	939.70	877.30
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1002.20	882.00	879.20	808.60
PESO DE LA TARA (gr)	164.10	164.50	167.40	166.50
PESO DE AGUA (gr)	35.20	45.20	60.50	68.70
PESO DE SUELO SECO (gr)	838.10	717.50	711.80	642.10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.20	6.30	8.50	10.70
PESO VOLUMETRICO SECO	2.132	2.179	2.229	2.186
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.229	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:	8.5

Figura 17. Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 40 % agregado

El volumen del molde fue de 2032.00 cm³, el peso del molde fue de 6184 g. se hicieron cuatro ensayos. El peso del suelo más molde estuvo en el rango de 10698.00 gramos y 11102.00 gramos. El peso del molde fue de 6184.00 gramos. El peso de suelo húmedo compactado estuvo entre 4514.00 gramos y 4918.00 gramos. La densidad humedad de la muestra estuvo entre 2.221 gr/cm³, y 2.420 gr./cm³., mientras que la densidad seca estuvo entre 2.132 gr./cm³ y 2.186 gr./cm³.

Respecto al contenido de humedad, se tuvo que peso de suelo húmedo más tara estuvo entre 877.30 gramos y 1037.40 gramos. El peso de suelo seco más tara fue 808.60 gramos y 1002.20 gramos. El peso de la tara estuvo entre 164.10 gramos y 166.50 gramos. El peso de agua estuvo entre 35.20 gramos y 68.70 gramo. El peso de suelo seco estuvo entre 642.10 gramos y 838.10 gramos. El contenido de humedad estuvo entre 4.20 % y 10.70 %. El peso volumétrico seco estuvo entre 2.132 gramos y 2.186 gramos. La densidad máxima seca fue de 2.229 gr/cm³. La humedad optima fue de 8.5%.

Penetración calicata 01. Suelo natural con 40% de agregado

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 11				MOLDE Nº 12				MOLDE Nº 10						
		Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo		CBR %
		Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)		kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg		kg/cm ²				
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00				
0.252		58	268.0	13.87		35	163.9	8.47		19	91.4	4.72				
0.500		161	734.4	37.94		138	630.2	32.56		121	553.3	28.58				
0.752		170	775.1	40.04		147	671.0	34.67		130	594.0	30.69				
1.000	70.50	314	1426.7	73.71	104.55	289	1313.6	67.86	96.26	272	1236.7	63.89	90.62			
1.500		323	1467.4	75.81		298	1354.3	69.97		279	1268.3	65.53				
2.000	105.5	480	2177.3	112.49	106.62	455	2064.3	106.65	101.09	436	1978.4	102.21	96.88			
2.500		537	2435.0	125.80		512	2322.0	119.96		491	2227.1	115.06				
3.000		553	2507.3	129.53		528	2394.3	123.70		511	2317.5	119.73				
3.937		582	2638.3	136.31		557	2525.4	130.47		537	2435.0	125.80				
5.000		623	2823.6	145.88		592	2683.5	138.64		570	2584.1	133.50				

Figura 18. Penetración calicata 01. Suelo natural con 40% de agregado

En la figura anterior se puede observar los valores de penetración obtenidos de 0.000 mm. Hasta 5.000 mm. Para tres moldes 11, 12 y 10. En el molde 11, en la

penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 314 se aplicó una carga de 1426.7 kg. tuvo una carga ensayo de 73.71 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 104.55%. En el molde 12, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 289 se aplicó una carga de 1313.6 kg. tuvo una carga ensayo de 67.86 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 96.26%. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 272 se aplicó una carga de 1236.7 kg. tuvo una carga ensayo de 63.89 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 90.62%.

En el molde 11, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 480 se aplicó una carga de 2177.3 kg. tuvo una carga ensayo de 112.49 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 106.62%. En el molde 12, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 455 se aplicó una carga de 2064.3 kg. tuvo una carga ensayo de 106.65 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 101.09%. En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 436 se aplicó una carga de 1978.4 kg. tuvo una carga ensayo de 102.21 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 96.88%.

Tabla 09. Penetración calicata 1 suelo natural con 40% de agregado

Penetración mm.	Molde	Soporte	CBR %
1,000	10	83.80	90.62
	11	73.71	104.55
	12	67.86	96.26
2,000	10	102.21	96.88
	11	112.49	100.62
	12	106.65	101.09

Fuente: Ensayo Proctor modificado

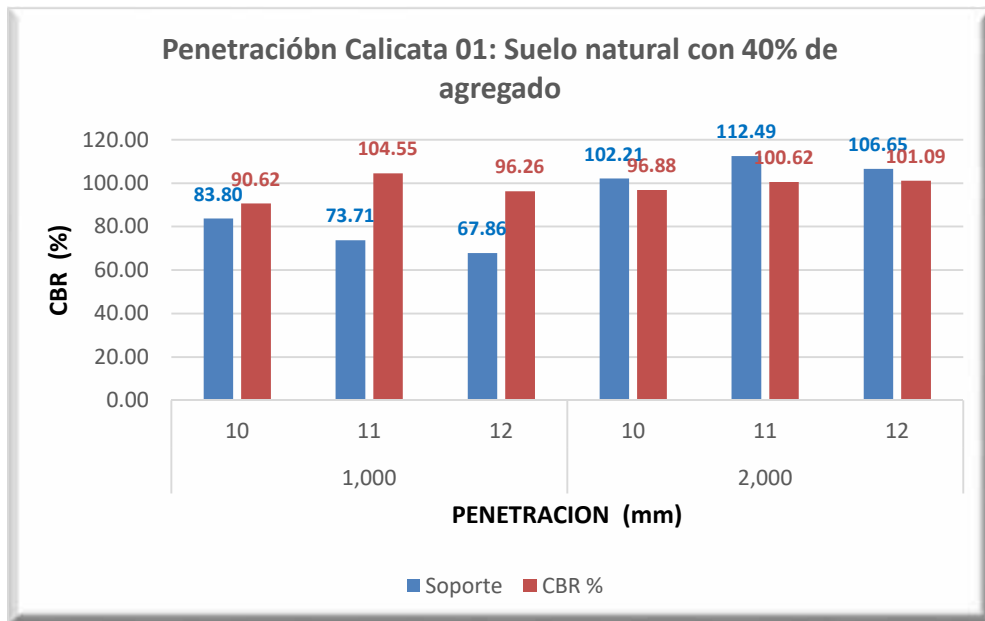


Figura 19. Penetración calicata 1 suelo natural con 40% de agregado

Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 50 % agregado

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
AASHTO - T-180-D				
PROYECTO	: "Dosificación Optima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigon de Rio en la Carretera Jangas - Caserio de Tara"			Informe N° : LAB-DIC-2019
SOLICITA	: Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano			Fecha : 04/11/2019
MATERIAL	: SUELO 50% HORMIGON 50%			Realizado por :
CALICATA	: N° 01			Revisado por :
UBICACIÓN	: 0			Certificado N° : USP LAB.
Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm): 11.70
Numero de Capas	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm2): 2032.00
METODO : "A"				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2032.00	PESO DEL MOLDE (gr.) :		6184
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10696.00	10884.00	11099.00	11102.00
PESO DEL MOLDE (gr)	6184.00	6184.00	6184.00	6184.00
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4512.00	4700.00	4915.00	4918.00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	2.220	2.313	2.419	2.420
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	2.171	2.220	2.273	2.231
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE Nro.	3	6	9	11
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1129.70	962.80	925.40	864.10
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1108.10	930.70	879.80	808.80
PESO DE LA TARA (gr)	169.00	166.40	167.30	158.20
PESO DE AGUA (gr)	21.60	32.10	45.60	55.30
PESO DE SUELO SECO (gr)	939.10	764.30	712.50	650.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.30	4.20	6.40	8.50
PESO VOLUMETRIC SECO	2.171	2.220	2.273	2.231
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.273	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:	6.4

Figura 20 Penetración calicata 01. Proctor modificado Suelo natural con 50 % agregado

El volumen del molde fue de 2032.00 cm³, el peso del molde fue de 6184 g. se hicieron cuatro ensayos. El peso del suelo más molde estuvo en el rango de 10696.00 gramos y 11102.00 gramos. El peso del molde fue de 6184.00 gramos. El peso de suelo húmedo compactado estuvo entre 4512.00 gramos y 4918.00 gramos. La densidad humedad de la muestra estuvo entre 2.220 gr/cm³, y 2.420 gr./cm³., mientras que la densidad seca estuvo entre 2.171 gr./cm³ y 2.231 gr./cm³.

Respecto al contenido de humedad, se tuvo que peso de suelo húmedo más tara estuvo entre 864.10 gramos y 1129.70 gramos. El peso de suelo seco más tara fue 808.80 gramos y 1108.10 gramos. El peso de la tara estuvo entre 158.20 gramos y 169.00 gramos. El peso de agua estuvo entre 21.60 gramos y 55.30 gramo. El peso de suelo seco estuvo entre 650.60 gramos y 939.10 gramos. El contenido de humedad estuvo entre 2.30 % y 8.50 %. El peso volumétrico seco estuvo entre 2.171 gramos y 2.231 gramos. La densidad máxima seca fue de 2.273 gr/cm³. La humedad optima fue de 6.4%.

Penetración calicata 01. Suelo natural con 50% de agregado

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 7				MOLDE Nº 4				MOLDE Nº 10			
		Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura		Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %
		Dial (div)	kg			Dial (div)	kg			Dial (div)	kg		
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		64	295.2	15.28		42	195.6	10.11		34	159.4	8.23	
0.500		167	761.5	39.34		110	503.5	26.01		91	417.5	21.57	
0.752		277	1259.3	65.06		175	797.7	41.21		162	738.9	38.17	
1.000	70.50	322	1462.9	75.58	107.20	220	1001.4	51.73	73.38	194	883.7	45.66	64.76
1.500		441	2001.0	103.38		306	1390.5	71.84		186	847.5	43.79	
2.000	105.5	505	2290.3	118.33	112.16	355	1612.1	83.29	78.95	325	1476.4	76.28	72.30
2.500		550	2493.7	128.83		395	1793.0	92.63		366	1661.9	85.86	
3.000		570	2584.1	133.50		436	1978.4	102.21		419	1901.5	98.24	
3.937		600	2719.7	140.51		492	2231.6	115.29		482	2186.4	112.96	
5.000		638	2891.3	149.38		545	2471.1	127.67		527	2389.8	123.46	

Figura 21. Penetración calicata 01. Suelo natural con 50% de agregado

En la figura anterior se puede observar los valores de penetración obtenidos de 0.000 mm. Hasta 5.000 mm. Para tres moldes 7, 4 y 10. En el molde 7, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 322 se aplicó una carga de 1462.9 kg. tuvo una carga ensayo de 75.58 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 107.20%. En el molde 4, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 220 se aplicó una carga de 1001.4 kg. tuvo una carga ensayo de 51.73 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 73.38%. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 194 se aplicó una carga de 883.7 kg. tuvo una carga ensayo de 45.66 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 64.76%.

En el molde 7, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 505 se aplicó una carga de 2290.3 kg. tuvo una carga ensayo de 118.33 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 112.16%. En el molde 4, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 355 se aplicó una carga de 1612.1 kg. tuvo una carga ensayo de 83.29 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 78.95%. En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 325 se aplicó una carga de 1476.4 kg. tuvo una carga ensayo de 76.28 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 72.30%.

Tabla 10. Penetración calicata 1 suelo natural con 50% de agregado

Penetración mm.	Molde	Soporte	CBR %
1,000	10	45.66	64.76
	11	75.58	107.2
	12	51.73	73.38
2,000	10	76.28	72.30
	11	118.33	112.16
	12	83.29	78.95

Fuente: Ensayo Proctor modificado

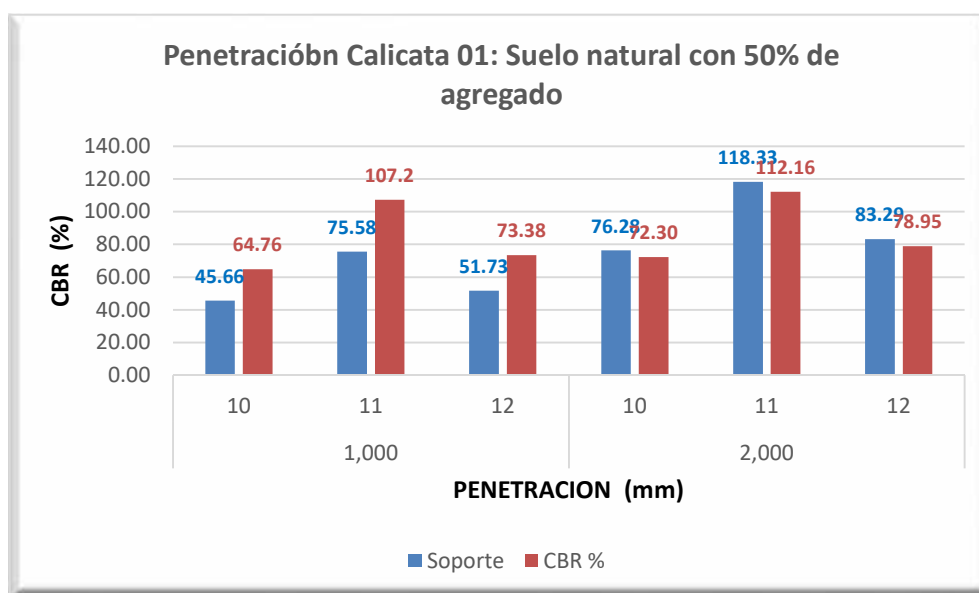


Figura 22. Penetración calicata 1 suelo natural con 50% de agregado

Penetración calicata 02. Suelo natural sin agregado

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 11			MOLDE Nº 12			MOLDE Nº 10					
		Lectura	Carga Ensayo		CBR	Lectura	Carga Ensayo		CBR	Lectura	Carga Ensayo		CBR
		Dial (div)	kg	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg	kg/cm ²	%	Dial (div)	kg	kg/cm ²	%
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		15	73.3	3.79		13	64.3	3.32		9	46.1	2.38	
0.500		23	109.6	5.66		18	86.9	4.49		13	64.3	3.32	
0.752		30	141.3	7.30		23	109.6	5.66		17	82.4	4.26	
1.000	70.50	37	173.0	8.94	12.67	27	127.7	6.60	9.36	23	100.0	5.17	7.33
1.500		50	231.8	11.98		36	168.4	8.70		29	136.7	7.06	
2.000	105.5	60	277.1	14.32	13.57	44	204.7	10.57	10.02	35	163.9	8.47	8.03
2.500		65	299.7	15.49		55	254.5	13.15		41	191.1	9.87	
3.000		75	345.0	17.83		58	268.0	13.85		45	209.2	10.81	
3.937		89	408.4	21.10		75	345.0	17.83		51	236.3	12.21	
5.000		102	467.3	24.14		97	444.6	22.97		84	385.8	19.93	

Figura 23. Penetración calicata 02. Suelo natural sin agregado

En la figura anterior se puede observar los valores de penetración obtenidos de 0.000 mm. Hasta 5.000 mm. Para tres moldes 11, 12 y 10. En el molde 11, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 37

se aplicó una carga de 173.0 kg. tuvo una carga ensayo de 8.94 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 12.67%. En el molde 12, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 27 se aplicó una carga de 127.7 kg. tuvo una carga ensayo de 6.60 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 9.36%. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 23 se aplicó una carga de 100.0 kg. tuvo una carga ensayo de 5.17 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 7.33%.

En el molde 11, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 60 se aplicó una carga de 277.1 kg. tuvo una carga ensayo de 14.32 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 13.57%. En el molde 12, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 44 se aplicó una carga de 204.7 kg. tuvo una carga ensayo de 10.57 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 10.02%. En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 35 se aplicó una carga de 163.9 kg. tuvo una carga ensayo de 8.47 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 8.03%.

Tabla 11. Penetración calicata suelo natural sin agregado

Penetración mm.	Molde	Soporte	CBR %
1,000	10	5.17	7.33
	11	8.94	12.67
	12	6.60	9.36
2,000	10	8.47	8.03
	11	14.32	13.57
	12	10.57	10.02

Fuente: Ensayo Proctor modificado

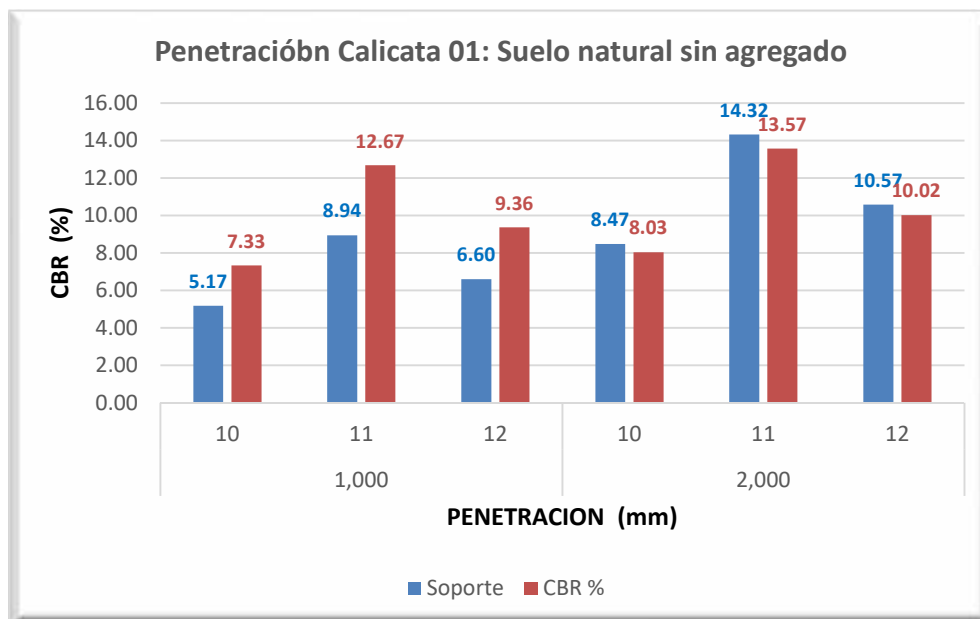


Figura 24. Penetración calicata 2 suelo natural sin agregado

Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 30% agregado

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO						
AASHTO - T-180-D						
PROYECTO	: "Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara"				Informe N°	LAB-DIC-2019
SOLICITA	: Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano				Fecha	04/11/2019
MATERIAL	: SUELO 70% HORMIGÓN 30%				Realizado por	:
CALICATA	: N° 02				Revisado por	:
UBICACIÓN	: 0				Certificado N°	USP LAB.
Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70	
Numero de Capas	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm²):	2032.00	
METODO : "A"						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2032.00	PESO DEL MOLDE (gr.) :			6184	
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)		10670.00	10859.00	11020.00	11000.00	
PESO DEL MOLDE (gr)		6184.00	6184.00	6184.00	6184.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)		4486.00	4675.00	4836.00	4816.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)		2.208	2.301	2.380	2.370	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)		2.097	2.142	2.175	2.145	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE Nro.		47	10	26	13	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)		1217.00	1046.00	885.20	854.80	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)		1163.80	985.60	823.50	789.30	
PESO DE LA TARA (gr)		160.00	169.40	169.40	165.50	
PESO DE AGUA (gr)		53.20	60.40	61.70	65.50	
PESO DE SUELO SECO (gr)		1003.80	816.20	654.10	623.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		5.30	7.40	9.43	10.50	
PESO VOLUMETRICOS SECO		2.097	2.142	2.175	2.145	
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2.175	gr/cc		HUMEDAD ÓPTIMA:	9.4	

Figura 25. Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 30% agregado

El volumen del molde fue de 2032.00 cm³, el peso del molde fue de 6184 g. se hicieron cuatro ensayos. El peso del suelo más molde estuvo en el rango de 10670.00 gramos y 11000.00 gramos. El peso del molde fue de 6184.00 gramos. El peso de suelo húmedo compactado estuvo entre 4816.00 gramos y 4486.00 gramos. La densidad humedad de la muestra estuvo entre 2.208 gr/cm³, y 2.370 gr./cm³., mientras que la densidad seca estuvo entre 2.097 gr./cm³ y 2.145 gr./cm³.

Respecto al contenido de humedad, se tuvo que peso de suelo húmedo más tara estuvo entre 854.80 gramos y 1217.00 gramos. El peso de suelo seco más tara fue 789.30 gramos y 1163.80 gramos. El peso de la tara estuvo entre 160.00 gramos y 165.50 gramos. El peso de agua estuvo entre 65.50 gramos y 53.20 gramo. El peso de suelo seco estuvo entre 623.80 gramos y 1003.80 gramos. El contenido de humedad estuvo entre 5.30 % y 10.50 %. El peso volumétrico seco estuvo entre 2.097 gramos y 2.145 gramos. La densidad máxima seca fue de 2.175 gr/cm³. La humedad optima fue de 9.4%.

Penetración calicata 02. Suelo natural con 30% de agregado

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDENº 10				MOLDENº 2				MOLDENº 10					
		Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo	
		Dial (div)	kg	kg/cm ²	Dial (div)		kg	kg/cm ²	Dial (div)	kg		kg/cm ²			
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00			
0.252		22	105.0	5.44		18	86.9	4.49		15	73.3	3.79			
0.500		46	213.7	11.04		40	186.5	9.64		28	132.2	6.83			
0.752		68	313.3	16.19		53	245.4	12.68		48	222.8	11.51			
1.000	70.50	93	426.5	22.04	31.26	61	281.6	14.55	20.64	55	254.5	13.15	18.65		
1.500		134	612.1	31.63		95	435.6	22.50		81	372.2	19.23			
2.000	105.5	168	766.0	39.58	37.51	120	548.8	28.35	26.87	101	462.7	23.91	22.66		
2.500		198	901.8	46.59		149	680.0	35.13		128	585.0	30.22			
3.000		225	1024.0	52.90		168	766.0	39.58		136	621.2	32.09			
3.937		273	1241.2	64.12		210	956.1	49.40		189	861.1	44.49			
5.000		301	1367.9	70.67		246	1119.0	57.81		220	1001.4	51.73			

Figura 26. Penetración calicata 02. Suelo natural con 30% de agregado

En la figura anterior se puede observar los valores de penetración obtenidos de 0.000 mm. Hasta 5.000 mm. Para tres moldes 10, 2 y 10. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 93 se aplicó una carga de 426.5 kg. tuvo una carga ensayo de 22.04 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 31.26%. En el molde 2, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 61 se aplicó una carga de 281.6 kg. tuvo una carga ensayo de 14.55 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 20.64%. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 55 se aplicó una carga de 254.5 kg. tuvo una carga ensayo de 13.15 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 18.65%.

En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 168 se aplicó una carga de 766.0 kg. tuvo una carga ensayo de 39.58 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 37.51%. En el molde 2, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 120 se aplicó una carga de 548.8 kg. tuvo una carga ensayo de 28.35 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 26.87%. En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 101 se aplicó una carga de 462.7 kg. tuvo una carga ensayo de 23.91 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 22.66%.

Tabla 12. Penetración calicata suelo natural con 30% de agregado

Penetración mm.	Molde	Soporte	CBR %
1,000	10	13.25	18.65
	11	22.04	31.26
	12	14.55	20.64
2,000	10	23.91	22.66
	11	39.58	37.51
	12	28.35	26.87

Fuente: Ensayo Proctor modificado

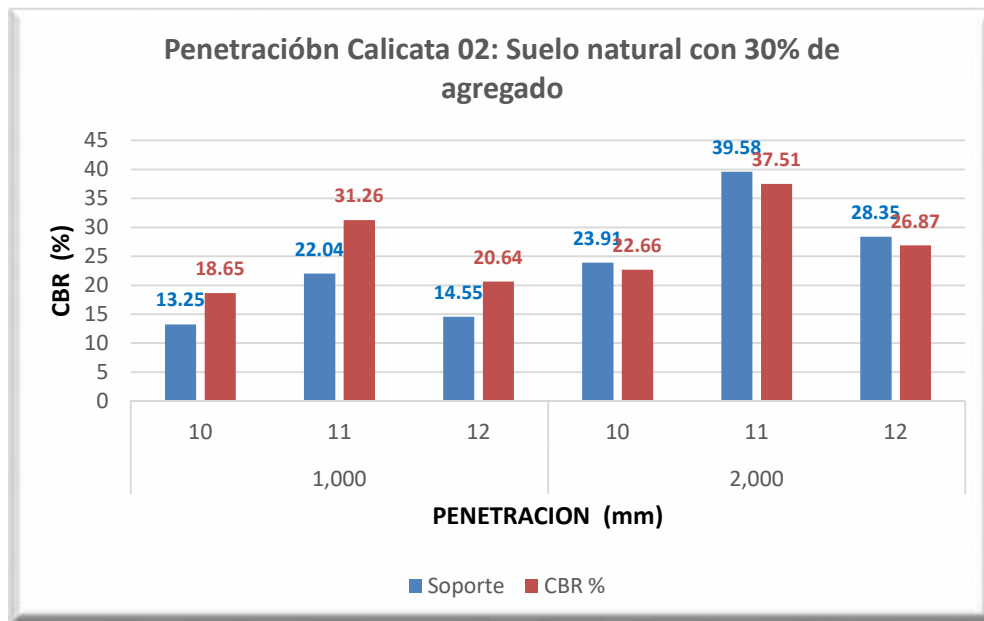


Figura 27. Penetración calicata 2 suelo natural con 30 % de agregado

Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 40 % agregado

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO					
AASHTO - T-180-D					
PROYECTO	: "Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara"				Informe N° : LAB-DIC-2019
SOLICITA	: Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano				Fecha : 04/11/2019
MATERIAL	: SUELO 60% HORMIGÓN 40%				Realizado por :
CALICATA	: N° 02				Revisado por :
UBICACIÓN	: 0				Certificado N° : USP LAB.
Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):	11.70
Numero de Capas	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm²):	2032.00
METODO : "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2032.00		PESO DEL MOLDE (gr.) :		6184
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10698.00	10890.00	11098.00	11100.00	
PESO DEL MOLDE (gr)	6184.00	6184.00	6184.00	6184.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4514.00	4706.00	4914.00	4916.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	2.221	2.316	2.418	2.419	
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.132	2.179	2.225	2.185	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE Nro.	15	17	21	23	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1037.40	927.20	939.70	877.30	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1002.20	882.00	878.00	808.60	
PESO DE LA TARA (gr)	164.10	164.50	167.40	166.50	
PESO DE AGUA (gr)	35.20	45.20	61.70	68.70	
PESO DE SUELO SECO (gr)	838.10	717.50	710.60	642.10	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.20	6.30	8.68	10.70	
PESO VOLUMETRICOS SECO	2.132	2.179	2.225	2.185	
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2.225 gr/cc		HUMEDAD ÓPTIMA:		8.7

Figura 28. Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 40 % agregado

El volumen del molde fue de 2032.00 cm³, el peso del molde fue de 6184 g. se hicieron cuatro ensayos. El peso del suelo más molde estuvo en el rango de 10698.00 gramos y 11100.00 gramos. El peso del molde fue de 6184.00 gramos. El peso de suelo húmedo compactado estuvo entre 4514.00 gramos y 4916.00 gramos. La densidad humedad de la muestra estuvo entre 2.221 gr/cm³, y 2.419 gr./cm³., mientras que la densidad seca estuvo entre 2.132 gr./cm³ y 2.185 gr./cm³.

Respecto al contenido de humedad, se tuvo que peso de suelo húmedo más tara estuvo entre 877.30 gramos y 1037.40 gramos. El peso de suelo seco más tara fue 808.60 gramos y 1002.20 gramos. El peso de la tara estuvo entre 164.10 gramos y 166.50 gramos. El peso de agua estuvo entre 35.20 gramos y 68.70 gramo. El peso de suelo seco estuvo entre 642.10 gramos y 838.10 gramos. El contenido de humedad estuvo entre 4.20 % y 10.70 %. El peso volumétrico seco estuvo entre 2.132 gramos y 2.185 gramos. La densidad máxima seca fue de 2.225 gr/cm³. La humedad optima fue de 8.7%.

Penetración calicata 02. Suelo natural con 40% de agregado

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE Nº 11			MOLDE Nº 12			MOLDE Nº 10					
		Lectura	Carga Ensayo		CBR %	Lectura	Carga Ensayo		CBR %	Lectura	Carga Ensayo		CBR %
		Dial (div)	kg	kg/cm ²		Dial (div)	kg	kg/cm ²		Dial (div)	kg	kg/cm ²	
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00	
0.252		60	277.1	14.34		36	168.4	8.70		19	91.4	4.72	
0.500		160	729.8	37.71		130	594.0	30.69		118	539.7	27.88	
0.752		171	779.6	40.28		144	657.4	33.96		125	571.4	29.52	
1.000	70.50	316	1435.7	74.17	105.21	290	1318.1	68.10	96.59	269	1223.1	63.19	89.63
1.500		325	1476.4	76.28		311	1413.1	73.01		280	1272.9	65.76	
2.000	105.5	482	2186.4	112.96	107.07	450	2041.7	105.48	99.98	410	1860.8	96.14	91.13
2.500		541	2453.0	126.73		510	2312.9	119.49		450	2041.7	105.48	
3.000		549	2489.2	128.60		520	2358.1	121.83		490	2222.5	114.82	
3.937		601	2724.2	140.74		550	2493.7	128.83		510	2312.9	119.49	
5.000		623	2823.6	145.88		580	2629.3	135.84		520	2358.1	121.83	

Figura 30. Penetración calicata 02. Suelo natural con 40% de agregado

En la figura anterior se puede observar los valores de penetración obtenidos de 0.000 mm. Hasta 5.000 mm. Para tres moldes 11, 12 y 10. En el molde 11, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 316 se aplicó una carga de 1435.7 kg. tuvo una carga ensayo de 74.17 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 105.21%. En el molde 12, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 290 se aplicó una carga de 1318.1 kg. tuvo una carga ensayo de 68.10 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 96.59%. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 269 se aplicó una carga de 1223.1 kg. tuvo una carga ensayo de 63.19 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 89.63%.

En el molde 11, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 482 se aplicó una carga de 2186.4 kg. tuvo una carga ensayo de 112.96 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 107.07%. En el molde 12, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 450 se aplicó una carga de 2041.7 kg. tuvo una carga ensayo de 105.48 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 99.98%. En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 410 se aplicó una carga de 1860.8 kg. tuvo una carga ensayo de 96.14 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 91.13%.

Tabla 13. Penetración calicata 2 suelo natural con 40% de agregado

Penetración mm.	Molde	Soporte	CBR %
1,000	10	63.19	89.63
	11	74.17	105.21
	12	68.10	96.59
2,000	10	98.04	91.13
	11	112.06	107.07
	12	105.48	99.98

Fuente: Ensayo Proctor modificado

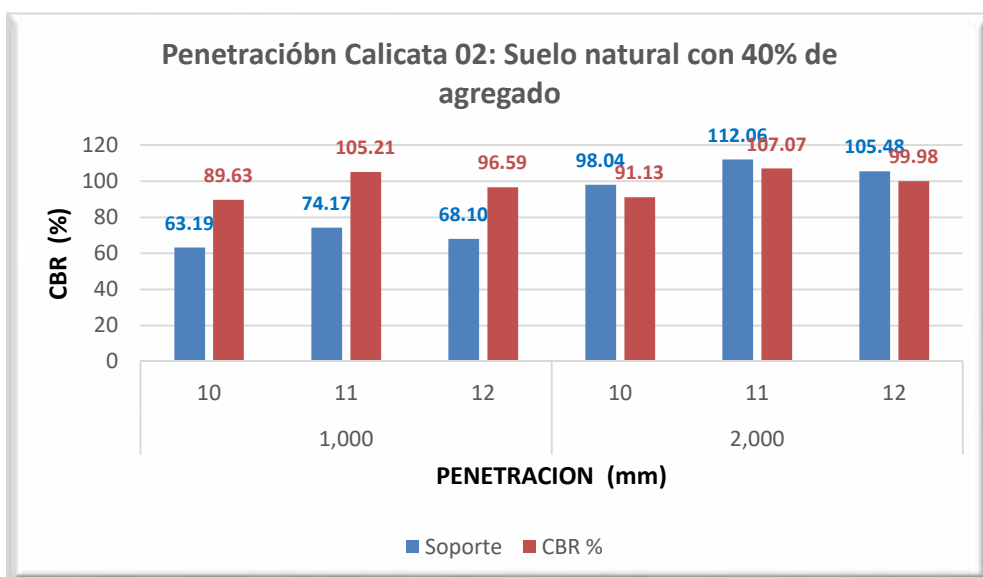


Figura 31. Penetración calicata 2 suelo natural con 40 % de agregado

Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 50 % agregado

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
AASHTO - T-180-D				
PROYECTO	: "Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara"			Informe N°: LAB-DIC-2019
SOLICITA	: Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano			Fecha: 04/11/2019
MATERIAL	: SUELO 50% HORMIGÓN 50%			Realizado por:
CALICATA	: N° 02			Revisado por:
UBICACIÓN	: 0			Certificado N°: USP LAB.
Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4.54	Altura de Molde (cm):
Numero de Capas	5	Diametro de Molde (cm):	15.2	Volumen de molde (cm²):
				11.70
				2032.00
METODO: "A"				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm³)	2032.00			
PESO DEL MOLDE (gr.)	6184			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10690.00	10880.00	11055.00	11102.00
PESO DEL MOLDE (gr)	6184.00	6184.00	6184.00	6184.00
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4506.00	4696.00	4871.00	4918.00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm³)	2.218	2.311	2.397	2.420
DENSIDAD SECA (gr/cm³)	2.169	2.218	2.260	2.231
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE Nro.	3	6	9	11
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1129.00	960.80	923.00	864.10
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1108.10	928.70	879.80	808.80
PESO DE LA TARA (gr)	169.00	166.40	167.30	158.20
PESO DE AGUA (gr)	20.90	32.10	43.20	55.30
PESO DE SUELO SECO (gr)	939.10	762.30	712.50	650.60
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.23	4.21	6.06	8.50
PESO VOLUMETRICOS SECO	2.169	2.218	2.260	2.231
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.260	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA:	6.1

Figura 32. Penetración calicata 02. Proctor modificado Suelo natural con 50 % agregado

El volumen del molde fue de 2032.00 cm³, el peso del molde fue de 6184 g. se hicieron cuatro ensayos. El peso del suelo más molde estuvo en el rango de 10690.00 gramos y 11102.00 gramos. El peso del molde fue de 6184.00 gramos. El peso de suelo húmedo compactado estuvo entre 4506.00 gramos y 4918.00 gramos. La densidad humedad de la muestra estuvo entre 2.218 gr/cm³, y 2.420 gr./cm³., mientras que la densidad seca estuvo entre 2.169 gr./cm³ y 2.231 gr./cm³.

Respecto al contenido de humedad, se tuvo que peso de suelo húmedo más tara estuvo entre 864.10 gramos y 1129.00 gramos. El peso de suelo seco más tara fue 808.80 gramos y 1108.10 gramos. El peso de la tara estuvo entre 158.20 gramos y 169.00 gramos. El peso de agua estuvo entre 20.90 gramos y 55.30 gramo. El peso de suelo seco estuvo entre 650.60 gramos y 939.10 gramos. El contenido de humedad estuvo entre 2.30 % y 8.50 %. El peso volumétrico seco estuvo entre 2.169 gramos y 2.231 gramos. La densidad máxima seca fue de 2.260 gr/cm³. La humedad optima fue de 6.1%.

Penetración calicata 02. Suelo natural con 50% de agregado

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDENº 7				MOLDENº 4				MOLDENº 10					
		Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo		CBR %	Lectura		Carga Ensayo	
		Dial (div)		kg	kg/cm ²		Dial (div)		kg	kg/cm ²		Dial (div)		kg	kg/cm ²
0.000		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00			
0.252		68	313.3	16.22		45	209.2	10.81		28	132.2	6.83			
0.500		160	729.8	37.71		100	458.2	23.67		89	408.4	21.10			
0.752		270	1227.6	63.42		165	752.5	38.87		158	720.8	37.24			
1.000	70.50	320	1453.8	75.11	106.54	221	1005.9	51.97	73.71	192	874.7	45.19	64.10		
1.500		440	1996.5	103.15		310	1408.6	72.77		196	892.8	46.12			
2.000	105.5	500	2267.7	117.16	111.05	360	1634.7	84.46	80.05	303	1376.9	71.14	67.43		
2.500		560	2538.9	131.17		390	1770.4	91.47		360	1634.7	84.46			
3.000		610	2764.8	142.84		430	1951.3	100.81		401	1820.1	94.04			
3.937		640	2900.4	149.84		490	2222.5	114.82		460	2086.9	107.82			
5.000		670	3035.9	156.85		540	2448.5	126.50		501	2272.3	117.39			

Figura 33. Penetración calicata 02. Suelo natural con 50% de agregado

En la figura anterior se puede observar los valores de penetración obtenidos de 0.000 mm. Hasta 5.000 mm. Para tres moldes 7, 4 y 10. En el molde 7, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 320 se aplicó una carga de 1453.8 kg. tuvo una carga ensayo de 75.11 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 106.54%. En el molde 4, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 221 se aplicó una carga de 1005.9 kg. tuvo una carga ensayo de 51.97 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 73.71%. En el molde 10, en la penetración de 1.000 mm., para una carga de 70.50 kg/cm². En el dial (d/v) 192 se aplicó una carga de 87407 kg. tuvo una carga ensayo de 45.19 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 64.10%.

En el molde 7, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 500 se aplicó una carga de 2267.7 kg. tuvo una carga ensayo de 117.16 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 111.05%. En el molde 4, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 360 se aplicó una carga de 1634.7 kg. tuvo una carga ensayo de 84.46 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 80.05%. En el molde 10, en la penetración de 2.000 mm., para una carga de 105.5 kg/cm². En el dial (d/v) 303 se aplicó una carga de 1376.9 kg. tuvo una carga ensayo de 71.14 kg/cm². El porcentaje de CBR fue de 67.43%.

Tabla 14. Penetración calicata suelo natural con 50% de agregado

Penetración mm.	Molde	Soporte	CBR %
1,000	10	45.19	64.1
	11	75.11	106.54
	12	51.97	73.71
2,000	10	73.14	67.43
	11	117.16	111.05
	12	84.46	80.05

Fuente: Ensayo Proctor modificado

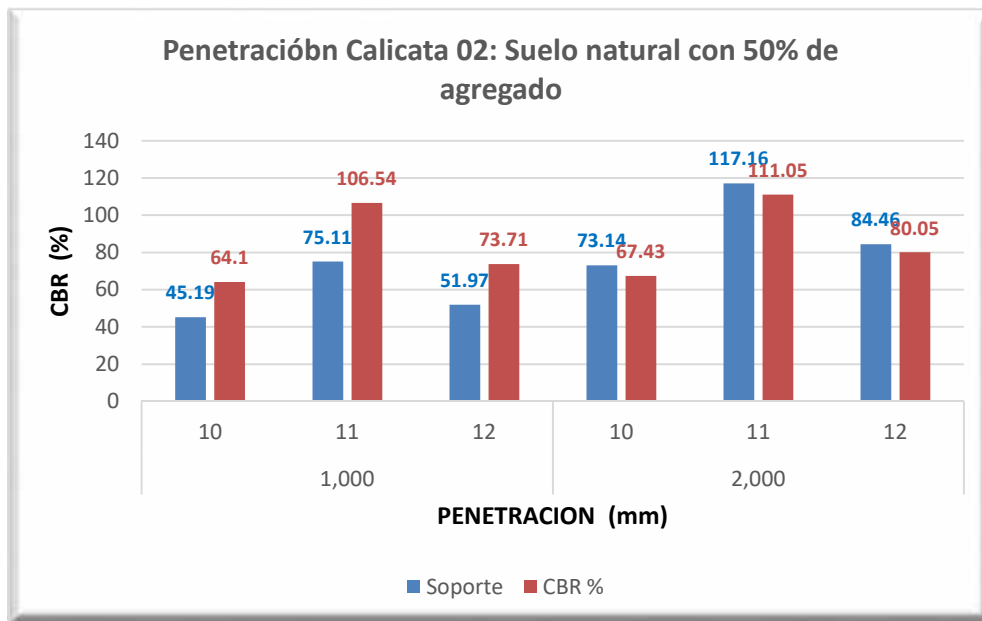


Figura 34. Penetración calicata 2 suelo natural con 50 % de agregado

Respuesta al objetivo específico 5

Comparar los resultados de la capacidad de soporte del suelo con 30%, 40% y 50% de hormigón de río y el suelo de la carretera de Jangas y el caserío de Tara

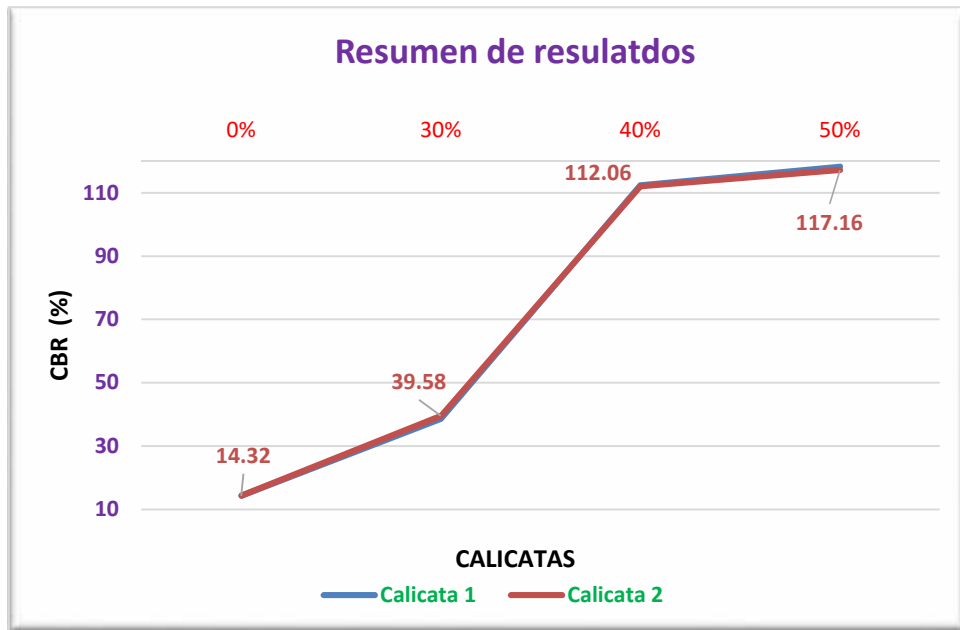
Tabla 14. Comparación de resultados de la capacidad de soporte del suelo

Penetración mm.	Molde	calicata 1				calicata 2			
		0%	30%	40%	50%	0%	30%	40%	50%
1,000	10	5.66	13.15	83.80	45.66	5.17	13.25	63.19	45.19
	11	8.94	22.04	73.71	75.58	8.94	22.04	74.17	75.11
	12	6.60	15.72	67.86	51.73	6.60	14.55	68.10	51.97
2,000	10	8.94	22.97	102.21	76.28	8.47	23.91	98.04	73.14
	11	14.32	38.64	112.49	118.33	14.32	39.58	112.06	117.16
	12	10.57	27.42	106.65	83.29	10.57	28.35	105.48	84.46

Fuente: Ensayo Proctor modificado

Tabla 15. Resumen de resultados

%	Calicata 1	Calicata 2
0%	14.32	14.32
30%	38.64	39.58
40%	112.49	112.06
50%	118.33	117.16



La capacidad de soporte de suelo sin agregado fue de 14.32 kg/cm² en ambas calicatas. Con agregado de 30% fue 38.34 kg/cm² en la calicata 1, y 39.58 kg/cm² en la calicata 2. Con agregado de 40% fue 112.49 kg/cm² en la calicata 1, y 112.06 kg/cm² en la calicata 2. Con agregado de 50% fue 118.33 kg/cm² en la calicata 1, y 117.16 kg/cm² en la calicata 2.

Respuesta al objetivo general

Determinar la dosificación óptima para la estabilización del suelo de la carretera del distrito de Jangas al caserío de Tara con adición del 30%, 40% y 50% de hormigón de río

La dosificación óptima para la estabilización del suelo de la carretera del distrito de Jangas al caserío de Tara consiste en utilizar 50% de hormigón de río.

IV. ANALISIS Y DISCUSIÓN

Con las conclusiones

Cañar (2017) concluyó que las mejores condiciones para su uso; que la adición de las cenizas de carbón influyó favorablemente en suelos expansivos como es el caso de la arcilla, formando una masa compacta y aumentando el grado de compactación y por lo tanto mejoró el CBR y la resistencia al corte. Que el uso de ceniza de carbón mejoró las propiedades físicas de suelos arcillosos y arenosos finos debido a que disminuyeron la humedad en las arcillas y aumentó la compacidad en los suelos arenosos, siempre en cuando se dosifiquen porcentajes considerables de cenizas de carbón.

Zuluaga (2015), llegó a la conclusión de que el uso de hidróxido de sodio en la arenilla sin adición de CC a temperaturas entre 40°C y 50°C incrementó la resistencia en un 257%, pero a temperaturas entre 20°C y 30°C, la resistencia se redujo un 62%, por lo que se recomienda solo usar hidróxido de sodio en suelos como la arenilla en condiciones de humedad superior a 95% y temperatura entre 40°C y 50°C.

Johnson, Solomon y Olukorede (2012), concluyeron que los resultados mostraron que la ceniza de cáscara de coco tuvo efecto sobre el límite de Atterberg, la compactación y la proporción de suelo California cojinete. Concluyeron además que la adición de ceniza de cáscara de coco aumentó el límite plástico, pero redujo el índice de plasticidad del suelo de laterita. El California Bearing Ratio de la pobreza de los suelos lateríticos también aumentó continuamente con la adición de ceniza de cáscara de coco.

Izarraras (2006), concluyó que la sílice coloidal demostró ser la sustancia más adecuada para la inyección de suelos susceptibles a la licuación, debido a su capacidad de penetrar en los suelos granulares finos, logrando con ello un alto grado de impregnación, la facilidad en el control del tiempo de gel, la rapidez de su reacción, su facilidad de obtención y su competitividad económica; además una pequeña cantidad de sílice coloidal incrementa significativamente la resistencia cíclica de las arenas. En el caso de las arenas sueltas, la adición de sílice coloidal reduce significativamente el potencial de movimiento y reorientación de las partículas del suelo.

A nivel nacional, Mamani y Yataco (2017), llegó a la conclusión de que la combinación arcilla-ceniza, respecto a los ensayos mecánicos de Corte Directo según la norma ASTM D3080, curado a 7 y 14 días logró incrementar los parámetros de resistencia al corte, tales como: esfuerzo al corte, ángulo de fricción interna y cohesión, demostrando así el eficiente uso de cenizas de madera de fondo.

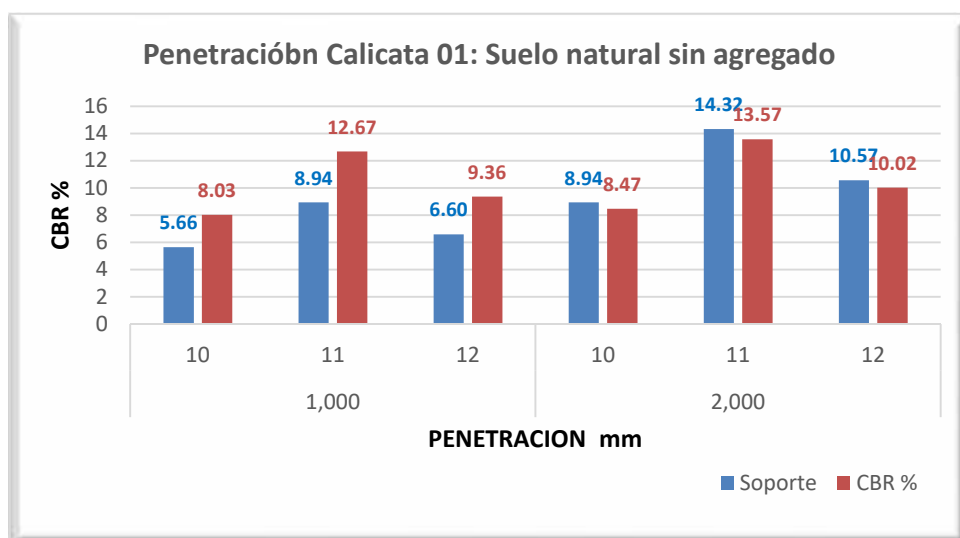
Pérez (2012), concluyó que las cenizas volantes trabajaron como aditivo inhibidor de las propiedades expansivas del material, pero requirió de la adición de porcentajes excesivos de ceniza de carbón, al menos en el caso de una arcilla expansiva, en promedio mayor a 20%.

Carrasco (2017), concluyó que sí es posible la estabilización de los suelos arcillosos adicionando cenizas de caña de azúcar.

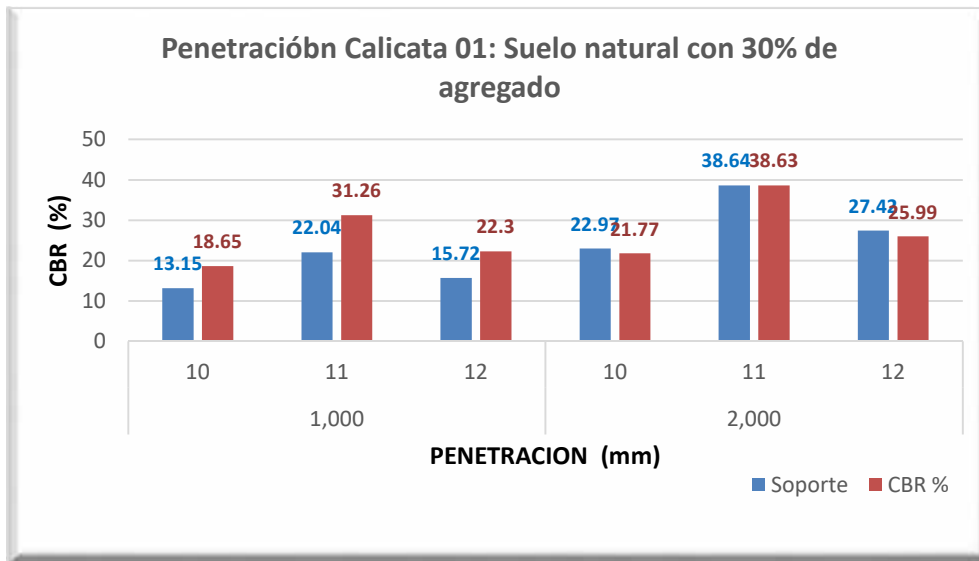
Vega (2017), concluyó que la calicata presentó un suelo con mezcla de arena arcillosa, se llevó a cabo el Proctor estándar con la graduación B, se logró un CBR Patrón al 100% de 21.10% y con la adición de ceniza de paja de trigo al 10% se logró un CBR al 100% de 20.2%, la segunda calicata presentó un suelo con mezcla de arena y limos, se trabajó con el Proctor estándar con la graduación B, en este caso se logró un CBR Patrón al 100% de 27.20%, y con la adición de ceniza de paja de trigo al 10% se logró un CBR al 100% de 26.7%.

De acuerdo a los resultados que hemos obtenido con los ensayos realizados en esta investigación tenemos los siguientes cuadros estadísticos que nos demuestran la variación del PROCTOR MODIFICADO y el CBR de acuerdo a los siguientes cuadros estadísticos:

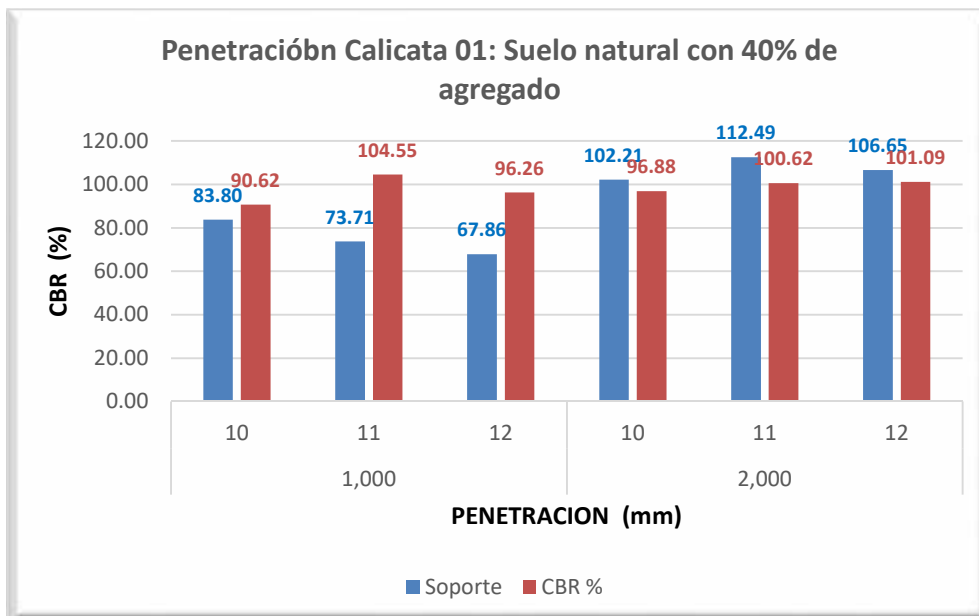
) Para un suelo natural sin adición de hormigón de río.



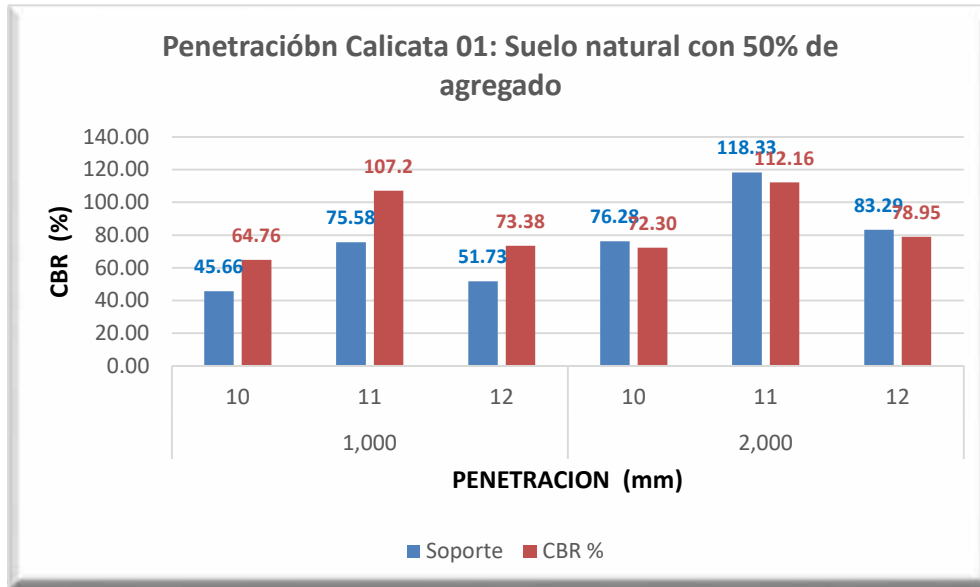
) Para un suelo con adición de 30% de hormigón de río.



) Para un suelo natural con adición del 40% de hormigón de río.



) Para un suelo natural con la adición de 50% de hormigón de río.



De tal forma que nos muestra que para obtener un resultado óptimo en este caso nuestro tema abordado será el empleo de la adición del hormigón de río en un 50% con el cual llegaremos a obtener resultados requeridos.

A nivel teórico

Mientras que Fonseca y Montejo (2006), manifiestan que el suelo arcilloso es por los siguientes minerales activos como la montmorillonita en grandes proporciones o aproximadamente nulas la clorita y la vermiculita. Este autor manifiesta que los suelos arcillosos pueden contribuir a las propiedades expansivas de los suelos, siempre en cuando se encuentren en cantidades considerables. Para Fonseca y Montejo (2006), su peso específico varía entre los límites de 2,60 a 2,75 gramos por centímetro cúbico. Mientras más espeso es el tramo es más sólido, asimismo, presenta alta firmeza a la erosión.

El suelo arcilloso es poroso y presenta, puede pasar del estado sólido al líquido, debido al incremento de agua en su interior, provoca una disminución bruscamente de las fuerzas de cohesión apareciendo una fluidez de sus partículas. Los suelos arcillosos tienen una cohesión alta que va desde 0,25 kg/cm² a 1,5 kg/cm² (Ruano, 2012).

V. CONCLUSIONES

Conclusión general

La dosificación del río óptima para la estabilización del suelo de la carretera del distrito de Jangas al caserío de Tara consiste en utilizar 50% de hormigón de río.

Conclusiones específicas

De acuerdo con los resultados del análisis de suelos realizado en laboratorio para los suelos de las dos calicatas dio como resultado SUCS SC, lo cual corresponde al grupo de suelo Arena arcillosa.

El tipo de material de agregado encontrado fue hormigón con contenido de 50% de agregado fino y 50% de agregado grueso

De acuerdo con el ensayo Proctor modificado en la calicata 1, la densidad máxima seca fue de 2.139 gr/cm³, y la humedad óptima fue de 10.2%. En la calicata 2, la densidad máxima seca fue de 2.144 gr/cm³, la humedad óptima fue de 9.9%. El promedio de la densidad de ambas calicatas fue de 2.1415 gr/cm³, y el promedio de humedad óptima fue de 10.05%

La capacidad de soporte del suelo natural sin agregado fue de 14.32 kg/cm² y un CBR de 13.57% (Calicata 1 y 2). La capacidad de soporte del suelo natural con 30% de agregado fue de 38.64 kg/cm² y un CBR de 38.63% (Calicata 1) y 39.58 kg/cm² y un CBR de 37.51% (Calicata 2). La capacidad de soporte del suelo natural con 40% de agregado fue de 112.49 kg/cm² y un CBR de 100.62% (Calicata 1), y 112.06 kg/cm² y un CBR de 107.07% (Calicata 2). La capacidad de soporte del suelo natural con 50% de agregado fue de 118.33 kg/cm² y un CBR de 112.16%., y 117.16 kg/cm² y un CBR de 111.05% (Calicata 2).

La capacidad de soporte de suelo sin agregado fue de 14.32 kg/cm² en ambas calicatas. Con agregado de 30% fue 38.34 kg/cm² en la calicata 1, y 39.58 kg/cm² en la calicata 2. Con agregado de 40% fue 112.49 kg/cm² en la calicata 1, y 112.06 kg/cm² en la calicata 2. Con agregado de 50% fue 118.33 kg/cm² en la calicata 1, y 117.16 kg/cm² en la calicata 2.

VI. RECOMENDACIONES

Recomendaciones generales

Se recomienda a la administración del proyecto que para lograr una óptima estabilización del suelo de la carretera del distrito de Jangas al caserío de Tara consiste deban utilizar 50% de hormigón de río.

Recomendaciones específicas

Se recomienda a la administración del proyecto que de acuerdo con los resultados del análisis de suelos realizado en laboratorio para los suelos de las dos calicatas dio como resultado SUCS SC, el suelo en donde se va a construir la carretera es del tipo suelo Arena arcillosa.

Se recomienda a la administración del proyecto que el material de agregado encontrado fue hormigón con contenido de 50% de agregado fino y 50% de agregado grueso, y que este material debe ser utilizado para la estabilización del suelo en la construcción de la vía.

Se recomienda a la administración del proyecto tener en cuenta y aplicar en los aspectos técnicos del diseño de la carretera las densidades encontrados, así como el porcentaje de humedad, no obstante, también se recomienda que la empresa ejecutora deba verificar estos datos técnicos de construcción de vías.

Se recomienda a la administración del proyecto tener en cuenta el presente estudio los resultados de capacidad de soporte del suelo sin y con agregado, con agregado se recomienda utilizar el de 50% debido a que demostró mejor capacidad de soporte.

Se recomienda a la administración del proyecto tener en cuenta la capacidad de soporte de suelo sin agregado y con agregado, y que para la construcción de la vía deben utilizar agregado de 50% fue 118.33 kg/cm² en la calicata 1, y 117.16 kg/cm² en la calicata 2 con la finalidad de logra una adecuada estabilización del suelo.

Se recomienda hacer la prueba de a abrasión.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M. y Luxan, C. (1995). *Aplicaciones de las cenizas activadas en el campo de la construcción*, Madrid.
- Berry, P. y David, R. (1993). *Mecánica de suelos*. Colombia: Editorial McGraw-Hill. 2-17 pp.
- Bowles, E. (1981). *Manual de Laboratorio de Suelos en Ingeniería Civil* (2° ed.). México 8, D. F., México: McGraw Hill Interamericana.
- Brady, N. C. y Weil, R. R. (2017). *The nature and properties of soils* (15th ed.). Columbus: Pearson.
- Braja, M. D. (1999). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*.
- Cañar, E. S. (2017). *Análisis comparativo de la resistencia al corte y estabilización de suelos arenosos finos y arcillosos combinadas con cenizas de carbón*. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato – Ecuador.
- Carrasco, D. A. (2017). *Estabilización de los suelos arcillosos adicionando ceniza de caña de azúcar en el tramo de moro a Virahuanca en el distrito de Moro, provincia del Santa*. Tesis de grado. Universidad César Vallejo. Perú.
- Céspedes, M. (2003). *Resistencia a la compresión del concreto a partir de la velocidad de pulsión de ultrasonido* (Tesis de Pregrado). Universidad de Piura. Piura –Perú.
- Copado, J. A. (2011). *Estabilización de un suelo arcilloso con cal Hidratada, para ser utilizada como capa subrasante de pavimentos en la colonia san Juan Capistrano de ciudad obregón SON*. Ciudad obregón, Sonora, 01, 12,2011.

- Crespo, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. 5 ed. Ciudad de México, México, Limusa. 650 p.
- Crespo, C. (2005). *Mecánica de suelos y cimentaciones*. 5a ed. México: Limusa, 650 p.
- Crespo, C. (2007). *Vías de comunicación* (4ta ed.). México D.F.: Editorial Limusa S.A. de C.V.
- Fernández, L. C. (1982). *Mejoramiento y estabilización de los suelos*. Editorial Limusa. México. Guías técnicas de estabilización de suelos con cemento (IECA).
- Fonseca, P. y Montejo, P. (2006). *Ingeniería de Pavimentos*, Bogotá: Stella Valbuena García.
- Graux, D. (1975). *Fundamentos de mecánica de suelos, proyecto de muros y cimentaciones*. 2a. ed. Barcelona: Deposito Legal B. 1975. 417p. citado de: <https://books.google.com.pe/books?id=96EEoaVynI4C&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>. ISBN: 84-7146-022-X.
- Herrera, J. (2007). *Diseño de exploraciones de cantera*, Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Hernández, R.; Fernández, C. Baptista, P. (2010). *Fundamentos de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education.
- Juárez E. (2010). *Mecánica de suelos I: Fundamentos de la mecánica de suelos*. México: Limusa.
- Kramer, S.; Stewart, J. (2004). *Geotechnical Aspects of Seismic Hazards*. En BOZORGNIA, Y.; V. BERTERO, eds. *Earthquake Engineering: From*

Engineering Seismology to Performance-Based Engineering. London.
Taylor and Francis Group.

Lujerio, L. y. (2018). *Efecto de la adición de un 4% de cemento y 1% de ceniza de bagazo de caña de azúcar en la estabilización de los suelos en la carretera de Cantú-Huaraz*. Universidad San Pedro. Huaraz.

Mamani, L. E. y Yataco, A. J. (2017). *Estabilización de suelos arcillosos aplicando ceniza de madera de fondo, producto de ladrilleras artesanales en Ayacucho*. Tesis de grado. Universidad San Martín de Porres de Lima – Perú.

Mendoza L., M. (1992). *Enfoques recientes en la compactación de suelos* (Vol. pt 33). Queretaro: IMT.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2014). *Manual de Ensayos de Materiales para Carreteras (EM 2000)*. Lima, Perú.: Agora Ediciones.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Dirección general de Caminos y Ferrocarriles. (2014). *Manual de Suelos, Geología, Geotécnica y Pavimentos, Sección Suelos y Pavimentos*. Lima, Perú. DC: Autor.

Montejo, A. (2006). *Ingeniería de pavimentos*. 3 ed. Bogotá: Universidad Católica de Colombia, 2006. 2v.

Morales, D. (2015). *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas*, Medellín, 2015.

MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Perú). 2014. *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos. Sección Suelos y*

Pavimentos. R.D. No. 10 – 2014 – MTC/14. Lima, Perú, MTC. abr. 2014.
301 p.

Neville, A. (1999). *Tecnología del concreto*. IMCYC, México, p. 163.

Nicholas J., G., & Lester A., H. (2005). *Ingeniería de Transito y Carreteras* (3ra ed.). México: Thomson Editores S.A. de C.V.

Núñez, D. (2016). *Elección y Dosificación del Conglomerante en Estabilización de suelos*, Obregón Sonora.

Ordoñez H., A., & Minaya G., S. (2001). *CBR de subrasantes arenosas y limo-arcillosas*. Lima: UNI.

Pérez, E. (2010). *Estabilización de suelos para pavimentos utilizando: arena, limo y arcilla con ceniza de cáscara de arroz y cal*. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia: instituto de investigaciones tecnológicas (IIT) de la universidad Autónoma Gabriel René Moreno.

Pérez, J. y Ribero, R. (2008). *Evaluación de la Capacidad cementante de la Ceniza de Caña y Ceniza Volante para Suelos Granulares Limpios*. Bucaramanga. Colombia.

Pérez, R. C. (2012). *Estabilización de suelos arcillosos con cenizas de carbón aplicada como subrasante mejorada y/o sub base de pavimentos*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

Rico, A; Del Castillo, H. (2005). *La Ingeniería de Suelos en las vías Terrestres: Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas*. Ciudad de México, México, Limusa. v. 2, 644 p.

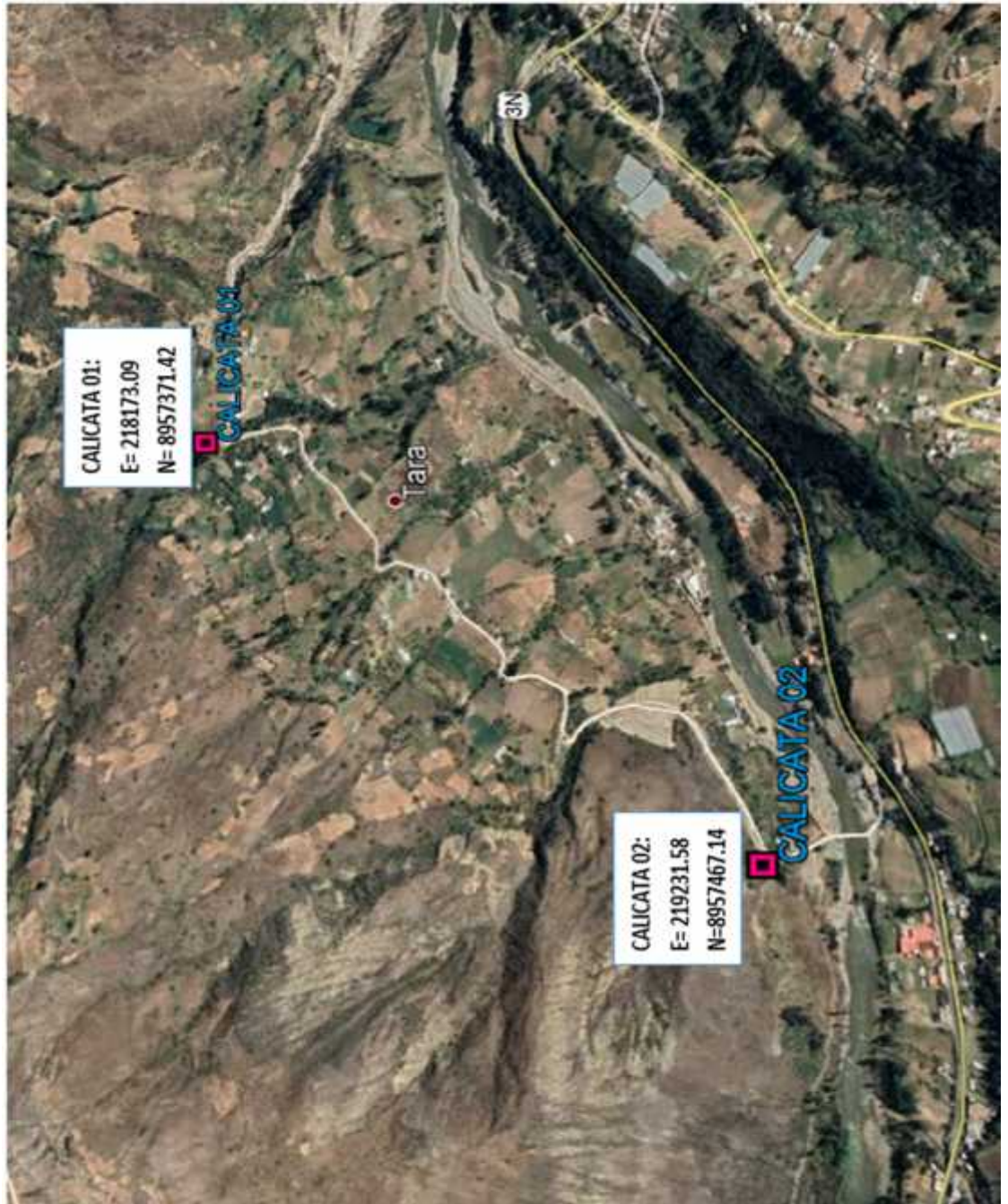
Rivva, E (1992). *Diseño de Mezcla*, Editorial ICG. Lima Perú.

- Ruano, D. (2012). *Estabilización de Suelos Cohesivos por Medio de Arenas Volcánicas y Cal Viva*, Guatemala. 216pp.
- Sowers, G. B; y Sowers, G. F. (1990). *Introducción a la mecánica de suelos y cimentaciones*. México: Limusa. 677 p.
- Terzaghi, K; Peck, R. B. (1978). *Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica*. 2 ed. Moretto, O (trad.). Barcelona, España, El Ateneo. 722 p.
- Thenoux, & Carrillo, H. (2002). *Estudio para la utilización de cenizas provenientes de la caldera cogeneradora petropower en la estabilización de suelos*.
- Vega, A. G. (2017). *Estabilización de suelos con adición de ceniza de paja de trigo al 10% carretera Macashca tramo Pariac alto provincia de Huaraz - 2017*. Tesis de grado. Universidad San Pedro filial Huaraz.
- Zuluaga, D. (2015). *Valoración de las cenizas de carbón para la estabilización de suelos mediante activación alcalina y su uso en vías no pavimentadas*. Tesis de grado. Universidad de Medellín, Colombia.

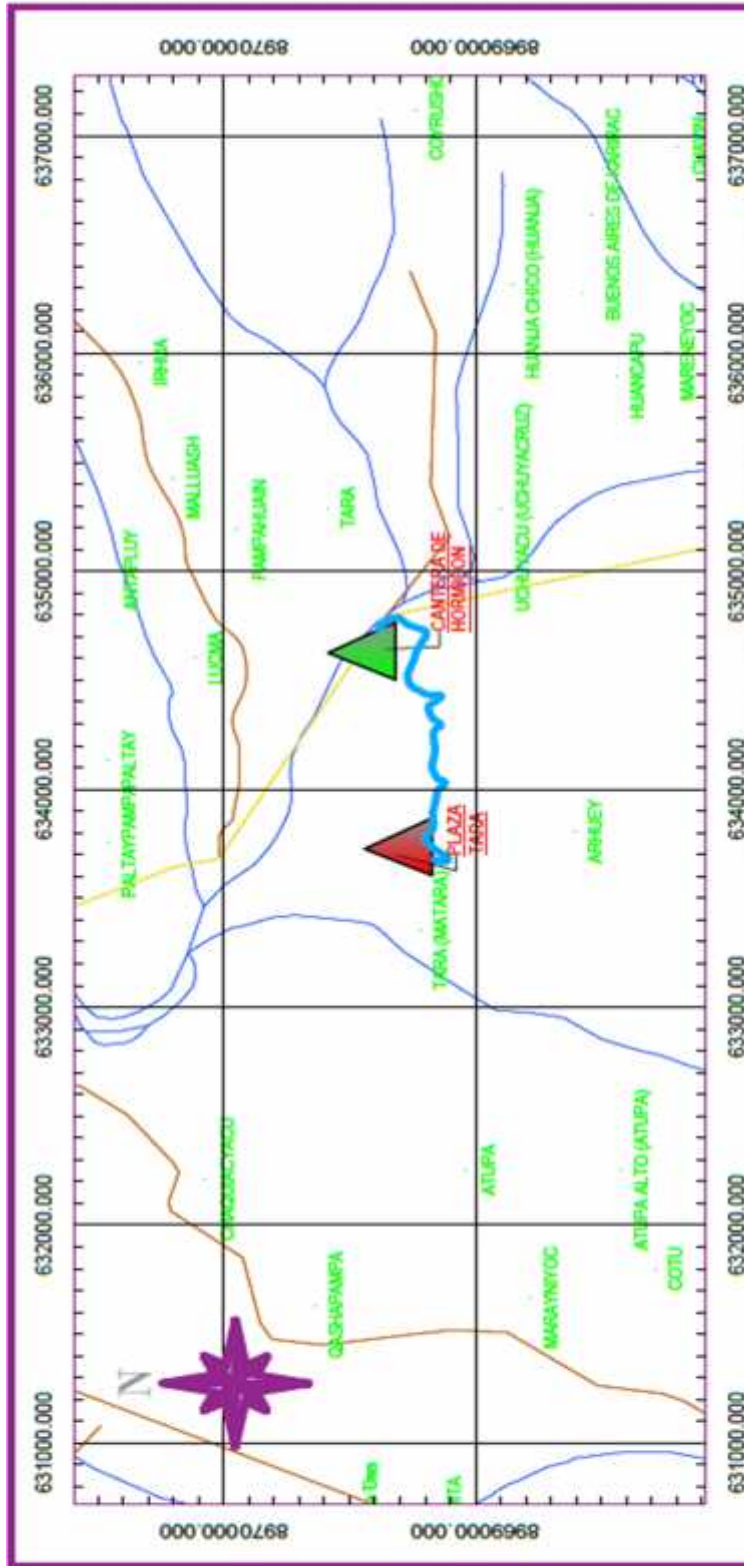
VIII. ANEXOS

ANEXO 01

PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS



Fuente: elaboración propia



PLANO DE UBICACION DE CANTERA DE HORMIGON DE RIO
Escala: 1:25000



Observaciones:	Proyecto:	UBICACION	Especialidad:	GERENCIALES
	Revisión:	Departamento:	Título:	PLANO DE CANTERA
Fecha de revisión:	Elaborado:	Proyecto:	Proyectado/ Ejecutado:	BACH, JUAN CURVA OMAZ
		Ubicación:	Estado:	INDICADA
		Departamento:	Fecha:	2020
		Provincia:		
		Districto:		
		Localidad:		

PC-01

ANEXO 02

PANEL FOTOGRÁFICO

Extracción del material de suelo natural de la carretera del caserío de Tara (calicatas)



Figura 1. Extracción del material de suelo natural



Figura 2. Fotos de muestra de calicata 1 y 2



Figura 3. Fotos de tamizado de la muestra de suelo de las calicatas 1 y 2



Figura 4. Fotos de lavado de muestra para determinar el módulo de fineza



Figura 5. Fotos de determinación de la granulometría mediante tamizado



Figura 6. Preparación de la muestra de Proctor modificado



Figura 7. Fotos de instrumento, muestra para ensayo y ejecución del Proctor modificado



Figura 8. Fotos de enrase de la muestra ensayada del Proctor modificado y adición de porcentaje de agua por cada ensayo de la muestra

Adición de 30, 40 y 50 por ciento de hormigón de río con la muestra de suelo

**Mezcla de suelo natural con
hormigón de río**

**Muestra de suelo adicionado con
hormigón de río más agua**



Figura 9. Fotos de mezcla de suelo natural y suelo adicionado ambos con hormigón de río

Obtención del peso de la muestra ensayada para CBR para cálculo del grado de penetración de la humedad



Figura 10. Fotos de mezcla de peso de muestra ensayada y modelos de muestras ensayadas a ser sumergidas



Figura 11. Muestras retiradas de la cámara de curado de concreto después de tres días de sumergido



Figura 12. Fotos de ensayo CBR y peso de la muestra para obtención del grado de humedad



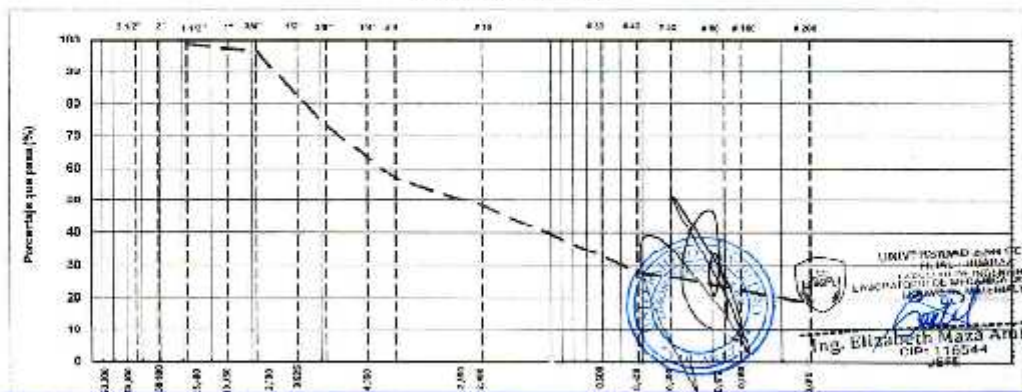
Figura 12. Horno para determinación de humedades del suelo

ANEXO 03 RESULTADOS DE LABORATORIO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA AASHTO T-27, ASTM D422, NTC E 204)									
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS									
TESIS :	"Dosisación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de								
SOLICITA :	Hormigón de Río en la Carretera Jaén - Caserio de Yara"								
ELEMENTO :	Suelo								
CANTERA :							HECHO POR :	LAR USP	
PROG.(KM.) :							ING. RESP. :	E.M.A	
							FECHA :	00 de 15	
DATOS DE LA MUESTRA									
CALICATA :	1,0			TAMAÑO MÁXIMO :	2 1/2"				
UN. PÉTRA :	01			PESO INICIAL :	60 806,0 g				
CM :				FRACCIÓN LAVADA SECA :	30 630,0				
PROFUND. :	1,0 m								
TAMIZ	ASHTO (T)	PESO PASADO	RETENIDO	RETENIDO ASUMADO	RETENIDO N. GR. PASA	PERCENTAJES PASO	FORMULA DE TRABAJO	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3.00"	90.50								
2"	75.00								
2.00"	90.00	0.0	0.0	0.0	0.0			% Peso Piedra:	43.3%
2"	50.00	0.0	1.2	1.2	0.8			% Peso arena:	56.7%
1.18"	30.10	0.0	0.4	1.6	0.4			Límite Líquido (LL):	32.7%
1"	25.40	0.0	1.4	3.0	0.7			Límite Plástico (LP):	21.7%
0.85"	10.00	0.0	0.7	3.6	0.5			Índice Plasticidad (IP):	11.0%
0.75"	2.70	0.0	14.5	18.1	8.9			Clasificación(SUCS):	SC
0.6"	0.25	0.0	8.7	26.8	73.2			Clasificación(AASHTO):	A-2-6 (0)
0.425"	0.075	0.0	10.9	37.7	62.3			% Humedad:	6.2%
0.4"	4.75	0.0	5.8	43.5	56.7			OBSERVACIONES :	
0.30"	2.00	0.0	6.2	51.5	48.5				
0.25"	1.18	0.0	5.9	57.4	42.6				
0.20"	0.60	0.0	6.1	65.5	34.5				
0.15"	0.25	0.0	3.5	69.0	31.0				
0.125"	0.075	0.0	2.9	71.9	28.2				
0.10"	0.075	0.0	2.9	74.4	25.6				
0.075"	0.075	0.0	1.6	75.8	24.2				
0.063"	0.063	0.0	3.0	78.7	21.3				
0.050"	0.075	0.0	2.7	81.4	18.6				
FRACCIÓN TOTAL		30 630,0							

CURVA GRANULOMÉTRICA



RECTORADO: Av. José Pardo 104 Chimbote / Perú Telf: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Biológicas 421 Telf: (043) 483810
Nuevo Chimbote Av. Pacífico y Anchoyeta Telf: (043) 483800 / San Luis Telf: (043) 483828
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Talcahuano - 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA AASHTO T-80, T-90, ASTM D-4318)

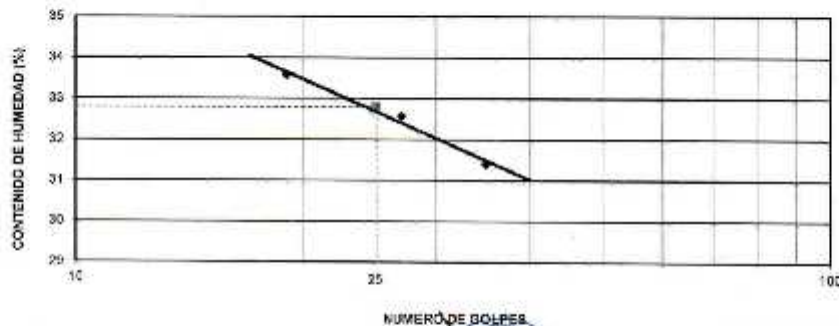
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jungas - Caserio de Tani"		
SOLICITA:	Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA	05/12/2019
		FORMATO	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	: N° 01
MUESTRA	: N° 01 SUELOS
PROF. (m)	: 11,50

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		30	24	18
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	52,20	51,20	51,75
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	45,70	45,20	45,05
PESO DE AGUA	(g)	6,50	6,00	6,10
PESO DEL TARRO	(g)	26,34	26,78	26,22
PESO DEL SUELO SECO	(g)	19,36	18,42	18,41
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	33,37	32,67	31,36
NUMERO DE GOLPES		18	27	35

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		33	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31,18	31,71	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	30,24	30,64	
PESO DE AGUA	(g)	0,92	0,87	
PESO DEL TARRO	(g)	26,00	26,80	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4,24	3,84	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	21,70	21,88	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	32,79
LIMITE PLASTICO	21,78
INDICE DE PLASTICIDAD	11,01



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FILIAL - HUARAZ
ESCUELA DE INGENIERIA
LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS Y
LEONARDO QUISPE ANAYA DE SUELOS Y
LEONARDO QUISPE ANAYA DE SUELOS Y
LEONARDO QUISPE ANAYA DE SUELOS Y
Ing. Efraim Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
 Nuevo Chimbote Av. Pacífico y Anclóveta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
 OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espirar - Teléfono.: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
AASHTO - T-180-D

PROYECTO : "Desificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Lara"
Informe N°: LAB-DIC-2019

SOLICITA : Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano
Fecha : 04/11/2019

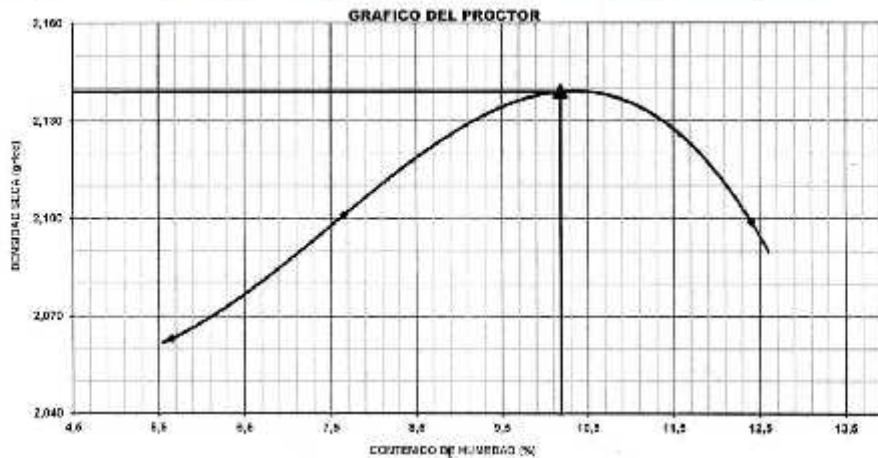
MATERIAL : SUELO NATURAL
Realizado por :

CALICATA : Nº 01
Revisado por :

UBICACIÓN : 0
Certificado N°: USP LAB.

Golpes / Capas : 95 Peso de martillo : 4,54 Altura de Molde (cm) : 1,70
Número de Capas : 5 Diámetro de Molde (cm) : 15,2 Volumen de molde (cm³) : 2092,00

MÉTODO : "A"				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	PESO DEL MOLDE (gr) :			
2092,00	1	2	3	4
NÚMERO DE ENSAYOS	B184			
PESO SUELO + MOLDE (gr)	13614,00	15773,00	13674,70	13876,00
PESO DEL MOLDE (gr)	6184,00	6184,00	6184,00	6184,00
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4430,00	4596,00	4700,00	4795,00
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2,139	2,281	2,357	2,360
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,063	2,131	2,139	2,066
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE Nro.	52	47	26	7
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	328,40	119,70	303,40	90,50
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	259,70	104,70	259,20	80,20
PESO DE LA TARA (gr)	70,30	18,00	39,40	10,30
PESO DE AGUA (gr)	68,70	15,00	75,30	80,30
PESO DE SUELO SECO (gr)	119,70	175,70	791,40	647,50
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5,65	7,36	10,19	13,60
PESO VOLUMÉTRICO SECO	2,063	2,101	2,139	2,066
DENSIDAD MÁXIMA SECA :	2,139	gr/cc		HUMEDAD ÓPTIMA :
				10,2



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CIVIL - HUAYAZ
ESCUELA DE INGENIERIA
ANEXO DE LA OFICINA DE MUESTREO
DE MUESTRAS DE SUELOS

[Signature]
Ing. Elizabeth Maxa Ambrósio
DIP: 11864*
JEPF



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

PROYECTO: *Definición Óptima para la Estabilización del Suelo con 20%, 40% y 50% de Formigón de Rúa en la Carretera Jumbay - Caserio de Tana* Informe N°: LAG-DIC-0010
 SOLICITA: Ruch. Cueva Díaz, Juan Emiliano Fecha: 06/15/2016
 MATRIZ: SUELO NATURAL Realizado por:
 CALICATA: N° 01 Revisado por:
 UBICACIÓN: 0 Certificado N°: USP/LAB

	11		12		10	
	56		25		12	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	11		12		10	
N° Ceros	5		5		5	
Go pes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12756	12823	12547	12727	12625	12815
Peso de molde (gr)	7051	7001	7072	7072	6971	7071
Peso del suelo húmedo (gr)	4906	4822	4675	4755	4654	4744
Volumen de molde (cm ³)	2037	2037	2010	2015	2041	2041
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,386	2,369	2,329	2,360	2,250	2,280
Humedad (%)	10,37	11,12	11,36	11,22	10,50	11,80
Densidad seca (gr/cm ³)	2,157	2,151	2,077	2,122	2,061	2,048
Tamo N°	30	2	44	20	13	10
Tamo + Suelo húmedo (gr)	1029,1	973,6	1039,4	994,7	1068,0	1008,6
Tamo + Suelo seco (gr)	947,8	892,8	949,4	911,0	961,5	917,7
Peso del Agua (gr)	81,30	80,80	91,02	83,70	85,50	90,90
Peso del tamo (gr)	143,30	165,20	169,00	162,30	165,00	159,40
Peso del suelo seco (gr)	704,5	727,4	778,1	748,7	816,0	748,3
Humedad (%)	10,37	11,12	11,62	11,22	10,60	11,90
Promedio de Humedad (%)	10,37	11,12	11,62	11,22	10,60	11,80

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAM.	EXPANSION		DIAM.	EXPANSION		DIAM.	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA STAND. (kg/cm ²)	MOLDE N° 11			MOLDE N° 12			MOLDE N° 10		
		Lectura (mm)	Carga Ensayo (kg)	CBR (%)	Lectura (mm)	Carga Ensayo (kg)	CBR (%)	Lectura (mm)	Carga Ensayo (kg)	CBR (%)
0,500	0	0,0	0,00		0	0,0	0,00	0	0,0	0,00
0,252	15	73,3	3,79		15	54,2	3,02	9	45,1	2,26
0,500	20	109,9	5,60		16	96,4	4,49	13	24,3	3,32
0,752	30	141,3	7,30		25	109,5	5,96	17	62,4	4,22
1,000	40	172,0	9,95	12,67	26	127,7	6,90	23	105,9	5,66
1,500	50	211,0	11,93		30	163,4	8,70	29	126,7	7,08
2,000	60	277,7	14,32	18,27	35	204,7	10,67	32	173,0	8,97
2,500	70	322,4	16,05		41	233,8	12,21	40	200,1	10,34
3,000	80	375,0	18,57		47	265,0		46		
3,500	90	421,0	21,27		53	325,0		52		
4,000	100	469,4	23,28		57	444,0	22,92	57		

Ing. Ruth Maza Ambrósio
 LABORATORIO DE SUELOS Y GEOTECNIA

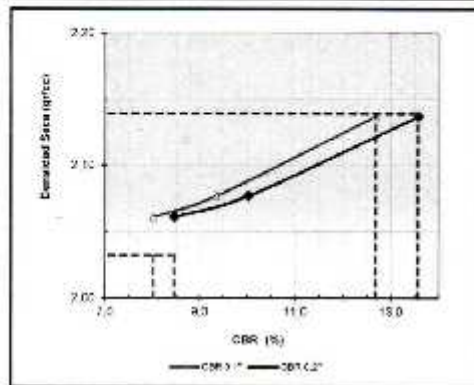


USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO	"Dotificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de	Informe N°:	LAB-DIC-2019
	Domimon de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara'	Fecha:	06-03-19
SOLICITA	Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano	Realizado por:	
MATERIAL	: SUELO NATURAL	Revisado por:	
CALICATA	: N° 01	Certificado N°:	USP LAB
UBICACION	0		

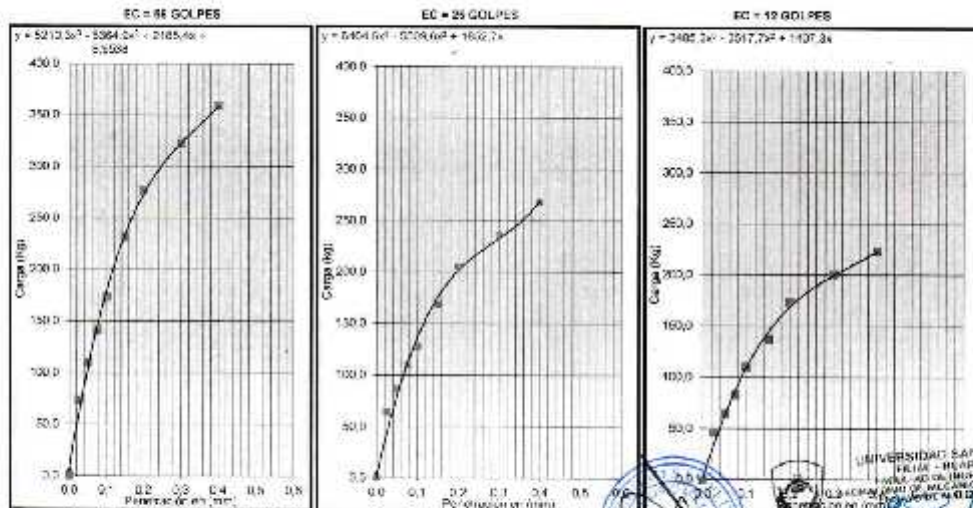
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.7	0.2"	10.8
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	8.0	0.2"	8.5

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2,139 g/cm³
Optimo Humedad	13,19 %

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
CAMPUS DE CHIMBOTE - SAN LUIS Y
NUEVO CHIMBOTE
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEFF

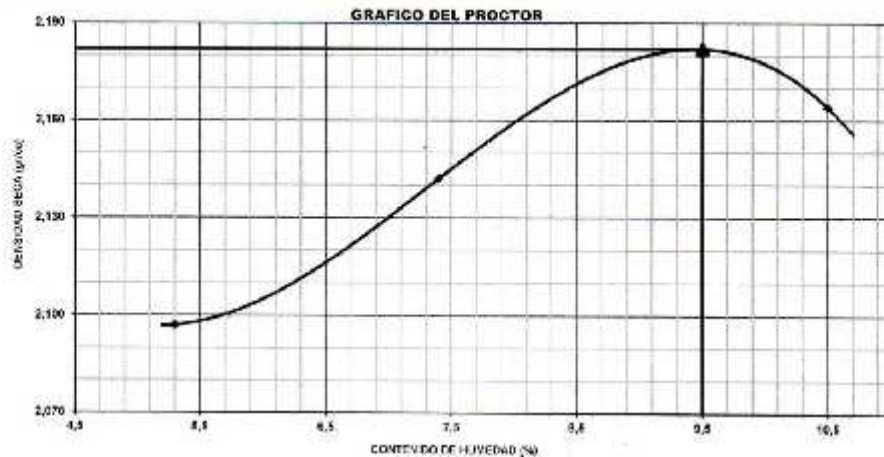


ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
AASHTO - T-180-D

PROYECTO : "Dosisación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tara" Informe N°: LAB-DIC-2019
SOLICITA : **Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano** Fecha: 04/11/2019
MATERIA : SUELO 75% HORMIGÓN 25% Realizado por:
CALICATA : N° 01 Revisado por:
UBICACION : 0 Certificado N°: USP LAB

Capas / Capas: 56 Peso de muestra: 4,24 Altura de Molde (cm): 11,70
Número de Capas: 5 Diámetro de Molde (cm): 15,2 Volumen de molde (cm³): 2032,00

MÉTODO "A"						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2032,00	PESO DEL MOLDE (gr.) :				6164
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10673,00	10659,00	11043,00	11342,00		
PESO DEL MOLDE (gr)	6164,00	6164,00	6164,00	6164,00		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4489,00	4495,00	4879,00	4858,00		
DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	2,208	2,201	2,290	2,391		
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	2,097	2,142	2,182	2,164		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Moisture (gr)	47	10	28	13		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1217,00	1205,00	955,20	954,80		
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1162,00	1195,00	927,20	941,80		
PESO DE LA TARA (gr)	100,00	100,40	100,40	100,50		
PESO DE AGUA (gr)	55,20	50,40	52,10	55,50		
PESO DE SUELO SECO (gr)	1039,80	1094,60	826,80	841,30		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5,32	4,60	6,32	6,60		
PESO VOLUMÉTRICO SECO	2,097	2,142	2,182	2,164		
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2,182	gr/cc		HUMEDAD ÓPTIMA:	6,5	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE SUELOS Y
VIA SUELO-ESTRUCTURAS
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116044
JEFE



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1583, AASHTO T-193

PROYECTO: Optimización Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de
Hormigón de Rio en la Carretera Jangas - Caserio de Yau
Informe N°: LAB-010-2019
SOLICITA: Baez, Cueva Díaz, Juan Emiliano
Fecha: 04/12/2019
MATERIAL: SUELO 70% HORMIGÓN 30%
Realizado por:
CALICATA: N° 11
Revisado por:
UBICACIÓN: 0
Certificado N°: USP LAB.

Molde N°	10		2		10	
	5	66	5	26	5	12
N° Capa	56		26		12	
Golpes por capa N°	56		26		12	
Cont. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12549	12341	12711	12772	12908	12548
Peso de molde (gr)	7971	7971	7975	7975	7972	7972
Peso del suelo húmedo (gr)	4978	4060	4738	4797	4934	4574
Volumen del molde (cm ³)	2041	2041	2050	2050	2013	2016
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2.390	2.430	2.310	2.340	2.250	2.270
Humedad (%)	9.41	10.43	9.59	10.72	9.30	10.50
Densidad seca (gr/cm ³)	2.184	2.200	2.109	2.113	2.050	2.052
Tamo N°	34	9	31	22	17	23
Tamo + Suelo húmedo (gr)	1040.2	1118.0	1078.1	1038.5	1116.5	989.8
Tamo + Suelo seco (gr)	984.8	1021.0	998.5	964.0	1036.5	907.1
Peso del Agua (gr)	75.30	98.00	79.60	84.50	81.00	75.90
Peso del tamo (gr)	161.50	157.30	163.30	155.40	164.50	165.90
Peso del suelo seco (gr)	820.1	863.7	835.2	788.6	871.0	740.6
Humedad (%)	9.41	10.43	9.59	10.72	9.30	10.90
Promedio de Humedad (%)	9.41	10.43	9.59	10.72	9.30	10.70

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 10			MOLDE N° 2			MOLDE N° 10					
		Lectura (kg/cm ²)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura (kg/cm ²)	Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %	Lectura (kg/cm ²)	Carga Ensayo kg/cm ²	CBR %			
0.300	9	0.2	0.20		0	2.0	2.00	0	0.0	0.00			
0.352	22	126.2	5.44		10	77.8	4.00	11	85.2	3.86			
0.500	47	213.7	11.04		30	182.0	2.00	27	127.7	6.60			
0.752	87	313.3	16.10		57	240.9	12.44	43	200.1	14.34			
1.300	172.00	32	405.5	22.04	95	304.3	5.00	22.00	55	250.5	13.16	18.66	
1.500		131	812.1	31.63	04	411.0	21.27	14	380.0	19.66			
2.200	101.9	161	747.9	30.64	38.63	188	323.0	32.40	35.69	67	546.8	22.07	21.27
2.500		190	874.7	45.10		140							
3.000		215	979.7	50.57		164							
3.257		233	1124.3	51.72		200							
5.000		390	1358.5	59.22		350							

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
LABORATORIO DE CALIFICATA DE SUELO
Ing. Elizabeth Masa Ambrósio
CIP 10334

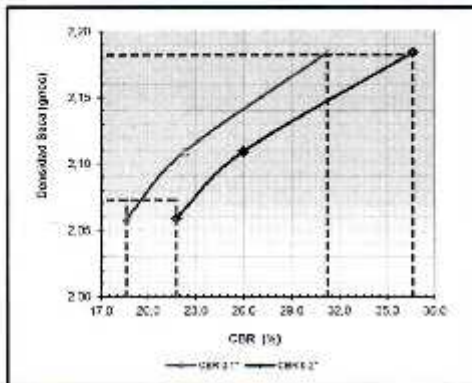


USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO	Dotificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jaenas - Caserio de Tana'	Informe N°:	LAG-DIC-2019
SOLICITA	Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano	Fecha:	08-06-19
MATERIAL	SUELO 70% HORMIGÓN 30%	Realizado por:	
CALICATA	N° 01	Revisado por:	
IRRADIACIÓN	0	Certificado N°:	USP-LAB.

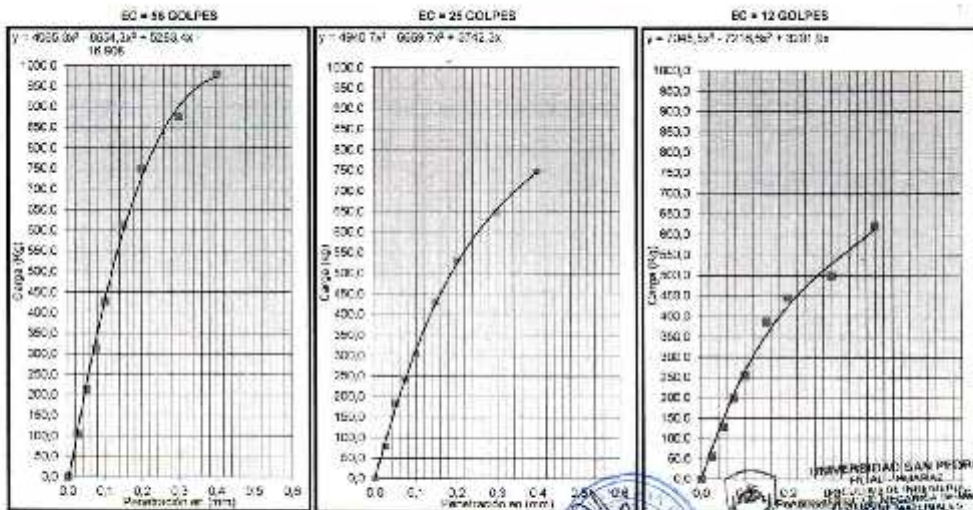
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



G.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1'	21.0	0.2'	38.8
G.R. AL 20% DE M.D.S. (%)	0.1'	18.6	0.2'	21.8

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.182 g/cm³
Óptima Humedad	8.50 %

OBSERVACIONES:



Ing. Elizabeth Maxa Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

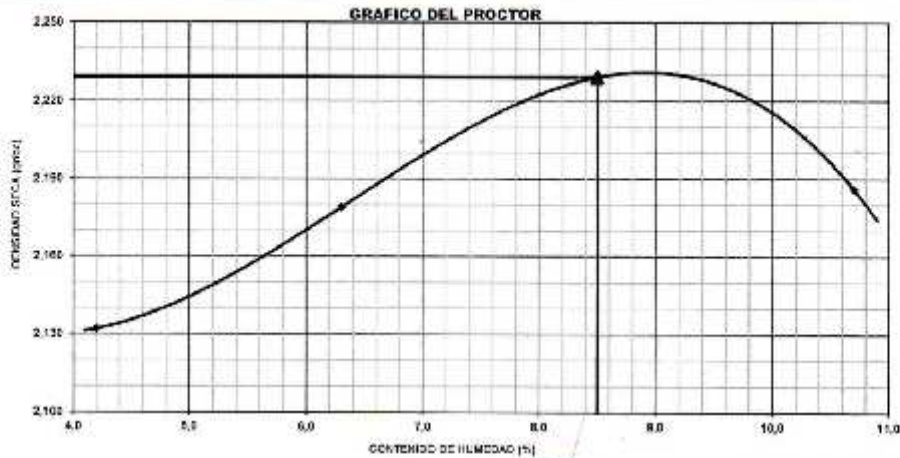
RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483617 / 483201 - Av. Bolognesi 424 Telf.: (043) 483810
 Nuevo Chimbote Av. Pacífico y Anchovela Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono: 043 345849 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
AASHTO - T-180-D

PROYECTO : "Densificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Casco de Tarma" Informe N° : LAB-CIC-2018
 SOLICITA : Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano Fecha : 04/11/2018
 MATERIAL : SUELO 60% HORMIGÓN 40% Realizado por :
 CALICATA : N° 01 Revisado por :
 UBICACIÓN : 2 Certificado N° : USP-LAB

Golpes / Capas: 25 Peso de martillo: 4.0kg Altura de caída (cm): 11.70
 Número de Capas: 5 Diámetro de Molde (cm): 15.2 Volumen de molde (cm³): 2032.00

MÉTODO "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³):	2032.00		PESO DEL MOLDE (gr): 6184		
NÚMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10985.00	11840.00	11785.00	11102.00	
PESO DEL MOLDE (gr):	5184.00	6184.00	6184.00	6184.00	
PESO SUELO HÚMEDO COMPACTADO (gr)	4614.00	4795.00	4914.00	4916.00	
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	2.291	2.215	2.410	2.420	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.132	2.179	2.226	2.198	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
MO-CIPLEN (No)	15	17	21	23	
PESO SUELO HÚMEDO + TARA (gr)	1057.40	927.00	839.70	877.20	
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1002.20	882.00	809.70	808.60	
PESO DE LA TARA (gr)	196.10	189.90	157.40	168.20	
PESO DE AGUA (gr)	35.20	45.00	65.20	68.60	
PESO DE SUELO SECO (gr)	806.10	712.10	711.30	642.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	4.30	6.30	9.10	10.70	
PROYECTO MODIFICADO	2.132	2.179	2.229	2.186	
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2.229	gr/cm ³		HUMEDAD ÓPTIMA:	6.5



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 ELITE - HIRATA
 LABORATORIO INGENIERÍA DE LOS SUELOS
 LICENCIADO EN INGENIERÍA DE LOS SUELOS
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JCFE



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1583, AASHTO T-193

PROYECTO: Distribución Óptima para la Estabilización del Suelo con 3%, 10% y 30% de Humingón de Rio en la Carretera Jergas - Caserío de Yari Informe N°: LAB-003-2013
 SOLICITA: Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano Fecha: 04/10/2013
 MATERIAL: SUELO 98% HORMIGÓN 40% Realizado por:
 CALICATA: N° 01 Realizado por:
 UBICACIÓN: 0 Certificado N°: USP LAB.

Molde N°	11		12		10	
	5		5		5	
N° Golpes	65		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12591	12972	12707	12768	12584	12345
Peso de molde (gr)	7981	7651	7972	7672	7571	7371
Peso de suelo húmedo (gr)	4610	5311	4735	4796	4913	4974
Volumen del molde (cm ³)	2337	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,425	2,607	2,350	2,380	2,390	2,443
Humedad (%)	8,40	9,70	8,60	9,00	8,00	8,60
Densidad seca (gr/cm ³)	2,232	2,376	2,164	2,156	2,363	2,265
Molde N°	12		20		11	
Tara + Suelo húmedo (gr)	750,9	893,1	795,1	691,7	707,1	716,1
Tara + Suelo seco (gr)	705,7	546,7	705,5	644,9	715,4	676,0
Peso de Agua (gr)	45,20	46,40	46,60	45,80	47,70	49,10
Peso de tara (gr)	137,90	109,40	167,50	167,90	158,20	159,00
Peso de suelo seco (gr)	301,1	477,3	543,7	477,6	561,2	501,0
Humedad (%)	8,40	9,70	8,60	9,60	8,50	9,50
Promedio de Humedad (%)	8,40	9,70	8,60	9,50	8,50	9,50

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				

PENETRACION

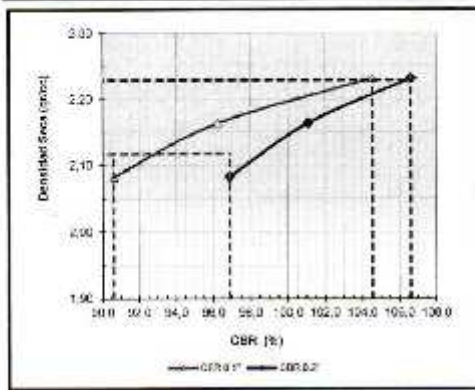
PENETRACION (mm)	CARGA STAND. (kg/cm ²)	MOLDE N° 11				MOLDE N° 12				MOLDE N° 10			
		Lectura Diagonal	Carga Ensayo (kg)	CBR (%)		Lectura Diagonal	Carga Ensayo (kg)	CBR (%)		Lectura Diagonal (mm)	Carga Ensayo (kg)	CBR (%)	
0.100	0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		0	0.0	0.00		
0.250	58	288.0	15.07		10	188.0	8.47		10	31.4	4.70		
0.500	181	734.4	37.94		130	630.2	32.58		171	551.3	28.39		
0.750	370	1468.8	75.91		140	871.2	54.07		150	594.0	30.89		
1.000	550	2153.2	114.45		200	1215.0	67.60	60.30	200	1238.7	63.69	65.62	
1.500	825	3230.0	171.68		300	1754.7	98.67		270	1245.3	65.43		
2.000	1100	4306.4	228.91		380	2094.3	109.69	123.60	430	1574.4	82.27	87.93	
2.500	1375	5382.8	286.14		470	2822.2	149.58		491	1678.0	89.00	94.00	
3.000	1650	6459.2	343.37		520	3234.3	175.70		511	1688.0	90.00	95.00	
3.500	1925	7535.6	400.60		590	3854.4	204.47		570	1698.0	91.00	96.00	
4.000	2200	8612.0	457.83		660	4474.5	233.24		650	1708.0	92.00	97.00	

Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CUI: 118544

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO:	Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Herrigos de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tana.	Informe N°:	LAB-DIC-2019
SOLICITA:	Hach. Cueva Díaz, Juan Emiliano	Fecha:	09-dic-19
MATERIAL:	SUELO 60% HORMIGÓN 40%	Realizado por:	
ALICATA:	N° 01	Revisado por:	
UBICACIÓN:	0	Certificado N°:	USP LAB

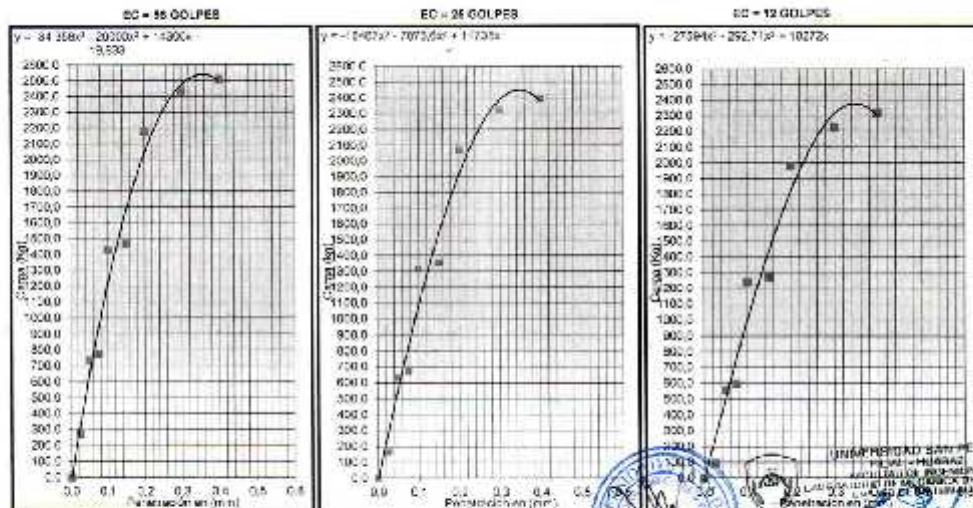
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 10% DE M.O.S. (S)	q.1:	134.5	q.2:	106.8
C.B.R. AL 95% DE M.O.S. (S)	q.1:	86.6	q.2:	85.8

Datos del Proceso	
Densidad Seca	2,229 gr/cc
Optimo Humedad	8,53 %

OBSERVACIONES:




 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 116544
 JEFE

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
AASHTO - T-180-D

PROYECTO : "Dosisación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hecmigon de Rio en la Carretera Jangas - Caserio de Tara" **Informe N°:** LAB-DC-2619

SOLICITA : Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano **Fecha:** 04/10/2019

MATERIAL : SUELO SIN HORMIGÓN 50% **Realizado por:**

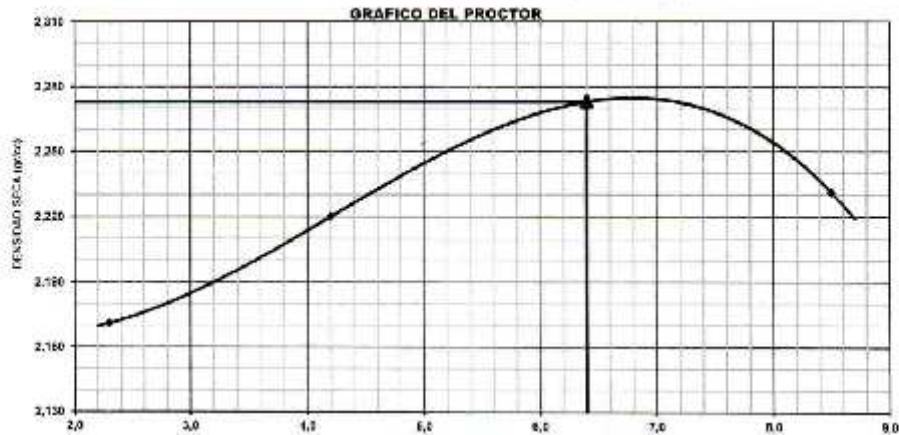
CALICATA : N° 01 **Revisado por:**

UBICACION : 0 **Certificado N°:** USP LAB.

Golpes / Capas: 28 **Peso de martillo:** 4,54 **Altura de Molde (cm):** 13,70

Numero de Capas: 5 **Diametro de Molde (cm):** 15,2 **Volumen de molde (cm³):** 2032,00

METODO "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2032,00				
PESO DEL MOLDE (gr)	5184				
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10650,00	10794,00	11069,00	11107,00	
PESO DEL MOLDE (gr)	5184,00	5184,00	5184,00	5184,00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4612,00	4700,00	4510,00	4619,00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2,220	2,313	2,410	2,400	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,171	2,250	2,273	2,251	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°:	2	5	6	11	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1120,70	952,80	100,40	854,70	
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	1138,10	920,70	815,70	866,50	
PESO DE LA TARA (gr)	10,30	109,40	60,30	50,70	
PESO DE AGUA (gr)	21,60	32,10	49,60	35,30	
PESO DE SUELO SECO (gr)	907,40	794,30	712,50	690,90	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2,38	4,03	6,96	5,10	
PESO VOLUMETRICÓ SECO	2,171	2,250	2,273	2,251	
DENSIDAD MÁXIMA SECA	2,273	gr/cc	HUMEDAD ÓPTIMA:		6,4



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
CIENCIAS DE MATERIALES

Ing. Elisabet Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1553, AASHTO T-193

PROYECTO: "Destricción Óptima para la Estabilización del Suelo con 50%, 40% y 30% de Hormigón de Río en la Carretera Arayas - Caserio de Tana" Informe N°: LAB-DIC-2818
SOLICITA: Bch. Curya Diaz, Juan Emiliano Fecha: 06/12/2019
MATERIAL: SUELO 5%: HORMIGON 5% Realizado por:
CALICATA: N°01 Revisado por:
UBICACION: 0 Certificado N°: USP LAB

Molde N°	N° Capa	7		4		10	
		5	5	5	5	5	5
Golpes por capa N°		56		25		12	
Cond. de la muestra		NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo	(gr)	1207.3	1297.4	1275.3	1288	1256.2	1264.3
Peso de molde	(gr)	79.8	79.5	78.4	79.4	79.7	79.7
Peso del suelo húmedo	(gr)	1127.5	1217.9	1196.9	1208.6	1176.5	1184.6
Volumen de molde	(cm ³)	2024	2034	2028	2039	2041	2041
Densidad húmeda	(gr/cm ³)	2.410	2.460	2.310	2.370	2.290	2.290
Humedad (%)	(%)	5.94	7.82	5.81	6.42	6.90	7.70
Densidad seca	(gr/cm ³)	2.279	2.282	2.187	2.166	2.117	2.126
Tarro N°		34	30	33	12	7	26
Tarro + Suelo húmedo	(gr)	980.4	1142.8	974.7	1231.6	877.9	110.8
Tarro + Suelo seco	(gr)	937.9	1072.1	931.9	1146.0	836.3	127.8
Peso del Agua	(gr)	42.50	70.70	42.80	85.60	41.60	83.00
Peso del tarro	(gr)	294.40	107.60	189.10	107.60	172.60	106.40
Peso del suelo seco	(gr)	683.5	604.2	742.8	972.4	663.5	608.4
Humedad (%)	(%)	6.04	7.82	5.61	5.42	6.20	7.30
Promedio de Humedad (%)	(%)	6.04	7.92	5.61	6.42	6.30	7.70

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

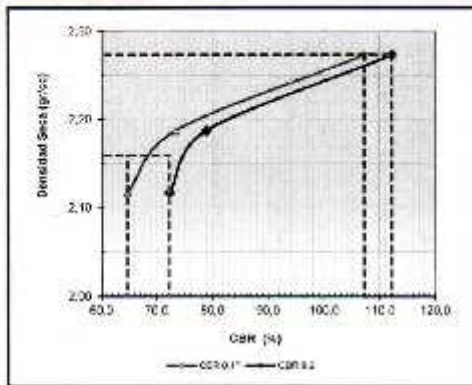
PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 7			MOLDE N° 4			MOLDE N° 10		
		Lectura (kg/cm ²)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura (kg/cm ²)	Carga Ensayo kg	CBR %	Lectura (kg/cm ²)	Carga Ensayo kg	CBR %
3.000	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	
3.250	76	293.2	18.28	42	105.0	10.11	34	152.4	6.39	
3.500	167	781.5	39.24	110	503.5	20.21	91	417.9	21.67	
3.750	277	1259.7	65.39	178	787.7	41.21	152	733.9	38.17	
4.000	424	1902.9	101.55	250	1201.4	51.73	214	983.7	49.00	
4.250	610	2701.2	145.28	346	1800.0	71.34	288	1475.0	73.79	
4.500	834	3490.5	191.63	475	2400.0	95.85	396	1976.0	98.80	
4.750	1100	4680.0	258.00	645	3200.0	127.80	534	2676.0	133.80	
5.000	1400	5870.0	330.00	870	4200.0	170.00	714	3576.0	178.80	
5.250	1740	7470.0	423.00	1170	5400.0	225.00	954	4676.0	233.80	
5.500	2140	9470.0	538.00	1560	6900.0	292.50	1254	6076.0	303.80	



ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO	Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 10%, 40% y 60% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserío de Tara	Informe N°:	LAB-010-2019
SOLICITA	Baelt. Cueva Diaz, Juan Emiliano	Fecha:	09-dic-19
MATERIAL	SUELO 85% HORMIGÓN 85%	Realizado por:	
UBICACIÓN	N° 01	Revisado por:	
	0	Certificado N°:	USP LAB

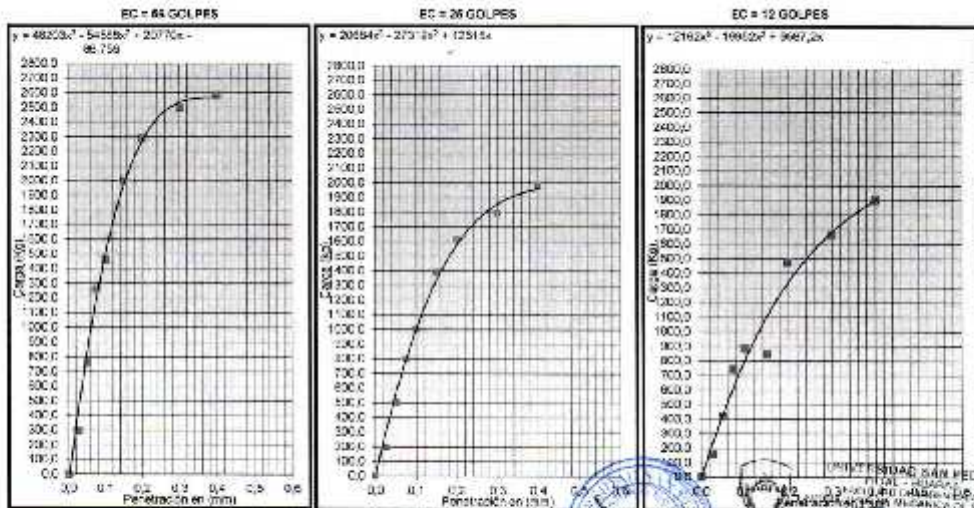
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	107.2	0.2"	112.2
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	64.8	0.2"	72.3

Datos del Proctor		
Translad Seca	2,273	g/mc
Óptimo Humedad	5,40	%

OBSERVACIONES:



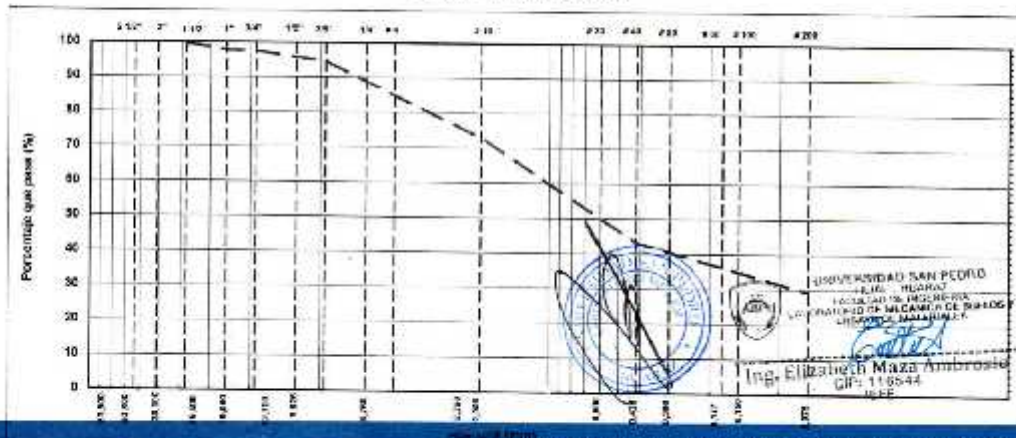
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544
JEE



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO (NORMA: AASHTO T-27, ASTM D422, MTC E 204)										
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS Y PAVIMENTOS										
TESIS :	"Dosisación Óptima para la Estabilización del Suelo con 20%, 40% y 50% de Hornaigu de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tara"									
SOLICITA :	Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano									
ELEMENTO :	Suelos									
CANTERA :							HECHO POR :	LAB USP		
PROG (KM.) :							ING. RESP. :	E.M.A		
						FECHA :	1-06-2019			
DATOS DE LA MUESTRA										
CALIGATA :	2.0									
MUESTRA :	01									
KN :										
PROFUND. :	1.5 m									
						TAMAÑO MÁXIMO :	2"			
						PESO INICIAL :	47,802,0 g			
						FRACCIÓN LAVADA SECA :	38,535,0			
TAMIZ	ASHTO T-27	PESO	PORCENTAJE	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO	RETENIDO
	NO. 20	RETENIDO	RETENIDO	ACUMULADO	NO. 40	NO. 60	NO. 80	NO. 100	NO. 200	NO. 425
3 1/2"	87,89									
2"	95,207									
1 1/2"	83,567	0,0	0,0	0,0	100,0					
1"	50,202	0,0	0,0	0,0	100,0					50% Peso Piedra: 15,1%
3/4"	30,192	107,0	0,2	3,2	96,8					50% Peso arena: 84,9%
3/8"	25,407	350,0	2,3	2,2	97,8					Límite Líquido (LL): 33,50
#4	19,050	158,0	0,3	2,5	97,0					Límite Plástico (LP): 21,78
#10	12,702	520,0	1,1	3,6	96,4					Índice Plástico (IP): 10,72
#20	8,526	854,0	1,0	5,4	94,6					Clasificación (USCS): SC
#40	4,730	781,0	1,6	7,0	93,0					Fluidez (AASHTO): A-2-6(4)
#60	2,620	3610,0	8,2	16,1	84,8					% Humedad: 6,2%
#80	1,765,0	8738,0	12,0	27,1	72,9					
#100	1,190	4104,0	8,6	35,7	64,3					
#200	0,840	3006,0	11,9	47,6	52,4					
#425	0,600	2427,0	5,1	52,9	47,4					OBSERVACIONES :
#600	0,420	1977,4	4,1	58,9	43,2					
#840	0,300	1765,0	3,7	60,5	39,0					
#1060	0,177	354,0	2,1	62,5	37,5					
#1490	0,160	2081,0	4,3	66,0	33,7					
#2000	0,075	1650,0	3,9	70,8	29,2					
<#200	FONDOS	12,584,0	27,1	58						
FRACCIÓN		36,695,0								
TOTAL		46,585,0								

CURVA GRANULOMETRICA



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Peru - Tel.: (043) 483320
 CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Tel.: (043) 483222 / 483617 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Tel.: (043) 483810
 Nuevo Chimbote Av. Pacífico y Ancheveta Tel.: (043) 483802 / San Luis Tel.: (043) 483826
 OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aquira y Espinar - Teléfono: 043 345899 - www.usapedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA AASHTO T-89, T-90, ASTM D-4318)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TESIS:	"Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Taru"		
SOLICITA:	Bach. Cueva Díaz, Juan Emillano		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO:	USP
PROVINCIA:	HUARAZ	FECHA:	06/12/2019
		FORMATO:	-

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA	N° 02
MUESTRA	N° 01 SUELOS
PROF. (m)	1,00

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		33	24	18
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		52,10	51,33	51,60
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		45,80	45,42	45,60
PESO DE AGUA (g)		6,30	6,90	6,00
PESO DEL TARRO (g)		28,34	28,78	28,22
PESO DEL SUELO SECO (g)		18,26	18,32	15,30
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		33,75	31,59	30,98
NUMERO DE GOLPES		18	28	36

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		33	3	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)		31,18	31,71	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)		30,24	30,84	
PESO DE AGUA (g)		0,92	0,87	
PESO DEL TARRO (g)		28,00	28,93	
PESO DEL SUELO SECO (g)		4,24	3,99	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		21,70	21,88	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	32,50
LIMITE PLASTICO	21,78
INDICE DE PLASTICIDAD	10,72



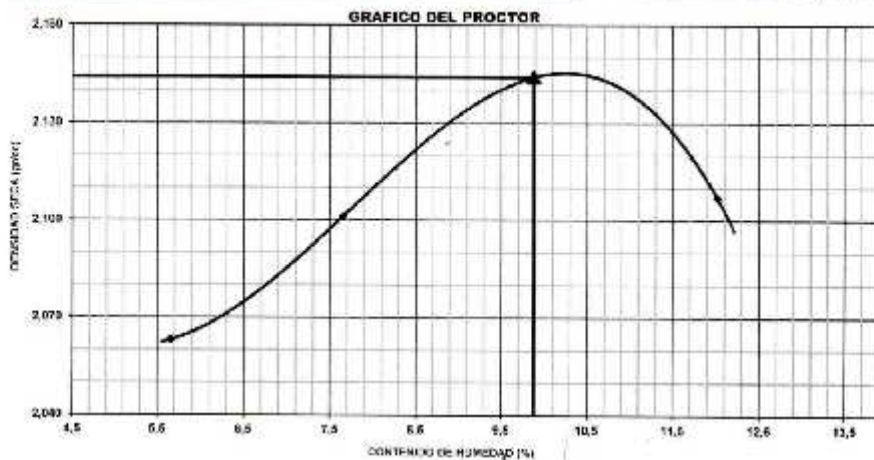
UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FISICA - INGENIERIA
INSTITUTO DE INVESTIGACION
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
PAVIMENTOS
Ing. Elizabeth Maza Ambrusio
CIP: 176644
IEFE

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
AASHTO - T-199-D

PROYECTO	: "Dosisación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tara"	Informe N°: LAB-DC-2019
SOLICITA	: Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano	Fecha: 04/11/2019
MATERIAL	: SUELO NATURAL	Realizado por:
CALICATA	: N° 02	Revisado por:
UBICACIÓN	: 0	Certificado N°: USP-LAB

Golpes / Capas:	56	Peso de martillo:	4,54	Altura de Molde (cm):	11,0
Numero de Capas:	5	Diámetro de Molde (cm):	15,2	Volumen de molde (cm ³):	2382,00

MÉTODO: "A"						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2032,00		PESO DEL MOLDE (gr):			6154
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10874,00	10785,00	10670,00	10979,00		
PESO DEL MOLDE (gr)	6154,00	6104,00	6104,00	6194,00		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4420,00	4995,00	4796,00	4785,00		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2,190	2,251	2,165	2,280		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,063	2,101	2,144	2,107		
CONTENIDO DE HUMEDAD:						
RECIPIENTE No	52	47	26	7		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1328,40	1113,70	1028,00	868,00		
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	1284,70	1043,70	986,80	800,20		
PESO DE LA TARA (gr)	98,00	105,00	100,40	112,80		
PESO DE AGUA (gr)	66,70	67,00	77,20	77,80		
PESO DE SUELO SECO (gr)	1180,70	938,70	886,40	687,40		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5,65	7,15	8,68	12,91		
PROPORCIÓN SUELO SECO	2,063	2,101	2,144	2,107		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2,144	gr/cm ³	HUMEDAD OPTIMA:			9,8



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y
FUNDACIONES
Ing. Juan Cueva Díaz
Ing. Marco Anchoyeta
CIP: 118844
RUP

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1552, AASHTO T-193

PROYECTO: *Identificación Óptima para la Estabilización del Sustrato 30%, 40% y 50% de
Fenimigon de Río en la Carretera Jangra - Casera de Tera* Informe N°: LAR-DIC-2019

SOLICITA: Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano Fecha: 06/10/2019

MATERIAL: SUELO NATURAL Realizado por:

CALIFICATA: N° 02 Revisado por:

UBICACIÓN: 0 Certificado N°: USP LAB.

Molde N°	11		12		10	
	5	5	5	5	5	5
N° Carga	66		25		12	
Gr peso por carga N°						
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12730	12329	12390	12727	12620	12646
Peso de molde (gr)	7901	7901	7972	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4729	4668	4718	4795	4949	4974
Volumen del molde (cm³)	2037	2037	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda (g/cm³)	2,350	2,300	2,341	2,380	2,278	2,250
Humedad (%)	10,37	11,12	11,50	11,22	10,50	11,60
Densidad seca (g/cm³)	2,158	2,151	2,096	2,122	2,059	2,040
Tarro N°	35	2	44	20	45	10
Tarro + Suelo húmedo (gr)	1129,1	973,2	1039,2	894,7	1088,0	1008,0
Tarro + Suelo seco (gr)	849,8	822,6	948,8	811,9	881,6	817,7
Peso del Agua (gr)	279,3	150,6	91,0	83,7	206,4	190,3
Peso del tarro (gr)	153,09	165,20	189,00	165,20	166,00	166,40
Peso del suelo seco (gr)	734,3	727,4	778,1	748,7	818,0	748,3
Humedad (%)	10,37	11,12	11,68	11,22	10,60	11,20
Promedio de Humedad (%)	10,37	11,12	11,68	11,22	10,60	11,30

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION (mm)	CARGA STAND (kg/cm²)	MOLDE N° 11			MOLDE N° 12			MOLDE N° 10		
		Lectura (mm)	Carga Ensayo (kg)	CBR %	Lectura (mm)	Carga Ensayo (kg)	CBR %	Lectura (mm)	Carga Ensayo (kg)	CBR %
0,00	0	0,0	0,00	0	0,0	0,00	0	0,0	0,00	0,00
0,25	18	73,3	3,79	15	81,2	3,30	9	48,1	2,38	1,19
0,50	30	108,0	5,60	19	90,8	4,48	10	54,7	3,32	1,66
0,75	36	141,9	7,30	23	103,6	5,66	17	62,4	4,26	2,13
1,00	42,00	173,0	9,94	27	127,7	6,60	20	70,0	5,77	2,89
1,50	63	271,8	14,59	35	168,4	8,70	26	138,7	7,06	3,53
2,00	84,00	377,7	19,32	44	204,7	10,69	33	163,0	8,47	4,24
2,50	105	486,7	25,45	53	254,0	13,10	41	191,1	9,67	4,84
3,00	126	598,2	31,80	63	328,0	16,80	50	248,7	12,44	6,22
3,50	147	712,2	37,80	74	407,0	20,80	60	318,0	15,90	7,95
4,00	168	828,0	44,40	86	498,0	25,40	71	408,0	20,40	10,20


 Ing. Juan Maza Ambrosio
 T. 043 483320

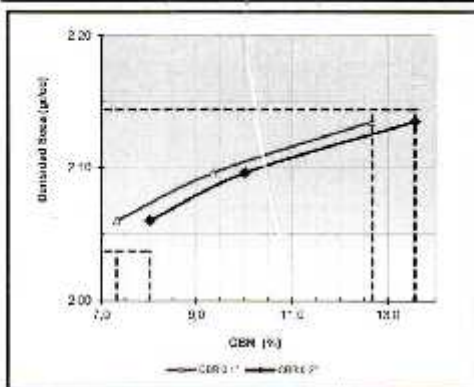


USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO:	Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caseno de Tarma	Informe N°:	LAB-DIC-2019
SOLICITA:	Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano	Fecha:	09-dic-19
MATERIAL:	SUELO NATURAL	Realizado por:	
CALCATA:	N° 02	Revisado por:	
UBICACIÓN:	0	Certificado N°:	USP LAB

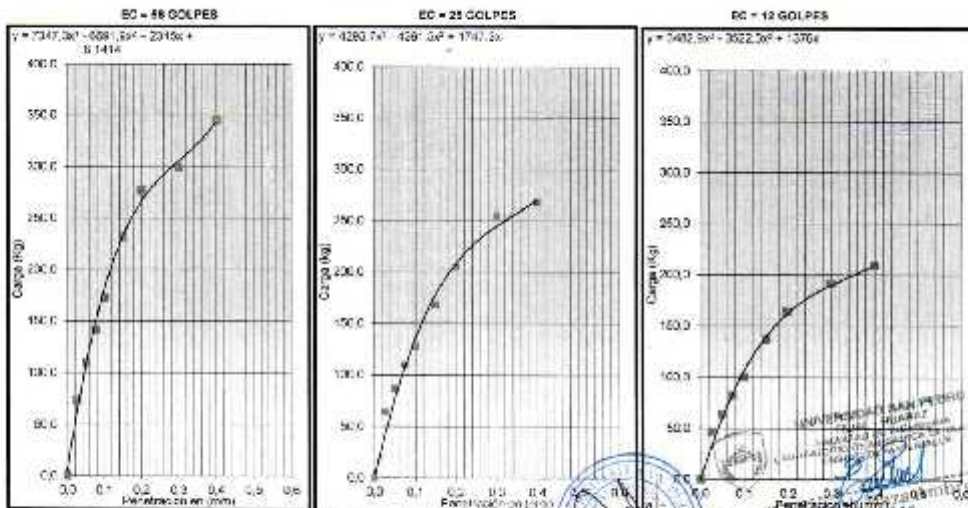
GRÁFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	12.7	0.7"	13.6
C.B.R. AL 90% DE M.D.S. (%)	0.1"	7.3	0.7"	8.0

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.144	g/cc
Óptimo Humedad	9.98	%

OBSERVACIONES:



RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbozo / Puno - Tel.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Tel.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Tel.: (043) 483810
Nuevo Chimbozo: Av. Pacífico y Anchoyeta Tel.: (043) 483302 / San Luis Tel.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esp. Aquino y Esalar - Teléfono: 043 345099 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



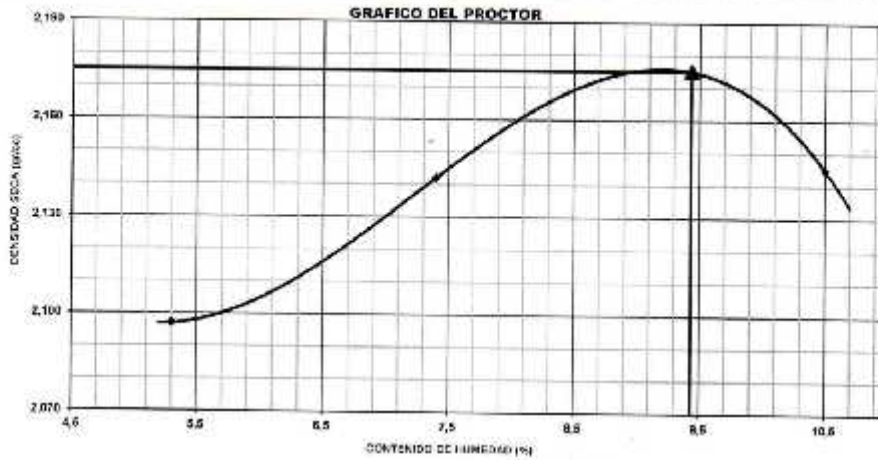
USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
AASHTO - T-199-D

PROYECTO : "Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de
Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tara" Informe N°: LAB-DIC-2019
SOLICITA : Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano Fecha: 04/11/2019
MATERIAL : SUELO 70% HORMIGÓN 30% Realizado por:
CALICATA : N° 02 Revisado por:
UBICACIÓN : 0 Certificado N°: USP I.A.R.

Golpes / Capas: 56 Peso de martillo: 4,54 Altura de Molde (cm): 11,70
Número de Capas: 5 Diámetro de Molde (cm): 15,2 Volumen de molde (cm³): 2032,50

MÉTODO "A"						
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2032,00		PESO DEL MOLDE (gr)			5184
NÚMERO DE ENSAYOS	1		2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE (gr)	10472,00	10850,00	11020,00	11020,00		
PESO DEL MOLDE (gr)	6184,00	6184,00	6184,00	6184,00		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4106,00	4676,00	4836,00	4836,00		
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2,006	2,311	2,380	2,373		
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2,007	2,142	2,176	2,145		
CONTENIDO DE HUMEDAD						
RECIPIENTE N°	47	10	28	13		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1217,00	147,00	587,20	854,80		
PESO SUELOS SECO + TARA (gr)	1103,80	145,60	521,90	799,30		
PESO DE LA TARA (gr)	30,20	119,40	196,40	166,50		
PESO DE AGUA (gr)	63,20	20,40	61,70	65,50		
PESO DE SUELO SECO (gr)	1003,80	125,20	454,70	629,80		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	5,30	7,46	9,43	10,56		
PESO VOLUMÉTRICO SECO	2,007	2,142	2,176	2,145		
DENSIDAD MÁXIMA SECA:	2,175	gr/cc	HUMEDAD ÓPTIMA:		9,4	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y
ENSAYOS DE MATERIALES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 118544
JEFE

RECTORADO: Av. José Pardo 194 Chimbote / Perú - Telf.: (043) 483320
CAMPUS UNIVERSITARIA: Urb. Los Pinos Telf.: (043) 483222 / 483817 / 483201 - Av. Bolognesi 421 Telf.: (043) 483810
Nuevo Chimbote Av. Pacífico y Anchoyeta Telf.: (043) 483802 / San Luis Telf.: (043) 483826
OFICINA DE ADMISIÓN: Esq. Aguirre y Espinar - Teléfono: 043 345899 - www.usanpedro.edu.pe - facebook/ Universidad San Pedro



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

PROYECTO: *Destricción Óptica para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de
Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tara'
Informa N°: LAB-010-2019

SOLICITA: Bach. Cuera Díaz, Juan Emiliano
Fecha: 06/12/2019

MATERIAL: SUELO 7% HORMIGÓN 30%
Realizado por:

CAJALATA: N° 02
Revisado por:

UBICACIÓN: 9
Certificado N°: USP LAB

Molde N°	10		2		10	
	5		5		5	
N° Capa	58		25		12	
Golpes por capa N°	58		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12543	12030	12710	12770	12500	12543
Peso de molde (gr)	7971	7971	7975	7975	7972	7972
Peso del suelo húmedo (gr)	4569	4059	4735	4795	4528	4569
Volumen del molde (cm ³)	2041	2041	2050	2050	2045	2045
Densidad húmeda (gr/cm ³)	2,238	2,430	2,310	2,339	2,217	2,237
Humedad (%)	9,41	10,43	6,03	10,72	9,30	10,50
Densidad seca (gr/cm ³)	2,181	2,209	2,199	2,113	2,056	2,010
Tarro N°	34	9	31	22	17	23
Tarro + Suelo húmedo (gr)	1040,2	1119,0	1076,1	1038,5	1116,0	988,8
Tarro + Suelo seco (gr)	964,8	1021,0	996,6	954,9	1035,6	907,1
Peso del Agua (gr)	75,40	89,00	79,60	84,00	81,00	79,50
Peso del tarro (gr)	761,50	167,30	101,10	165,40	164,50	166,50
Peso del suelo seco (gr)	103,1	859,7	302,2	788,6	671,0	763,6
Humedad (%)	6,41	10,40	9,53	10,72	9,23	10,63
Promedio de Humedad (%)	9,41	10,43	9,63	10,72	9,20	10,60

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND. kg/cm ²	MOLDE N° 10				MOLDE N° 2				MOLDE N° 10			
		Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	kg/cm ²	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	kg/cm ²	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	kg/cm ²	CBR %
0,000	0	0,1	0,00	0,00	0	30	0,30	0	0	0,00	0,00	0,00	
0,252	22	106,2	5,44		3	66,5	4,41		15	79,3	3,19		
0,520	45	216,7	11,04		40	166,0	9,64		28	139,2	6,03		
0,752	68	313,3	15,33		63	245,4	12,00		48	222,0	11,01		
1,020	90,61	405,3	20,74	81,28	61	281,0	14,00	10,64	58	294,1	12,15	6,76	
1,520	134	612,7	31,83		85	425,6	22,90		71	379,0	16,08		
2,022	178,5	798,9	39,63	27,71	100	549,8	28,39	25,87	80	486,7	22,64	20,96	
2,520	198	921,8	45,63		140	680,0	35,13		124	580,0	28,62		
3,000	225	1074,0	52,90		180	766,0	38,38		130	621,0	30,62		
3,437	278	1241,2	61,12		210	896,1	45,30		147	691,3	33,92		
5,000	351	1587,9	77,67		240	1120,0	57,00		154	810,0	39,60		

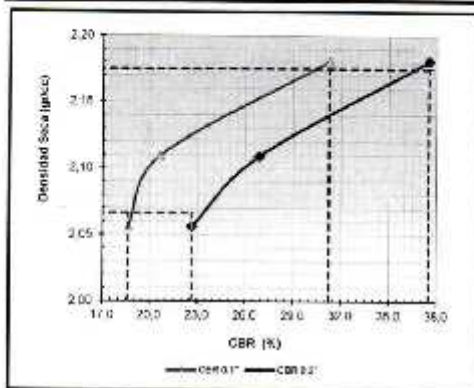


USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO	"Destricción Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tana"	Informe N°	LAS-DIC-2019
SOLICITA	Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano	Fecha	04-dic-19
MATERIAL	SUELO 70% HORMIGÓN 30%	Realizado por	
CALICATA	N° 02	Revisado por	
UBICACIÓN	0	Certificado N°	USP LAB

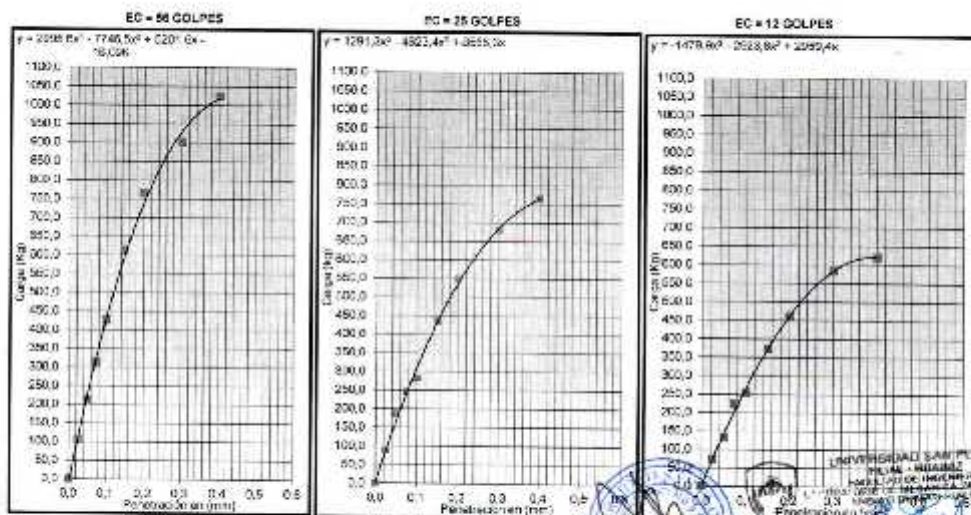
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	0.2"	37.5
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	0.2"	22.7

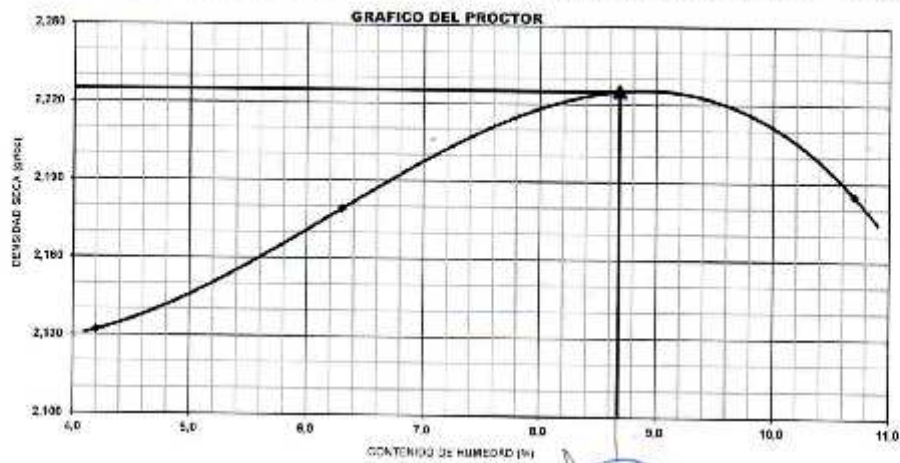
Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.175	g/cm³
Optima Humedad	9.43	%

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE MATERIALES
CALLE MARIANA DE LA ROSA N° 1189
CITY 1189004
JPER

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO				
AASHTO - T-180-D				
PROYECTO :	"Dosificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jangas - Caserio de Tani"	Informe N°:	LAB-DIC-2019	
SOLICITA :	Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano	Fecha :	04/11/2019	
MATERIAL :	SUELO 90% HORNIGON 10%	Realizado por :		
CAJUELA :	N° 62	Revisado por :		
UBICACIÓN :	0	Certificado N°:	USP-LAB	
Gulpes / Capas:	55	Peso de martillo:	4,24	Altura de Noide (cm):
Numero de Capas:	5	Diámetro de Noide (cm):	15,2	Altura de Noide (cm):
				11,70
			Volúmen de molde (cm ³):	2032,00
METODO "A"				
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2032,00	PESO DEL MOLDE (gr.)		5184
NUMERO DE ENSAYOS		1	2	3
PESO SUELO + MOLDE (gr)		1099,00	1084,00	1109,20
PESO DEL MOLDE (gr)		6184,00	6174,00	6184,00
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)		4514,00	4706,00	4514,00
DENSIDAD HUMIDA (gr/cm ³)		2,221	2,316	2,416
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)		2,132	2,170	2,225
CONTENIDO DE HUMEDAD				
RECIPIENTE No	15	17	21	23
PESO SUELO HUMIDO + TARA (gr)	1027,40	927,80	1039,70	677,00
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	902,20	792,50	870,50	589,50
PESO DE LA TARA (gr)	184,10	164,50	167,20	169,50
PESO DE AGUA (gr)	36,10	45,80	61,70	68,70
PESO DE SUELO SECO (gr)	536,10	717,50	710,00	542,10
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	6,70	6,39	8,68	10,70
PESO VOLUMETRICO SECO	2,132	2,170	2,225	2,165
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2,225	gr/cc	HUMEDAD OPTIMA	
			8,7	



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE SUELOS Y
FUNDACIONES
Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 1165-14
JEFE

ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1983, AASHTO T-193

PROYECTO : "Densificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de
Hormigón de Río en la Carretera Lengas - Caserio de Tuna" Informe N° : LAB-DC-2019
 ALCALDE : Bch. Cueva Díaz, Juan Emiliano Fecha : 05/12/2018
 MATERIAL : SUELO 60% HORMIGÓN 40% Realizado por :
 CALIFICATA : N° 00 Revisado por :
 UBICACIÓN : 3 Certificado N° : USP LAB.

Molde N°	11		12		10	
	5		5		5	
N° Capas	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12545	12972	12493	12768	12561	12345
Peso de molde (gr)	7981	7651	7973	7972	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4564	5321	4520	4796	4590	4374
Volumen del molde (cm³)	2337	2337	2015	2015	2041	2041
Densidad húmeda (g/cm³)	2,396	2,807	2,242	2,380	2,246	2,142
Humedad (%)	8,40	6,70	6,90	6,60	6,50	6,90
Densidad seca (g/cm³)	2,213	2,876	2,157	2,198	2,073	1,958
Tarro N°	12		25		11	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	750,9	893,0	756,1	891,7	757,1	718,1
Tarro + Suelo seco (gr)	704,7	645,7	738,8	644,8	719,4	670,6
Peso del Agua (gr)	45,20	46,20	46,50	46,00	42,00	46,10
Peso del tarro (gr)	197,80	109,40	197,90	167,30	196,20	195,00
Peso del suelo seco (gr)	538,1	477,3	540,7	477,6	501,2	501,0
Humedad (%)	8,40	9,70	8,60	9,60	8,60	8,00
Promedio de Humedad (%)	6,40	9,70	8,00	9,90	8,50	9,80

EXPANSION

FECHA	UCRA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				

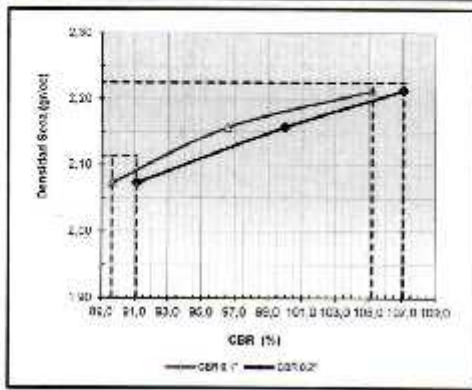
PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND kg/cm²	MOLDE N° 11				MOLDE N° 12				MOLDE N° 10			
		Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	CBR %	Lectura Dial (mm)	Carga Ensayo kg	CBR %	CBR %
0,000	0	0,0	0,00			0	0,0	0,00		0	0,0	0,00	
0,252	50	277,1	14,24			59	188,4	6,70		13	21,4	4,72	
0,500	100	729,9	37,71			130	504,0	30,58		110	333,7	27,86	
0,752	171	179,5	40,28			154	457,4	33,96		125	371,2	29,50	
1,000	250	1438,7	76,57	104,20		180	1315,1	66,70	58,50	105	1095,1	62,10	66,00
1,500	325	1475,4	75,25			211	1415,1	73,01		102	1292,0	65,76	
2,000	400	2135,4	112,06	107,00		250	2041,2	102,00	52,50	112	1891,1	90,16	90,30
2,500	500	2453,0	125,73			310	2372,2	113,56		142	2061,2	102,50	
3,000	540	2432,3	123,60			320	2360,1	112,80		160	2220,1	110,80	
3,500	670	2724,2	142,75			350	2560,2	128,00		180	2512,3	119,40	
4,000	870	2822,6	145,00			350	2639,3	131,90		200	2760,1	127,50	

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO:	*Densificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jongas - Caserío de Tara*	Informe N°:	LAB-DC-2018
SOLICITA:	Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano	Fecha:	06-09-19
MATERIAL:	: SUELO 60% HORMIGÓN 40%	Realizado por:	
CALICATA:	: N° 02	Revisado por:	
UBICACIÓN:	0	Certificado N°:	USP LAB

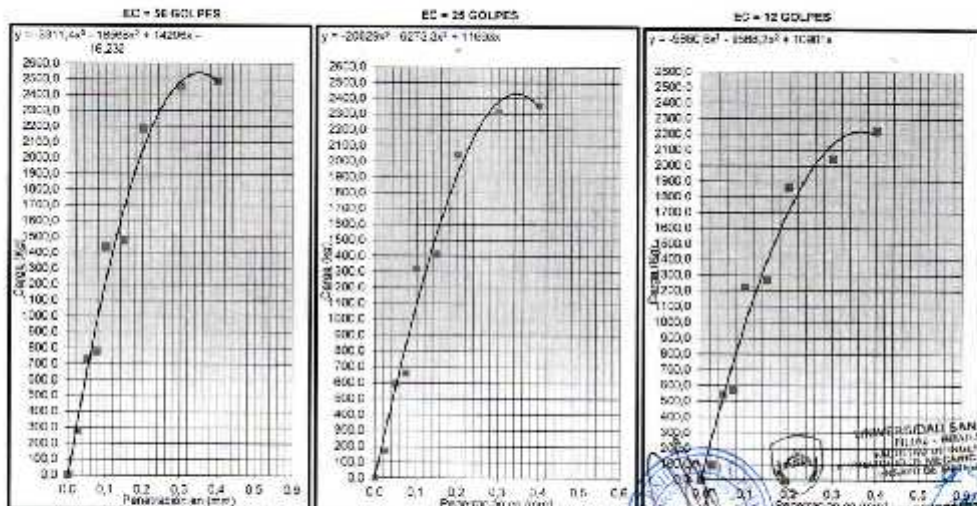
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



CBR AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1"	105.2	0.2"	107.1
CBR AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1"	89.6	0.2"	89.1

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.225 g/cm³
Optima Humedad	8.63 %

OBSERVACIONES:



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FOLIA - 4841-02
FACULTAD DE INGENIERIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE SUELOS Y
AGRICULTURA
Ing. Elizabeth María Ambrosio
CIP: 119644
J&FE



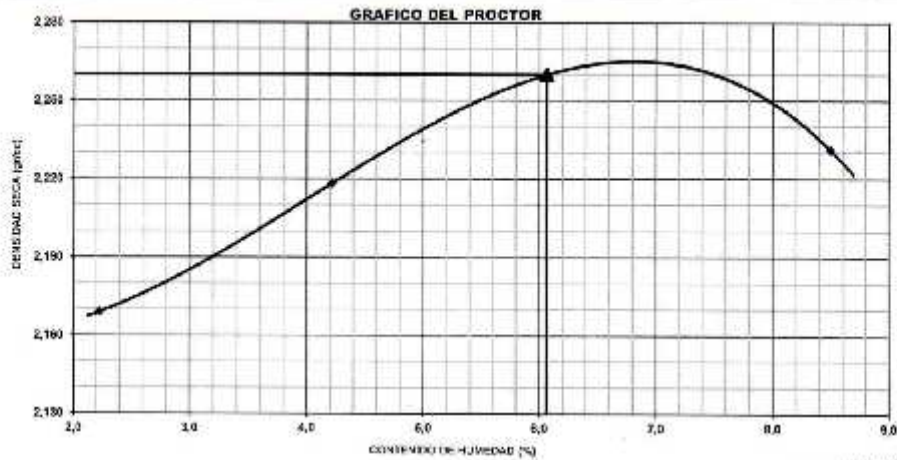
USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO
AASHTO - T-190-D

PROYECTO :	"Dosisificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jaenas - Caserio de Tani"	Informe N° :	LAB-DIC-2019
SOLICITA :	Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano	Fecha :	04/11/2019
MATERIAL :	SUELO 99% HORMIGÓN 61%	Realizado por :	
CALICATA :	N° 03	Revisado por :	
UBICACIÓN :	3	Certificado N° :	USP LAB

Golpes / Capas :	55	Peso de martillo :	4.04	Altura de Noide (cm) :	11.25
Numero de Capas :	5	Diámetro de Molde (cm) :	15.2	Volumen de molde (cm ³) :	2832.00

MÉTODO "A"					
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	2832.00		PESO DEL MOLDE (gr.)		6184
NUMERO DE ENSAYOS					
PESO SUELO + MOLDE (gr.)	10390.00	11889.00	11126.00	11102.00	
PESO DEL MOLDE (gr.)	6184.00	6184.00	6184.00	6184.00	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO (gr)	4606.00	4905.00	4671.00	4918.00	
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	2.218	2.211	2.297	2.420	
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	2.169	2.218	2.260	2.231	
CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE No.	3	6	9	11	
PESO SUELO HUMEDO + TARA (gr)	1129.40	1196.20	923.00	564.10	
PESO SUELO SECO + TARA (gr)	1109.10	929.70	879.90	505.80	
PESO DE LA TARA (gr)	199.00	196.40	167.30	183.20	
PESO DE AGUA (gr)	20.30	31.10	43.20	55.30	
PESO DE SUELO SECO (gr)	930.10	733.30	712.60	653.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	2.25	4.23	6.36	8.80	
PESO VOLUMÉTRICO SECO	2.169	2.218	2.260	2.231	
DENSIDAD MÁXIMA SECA :	2.260	g/cc	HUMEDAD ÓPTIMA :		6.1




 UNIVERSIDAD SAN PEDRO
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 INGENIERÍA DE MECÁNICA DE SUELOS Y
 USO DE MATERIALES
 Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
 CIP: 118944
 JEFE



ENSAYO DE LA RELACION DE SOPORTE DE CALIFORNIA CBR
NORMA ASTM D 1583, AASHTO T-193

PROYECTO: "Definición Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Horniçón de Rio en la Carretera Jangas - Casero de Tani" **Informe N°:** EAP-DIC-2019
SOLICITA: **Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano** **Fecha:** 08/12/2018
MATERIAL: **SUELO 50% HORNICÓN 50%** **Realizado por:**
CAL. CATÁ: **N° 02** **Revisado por:**
UBICACION: **0** **Certificado N°:** USP LAB.

Molde N°	7		4		10	
	5	5	5	5	5	5
N° Capa	56		25		12	
Condi. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12170	12974	12783	12880	12593	12445
Peso de molde (gr)	7965	7995	7984	7984	7971	7971
Peso del suelo húmedo (gr)	4675	4979	4770	4904	4589	4874
Volumen del molde (cm ³)	2024	2024	2069	2069	2041	2041
Densidad húmeda (g/cm ³)	2.409	2.450	2.303	2.370	2.243	2.390
Humedad (%)	5.04	7.52	5.81	9.42	6.30	7.70
Densidad seca (g/cm ³)	2.272	2.282	2.183	2.156	2.115	2.120
Tamo N°	60	30	30	12	7	30
Tamo + Suelo húmedo (gr)	869.4	1142.8	974.7	1231.8	877.8	779.8
Tamo + Suelo seco (gr)	837.8	1072.1	921.4	1140.0	836.1	727.8
Peso del Agua (gr)	42.59	70.70	42.80	97.80	41.83	43.10
Peso del tamo (gr)	234.40	187.90	168.10	157.50	172.85	168.90
Peso del suelo seco (gr)	708.5	884.2	752.8	972.4	663.3	558.4
Humedad (%)	5.94	7.82	5.61	9.42	5.30	7.70
Promedio de Humedad (%)	6.04	7.82	5.81	9.42	6.30	7.70

EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%

PENETRACION

PENETRACION mm	CARGA STAND kg/cm ²	MOLDE N° 7			MOLDE N° 4			MOLDE N° 10			
		Lectura Dial/cm	Carga Ensayo kg	CSR %	Lectura Dial/cm	Carga Ensayo kg	CSR %	Lectura Dial/cm	Carga Ensayo kg	CSR %	
0.000	0	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	0	0.0	0.00	
0.150	15	15	313.3	16.22	45	208.2	10.41	38	132.2	6.61	
0.300	30	30	728.9	37.71	100	458.7	22.97	88	402.4	21.10	
0.450	45	45	1221.8	63.42	160	712.5	36.67	158	720.0	37.24	
1.000	100	100	1453.4	76.11	300.54	1200.0	61.07	300.1	1200.0	61.00	
1.500	150	150	1208.5	60.18	310	1408.8	72.77	300	1200.0	61.00	
2.000	200	200	2795.7	147.41	411.05	380	1514.7	76.47	400	1600.0	81.00
2.500	250	250	2750.9	143.17	390	1725.6	88.47	350	1350.0	68.00	
3.000	300	300	2754.8	143.54	390	1851.3	93.49	400	1600.0	81.00	
3.500	350	350	2500.4	129.84	480	2222.5	114.82	450	1575.0	78.00	
5.000	500	500	3016.8	158.25	540	2488.5	125.55	520	2080.0	104.00	

Ing. Erick Maza
CIP: 116644
JEFE

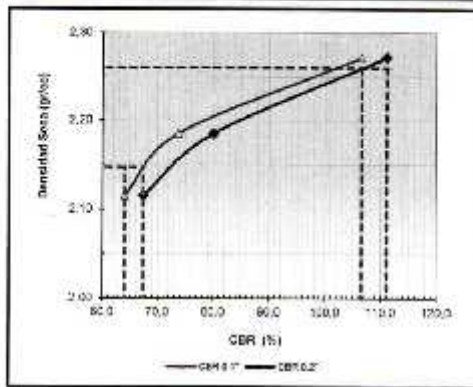


USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

ENSAYO DE CBR
AASHTO T-193

PROYECTO	*Densificación Óptima para la Estabilización del Suelo con 30%, 40% y 50% de Hormigón de Río en la Carretera Jeagras - Caserío de Tara*	Informe N°:	LAB-DIC-2019
SOLICITA	Bach. Cueva Díaz, Juan Emiliano	Fecha:	08-dic-19
MATERIAL	: SUELO 90% HORMIGÓN 10%	Realizado por:	
CALCATA	: N° 02	Revisado por:	
UBICACIÓN	0	Certificado N°:	USP LAB.

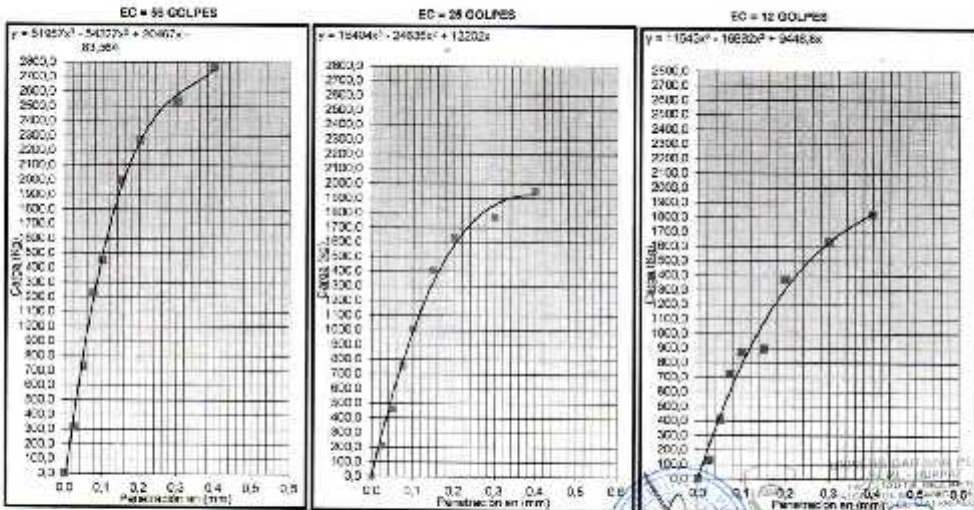
GRAFICO DE PENETRACION DE CBR



C.B.R. A 10% DE M.C.S. (%)	0.1"	128.5	0.2"	111.7
C.B.R. A 15% DE M.C.S. (%)	0.1"	84.1	0.2"	67.4

Datos del Proctor	
Densidad Seca	2.260 g/cc
Optima Humedad	5.06 %

OBSERVACIONES:



Ing. Elizabeth Maza Ambrosio
CIP: 116544



USP
UNIVERSIDAD SAN PEDRO

LIMITES DE CONSISTENCIA-PASA LA MALLA N°40
(NORMA: AASHTO T-99, T-90, ASTM D 4218)

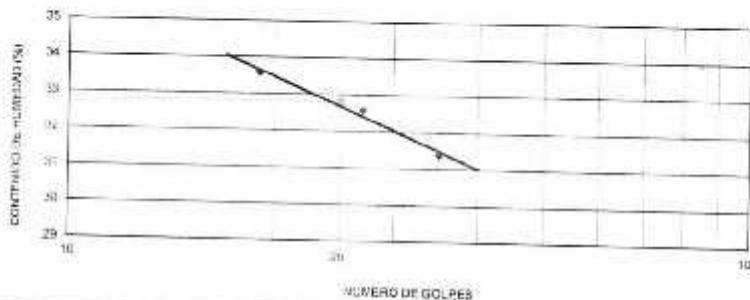
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS			
TEST:	Clasificación Optima para la Distribución en el Suelo (a) 10%, 10% y 50% de Humedad de Rie en la Carretera (a) y Caserío de Tarma		
SOLICITA:	Bach. Cueva Diaz, Juan Emiliano		
DISTRITO:	HUARAZ	HECHO:	USP
PROYECTO:	HUARAZ	FECHA:	6/12/2016
		FORMATO:	

DATOS DE LA MUESTRA	
CALICATA N° 01	
MUESTRA N° 11	HORNICON PARA ESTABILIZACION DE CARRETERA
PROF. (m)	1.50

LIMITE LIQUIDO				
N° TARRO		30	25	10
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	92.79	91.70	91.70
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	43.70	41.20	45.69
PESO DE AGUA	(g)	4.90	4.06	0.10
PESO DEL TARRO	(g)	48.34	47.70	25.25
PESO DEL SUELO SECO	(g)	12.36	10.42	19.41
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	39.71	31.57	21.30
NUMERO DE GOLPES		18	27	30

LIMITE PLASTICO				
N° TARRO		30	25	
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	31.28	30.79	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	16.24	16.04	
PESO DE AGUA	(g)	1.01	0.85	
PESO DEL TARRO	(g)	21.05	20.69	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	4.24	3.88	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.02	22.07	

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES-FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	32.74
LIMITE PLASTICO	23.35
INDICE DE PLASTICIDAD	9.39



UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERIA
LABORATORIO MECANICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS
Ing. Rixalberto Maza Ancochea
CNP: 116944
JEFE

