

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Estabilización de suelo arcilloso con residuos de  
concreto para el mejoramiento de la subrasante en la  
vía de Evitamiento, provincia de Abancay - Apurímac,  
2022**

Enrique Alvarado Ramos  
Alfredo Damiano Ccorisoncco  
Judith Espinoza Salas

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Civil

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS**

**A** : Dr. Felipe Néstor Gutarra Meza  
Decano de la Facultad de Ingeniería

**DE** : Dra. Ing. Zadiith Nancy Garrido Campaña  
Asesora de tesis

**ASUNTO** : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

**FECHA** : 29 de Febrero de 2024

---

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: **“ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022”**, perteneciente al/la/los/las estudiante(s) **ALVARADO RAMOS, Enrique; DAMIANO CCORISONCCO, Alfredo y ESPINOZA SALAS, Judith**, de la E.A.P. de Ingeniería Civil; se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado **19 %** de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI  NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 12 ) SI  NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI  NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



---

Dra. Ing. Zadiith N. Garrido Campaña  
Asesor de tesis

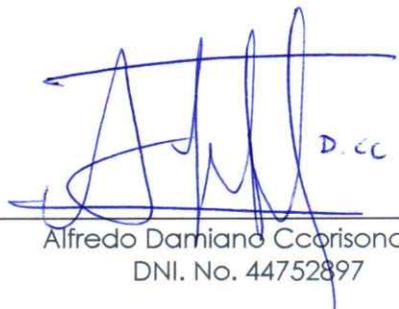
## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Alfredo Damiano Ccorisoncco**, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. **44752897**, de la E.A.P. de **Ingeniería Civil** de la Facultad de **Ingeniería** la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: **"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"**, es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

**15 de Enero de 2024.**



Alfredo Damiano Ccorisoncco  
DNI. No. 44752897

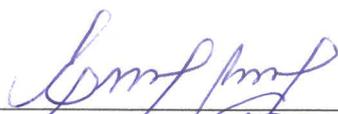
## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Enrique Alvarado Ramos**, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. **09299224**, de la E.A.P. de **Ingeniería Civil** de la Facultad de **Ingeniería** la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: **""ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022""**, es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

Abancay, 15 de enero de 2024.



---

Enrique Alvarado Ramos  
DNI. No. 09299224

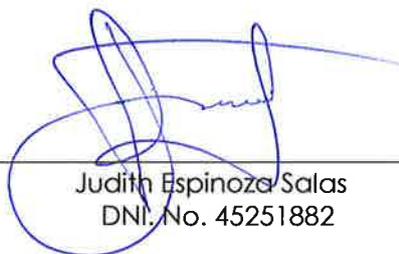
## DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Judith Espinoza Salas**, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. **45251882**, de la E.A.P. de **Ingeniería Civil** de la Facultad de **Ingeniería** la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "**ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022**", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de **Ingeniero Civil**.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.

15 de enero de 2024.



---

Judith Espinoza Salas  
DNI. No. 45251882

# ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

5%

PUBLICACIONES

%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="https://pavimentos-tarima.es">pavimentos-tarima.es</a> Fuente de Internet	1%
3	<a href="https://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="https://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="https://gis.proviasnac.gob.pe">gis.proviasnac.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1%

9	<a href="https://repositorio.unp.edu.pe">repositorio.unp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="https://repositorio.unh.edu.pe">repositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="https://repositorio.unap.edu.pe">repositorio.unap.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="https://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="https://repositorio.uta.edu.ec">repositorio.uta.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="https://dgsa.uaeh.edu.mx:8080">dgsa.uaeh.edu.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %
15	Miguel Ángel Ospina-García, Saieth Baudilio Chaves-Pabón, Luis Miguel Jiménez-Sicachá. "Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero", Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2020 Publicación	<1 %
16	<a href="https://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="https://transparencia.mtc.gob.pe">transparencia.mtc.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="https://repositorio.unjbg.edu.pe">repositorio.unjbg.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

19

I. Pérez, M. Toledano, J. Gallego, J. Taibo.  
"Propiedades mecánicas de mezclas  
bituminosas en caliente fabricadas con áridos  
reciclados de residuos de construcción y  
demolición", Materiales de Construcción,  
2007

Publicación

&lt;1 %

20

[idoc.pub](http://idoc.pub)

Fuente de Internet

&lt;1 %

21

[repositorio.usmp.edu.pe](http://repositorio.usmp.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

22

[alicia.concytec.gob.pe](http://alicia.concytec.gob.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

23

[tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

24

[repositorio.upao.edu.pe](http://repositorio.upao.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

25

TECNOLOGIA XXI S A. "ITS del Proyecto  
Ampliación, Modificación e Implementación  
de Mejoras Tecnológicas en la Planta de  
Sulfato de Manganeso Monohidratado-  
IGA0016565", R.D. N° 00007-2020-  
PRODUCE/DGAAMI, 2022

Publicación

&lt;1 %

26

Víctor Manuel Yeste Moreno. "Diseño de una  
metodología cibernétrica de cálculo del éxito

&lt;1 %

para la optimización de contenidos web",  
Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

27

[core.ac.uk](https://core.ac.uk)

Fuente de Internet

<1 %

28

Norma Cristina Solarte Vanegas. "Efecto en el módulo dinámico de la mezcla asfáltica modificada con añadido de residuos triturados de la industria cerámica",  
Universitat Politecnica de Valencia, 2022

Publicación

<1 %

29

[repositorio.lamolina.edu.pe](https://repositorio.lamolina.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

30

[cybertesis.uni.edu.pe](https://cybertesis.uni.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

31

[repositorio.uns.edu.pe](https://repositorio.uns.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

32

[repositorio.undac.edu.pe](https://repositorio.undac.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

33

INSIDEO SOCIEDAD ANONIMA CERRADA -  
INSIDEO S.A.C.. "Modificación del Plan de  
Abandono de la Línea de Transmisión en 220  
kV Talara - Piura para el No Retiro de las  
Fundaciones de las (Ex) Estructuras E197 y  
E198-IGA0013177", R.D. N° 0071-2021-  
MINEM/DGAAE , 2021

Publicación

<1 %

34

[repositorio.unsaac.edu.pe](https://repositorio.unsaac.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

35

TECNOLOGIA XXI S A. "Modificación del Plan de Cierre de Minas de la Unidad Minera Fosfatos-IGA0010571", R.D. N° 019-2018-MEM-DGAAM, 2020

Publicación

&lt;1 %

36

[repositorio.upn.edu.pe](https://repositorio.upn.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

37

[repositorio.ucp.edu.pe](https://repositorio.ucp.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

38

FRANCISCO JAVIER BENITO SAORÍN.  
"Propiedades mecánicas y retracción de hormigones autocompactantes fabricados con escorias siderúrgicas de alto horno.",  
Universitat Politecnica de Valencia, 2014

Publicación

&lt;1 %

39

GESTION ESPECIALIZADA EN HIGIENE,  
SEGURIDAD INDUSTRIAL Y MEDIO AMBIENTE  
S.A.C. - GEHSIMA S.A.C.. "ITS para el Proyecto de Implementación de Dos Hangares en la Planta Felipe para la Planta Industrial de Producción de Fertilizantes Líquidos-Felipe-IGA0009089", R.D. N° 446-2017-PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020

Publicación

&lt;1 %

40

Fuente de Internet

&lt;1 %

41

"Perspectives and Trends in Education and Technology", Springer Science and Business Media LLC, 2022

Publicación

&lt;1 %

42

[repositorio.unsa.edu.pe](https://repositorio.unsa.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

43

#N/A. "Actualización y Mejora del PAMA para la Infraestructura de Disposición Final de Residuos Sólidos El Zapallal-IGA0016325", R.D. N° 2261-2016/DSA/DIGESA/SA, 2022

Publicación

&lt;1 %

44

Alberto Mendiola Lázaro de Ortecho. "Incidencia de las políticas empresariales medioambientales en la gestión de residuos sólidos en el sector construcción, Lima 2018", Industrial Data, 2020

Publicación

&lt;1 %

45

[repositorio.unsm.edu.pe](https://repositorio.unsm.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

46

[repositorio.upecen.edu.pe](https://repositorio.upecen.edu.pe)

Fuente de Internet

&lt;1 %

47

[creativecommons.org](https://creativecommons.org)

Fuente de Internet

&lt;1 %

48

[repositorio.uprit.edu.pe](https://repositorio.uprit.edu.pe)

<1 %

49

[repositorioacademico.upc.edu.pe](https://repositorioacademico.upc.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

50

CESEL S A. "EIA del Proyecto de Embalse de Cinco Lagunas en la Cuenca del Corani para el Afianzamiento Hídrico de la Central Hidroeléctrica San Gabán, el cual solo corresponde al Embalse de las Lagunas de Suytococho, Quichosuytococho, Saracocha y Ccamara-IGA0010966", R.D. N° 032-2004-EM-AAE, 2021

Publicación

<1 %

51

IBAÑEZ NAVARRO ISRAEL ESSAU. "EIA-SD del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para las Ciudades de Hualmay, Huaura, Santa María, Végueta, Caleta de Carquín y Huacho, Provincia de Huaura, Departamento de Lima-IGA0016378", R.A. N° 323-2018/MPH, 2022

Publicación

<1 %

52

INVESTIGAC.Y CONSULTORIA AMBIENTAL SRL.. "EIA del Proyecto Planta de Transferencia de Residuos Sólidos de Arequipa-IGA0002254", R.D. N° 4038-2009/DIGESA/SA, 2021

<1 %

53

PROINTO INGENIEROS S.A.C.. "DIA del Proyecto Relleno Sanitario, Planta de Tratamiento de Residuos Orgánicos y Planta de Separación de Residuos Inorgánicos Reciclables para la Ciudad de Chiquián, Provincia de Bolognesi, Departamento de Ancash-IGA0003854", R.D. N° 276-2015/DSB/DIGESA/SA, 2021

Publicación

---

<1 %

54

Sócrates P. Muñoz Pérez, José Giancarlo Aguilar Morante, Ingrit Paola Díaz Flores. "Subgrade soil stabilization using marine debris: A literature review", Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 2022

Publicación

---

<1 %

55

[www.repositorio.usac.edu.gt](http://www.repositorio.usac.edu.gt)

Fuente de Internet

---

<1 %

56

GUERRERO TORRES YOEL RICARDO. "EIA-SD del Proyecto Denominado Mejoramiento y Ampliación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales en la Ciudad de Cerro de Pasco, Provincia de Pasco - Pasco-IGA0018159", R.G. N° 0119-2022-GMPP-A/GM, 2022

Publicación

---

<1 %

57

HAKU CONSULTORES S.A.C.. "Plan de Cierre Definitivo de las Operaciones de la Planta de

<1 %

Concreto de la Empresa Mixercon-  
IGA0010185", R.D. N° 017-  
2017/PRODUCE/DVMYPE-I/DGAAMI, 2020

Publicación

---

58

ORIZANO ALCEDO RICHARD JOSUE. "Plan de  
Recuperación de Áreas Degradadas y  
Construcción de la Celda Transitoria para la  
Disposición Final de Residuos Sólidos en el  
Paraje Izcocusana del Distrito de Sapallanga -  
Huancayo - Junín-IGA0015513", R.G.S.P. N°  
426-2021-MPH/GSP, 2022

Publicación

---

<1 %

59

CESEL S A. "PAP de la Línea de Transmisión en  
220 kV Talara - Piura en el Tramo Estructura  
N° 199 - Estructura N° 200-IGA0006647", R.D.  
N° 174-2017-MEM/DGAAE, 2020

Publicación

---

<1 %

---

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 12 words

Excluir bibliografía

Activo

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, nuestro profundo agradecimiento a Dios por mantener a nuestra familia unida y saludable, por protegernos de todas las cosas malas, negativas y permitirnos avanzar hacia nuevos logros; además, su muerte en la cruz nos permitió conocer su amor infinito, quedará en el corazón de todas las naciones eternamente como ejemplo de sacrificio y amor.

Estamos agradecidos por la oportunidad de hacer la misma investigación y conocer a muchas personas con las que trabajamos para hacer realidad nuestros sueños.

Un reconocimiento cordial a nuestros distinguidos docentes de la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Alas Peruanas, quienes merecen una especial gratitud por su valiosa contribución en la impartición de conocimientos y experiencias fundamentales para nuestro desarrollo académico y profesional.

Un especial agradecimiento a nuestra asesora Dra. Zarith Nancy Garrido Campaña, quien siempre nos ha apoyado incondicionalmente, compartió sus conocimientos y nos orientó en el proceso de este trabajo.

Expresamos nuestro sincero agradecimiento a todas las personas que nos han brindado su apoyo en la finalización de este documento. Reconocemos y valoramos tanto las intervenciones pequeñas como las grandes, ya que cada una de ellas ha sido valiosa y compasiva.

## DEDICATORIA

A mis padres: Ignacio Damiano Muñoz y Isidora Ccorisoncco Huamán, quienes me inculcaron en el camino correcto de la vida con ejemplo, direccionando mi camino en un trayecto mejor en el presente y para el futuro. A mis hijos: Jhordy Yamil y Marvin Edson, son mis tesoros de motivación para forjarme como padre y profesional. A mi esposa Mary Rojas Contreras. A mis hermanos: Luzmila, Maxi, Michael y Rosibel, por ser los excelentes y ejemplos modelos a seguir, por sus mejores consejos, enseñanzas y su apoyo incondicional y es digno de considerar. A mis amigos, quienes han estado presentes como un sólido apoyo tanto en los momentos positivos como en los desafiantes.

Alfredo Damiano Ccorisoncco

A mis padres: José Patricio Espinoza Espinoza y Beatriz Salas Ortiz, por su amor incondicional y su apoyo constante en mi formación ha sido la clave de mi éxito. A mis hermanos: María del Carmen, Rina y Guido, por sus consejos, enseñanzas y su apoyo incondicional. A mis amigos, por extender su mano en momentos difíciles, por esa sincera amistad los llevo en mi corazón.

Judith Espinoza Salas

A Dios por darme su bendición y enseñarme su humildad, paciencia y sabiduría para afrontar las adversidades sin perder nunca la voluntad. A mi padre Andrés, mis hijos Ximena, Cinthia, Ameer y Nissar, con todo amor y cariño, por ser fuente de motivación. A ustedes, por siempre, mi cariño y mi amor incondicional.

Enrique Alvarado Ramos

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	II
DEDICATORIA .....	III
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN.....	XVIII
ABSTRACT .....	XIX
INTRODUCCIÓN.....	XX
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	22
1.1.    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	22
1.1.    FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	25
1.1.1. <i>Problema general</i> .....	25
1.1.2. <i>Problemas específicos</i> .....	25
1.2.    OBJETIVOS.....	25
1.2.1. <i>Objetivo general</i> .....	25
1.2.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	25
1.3.    JUSTIFICACIÓN .....	26
1.3.1. <i>Justificación económica</i> .....	26
1.3.2. <i>Justificación social</i> .....	26
1.3.3. <i>Justificación tecnológica</i> .....	27
1.3.4. <i>Justificación ambiental</i> .....	27
1.4.    LIMITACIONES DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN .....	28
1.5.    HIPÓTESIS Y VARIABLES .....	29
1.5.1. <i>Hipótesis</i> .....	29
1.5.1.1. Hipótesis general.....	29
1.5.1.2. Hipótesis específicas.....	29
1.5.2. <i>Variables</i> .....	29
1.5.2.1. Variable independiente.....	29
1.5.2.2. Variable dependiente.....	29

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	31
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	31
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i> .....	31
2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i> .....	38
2.1.3. <i>Antecedentes locales</i> .....	45
2.2. BASES TEÓRICAS .....	48
2.2.1. <i>Generalidades del suelo</i> .....	48
2.2.2. <i>Principales tipos de suelo</i> .....	48
2.2.2.1. <i>Gravas</i> .....	49
2.2.2.2. <i>Arenas</i> .....	49
2.2.2.3. <i>Limos</i> .....	49
2.2.2.4. <i>Arcillas</i> .....	50
2.2.3. <i>Estabilización de suelos</i> .....	51
2.2.3.1. <i>Estabilización por medios mecánicos</i> .....	52
2.2.3.2. <i>Estabilización por combinación de suelos</i> .....	52
2.2.3.3. <i>Estabilización con arena y arcilla</i> .....	53
2.2.4. <i>Subrasante</i> .....	53
2.2.4.1. <i>Estabilización de subrasantes</i> .....	53
2.2.5. <i>Propiedades de los suelos estabilizados</i> .....	54
2.2.6. <i>Capacidad de soporte de los suelos</i> .....	56
2.2.7. <i>Ensayo California Bearing Ratio (CBR)</i> .....	56
2.3. RESIDUOS DE CONCRETO (RC).....	58
2.3.1. <i>Generalidades</i> .....	58
2.3.2. <i>Clasificación de residuos de construcciones y demoliciones</i> .....	58
2.3.3. <i>Propiedades del residuo de construcción</i> .....	60
2.3.4. <i>Lugares de recopilación de residuos de concreto (RC)</i> .....	61
2.3.5. <i>Aplicación y tratamiento de residuos de concreto.</i> .....	61
2.3.6. <i>Disponibilidad de residuos de concreto (material estabilizante)</i> ...	62
2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	62
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA .....	64
3.1. MÉTODO, TIPO O ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN.....	64
3.1.1. <i>Método de la investigación</i> .....	64
3.1.2. <i>Tipo de la investigación</i> .....	64

3.1.3. Alcance de la investigación .....	65
3.2. MATERIALES Y MÉTODOS (APLICACIÓN DE LA INGENIERÍA) .....	65
3.2.1. Materiales .....	65
3.2.2. Métodos de análisis .....	67
3.3. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	67
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	67
3.4.1. Población .....	67
3.4.2. Muestra .....	68
3.4.3. Muestreo .....	68
3.5. ESTUDIOS PREVIOS .....	69
3.5.1. Trabajos de campo .....	69
3.5.1.1. Reconocimiento de ruta .....	69
3.5.1.2. Exploración de suelos .....	69
3.5.1.3. Características geotécnicas de la vía de Evitamiento (VDE) .....	70
3.5.1.4. Descripción del perfil estratigráfico .....	70
3.5.2. Trabajos de laboratorio .....	71
3.5.3. Ensayos de mecánica de suelos .....	71
3.5.3.1. Propiedades físicas .....	72
3.5.3.2. Propiedades mecánicas .....	75
3.5.4. Trabajo de laboratorio de residuos de concreto (RC) .....	77
3.5.4.1. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422, MTC E 107, AASTHO T11-T27-T88, NTP 339.128) .....	77
3.5.5. Evaluación de residuos de concreto como material estabilizante .....	78
3.5.6. Evaluación de costos de aporte de la adición del residuo de concreto a la subrasante para su mejoramiento .....	79
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	87
4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA ESTUDIO .....	87
4.1.1. Ubicación del proyecto .....	87
4.1.2. Características de la vía de Evitamiento (VDE) .....	87
4.1.3. Zona de estudio (vía de Evitamiento) .....	87
4.1.4. Clima de la zona .....	88
4.1.5. Temperatura de la zona .....	88
4.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	88

4.2.1. <i>Propiedades físicas de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la vía de Evitamiento (VDE).</i> .....	88
4.2.1.1. Granulometría.....	88
4.2.1.2. Limite líquido .....	103
4.2.1.3. Limite plástico.....	105
4.2.1.4. Índice plástico.....	108
4.2.1.5. Humedad natural (HN) .....	111
4.2.1.6. Humedad óptima (HO) .....	113
4.2.2. <i>Comparación de hipótesis específica 1</i> .....	116
4.2.3. <i>Propiedades mecánicas de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE</i> .....	117
4.2.3.1. Máxima densidad seca (MDS).....	117
4.2.3.2. Análisis del CBR al 100% (0.1") .....	120
4.2.3.3. Análisis del CBR al 95% (0.1") .....	122
4.2.4. <i>Comparación de hipótesis específica 2</i> .....	126
4.2.5. <i>Costos de estabilización del suelo arcilloso con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.</i> .....	128
4.2.6. <i>Comparación de hipótesis específica 3</i> .....	131
CAPÍTULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	132
DISCUSIONES.....	132
CONCLUSIONES .....	145
RECOMENDACIONES.....	147
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	149
ANEXOS.....	155

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Operacionalización de las variables</i> .....	<b>30</b>
<b>Tabla 2.</b> <i>Categoría de la subrasante</i> .....	<b>57</b>
<b>Tabla 3.</b> <i>Residuos sólidos (RS) de la construcción y demolición peligrosos</i> .	<b>59</b>
<b>Tabla 4.</b> <i>Residuos sólidos (RS) de la construcción y demolición reutilizables y/o reciclables</i> .....	<b>59</b>
<b>Tabla 5.</b> <i>Requerimiento de RC para la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay – Apurímac</i> .....	<b>62</b>
<b>Tabla 6.</b> <i>Materiales y equipos utilizados en los ensayos para la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay – Apurímac</i> .....	<b>66</b>
<b>Tabla 7.</b> <i>Calicatas tomadas como muestra, considerados con su respectivo progresiva y coordenadas en el tramo de la VDE.</i> .....	<b>68</b>
<b>Tabla 8.</b> <i>Prospecciones efectuadas</i> .....	<b>70</b>
<b>Tabla 9.</b> <i>Perfil estratigráfico de las calicatas</i> .....	<b>71</b>
<b>Tabla 10.</b> <i>Aplicación de normas en el ensayo de mecánica de suelos</i> .....	<b>72</b>
<b>Tabla 11.</b> <i>Resumen de resultados y promedios de propiedades físicas</i> .....	<b>74</b>
<b>Tabla 12.</b> <i>Resumen de resultados y promedios de propiedades mecánicas</i> . <b>76</b>	
<b>Tabla 13.</b> <i>Análisis granulométrico por tamizado de RC (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88), tratado como material estabilizante con fines de estabilizar la subrasante en la VDE</i> .....	<b>77</b>
<b>Tabla 14.</b> <i>Presupuesto de producir el m<sup>3</sup> de residuos de concreto como material estabilizante, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE</i> .....	<b>78</b>
<b>Tabla 15.</b> <i>Valores promedios de CBR y porcentaje de residuos de concreto al 95% de MDS y 0.10” de penetración</i> .....	<b>79</b>
<b>Tabla 16.</b> <i>Diferentes espesores de las capas que componen el paquete estructural, sin mejora de la subrasante (sin adición de residuos de concreto)</i> .....	<b>80</b>
<b>Tabla 17.</b> <i>Diferentes espesores de las capas que componen el paquete estructural, con mejora de la subrasante (con adición de residuos de concreto)</i> . .....	<b>80</b>
<b>Tabla 18.</b> <i>Presupuesto sin adicionar residuos de concreto a la subrasante (Patrón 1)</i> .....	<b>81</b>

<b>Tabla 19.</b> <i>Presupuesto sin adicionar residuos de concreto a la subrasante (Patrón 2) .....</i>	<b>82</b>
<b>Tabla 20.</b> <i>Presupuesto sin adicionar residuos de concreto a la subrasante (Patrón 3) .....</i>	<b>83</b>
<b>Tabla 21.</b> <i>Presupuesto con adición de residuos de concreto en la subrasante (Mejoramiento 1) .....</i>	<b>83</b>
<b>Tabla 22.</b> <i>Presupuesto con adición de residuos de concreto en la subrasante (Mejoramiento 2) .....</i>	<b>84</b>
<b>Tabla 23.</b> <i>Presupuesto con adición de residuos de concreto en la subrasante (Mejoramiento 3) .....</i>	<b>85</b>
<b>Tabla 24.</b> <i>Resumen de presupuesto de conformación por m<sup>2</sup> de paquete estructural sin mejoramiento de subrasante, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>85</b>
<b>Tabla 25.</b> <i>Resumen de presupuesto de conformación por m<sup>2</sup> de paquete estructural con mejoramiento de subrasante adicionando RC en 13.50%, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. ....</i>	<b>86</b>
<b>Tabla 26.</b> <i>Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 0% RC., de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>89</b>
<b>Tabla 27.</b> <i>Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 0% RC, de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>91</b>
<b>Tabla 28.</b> <i>Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88 y de SNT + 5% RC, de suelos finos con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>93</b>
<b>Tabla 29.</b> <i>Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 5% RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>94</b>
<b>Tabla 30.</b> <i>Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 10% RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>96</b>
<b>Tabla 31.</b> <i>Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 10 % RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>97</b>

<b>Tabla 32.</b> <i>Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 15% RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>99</b>
<b>Tabla 33.</b> <i>Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 15 % RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....</i>	<b>100</b>
<b>Tabla 34.</b> <i>Resultados del análisis de LL de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....</i>	<b>103</b>
<b>Tabla 35.</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de LL del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE....</i>	<b>104</b>
<b>Tabla 36.</b> <i>Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis promedio del LL de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....</i>	<b>104</b>
<b>Tabla 37.</b> <i>Resultados del análisis de LP de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....</i>	<b>105</b>
<b>Tabla 38.</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de LP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE....</i>	<b>106</b>
<b>Tabla 39.</b> <i>Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de análisis promedio del LP de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....</i>	<b>107</b>
<b>Tabla 40.</b> <i>Resultados del análisis de IP de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....</i>	<b>108</b>

<b>Tabla 41.</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de IP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE....</i>	<b>109</b>
<b>Tabla 42.</b> <i>Comparación múltiple de (Tukey) al 95 % de confiabilidad de análisis promedio del IP de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. .....</i>	<b>110</b>
<b>Tabla 43.</b> <i>Resultados del análisis de humedad natural de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....</i>	<b>111</b>
<b>Tabla 44.</b> <i>Análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de HN del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE....</i>	<b>112</b>
<b>Tabla 45.</b> <i>Comparación múltiple de (Tukey) al 95 % de confiabilidad de análisis promedio de HN de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. .....</i>	<b>113</b>
<b>Tabla 46.</b> <i>Resultados de HO de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....</i>	<b>113</b>
<b>Tabla 47.</b> <i>Análisis de varianza de los promedios de HO del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE .....</i>	<b>114</b>
<b>Tabla 48.</b> <i>Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis promedio de la HO de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....</i>	<b>115</b>
<b>Tabla 49.</b> <i>Resumen de ANOVA de los promedios de LL, LP, IP, HN y HO del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....</i>	<b>116</b>

<b>Tabla 50.</b> Resultados del análisis de MDS de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....	<b>117</b>
<b>Tabla 51.</b> Análisis de varianza de los promedios de MDS del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>118</b>
<b>Tabla 52.</b> Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis promedio del MDS de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....	<b>119</b>
<b>Tabla 53.</b> Resultados del análisis del CBR al 100% (0.1") de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>120</b>
<b>Tabla 54.</b> Análisis de varianza de resultados promedios de CBR (100%, 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....	<b>121</b>
<b>Tabla 55.</b> Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis del CBR (100%, 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE .....	<b>122</b>
<b>Tabla 56.</b> Resultados del análisis de CBR al 95% (0.1") de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>122</b>
<b>Tabla 57.</b> Análisis de varianza de los resultados promedios de CBR (95%, 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.....	<b>124</b>
<b>Tabla 58.</b> Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis del CBR (95% 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de	

<i>RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.</i>	<b>124</b>
<b>Tabla 59.</b> <i>Resumen de ANOVA de los promedios de MDS, CBR (100% 01"), y CBR (95% 01") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.</i>	<b>126</b>
<b>Tabla 60.</b> <i>Comparación de presupuestos de conformación de paquete estructural con mejoramiento y sin mejoramiento de la subrasante con RC., con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante de la VDE.</i>	<b>128</b>
<b>Tabla 61.</b> <i>Prueba de T STUDENT de la diferencia de costos de conformación de paquete estructural con mejoramiento y sin mejoramiento de la subrasante con RC., con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.</i>	<b>129</b>
<b>Tabla 62.</b> <i>Cuadro comparativo de variación de costos, con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.</i>	<b>130</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Demolición de residuos de concreto en la Av. Prado Bajo con Jr. Junín, según NTP 400.050 (UTM -13.63334733267657 Norte, -72.8785103012103 Este) .....	<b>61</b>
<b>Figura 2.</b> Representación gráfica de la granulometría por tamizado de RC, tratado como material estabilizante con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....	<b>78</b>
<b>Figura 3.</b> Evaluación del valor de CBR vs residuos de concreto, tratado como material estabilizante con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. ....	<b>79</b>
<b>Figura 4.</b> Representación gráfica de la granulometría de la C1 (muestra patrón) de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. ....	<b>90</b>
<b>Figura 5.</b> Representación gráfica de la granulometría de la calicata C1 - M2 con adición de 5% RC de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....	<b>91</b>
<b>Figura 6.</b> Representación gráfica de la granulometría de la calicata C1 - M2 con adición de 10% RC de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....	<b>94</b>
<b>Figura 7.</b> Representación gráfica de la granulometría de la calicata C1 - M2 con adición de 15% RC de los suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....	<b>95</b>
<b>Figura 8.</b> Representación gráfica de la granulometría de la calicata C2-M2 (muestra patrón) de los suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. ....	<b>97</b>
<b>Figura 9.</b> Representación gráfica de la granulometría de la calicata C3 (muestra patrón) de los suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE .....	<b>98</b>
<b>Figura 10.</b> Representación gráfica de la granulometría de la calicata C4 (muestra patrón) de los suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. ....	<b>100</b>
<b>Figura 11.</b> Representación gráfica de la granulometría de la C5 (muestra patrón) de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.....	<b>101</b>

<b>Figura 12.</b> Promedios de LL de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9) y M2 del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>103</b>
<b>Figura 13.</b> Promedios de LP de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>106</b>
<b>Figura 14.</b> Promedios de IP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>108</b>
<b>Figura 15.</b> Promedios de Humedad Natural del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>111</b>
<b>Figura 16.</b> Promedios de HO del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>114</b>
<b>Figura 17.</b> Promedios de MDS del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>118</b>
<b>Figura 18.</b> Promedios de análisis del CBR (100% 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>120</b>
<b>Figura 19.</b> Promedios de análisis del CBR (95% 0.1") de la muestra M1 y M2 del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>123</b>
<b>Figura 20.</b> Promedio de costos de conformación de paquete estructural con mejoramiento y sin mejoramiento de la subrasante con RC., con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE. ....	<b>128</b>
<b>Figura 21.</b> Inicio del tramo de la vía de Evitamiento de la provincia de Abancay – Apurímac, KM. 0+000 (UTM -13.639926836595835 Norte, -72.90377772814587 Este). ....	<b>157</b>

<b>Figura 22.</b> Localización de zonas críticas y reconocimiento para la apertura de las calicatas, km 03+464, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.632132112106024 Norte, -72.90552559522882 este) .....	<b>158</b>
<b>Figura 23.</b> Localización de la zona de demolición de residuos de concreto en la Av. Prado Bajo con Jr. Junín, según NTP 400.050 (UTM - 13.633457569896146 Norte, -72.87850903981744 este).....	<b>158</b>
<b>Figura 24.</b> Localización de la cantera La sorpresa (UTM -13.648042397804282 norte, -72.91461475074428 este) .....	<b>159</b>
<b>Figura 25.</b> Trituración de residuos de concreto en la cantera La sorpresa (UTM -13.647897024569449 norte, -72.9149840837727 este) .....	<b>159</b>
<b>Figura 26.</b> Calicata C1, KM 3+464, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.632147181391227 norte, -72.90561943327914 este).....	<b>160</b>
<b>Figura 27:</b> Calicata C2, km 3+776, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.632530593541418 norte, -72.90300279340312 este).....	<b>160</b>
<b>Figura 28.</b> Calicata C1, KM 3+879, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.63256663346755 Norte, -72.9007749878841 este).....	<b>160</b>
<b>Figura 29:</b> Calicata C2, KM 5+552, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.630827778328477 norte, -72.89669447614531 este).....	<b>161</b>
<b>Figura 30.</b> Determinación de la muestra representativa (cuarteo), según NTP 339.089 y MTC E 105.....	<b>161</b>
<b>Figura 31.</b> Análisis granulométricos de las calicatas C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 y C9 de muestra patrón, según ASTM D-422 y MTC E 107.....	<b>162</b>
<b>Figura 32.</b> Análisis granulométrico de residuos de concreto, según ASTM D-422, MTC E 107 .....	<b>162</b>
<b>Figura 33.</b> Análisis de Límite Líquido natural de las calicatas (C1, C2, C3, C4, C4, C5, C6, C7, C8 y C9), según ASTM D-4318, MTC E 110 y NTP 339.129 .....	<b>163</b>
<b>Figura 34.</b> Análisis de límite plasticidad del suelo natural con la adición de 0%, 5%, 10% y 15% de RC, según ASTM D 4318, MTC E 111 y NTP 339.129	<b>163</b>
<b>Figura 35.</b> Análisis de límites de consistencia del suelo natural con adición de 0%, 5%, 10% y 15% de RC, según ASTM D-4318, MTC E 110, MTC E 111 y NTP 339.129 .....	<b>164</b>

<b>Figura 36.</b> <i>Proceso de compactación de suelo natural con adición de 0%, 5%, 10% y 15% de RC, según ASTM D-1557, MTC E 115, AASTHO T180 y NTP 339.141 .....</i>	<b>164</b>
<b>Figura 37.</b> <i>Análisis de CBR de suelos naturales con adición de 5%, 10% y 15% de RC, según ASTM D-1883, MTC E 132 y NTP 339.145.....</i>	<b>165</b>
<b>Figura 38.</b> <i>Proceso de ensayo CBR, en estado natural y con porcentaje de RC (0%, 5%, 10%, 15 %), según ASTM D-1883, MTC E 132 y NTP 339.145..</i>	<b>166</b>

## RESUMEN

El propósito de la tesis fue evaluar la influencia de los residuos de concreto (RC) en la estabilización de suelo arcilloso en la vía de Evitamiento (VDE) de la provincia de Abancay, 2022. Como parte de la metodología, se ha utilizado el método inductivo, el tipo de investigación, según el propósito, es el aplicado, alcance explicado, diseño experimental y la muestra fue conformada por la VDE encontrada entre el km 03+464 hasta el km: 12+270, considerando los puntos de muestreo para las calicatas (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9).

Se han obtenido los resultados promedios físicos y mecánicos. El mayor logro de los porcentajes propuestos (0%, 5%, 10%, 15%) se alcanzó con el 15 % de RC, lo que resultó en la disminución en LL, que pasó de 39.93 % a 32.77 %, en LP de 25.60 % a 23.60 %, en IP de 14.34 % a 9.17 %, en HN de 14.80 % a 11.53 %, y una reducción en HO de 15.52% a 12.81 %. Respecto a la MDS, se demostró un aumento de 1.714 gr/cm<sup>3</sup> a 1.901 gr/cm<sup>3</sup> y en el CBR al 100 % (0.1") de 9.40 % a 18.66 %, mientras que el CBR al 95 % (0.1") mejoró de 7.02 % a 13.92 %. Además, según el análisis gráfico se ha demostrado que la cantidad ideal de RC para mejorar la capacidad portante del suelo es del 13.50 %, agregar más RC resulta en poca mejora significativa. Por otro lado, al realizar el análisis de costos de estabilización del estrato con los resultados encontrados, se llegó a determinar que económicamente es rentable y beneficioso. En consecuencia, se concluye que la influencia del RC es significativa en la estabilización de suelo arcilloso de tipo CL y ML en el sustrato de la VDE de la provincia de Abancay.

**Palabras clave:** residuos de concreto, estabilidad de la subrasante, propiedades físicas y propiedades mecánicas.

## ABSTRACT

The purpose of the thesis was to evaluate the influence of concrete waste (RC) on the stabilization of clay soil on the Evitamiento road (VDE) in the province of Abancay, 2022. As part of the methodology, the method has been used inductive; type of research according to the purpose, it was defined applied, scope explained, experimental design and the sample was made up of the VDE found between Km 03+464 to Km: 12+270, considering the sampling points for the pits (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 and C-9).

The average physical and mechanical results have been obtained. The greatest achievement of the proposed percentages (0%, 5%, 10%, 15%) was achieved with 15% CR, which resulted in the decrease in LL, which went from 39.93% to 32.77%, in LP of 25.60% to 23.60%, in IP from 14.34% to 9.17%, in HN from 14.80% to 11.53%, and a reduction in HO from 15.52% to 12.81%. Regarding the MDS, an increase was demonstrated from 1,714 gr/cm<sup>3</sup> to 1,901 gr/cm<sup>3</sup> and in the CBR at 100% (0.1") from 9.40% to 18.66%, while the CBR at 95% (0.1") improved from 7.02 % to 13.92%. Furthermore, according to the graphical analysis it has been shown that the ideal amount of RC to improve the bearing capacity of the soil is 13.50%, adding more RC results in little significant improvement. On the other hand, when carrying out the analysis of the stabilization costs of the stratum with the results found, it was determined that it is economically profitable and beneficial. Consequently, it is concluded that the influence of RC is significant in the stabilization of CL and ML type clay soil in the VDE substrate of the province of Abancay.

**Keywords:** concrete residues, subgrade stability, physical properties and mechanical properties.

# INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de la tesis denominada: «Estabilización de suelo arcilloso con residuos de concreto, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022» explica los fundamentos y factores que influyen en la estabilización de suelos arcillosos con alta presencia de finos de media a baja resistencia con residuos de concreto para mejorar la subrasante, los resultados permitirán tomar decisiones adecuadas y oportunas con el fin de estabilizar los suelos finos (modificando su composición física y aumentando su resistencia mecánica) de manera óptima, aprovechando los residuos de concreto.

Para el desarrollo y análisis de la tesis de manera ordenada, sistemática y coherente se identifica los siguientes capítulos:

Capítulo I: se identifica el problema de la investigación, considerando el planteamiento y formulación del problema de investigación, es necesario considerar las dimensiones para la formulación de los problemas específicos y existe una adecuada coherencia. Además, se precisa el objetivo general, específicos, justificación, limitaciones de la tesis y el planteamiento de la hipótesis general y específicos.

Capítulo II: corresponde al sustento de la tesis, considerando el marco teórico que incluye los antecedentes con alcance internacional, nacional y local. Además, las bases teóricas que sustenta las variables, dimensiones e indicadores de la tesis.

Capítulo III: describe la metodología de la tesis, considerando el método, tipo, alcance de la investigación. Además, los materiales que se utilizaron, los métodos, diseño, población y muestra de estudio.

Capítulo IV: esta sección abarca los resultados y el análisis correspondiente, donde se evaluaron diversas características físicas y mecánicas de suelo arcilloso tratado con diferentes proporciones (0%, 5%, 10% y 15%). Los parámetros físicos

considerados fueron la granulometría y los promedios de límite líquido (LL), límite de plástico (LP), índice de plástico (IP) y humedad natural (HN), CBR al 95 % (0.1") y CBR al 100% (0.1"). También se llevó a cabo un análisis de costos relacionados con los tratamientos realizados.

Capítulo V: en esta parte se presentan las discusiones, conclusiones y recomendaciones de la investigación, considerando los objetivos propuestos inicialmente.

## **CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1. Planteamiento del problema**

A nivel mundial, debido al crecimiento constante de la industria de la construcción, se genera cada día grandes cantidades de desechos de construcción, lo que ocasiona una serie de contaminantes ambiental, principalmente por la demolición de carreteras, edificios, viviendas antiguas y la falta de una adecuada gestión final de vertederos.

La ausencia de investigaciones que detallen las directrices o normas técnicas necesarias para el adecuado manejo de los residuos de construcción y demolición (RCD), se agrega a las deficiencias en el aprovechamiento y la incapacidad para proporcionarles un nuevo ciclo de vida. Estas carencias de conocimiento conducen al uso inadecuado de RCD en obras como en diseños (1).

Mejorar la composición física de los suelos finos con productos adecuados y eficientes permite incrementar las propiedades mecánicas y resistencia del terreno, a fin de obtener una capa estable que pueda soportar las diferentes capas y cargas provenientes de la estructura de un pavimento flexible. Por otro lado, la inestabilidad del suelo es un problema que afecta a gran parte del país,

principalmente en América Latina, donde los suelos no cumplen con las condiciones físicas y mecánicas requeridas, lo que afecta la capacidad de tránsito vehicular y peatonal.

Hoy, países como Colombia presenta serios problemas de estabilidad y tiene una tradición de construir pisos de concreto para muchos usos, desde pisos industriales hasta almacenes, por lo que los aditivos naturales o insumos que se pueden reciclar y que cumplen ese rol de estabilizar el suelo tienen la capacidad de recuperación para abordar problemas a escala internacional. Su idoneidad y caracterización se basan en la adición de insumos o productos con mejores propiedades mecánicas (2).

Del mismo modo, Perú presenta problemas similares descritos a nivel internacional, porque los materiales utilizados para la recuperación del suelo son materiales muy caros o, en su defecto, no tienen características favorables para mejorar y cumplir con las especificaciones técnicas que las normativas solicitan (2).

Apurímac se enfrenta a una situación similar a la descrita a nivel internacional y nacional, ya que en la vía de Evitamiento se identifican suelos arcillosos poco granulares con una alta concentración de suelos finos de resistencia media a baja (arcillas inorgánicas de baja plasticidad). Estos suelos presentan una estabilidad muy inestable en términos de resistencia a la deformación, lo que motiva a los especialistas encargados de proyectos de infraestructuras viales a buscar otras soluciones para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Según la percepción de Ibañez y Damián (3) los principales factores que afecta la desertificación e inestabilidad de los suelos en la región de Apurímac de manera significativa, de acuerdo a datos estadísticos, son los antrópicos que son equivalentes al 90 % y un 10 % de factores naturales (p.10). Del mismo modo, estudios geológicos y geodinámicos realizados en gran parte de las zonas de Apurímac permitió identificar tipos de suelos y los más relevantes fueron los suelos arenosos con arcilla (SC) y arcilla de baja plasticidad (CL) con más de 33 % de humedad natural, resultados que indican, que es necesario de realizar

modificaciones y/o estabilizar los suelos con fines de pavimentación o asfalto, tal como señala (4).

En el ámbito local, específicamente en el distrito y provincia de Abancay, es evidente la producción de materiales de residuo de concreto (RC) generados por proyectos de construcción. Esto es resultado del crecimiento y desarrollo de la provincia de Abancay - Apurímac, donde se están llevando a cabo diversos proyectos, que incluyen la mejora de la transitabilidad tanto peatonal como vehicular, así como el mantenimiento, renovación, rehabilitación y ampliación de infraestructuras para el suministro de agua potable, desagüe, pistas y veredas en toda la ciudad, incluyendo las zonas marginales. A pesar de la generación de estos RC en el pasado, en la ciudad de Abancay no se ha practicado el reuso de este material proveniente de actividades y procesos de construcción de demolición de edificaciones e infraestructuras viales de manera técnica.

Esta falta de reutilización se debe en gran medida a la carencia de conocimiento y escasa información sobre la viabilidad económica y ambiental de su utilización. Particularmente, en el ámbito local existe desconocimiento sobre cómo emplear el RC en suelos arcillosos que presentan características de resistencia a la deformación muy inestable. Además, de no aprovechar adecuadamente estos materiales es su disposición en las propias calles, cauces de ríos y vertederos temporales, como el botadero km 5, lo que genera un impacto directo y significativo en el bienestar y la salud de la población, así como en el medio ambiente.

El presente estudio de investigación, está orientado a buscar la mejor alternativa de solución para estabilizar la subrasante en la vía de Evitamiento (VDE) de la ciudad de Abancay, ubicada en la región Apurímac. Para lograrlo, se propone la reutilización de materiales RC provenientes de la demolición de pavimentos rígidos, aceras y veredas dentro del área urbana de la localidad. Estos materiales reciclados serán empleados como elementos estabilizadores en la subrasante de la VDE., la cual se considera un proyecto prioritario en la provincia de Abancay.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la influencia de los residuos de concreto en la estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo influye los residuos de concreto en las propiedades físicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022?
  
- b) ¿Qué resultado se obtiene de la influencia de los residuos de concreto en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022?
  
- c) ¿Cuál es el análisis de la influencia de los residuos de concreto en los costos de estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la influencia de los residuos de concreto en la estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022

### **1.3.2. Objetivos específicos**

- a) Establecer la influencia de los residuos de concreto en las propiedades físicas del suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

- b) Determinar los resultados de la influencia de los residuos de concreto en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.
- c) Analizar la influencia de los residuos de concreto en los costos de estabilización del suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

#### **1.4. Justificación**

##### **1.4.1. Justificación económica**

Teniendo en cuenta que existe una afluencia favorable sobre el costo de producción al utilizar residuos de concreto (RC), se logra una ventaja considerable y un ahorro en el proceso de estabilización de los suelos arcillosos expansivos. El RC tiene un costo cero en relación a la materia prima y se aprovecharía en grandes escalas de manera eficiente y beneficiar de manera directa en los costos de programación para la ejecución de los proyectos que impulse el gobierno local. Los RC utilizados como estabilizador de suelos de mala calidad es favorable económicamente y con respecto a otros estabilizantes, pueden ser otra alternativa favorable para una solución suelo con mejores propiedades físicas y mecánicas de la subrasante en estudio.

##### **1.4.2. Justificación social**

La tesis demostró estabilizar el suelo con residuos de concreto (RC) y permitió obtener según los análisis mejores características mecánicas con fines de pavimentación, replicado la tesis y puesta en práctica a nivel de proyecto de inversión se beneficiará principalmente los ciudadanos de la ciudad de Abancay y moradores circundantes a la vía de Evitamiento (VDE), de acuerdo a esta propuesta, los vehículos de carga pesada que actualmente transitan por el área urbana se verán obligados a utilizar la VDE durante todo el ciclo de vida del proyecto, asegurando así condiciones seguras y cómodas. Desde luego, la incorporación de residuos de concreto en la estabilización del suelo, al brindar mejoras en la pavimentación y la seguridad vial, tiene un impacto positivo en la comunidad local al reducir el impacto del tráfico en la zona urbana y mejorar la calidad de vida de los pobladores de la ciudad de Abancay.

### **1.4.3. Justificación tecnológica**

El estudio demuestra el uso de residuos de concreto (RC) para estabilizar suelos arcillosos en la mejora de la plataforma de la subrasante en la vía de Evitamiento (VDE) en la provincia de Abancay, logrará resultados fiables que facilitarán decisiones adecuadas y oportunas para mejorar la estabilidad de estos suelos cohesivos de manera óptima, aprovechando los RC. Es fundamental considerar que una gestión y manejo inadecuados de los RC pueden tener un impacto negativo y significativo en el medio ambiente.

Además, se pretende utilizar la cantidad precisa de RC que mejorará la calidad del suelo, aumentando significativamente la resistencia al esfuerzo cortante del suelo arcilloso. Esto, a su vez, contribuirá a mejorar la calidad del suelo para la subrasante del pavimento de la VDE. En definitiva, mejorará la estabilidad del suelo, contribuyendo a proyectar construcciones adecuadas de los pavimentos y tener mejor transitabilidad y peatonal. Por otro lado, favorecerá a reducir los impactos ambientales generados por los residuos de la construcción, las partículas en suspensión como el polvo y el dióxido de carbono generado por el esfuerzo que realiza los vehículos al momento de transitar.

Desde el punto de vista tecnológico, la investigación permitirá obtener datos y resultados apropiados y reales, a la medida se tendrá como información base para investigaciones posteriores, estos resultados constituyen antecedentes valiosos para continuar con trabajos de investigación similares en lugares con propiedades geotécnicas parecidas de tipo C, CL y ML o en estratos de partículas finas, además información en referencia obtenidos pueden utilizarse como modelo su aplicación en proyectos de interés social direccionados por los gobiernos centrales del estado (locales y regionales).

### **1.4.4. Justificación ambiental**

Los residuos de concreto (RC) manejados y gestionados de manera inadecuada generan impactos ambientales negativos y existe la posibilidad de que sean significativos, con este proceso que se demostró la influencia favorable en la estabilización permitirá reducir, mitigar los impactos sobre todo ambientales

que genera los residuos de la construcción afectando a los factores ambientales como el suelo, aguas superficiales, subterráneas a través del proceso de infiltración y generación de lixiviados, la flora y fauna que son factores ambientales vulnerables.

La creciente cantidad de demoliciones de estructuras de concreto en la ciudad de Abancay ha generado una importante preocupación por la contaminación ambiental. Estas actividades resultan en un aumento considerable de residuos sólidos, los cuales terminan siendo depositados en grandes vertederos que ocupan extensas áreas de terrenos agrícolas o riberas de ríos, provocando una contaminación ambiental generalizada que atenta la salud de los pobladores. Los RC, manejados y utilizados de manera adecuada en la estabilización de suelos, permitirá reducir grandes cantidades de volúmenes de uso de material natural y de esa manera también reducir la contaminación ambiental.

### **1.5. Limitaciones de la presente investigación**

- Para el desarrollo del análisis físico y mecánico del suelo natural y con adición de residuos de concreto fue necesario un laboratorio de Mecánica de suelos de concreto y pavimentos, por la coyuntura actual no se ha podido acceder a los laboratorios de la Universidad Continental. Sin embargo, se realizó en el laboratorio del Grupo Corporativo Obregón A.C.R.L., ubicado en la provincia de Abancay – Apurímac, para el cuál se adjunta los documentos necesarios como evidencia de su veracidad y fiabilidad.
- Por la emergencia sanitaria decretado por el gobierno central ante la propagación del Covid 19, se tuvo dificultades en algunas etapas de la investigación. De todos modos, se cumplió estrictamente con los objetivos de la investigación teniendo en cuenta el protocolo de bioseguridad establecido por el gobierno peruano.
- Para poder consolidar los fundamentos teóricos y acceder a las bibliotecas especializadas en físico de las universidades de Apurímac se tuvo un acceso muy limitado. Sin embargo, se obtuvo información confiable a través de los repositorios de alcance local, nacional e internacional.

## **1.6. Hipótesis y variables**

### **1.6.1. Hipótesis**

#### **1.6.1.1. Hipótesis general**

La incorporación de los residuos de concreto influye favorablemente en la estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

#### **1.6.1.2. Hipótesis específicas**

- a) Los residuos de concreto influyen favorablemente en las propiedades físicas del suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.
- b) Los residuos de concreto influyen favorablemente en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.
- c) Los residuos de concreto influyen adecuadamente en los costos de estabilización del suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

### **1.6.2. Variables**

#### **1.6.2.1. Variable independiente.**

Proporción de residuos de concreto (RC)

#### **1.6.2.2. Variable dependiente.**

Estabilización de suelos arcillosos.

**Tabla 1. Operacionalización de las variables**

Tipo	Variable	Dimensión	Indicadores	Índice	
Variable independiente	Proporción de residuos de concreto (RC)	Arena de residuos de concreto	T0 = Muestra patrón	%	
			T1 = 5% de residuos de concreto (RC)	%	
			T2 = 10% de residuos de concreto (RC)	%	
			T3 = 15% de residuos de concreto (RC)	%	
Variable dependiente	Estabilización de suelos arcillosos	Propiedades físicas	Análisis de humedad natural (HN)	%	
			Análisis granulométrico	(%) que pasa	
			Análisis de Límite líquido (LL)	%	
			Análisis de límite plástico (LP)	%	
			Análisis de índice plástico (IP)	%	
			Clasificación de suelos	AASHTO SUCS	
			Análisis de humedad óptima (HO)	%	
			Propiedades mecánicas	Análisis de MDS	gr/cm <sup>3</sup>
				Análisis del CBR 100% (0.1")	%
				Análisis del CBR 95% (0.1")	%
			Costos de estabilización	Análisis de costos	S/.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la investigación

#### 2.1.1. Antecedentes internacionales

- Tesis de grado titulada: “*Análisis del comportamiento mecánico de los suelos encontrados en la localidad de Rafael Uribe Uribe al ser mejorados con residuos de construcción y demolición (RCD)*”, en un principio planteo como objetivo determinar las propiedades físico-mecánicas de una subrasante de consistencia blanda a muy blanda mejorada con RCD, por otra parte, considero de metodología como un proyecto de diseño experimental, con el fin de obtener los resultados deseados, se agregaron RCD en proporciones del 30 %, 40 % y 50 % al material de la subrasante. Fijando como resultado de suelo natural para granulometría 11.41 % de gravas, 22.49 % de arenas, 66.10 % de finos, contenido de humedad natural 21.40 %, IP 5.08 %, CHO 13.80 %, MDS 1.78gr/cm<sup>3</sup>, CBR al (100%, 01”) 8.6 % y CBR al (95%, 01”) 3.9 %, seguidamente, obtuvieron los resultados promedios con adición de 30% de RCD para CHO 9.33 %, MDS 1.91 gr/cm<sup>3</sup>, CBR al (100%, 01”) 16.83 % y CBR al (95%, 01”) 9.33 %, de la misma forma, con adición de 40 % de RCD para CHO es de 6.65 %, MDS 2.02 gr/ cm<sup>3</sup>, CBR al (100%, 01”) 28.5 % y CBR al (95%, 01”) 16.1 %, por último, con adición de 50 % de RCD para CHO es de

5.6 %, MDS 2.08 gr/cm<sup>3</sup>, CBR al (100%, 01") 40.55 % y CBR al (95%, 01") 22.00 %, con los resultados encontrados demostraron la variación significativa de los suelos tratados con RCD respecto al suelo natural original, asimismo, los resultados fueron comparados con lo dispuesto en el artículo 230 de la norma INVIAS 2013. Finalmente, obtenido los resultados promedios del suelo natural tratado y sin tratamiento llegaron a concluir que el suelo natural no es necesario realizar un reemplazo de material, ya que con la capacidad portante natural compactada al 100%, este soporta una estructura de pavimento. Aunque por motivos de seguridad y de durabilidad, al seleccionar una compactación del 95% se hace necesario realizar un mejoramiento (5).

En la tesis se demostró el comportamiento favorable del suelo utilizando diferentes tratamientos con residuos de la construcción, el cual concluye que no fue necesario realizar ningún tipo de reemplazo puesto que el suelo bajo las condiciones naturales de su capacidad portante del suelo compactada al 100% soporta con fines de pavimentación, por un lado, no se niega el uso de RCD por medidas de seguridad y durabilidad. Resultado que permitió discutir con los resultados obtenidos (5).

- Tesis de grado titulada: "*Evaluación del uso de mezclas de suelos cohesivos con la fracción fina de residuos de construcción y demolición*" desarrollado en la Universidad Zaragoza, en inicio planteo como objetivo estudiar la potencial mejora en la puesta en obra, prestando especial atención a la compactación, de un material cohesivo, mediante la mezcla con la fracción arena de un residuo procedente de molienda de hormigón (RCD). Aplicó la metodología experimental, concentrándose en el uso de RCD como material estabilizante para ser aplicado en suelos lutitas en proporciones adecuadas y en partículas arenosas. Los resultados obtenidos fueron los siguientes: en el tratamiento (3:1), es decir, utilizando tres partes de lutita y una parte de RCD, se encontró el valor óptimo y adecuado de MDS = 2.14 t/m<sup>3</sup> con un 10 % de humedad en comparación con los diferentes tratamientos realizados en los ensayos Proctor. Finalmente ha demostrado que el uso de residuos de concreto e incorporar al suelo lutita permitió mejorar la composición física del suelo e incrementar su capacidad portante (mejoro la consolidación, compactabilidad de la mezcla es

mejor, al alcanzar una densidad adecuada), en conclusión, las incidencias de RCD fueron influyentes y significativos, de la misma forma, valores obtenidos paralelamente cumplen las exigencias de las normativas técnicas. Inicialmente, esta mejora es posible la colocación en obra mediante maquinaria convencional y sin necesidad de controles técnicos específicos, lo que lo distingue de otros métodos de mejora. Además de los beneficios económicos, el enfoque propuesto ofrece ventajas ambientales notables, como la reducción de residuos en la obra (es decir, volúmenes de suelo excavados que no se reutilizan) y el potencial aprovechamiento de la fracción fina de los RCD como subproducto (6).

En la tesis se analizó diferentes mezclas de suelos con alto porcentaje de humedad el cual se estabilizó con residuos de concreto. Teniendo resultados favorables al adicionar residuos de la construcción, resultado que permitió analizar y corroborar con los obtenidos en la investigación (6).

- Artículo científico titulado: *“Mejora en la compactabilidad de un suelo limoso mediante la elaboración de mezclas con residuos de concreto y demolición”* publicado en la revista científica Sociedad Geológica de España. Planteó como objetivo evaluar la mejora en la compactabilidad de un material lutítico (suelo limoso) presente en amplias zonas de la provincia de Zaragoza, mediante la mezcla con un residuo procedente de molienda de hormigón (RCD), de granulometría principalmente arenosa. La metodología propuesta fue experimental, asociadas a una serie de ventajas ambientales y económicas, entre las que destacan tanto la reducción en el volumen de materiales residuales como la conversión del RCD en subproducto con una segunda utilización en obra civil. Los resultados obtenidos mediante los ensayos de compactación Proctor normal indican: la mezcla en proporción 1:1 (lutita: RCD) obtiene valor de DMS =1.98 t/m<sup>3</sup> con 13 % de humedad óptima (HO), seguido de mezcla 2:1 obtiene valor de DMS=2.06 t/m<sup>3</sup> con 14% de HO, y finalmente, la mezcla 3:1 (lutita: RCD) obtiene valor de DMS=2.04 T/m<sup>3</sup> con 13% de HO. En base a los resultados ha logrado concluir con la mezcla óptima 2:1, el incremento del valor de DMS resulto beneficioso; por otro lado, el IP del suelo lutita se redujo significativamente su plasticidad (consistencia) en comparación

con el resultado del control original, resultados en referencia permitieron utilizar el RCD como material estabilizante con fines de pavimentación. Por otra parte, los beneficios ambientales son evidentes, ya que en la obra se pudo disminuir el volumen de residuos de concreto al reutilizarlos como producto estabilizante (7).

En la tesis se demostró la compactabilidad del suelo limoso utilizando diferentes combinaciones de residuos de concreto, incrementando sus características físicas y mecánicas del suelo. Resultados necesarios e importantes para corroborar con los datos obtenidos (7).

- Tesis titulada: “*Aprovechamiento de los RCD en proyectos de construcción y conservación de pavimentos urbanos*” desarrollado en la Universidad Católica de Colombia planteó como objetivo generar un procedimiento técnico que permita establecer directrices para el uso óptimo del RAP en proyectos viales urbanos, asimismo se desprende como metodología, para el presente estudio no tiene como alcance la ejecución de ensayos de laboratorio, sino su planteamiento de ejecución y análisis consistentes en el Marco Normativo Técnico de Aplicación, identificación del material, usos y definiciones de las condiciones de acopio y de transporte de los RAP al patio de fresado y a los sitios de las obras, planteamiento para la caracterización física de los materiales RAP y procedimiento constructivo. Para lograr la materialización del resultado y aprovechar al máximo los RCD RAP, es necesario actualizar la Normativa Técnica para materiales de construcción y conservación utilizados en el distrito. En la actualidad, la mayoría de las especificaciones se centran en el uso de materiales nuevos o convencionales, por lo que es fundamental adaptarlas para incluir el óptimo aprovechamiento de los RCD RAP. Como conclusión, llegaron a demostrar, el uso inadecuado de materiales tipo RCD RAP puede resultar en el desperdicio de materiales, ya que no existe un control obligatorio sobre la reutilización de los volúmenes de materiales pétreos provenientes de obras en comparación con los agregados que ingresan, conforme lo establecido en la etapa de diseño de pavimentos. Esto puede llevar a costos mayores globales para la intervención en obras viales, la sobreutilización de canteras y escombreras, así como una mayor afectación

del medio ambiente debido a la utilización y disposición excesiva de materiales. En contraste, al aprovechar adecuadamente los materiales RCD RAP, se abriría la posibilidad de ejecutar un mayor número de segmentos viales, ya que se reducirían elementos como la compra de materiales nuevos o convencionales, así como los costos de transporte (1).

- Tesis doctoral titulada: “*Estabilización de suelos arcillosos con residuos de concreto y demolición*”, desarrollada en la Universidad Autónoma Del Estado De Hidalgo (tesis doctoral). El objetivo principal establecido fue realizar una caracterización química y mineralógica de los agregados reciclados provenientes de concreto demolido, con el propósito de determinar si poseían las propiedades químicas adecuadas para estabilizar suelos arcillosos. En otras palabras, buscaran establecer si los agregados reciclados contenían la cantidad suficiente de hidróxido de calcio para inducir la reacción puzolánica y contribuir al desarrollo de resistencia en suelos expansivos. La metodología utilizada en este trabajo fue de tipo experimental, ya que se centró en investigar la mineralogía y composición química de los agregados reciclados (grava y arena) obtenidos a partir de concreto demolido. Para demostrar los resultados se realizó la caracterización química y mineralógica de 4 muestras de agregados reciclados obtenidos de residuos de concreto y demolición en la ciudad. Con el objetivo de probar el desempeño químico de estos agregados reciclados, se pulverizaron hasta obtener partículas de menos de 75  $\mu\text{m}$  y se agregaron en diferentes proporciones en peso a muestras del suelo arcilloso feozem háplico. Después de 12 meses de curado, se estudiaron las mezclas suelo-agua-agregado reciclado pulverizado mediante DRX (Difracción de Rayos X) y MEB (Microscopio Electrónico de Barrido). Se prolongará la presencia de tobermorita neoformada (silicato de calcio hidratado), resultado de la reacción puzolánica entre los componentes alcalinos (portlandita y hemicarboaluminato de calcio) de la grava reciclada en planta y los minerales de arcilla (caolinita, montmorillonita y vermiculita) del suelo feozem háplico. Finalmente, llegó a concluir que solo la grava reciclada en la planta cuenta con los contenidos minerales y alcalinos necesarios para ser considerados como un agente estabilizador. Además, en el análisis microscópico, se pueden observar minerales neoformados con formas aciculares y fibrosas cuando se

mezclan con una adición de 25% en peso del estabilizador la precipitación de estos cristales aciculares y fibrosos genera el trabazón requerida para el desarrollo de resistencia en el suelo tratado (8).

Esta tesis de categoría internacional resalta la relevancia de los residuos de construcción reutilizados en la determinación de suelos arcillosos. Se destaca que la grava reciclada contiene una cantidad significativa de minerales y la alcalinidad necesaria para lograr la dureza del suelo. Estos resultados trascendentales permiten un análisis y una discusión exhaustiva de los resultados obtenidos en el estudio (8).

- Tesis titulada: “*Aprovechamiento de los residuos de concreto y demolición (RCD) para ser utilizados como agregados en el diseño de mezclas asfálticas en caliente*”, desarrollado en la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Se planteó como objetivo diseñar una mezcla asfáltica densa en caliente incorporando agregado artificial proveniente de los RCD, con las especificaciones de una capa de rodadura y un nivel de tránsito. La metodología propuesta fue cuantitativa de tipo experimental. Los resultados de los ensayos de laboratorio permitieron obtener información precisa sobre las propiedades físicas antes de proceder con el diseño de la mezcla. En el caso específico de la mezcla en caliente que considero, se llevó cabo el diseño utilizando el método Marshall, que exige un contenido mínimo de asfalto del 4.5 % y un máximo del 6.0 %. Además, se ha obtenido un relleno mineral con características sostenibles, como la ceniza residual de procesos en termoeléctricas, con el objetivo de evaluar la viabilidad del uso de agregados artificiales en las capas de rodadura. Uno de los aspectos fundamentales en la construcción de carreteras es su respuesta mecánica bajo la carga impuesta, para lo cual se empleará el método de falla recomendado en la normativa vigente. De esta manera, se asegurará la calidad y durabilidad de la estructura vial, tomando en cuenta aspectos sostenibles y técnicos en el proceso de diseño. Finalmente concluye que la caracterización del agregado artificial, en algunos de los ensayos no cumplen con los requisitos establecidos por la normativa. Un ejemplo de ello es el resultado del ensayo de desgaste en la máquina de los ángeles, que arrojó un valor cercano al 30.63%, superando el

límite ideal establecido de 25 %. Para abordar este resultado y mejorar este aspecto, se sugiere una solución adecuada en el diseño de mezcla, que consiste en no utilizar el 100 % de RCD, sino en variar el porcentaje y combinarlo con cierta cantidad de agregado natural. De esta manera, se lograría optimizar las propiedades del agregado y cumplir con las especificaciones requeridas por la norma (9).

Tesis que permitió evaluar la eficiencia del uso de los residuos de concreto y demolición con fines de ser utilizados como agregado en el diseño de mezcla asfáltica utilizando el método Marshall con dosificaciones de 4.5 % y 6 %. Además, es preciso señalar que algunos tratamientos no cumplen con las exigencias mínimas que señala la norma. Resultado importante para la tesis que permita fortalecer las discusiones (9).

- Tesis titulada: "*Empleo de residuos de construcción y demolición en mezclas bituminosas*" desarrollada en la Universidad de Coruña - España. El objetivo fue investigar las propiedades mecánicas de las mezclas bituminosas en caliente elaboradas con áridos reciclados para su empleo en carreteras, la metodología propuesta fue experimental y para alcanzar los resultados en este trabajo se dosificaron mezclas bituminosas fabricadas con áridos reciclados de residuos de construcción y demolición, se realizaron una serie de ensayos que permitieron caracterizar el comportamiento mecánico de estas mezclas obteniéndose resultados del índice de resistencia conservada IC (%) para las mezclas S-20-AN (T1) de 76.99 %, S-20-AR (T2) de 63.72 %, S-20-AN (T3) de 79.34 % y por último S-20-AR (T4) de 50.26%. Finalmente concluye que los parámetros mecánicos de las mezclas con áridos reciclados son similares a los de las mezclas fabricadas únicamente con áridos naturales de cantera. Sin embargo, las mezclas bituminosas con áridos reciclados tuvieron un mal comportamiento frente a la disminución de la resistencia por pérdida de cohesión por la acción del agua (10).

Tesis de alcance internacional que demostró el empleo de los residuos de construcción con diferentes combinaciones de mezclas bituminosas, demostrando que la dosis empleada en los diferentes tratamientos tuvo resultados

inapropiados para áridos reciclados en cuanto a la disminución de la resistencia al encontrarse en presencia de humedad (agua) (10).

### 2.1.2. Antecedentes nacionales

- Tesis de grado titulada: *“Influencia del porcentaje de concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la subrasante para un pavimento flexible, de una trocha de 10 km en los sectores de alto Huallaga hasta la Merced, Laredo - La Libertad – 2020”* desarrollada en la Universidad Privada del Norte. Se fijó como objetivo determinar la influencia del porcentaje de concreto en la estabilización de suelos arcillosos para la sub-rasante para un pavimento flexible, de la trocha en los sectores Alto Huallaga hasta la Merced; Laredo, La Libertad 2020. En la presente investigación aplicaron la metodología de tipo aplicada, por el diseño, es de tipo experimental. En principio para determinar los resultados se realizaron tratamientos de suelo natural agregando proporción de concreto reciclado (CR) en proporciones (7%, 10% y 12%), de los mismos, se ha obtenido los siguientes resultados importantes: como valores de máxima densidad seca (MDS), humedad óptima (HO) y CBR (0.1”) tratados en estado natural, para C1 su (MDS = 2.48 gr/cm<sup>3</sup>, HO = 9.93%, CBR = 3.82%), C4 su (MDS =2.48 gr/cm<sup>3</sup>, HO = 9.75%, CBR = 4.26%), C7 su (MDS = 2.50 gr/cm<sup>3</sup>, HO = 10.97%, CBR = 4.41%) y C 10 su (MDS = 2.48 gr/cm<sup>3</sup>, HO = 9.93%, CBR = 4.26%), de igual forma, se obtuvieron resultados importantes de MDS, HO y CBR (0.1”) con adición de CR en proporción de (7%, 10% y 12%), para C1+7% CR (MDS=2.724 gr/cm<sup>3</sup>, HO=7%, CBR, 0.1” = 67.01%), C1 + 10%RC (MDS=2.020 gr/cm<sup>3</sup>, HO=8.42%, CBR, 0.1” = 146.41%) y C1 + 12% RC (MDS=2.143 gr/cm<sup>3</sup>, HO=10.63%, CBR, 0.1” = 114.12%), de la misma forma, obtuvieron valores de C4 + 7%RC (MDS=2.46 gr/cm<sup>3</sup>, HO=8.03%, CBR, 0.1” = 64.69%), C4 + 10% RC (MDS=2.086 gr/cm<sup>3</sup>, HO=8.83%, CBR, 0.1” = 127.96%), y C4 + 12%RC (MDS=2.98 gr/cm<sup>3</sup>, HO=10.99%, CBR, 0.1” = 124.12%), posteriormente, se muestra valores de C7 + 7% RC (MDS=2.758 gr/cm<sup>3</sup>, HO=7.94%, CBR, 0.1” = 73.68%), C7 + 10% RC (MDS=2.429 gr/cm<sup>3</sup>, HO=7.38%, CBR, 0.1” = 114.98%), y C7 + 12% RC (MDS=2.098 gr/cm<sup>3</sup>, HO=9.38%, CBR, 0.1” = 121.55%) respectivamente y finalmente se obtuvieron valores de C10 + 7% RC (MDS=2.734 gr/cm<sup>3</sup>,

HO=7.63%, CBR, 0.1" = 77.59%), C10 + 10% RC (MDS=2.389 gr/cm<sup>3</sup>, HO=7.81%, CBR, 0.1" = 119.70%), y C10 + 12% RC (MDS=2.341 gr/cm<sup>3</sup>, HO=8.27%, CBR, 0.1" = 131.09%) respectivamente. Después de obtener los resultados, llegó a la conclusión de que al añadir un 7 % de CR se logra alcanzar los estándares que establece la normativa MTC 2013. Al compactar el suelo subrasante de manera adecuada, se mejoró significativamente el CBR, alcanzando un valor superior al 30 % y ubicándose en la categoría de estrato excelente, por un lado, el CR es un producto influyente para utilizar como material estabilizante en el estrato arcilloso. Asimismo, con la incorporación de 10% y 12% no deja de ser más importante en mejorar su compactación, resistencia y aumentar su capacidad portante del suelo (11).

En el presente trabajo de investigación se determinó la influencia de las diferentes proporciones del CR con la intención de mejorar la estabilización del suelo utilizando diferentes porcentajes (7%, 10% y 12%) el cual concluye que los tres tratamientos cumplen ampliamente con lo exigido por la norma con fines de pavimentación, al reemplazar los residuos de la construcción con 7%,10% y 12% de concreto reciclado, concluye que el mejor tratamiento óptimo de estabilización es con un 7% de concreto reciclado pulverizado, dicho porcentaje cumple con las especificaciones que establece la norma (11).

- Tesis titulada: *“Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos con adición de residuos de concreto y demoliciones para la construcción de la base de pavimentos de la ciudad de Juliaca”* desarrollado en la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. El objetivo de la investigación fue mejorar las propiedades mecánicas de los suelos de la cantera “Los Monos” con adición de residuos de ladrillo (RL) y residuos de concreto (RC) para la construcción de la base de pavimentos de la ciudad de Juliaca. La metodología empleada fue de tipo cuantitativo, a nivel experimental, y el enfoque del trabajo fue aplicado. Obtenido y seleccionado los residuos de concreto y elementos de albañilería de varias construcciones, se han procesado en su granulometría convenientemente, al final establecer como material estabilizante en cantidades de 5 % y 10 % referido al peso del suelo, y la verificación se ha efectuado en los ensayos de límite de consistencia, DMS y CBR. Después de

haber realizado los ensayos correspondientes se obtiene los resultados importantes del suelo natural (IP) = 8.834%, DMS = 1.652 gr/cm<sup>3</sup> y CBR al 100% = 42.70%, seguidamente, con la adición de 5% de RL., los resultados son: (IP) = 8.10%, DMS = 1.973 gr/cm<sup>3</sup> y CBR al 100% = 54.53%, y con la adición de 10% de RL, los resultados son: (IP) = 6.75%, DMS = 2.022 gr/cm<sup>3</sup> y CBR al 100% = 61.05%, de la misma forma se realizaron los tratamientos correspondientes con RC en los porcentajes propuestos (5%, 10%), obteniéndose los valores con la adición de 5% de RC, los resultados son: (IP) = 7.60%, DMS = 2.06 gr/cm<sup>3</sup> y CBR al 100% = 58.82%. Finalmente, con la adición del 10% de RC, los resultados son: (IP) = 5.72%, DMS = 2.06 gr/cm<sup>3</sup> y CBR al 100% = 64.07%. Finalmente, después de haber tenido los resultados ha concluido que los RC y RL mejoran significativamente el suelo, además, la proporción adecuada y técnicamente recomendable es la que corresponde al 10 %, ya que proporciona los resultados y valores adecuados según las sugerencias del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (12).

En la tesis se demostró el comportamiento favorable de los factores mecánicos y físicos del suelo utilizando diferentes tratamientos con residuos de la construcción, utilizando un 5 % y 10 % de residuo y teniendo mejores resultados con la adición al 10 % logrando un IP de 6.75 %, DSM de 2.022 gr/cm<sup>3</sup> y CBR (100%) de 61.05 %, valores adecuados en referencia (12).

- Tesis titulada: “*Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray, Cusco 2021*”, desarrollada en la Universidad Continental. El objetivo de la investigación fue determinar la estabilización de subrasante con agregado de concreto reciclado (ACR) y agregado natural (AN), mediante métodos granulométricos en la carretera Maras – Moray, Cusco 2021., de metodología empleo el método científico deductivo, de tipo explicativa, orientación aplicada y diseño experimental puro. En ese término, se obtuvieron resultados de control original (CBR=13.21% y MDS=1.98 gr/cm<sup>3</sup>) para tratamiento T-0 sin agregar el ARC y AN., asimismo, se obtuvieron los resultados de CBR y MDS de subrasante con diferentes proporciones de ARC y AN variando desde T-1 (CBR=35.34%, MDS=2.02 gr/cm<sup>3</sup>), T-2 (CBR=35.95%, MDS=2.09gr/cm<sup>3</sup>), T-3

(CBR=46.02%, MDS=2.10gr/cm<sup>3</sup>), T-4 (CBR=48.94%, MDS=2.15gr/cm<sup>3</sup>), T-5 (CBR=51.99%, MDS=2.17 gr/cm<sup>3</sup>), T-6 (CBR=50.21%, MDS=2.18gr/cm<sup>3</sup>), T-7 (CBR= 52.08%, MDS=2.18gr/cm<sup>3</sup>), T-8 (CBR=55.55%, MDS=2.18 gr/cm<sup>3</sup>), T-9 (CBR=59.67%, MDS=2.18 gr/cm<sup>3</sup>), T-10 (CBR=59.31%, MDS=2.19 gr/cm<sup>3</sup>) y T-11 (CBR=60.76%, MDS=2.20 gr/cm<sup>3</sup>), respectivamente, estos son los resultados obtenidos de la dosificación de T-1 a T-11. Obtenido los resultados lograron concluir que la capacidad portante de la sub-rasante mejora significativamente alcanzando un mayor valor de CBR de 60.76 %, con una variación de 3.62 %, mismo, logro un incremento de 359.95 % respecto al tratamiento de control original, además, se obtuvo el mayor valor de MDS = 2.20 gr/cm<sup>3</sup>, con una diferencia de 0.05 gr/cm<sup>3</sup>, que equivale a un 14.59 % más que el tratamiento de control, en referencia todos los suelos tratados con ARC y AN, lograron clasificarse en la categoría de sub-rasante excelentes según la clasificación del MTC (2014). Estos resultados son necesarios e importantes para comparar y corroborar con los datos obtenidos (13).

En el presente trabajo de investigación se determinó la estabilización de subrasante con ARC y AN, mediante métodos granulométricos, resultados que favorecieron a la clasificación del suelo como subrasante excelente toda vez que el CBR se encuentra encima del 30%, concluyendo que todos los tratamientos cumplen ampliamente con lo exigido por la norma con fines de pavimentación (13).

- Tesis titulada: *“Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación”* desarrollado en la Universidad de Piura. El objetivo de la investigación fue evaluar y comparar el uso de concha pico de pato y concha de abanico trituradas como estabilizadores mecánicos de suelo arcilloso por cambio de granulometría, de metodología empleo la investigación experimental. Para concretizar los tratamientos, obtuvo partículas de tamaños entre 4.75 mm y 0.075 mm, seguido, los tratamientos de combinación se efectuaron en proporciones de (20%, 40%, 60%, 80%) en suelos arcillosos. Los resultados indican que la concha pico de pato ofrece menor capacidad de soporte que la concha de abanico al estabilizar un suelo arcilloso. Finalmente, después de haber determinado los resultados concluye

que los residuos triturados de ambos residuos lograron estabilizar una subrasante arcillosa, pero no alcanzaron la resistencia para que dicha subrasante pueda ser usada como material de sub-base o base, además, la adición de los dos tipos de concha triturada reduce la absorción de agua por capilaridad, y por un lado, la mezcla con concha de abanico logra una menor absorción por capilaridad (14).

Tesis que permitió evaluar la eficiencia del uso de valvas de moluscos, residuos que pretende ser aprovechado con fines de pavimentación evaluados utilizando diferentes porcentajes (20%, 40%, 60% y 80%), resultados que favorecieron para estabilizar la subrasante con fines de pavimentación y por un lado para base y subbase los residuos utilizados no lograron alcanzar la resistencia para estabilizar la subbase o base bajo las exigencias de la norma (14).

- Artículo científico titulado: *“Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero”*, cuyo objetivo fue evaluar el comportamiento de mezclas de suelo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, comparando con los criterios de calidad para ser una subrasante vial, de metodología empleo la investigación tipo experimental cuantitativo, al considerar que el proyecto se desarrolló en 3 fases: caracterización de materiales, plan de dosificación, ensayos de laboratorio y análisis de resultados. El tratamiento del estrato arcilla caolinita se determinó mediante la dosificación con escoria de acero aumentando gradualmente en porcentajes de (25%, 50% y 75%). Los resultados indican que la escoria de acería funciona en materiales cohesivos, reduciendo la plasticidad hasta un 0 % y se logró el incremento del valor de CBR en 378.92%. Finalmente, obtenido los resultados concluyeron que la escoria de acero es un excelente complemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante de arcilla caolinita en los porcentajes propuestos y la dosificación más recomendada es del 25%, ya que el incremento en la resistencia a la compresión y la disminución del índice de plasticidad no fueron tan altos como en las otras dosificaciones, pero sí aumenta el índice CBR y la densidad del estrato arcilloso (15).

En la tesis se buscó evaluar el comportamiento de mezclas de suelo arcilloso mediante la adición de escoria de acero, precisó diferentes dosis al 25 %, 50 % y 75 %. Se concluye que la escoria de acero es un excelente complemento para mejorar las propiedades físicas y mecánicas de una subrasante de arcilla caolinita. Resultados que corroboran el uso de residuos y el aprovechamiento eficiente del mismo (15).

- Tesis titulada: “*Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con residuos de concreto y demolición (RCD) -concreto fino (partículas < 2mm) para aplicación en pavimentos*” desarrollado en la Universidad Federal de Integración Latinoamericana. El objetivo de este trabajo consistió en el estudio del uso de mezclas de suelo y RCD-C fino a través del análisis de Índice de Soporte California (ISC), para mejorar la capacidad de soporte en subrasantes de pavimentos en Foz do Iguacu, la metodología que utilizo es de carácter experimental. Los RCD fueron aplicados como material fino (menores a 2mm) en proporciones de (0, 20, 40 y 60) % para el mejoramiento del suelo arcilloso. Se obtuvieron resultados importantes, al adicionar el RCD, disminuyendo el límite de consistencia, el volumen de expansión de la muestra es más estable, por otro lado, al adicionar el 60% de RCD óptimo en partículas finas, se logra un aumento excelente en la resistencia mecánica (MDS y CBR), y los resultados hacen referencia al cumplimiento de las exigencias de la normativa. Finalmente, concluye que utilizar el RC como material estabilizante en suelos limoso (M) y arcilloso (C) influye significativamente en los resultados técnicos, y su impacto en el medio ambiente es viable y promisorio con fines de pavimentación (16).

La tesis permitió evaluar la reutilización de los residuos de concreto con la finalidad de mejorar la subrasante del pavimento, se desarrolló la sustitución considerando un 0 %, 20 %, 40 % y 60 %, teniendo como resultado que la sustitución de los diferentes tratamientos es oportuna realizar puesto que permite cumplir con los parámetros técnicos que exige la norma (16).

- Tesis titulada: “*Estabilización de subrasante mediante uso de residuos de construcción y demolición - Jirón Amazonas distrito de Chilca*” desarrollada en la Universidad Nacional del Centro del Perú. El objetivo de la investigación fue evaluar cómo se estabiliza la subrasante mediante el uso de residuos de construcción y demolición - jirón Amazonas, distrito de Chilca, de metodología utilizo el método científico de tipo aplicada, de nivel explicativo y de diseño cuasiexperimental. Para este propósito, llevaron a cabo mezclas del suelo inalterado (SI) con diferentes proporciones de cada tipo de residuo de construcción y demolición (RCD), como es el material de cantera (MC), residuos de ladrillo (RL), residuos de concreto (RC) y el material de revestimiento (MR), utilizando combinación del (20, 30 y 40)%, al generar las partidas de precios unitarios de estabilización por m<sup>2</sup>, obteniéndose resultados importantes de costo de estabilización por m<sup>3</sup> : costo adicionando MC ( 80% SI+20%MC = S/. 11.98, 70%SI+30%MC=S/. 14.74 y 60%SI+40%MC=S/. 17.61), costo adicionando RL (80%SI+20RL=S/. 15.69, 70%SI+30%RL=S/. 20.54 y 60%SI+40%RL=S/. 25.21), costo adicionando RC (80%SI+20RC=S/. 12.44, 70%SI+30%RC=S/. 15.49 y 60%SI+40%RC=S/. 18.54), por último, costo adicionando MR (80%SI+20MR=S/. 8.51, 70%SI+30%MR=S/. 9.56 y 60%SI+40%MR=S/.10.61). En base a los resultados obtenidos de los presupuestos en referencia se realizó el análisis de variación de costos por m<sup>3</sup>, asumiéndose como resultado patrón el costo de MC, tal es el caso se observa, no todos los materiales que se utilizó como estabilizante en esta investigación son favorables económicamente, más bien los costos de mejoramiento con RC y RL superaron en un 29% y 71% respectivamente al costo de control original de MC, por un lado, el costo de estabilización con MR disminuyo en un 20% menos. Obtenido los resultados concluye que el costo de estabilizar la subrasante con MR fue económicamente significativo en comparación al costo de estabilizar con MC, mientras tanto, el costo de estabilizar con RC y RL no fue beneficioso (17).
- Tesis titulada: “*Reciclado de concreto hidráulico para el mejoramiento del CBR en subrasantes de suelos arcillosos en carreteras*”, desarrollada en la Universidad Ricardo Palma. El objetivo de la investigación fue mejorar la

estabilización de la subrasante en suelos arcillosos de baja plasticidad con concreto reciclado para la determinación del pavimento asfáltico en carreteras de bajo volumen de tránsito, año 2021, de metodología utilizo el tipo de investigación descriptivo, nivel descriptivo – relacionado y diseño no experimental. Luego de encontrar los porcentajes óptimos de reciclado de concreto hidráulico (RCH), y mejorar el CBR, procedieron a determinar los espesores actualizados del paquete estructural del pavimento flexible. Compararon los resultados con el expediente técnico de estudio previo para evaluar las modificaciones utilizando el método AASHTO 1993. Posteriormente, realizaron un análisis financiero comparativo tanto del informe técnico como de la propuesta de tesis, enfocado en los espesores de la nueva estructura del pavimento flexible. Los resultados obtenidos fueron significativos para el diseño del pavimento con RCH a lo largo de 10 y 20 años, los nuevos espesores calculados fueron los siguientes: 10 cm para la carpeta asfáltica, 15 cm para la base granular y 15 cm para la subbase granular, además, empleando los datos del paquete estructural derivados de suelos de partículas finas, se generó una propuesta económica para la subrasante. Mediante la estabilización de la subrasante con polvo de RCH, se logró un costo de S/ 13,650,084.78 para un período de 10 años. Por otro lado, el presupuesto para el pavimento flexible con una subrasante mejorada mediante geomallas ascendió a S/ 15,021,833.51. En última instancia, los resultados indicaron una reducción de 5 cm en el espesor de la capa de subbase y base granular en comparación con el diseño original del pavimento propuesto en el expediente técnico. Finalmente, llego a concluir que al mejorar la capacidad portante del suelo con la implementación de RCH se redujo el espesor del paquete estructural y el cual permitió disminuir el costo en S/ 1,371,748.73 en la carretera LO-103. Resultados necesarios e importantes para comparar y corroborar con los datos obtenidos (18).

### **2.1.3. Antecedentes locales**

- Tesis titulada: “*Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de Evitamiento Abancay, Apurímac, 2020*”. El objetivo fue determinar la variación de la estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en

la vía de Evitamiento Abancay, Apurímac, 2020. Se empleo el método hipotético deductivo, tipo aplicada de nivel explicativo y diseño experimental. En inicio para obtener los resultados utilizaron aditivos naturales de ceniza bagazo de caña de azúcar (CBCA) y cloruro de sodio (NaCl), mismos fueron dosificados en porcentajes de (4%, 6% y 8%). Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes: El tratamiento 1 = (0% CBCA + 0% NaCl) se tomó como resultado base testigo para comparar los valores obtenidos con adición y es considerado como sub-rasante regular, mientras tanto, T-2 = (4% CBCA + 8% NaCl), T-3 = (6% CBCA + 6% NaCl) y T-4 = (8% CBCA + 4% NaCl) lograron CBR >10% y se clasificaron como subrasante buena. Después de obtener los resultados se ha encontrado que el T-3 (6% CBCA + 6% NaCl) es el que ha conseguido mayor estabilidad del suelo, ubicando el estrato como subrasante buena (por presentar resultados de los parámetros de CBR mayores o iguales a 10% y menores a 20%), en comparación con la muestra original T-1 (19).

El documento de alcance local sobre el uso de aditivos naturales con T1 (0% CBCA + 0% NaCl) es un patrón de análisis de suelo como subsuelo normal, pero T2 (4% CBCA + 8% NaCl), T3 (6% CBCA + 6% NaCl) y T4 (8% CBCA + 4% NaCl), que fue el mejor tratamiento equivalente al T3. El resultado que contribuye en gran medida a este trabajo (19).

- Tesis titulada: *“Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante, vía de Evitamiento, Abancay – Apurímac, 2021”*. El objetivo fue estabilizar el suelo arcilloso con adición de cal con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2021. La metodología que empleo en la investigación cuantitativo, el método de investigación es hipotético-deductivo, el tipo de investigación es aplicada y el alcance de la investigación es experimental. Los resultados mostraron que al adicionar cal en 4 %, 8 % y 12 % ayuda a mejorar la capacidad portante del suelo y, por lo tanto, mejora la estabilidad del suelo y el suelo mejorado con un 12 % de cal obtiene un valor de CBR (95%, 0.1") = 28.5 % y mientras que al procesarlo con un 8 % de cal se obtiene un valor de CBR (95% 0.1 ') = 24.95%, y con un 4 % de cal se obtiene un valor de CBR (95%, 0.1") = 19.2%. Los

resultados de CBR (95%, 0.1") obtenidos a partir de la mejora con cal son mucho más altos que el CBR (95%, 0.1") del estrato testigo (CBR = 9.40%), además, el valor de P obtenido fue 0.000, que es menor que 0.05, lo que confirma con una confiabilidad del 95 % que existe una diferencia significativa entre los valores promedios de CBR (95%, 0.1") mejorados en comparación con el caso de CBR (95%, 0.1") procesado con un 12 % de cal, finalmente confirmaron que el suelo mejorado con cal tiene una influencia significativa y afecta positivamente el CBR (95%, 0.1"). Finalmente, concluye que los estudios han demostrado que al agregar cal en una proporción del 4 %, 8 % y 12 %, mejora la capacidad de carga del suelo, mejorando así la estabilidad de la capa de estrato subrasante y asegurando que la proporción del 8 % de cal alcanza un valor adecuado y óptimo para estabilizar la subrasante de la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac (20).

Tesis local que permitió demostrar la estabilidad de los suelos con 4 %, 8 % y 12 % de incorporación de la cal, demostrando que todos los tratamientos resultan ser favorable y el mejor tratamiento recae al adicionar el 8% de cal por sus características física y mecánicas del suelo estabilizado y queda demostrado que la proporción de la cal influye favorablemente en la estabilización del suelo. Resultado que contribuye favorablemente al desarrollo de la tesis en desarrollo (20).

- Tesis de grado titulada: "*Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021*". El objetivo fue calcular la variación de la estabilización de las subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, aplicó la metodología científica, nivel explicativo, diseño experimental, enfoque cuantitativo y, por último, tipo aplicada. Resultados mostraron que al agregar las proporciones de (10, 15 y 20) % de concreto rehusado (CR), se mejoró la capacidad de carga del suelo y la estabilidad del sustrato. Resultados para suelo tratado con 20% CR de CBR al (100%, 0,1") = 19.55 %, asimismo con 15 % RC se obtiene el valor de CBR al (100%, 0,1") = 16.83%, con suelo tratado expuesto a 10% RC se obtiene valor de CBR (100% 0,1") = 13.52%. Por tanto, los resultados en

referencia obtenidos valores de CBR con adición de CR son mayores al CBR testigo (6.91%). Finalmente, concluye que al 95% de confiabilidad, el CBR promedio (100%, 0.1") de los resultados obtenidos del tratamiento y patrón estadísticamente son diferentes en un porcentaje significativo en el CBR (100%, 0.1'). Los porcentajes de CR utilizados como material estabilizante son influyentes para mejorar las propiedades mecánicas (CBR) (21).

Tesis local que permitió demostrar la estabilidad de los suelos blandos con 10 %, 15 % y 20 % de incorporación de concreto reciclado, al utilizar dicho material como estabilizante, resultado que favoreció para una variación significativa en la mejora del CBR con respecto al suelo natural testigo con 95% de confiabilidad y queda demostrado que la proporción de concreto reciclado influye favorablemente en la estabilización del suelo. Resultado que contribuye favorablemente al desarrollo de la tesis en desarrollo (21).

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Generalidades del suelo**

De acuerdo con la definición proporcionada por Crespo (22), el suelo se describe como una capa delgada de materia presente en la corteza terrestre, esta capa se forma debido a la falla y/o cambios físicos y químicos que experimentan las rocas, así como los restos de actividades biológicas que se depositan en ese lugar.

### **2.2.2. Principales tipos de suelo**

Existen diversos tipos de suelos cada uno fruto de procesos distintos de formación. De acuerdo con la explicación de Crespo (22), los sustratos bajo estudio se clasifican en dos grupos principales. En primer lugar, están los suelos que se originan a partir de la degradación física y/o química de rocas, es decir, los suelos inorgánicos. En segundo lugar, se encuentran los suelos cuyo origen es predominantemente orgánico, a continuación, se describen los suelos más comunes, utilizando los términos empleados por los ingenieros civiles para su identificación.

### **2.2.2.1. Gravas**

La grava es una acumulación suelta de fragmentos de roca y mide más de dos milímetros de diámetro. Dependiendo del origen, cuando son arrastradas por el agua, los guijarros sufren desgaste en sus bordes, lo que les da una forma redondeada. Este material suelto se encuentra comúnmente en lechos de ríos, orillas y alcantarillas, así como en otros lugares donde ha sido transportada la grava. La grava ocupa un amplio espacio, pero generalmente se encuentra en distintas proporciones como cantos rodados, arena, barro y arcilla, con diámetros que oscilan entre 3" (7.62 cm) a 2 mm (22).

Estos áridos son de partículas granulares de material pétreo de tamaño variable, constituyendo una importante materia prima en la construcción y fabricación de hormigones, así como lastre en vías de comunicación.

### **2.2.2.2. Arenas**

Arena es el nombre que se le da a los materiales de grano fino que resultan de la erosión de las rocas o de su trituración artificial y las partículas varían en diámetro desde 2 mm a 0.05 mm.

El origen y la existencia de la arena son similares a los de la grava, ya que ambas se encuentran a menudo juntas en la misma mina. La arena de río suele contener una proporción relativamente grande de grava y arcilla. La arena limpia no se contrae al secarse, no es plástica y es mucho menos compresible que la arcilla. Si se aplica una carga a su superficie, se comprimirá casi instantáneamente (22).

### **2.2.2.3. Limos**

Según Crespo (22), se explica que el suelo limoso o aluvión es un suelo de grano fino con poca o ninguna plasticidad. Puede estar compuesto de limo inorgánico, como productos de cantera, o de aluvión orgánico, como los suelos encontrados en ríos; en este último caso, los sólidos están presentes. El diámetro de las partículas aluviales de limo varía de 0.05 mm a 0.005 mm. Las lechadas

líquidas y totalmente saturadas no son adecuadas para soportar cargas mediante cimentación. El color del suelo limoso varía desde gris claro hasta gris muy oscuro. El suelo limoso, cuando no está en estado sólido, a menudo se considera inapropiado para fines de cimentación, siendo considerado un suelo pobre en tal sentido.

#### **2.2.2.4. Arcillas**

Según Crespo (22), se le da el nombre de arcilla a las partículas sólidas con un diámetro inferior a 0.005 mm, cuya masa tiene la propiedad de volverse plástica cuando se mezcla con agua. Químicamente, es un silicato de alúmina hidratado, aunque rara vez también contiene silicato de hierro o magnesio hidratado. La estructura de estos minerales suele ser cristalina y compleja; sus átomos están dispuestos en una capa, por así decirlo, existen dos tipos clásicos de placas: una del tipo silicato y la otra del tipo aluminio. Algunas entidades considerando las partículas de arcilla de menos de 0.002 mm. Además, entre los suelos convencionales indicados anteriormente, existen algunos suelos particulares en la naturaleza, que se detallan a continuación.

La arcilla se define como un depósito o yacimiento mineral constituido principalmente por silicato de aluminio hidratado, y se caracteriza por adquirir plasticidad cuando se mezcla con agua. Está compuesta de materiales muy finos, formada por partículas muy pequeñas de menos de 0.002 mm.

Según Fernandez et al. (23), los átomos de arcilla están dispuestos en forma de placas. Hay dos tipos de esta disposición: silicio y aluminio. La placa de silicio está formada por un átomo de silicio y tres átomos de oxígeno formando un tetraedro. Estos átomos se agrupan en un patrón hexagonal, formando repetidamente una red multicapa. Para la hoja de aluminio, está formada por átomos de aluminio unidos a seis átomos de oxígeno para formar un octaedro. Están agrupados alrededor de un átomo de oxígeno, formando una red multicapa.

Las precisiones del MTC (24) pone en conocimiento que el exceso de contenido de arcilla en un estrato tiene repercusiones negativas en un estrato de

subrasante y afecta directamente el deterioro del afirmado o partes del pavimento. Además, cuando sus partículas se exponen a la humedad, son muy sensibles.

### **2.2.3. Estabilización de suelos**

Según las precisiones del MTC (24) consiste en mejorar la composición física de un suelo (subrasante) malo, inadecuado e insuficiente apoyándose de procedimientos mecánicos o realizando tratamientos con productos naturales, químicos o sintéticos, al ser modificado su composición física, seguido de compactación mecánica, se conseguirá un suelo con características estables de resistencia mecánica excelente. En el contexto de vías, la estabilización incluye aquellos métodos que permitan mejorar suelos para proporcionar o generar capas que sirvan a una estructura de pavimento, como pueden ser bases, capas de rodadura, sub bases y sub rasantes, llevándolas a condiciones óptimas de humedad y densidad que provean mejores propiedades en cuanto a durabilidad, economía y resistencia.

Según el MTC (2) dice que, es la mejora de las propiedades físicas, mecánicas y químicas de la capa del suelo mediante procesos mecánicos y la combinación de productos químicos, naturales o artificiales. La estabilización se realiza habitualmente sobre subsuelos inadecuados o deficientes, en cuyo caso se indican como estabilizadores suelos cementosos, calcáreos, suelos asfálticos y otros productos. La estabilización del suelo incluye una mayor resistencia y durabilidad cuando se somete a cargas continuas de vehículos, especialmente vehículos pesados. Las técnicas son variadas y van desde agregar otro suelo hasta incorporar uno o más estabilizadores. Independientemente de la aplicación del estabilizador, la compactación funciona. Sin embargo, cabe señalar que se deben realizar pruebas de laboratorio para garantizar una acción eficaz.. Además, es necesario asegurar que la ejecución de las obras viales se realice con total seguridad, con el equipamiento adecuado.

El desarrollo óptimo de cualquier tipo de construcción a largo plazo depende de las características intrínsecas del estrato de desarrollo. Los suelos con ciertos tipos de inadecuación aumentan la probabilidad de riesgos significativos en la

estructura, tanto vertical como horizontalmente. El diseño, el tratamiento y las técnicas de construcción adecuadas mejorarán la estructura química y física del suelo, convirtiéndolo en un material útil y rentable. Además, la subestructura del suelo se puede utilizar como asiento directo del paquete estructural (25).

### **2.2.3.1. Estabilización por medios mecánicos**

Según las precisiones del MTC (24) mejorar el suelo implica llevar a cabo procesos mecánicos que reduzcan los espacios vacíos en su composición física, sin modificar ni alterar su estado natural. Este proceso se realiza en el suelo testigo, con el objetivo de optimizar sus propiedades sin intervenir en su composición original.

### **2.2.3.2. Estabilización por combinación de suelos**

Según las precisiones del MTC (24) el mejoramiento del suelo subrasante implica aplicar una serie de combinación entre el estrato propio del proyecto y material adquirido (préstamo). Asimismo, en detalle, el suelo a tratarse propio del proyecto se combina con el material de otros medios (préstamo), el proceso comienza removiendo el suelo en una profundidad de 15 cm y luego incorporando el material adquirido (aporte) para lograr la combinación adecuada, posteriormente, se evalúa la humedad óptima de compactación. Si hubiera exceso o falta de agua en el estrato, se procede a rectificar la humedad mediante procesos de aireación o agregando agua para lograr una consolidación óptima. Por otro lado, antes de conformar y realizar el compactado, se realiza una evaluación previa para separar las partículas de tamaño mayor a 3" (75 mm), si es necesario.

El objetivo de este procedimiento es mejorar las cualidades del suelo específico del proyecto al mezclarlo con material adicional, controlar cuidadosamente la humedad y lograr una compactación eficiente, todo con el propósito de alcanzar una consolidación óptima del terreno.

### **2.2.3.3. Estabilización con arena y arcilla**

Cuando el suelo es naturalmente arenoso con escasa presencia de aglutinante, las mezclas de arena y arcilla resultan ser materiales económicamente sólidos y estables. Además, en áreas cercanas a la playa, donde el suelo subyacente suele ser arena bien drenada, es posible mejorar su estabilidad mediante la adición de arcilla. Sin embargo, es esencial tener precaución al determinar la cantidad exacta de arcilla a utilizar y asegurarse de que el equipo funcione adecuadamente para evitar una concentración excesiva de arena en la mezcla. En este sentido, es recomendable llevar a cabo diversas cantidades de mezclas de prueba para lograr una arcilla efectiva en la mezcla de arena. Es importante evitar agregar menos del 10% de arcilla por volumen respecto a la arena, ya que esto resulta poco práctico debido a la dificultad de distribución uniforme en la mezcla de arena (26).

### **2.2.4. Subrasante**

Según las precisiones del MTC (24) establece que la subrasante es la capa final de la vía después de excavar el estrato natural. Esta capa está determinada por los estratos cortados y también por la presencia de rellenos (terraplén) que refuerzan el nivel de la explanada, y actúa como el soporte directo para la estructura del pavimento.

#### **2.2.4.1. Estabilización de subrasantes**

De acuerdo a las precisiones del MTC (24), se establece que el suelo situado bajo la superficie hasta una profundidad de al menos 0.60 m debe ser estable y adecuado, con un CBR igual o superior al 6%. Sin embargo, si el sustrato situado debajo de la capa superior del suelo muestra un CBR menor al 6% (indicando sustrato de mala calidad o sustrato incorrecto), correspondiente a la estabilidad del suelo será analizada por el experto a cargo. En función de la naturaleza del suelo, se mostrarán opciones para abordar el problema, tales como la mecánica, el reemplazo del suelo, la química, el uso de geosintéticos, el levantamiento de terraplenes o la modificación del trazado de la carretera. La elección de la técnica y económica más conveniente será de acuerdo a las condiciones y estado en que se encuentre la vía (p.22).

Bajo las precisiones realizadas por el MTC indica:

La subrasante inadecuada corresponde a un CBR menor al 3 %, una subrasante pobre se establece cuando el valor del CBR oscila mayores o iguales a 3 % y menores a 6 %, una subrasante regular se considera cuando el valor del CBR corresponde mayor o igual a 6 % y menor de 10 %, una subrasante buena se atribuye a un CBR mayor o igual al 10% e inferiores a 20 %, mientras una subrasante muy buena se atribuye a un CBR mayor o igual al 20 % y menor de 30 % del valor del CBR., por último, una subrasante excelente considera a los valores del CBR mayores o iguales al 30 %.

Criterios que considera (2) para mejorar las subrasantes y garantizar una correcta aplicación del proceso de estabilización se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

El piso superior de la calzada (subrasante) debe estar elevado al menos 0.60 metros por encima del nivel del agua subterránea cuando se cuenta con una calzada en perfectas condiciones y de muy buena calidad ( $CBR \geq 20\%$ ), en terrenos de calidad buena o regular, con un índice de resistencia CBR que varía entre mayores y iguales a 6 % y menos de 20 %, se requiere que la elevación sea de 0.80 metros y en caso de tener un suelo pobre (insuficiente), con un índice de resistencia CBR que varía entre mayor o igual a 3 % o menor a 6 %, la subrasante debe estar a una altitud de 1.00 metro, y cuando se enfrenta a un sustrato inadecuado, con un índice de resistencia CBR menor a 3 %, la elevación necesaria del sustrato es de 1.20 metros. Si hubiera situaciones que ameriten implementar drenaje auxiliar o utilizar un grado de protección contra la suciedad y/o el drenaje se elevará al nivel requerido o en todo caso considerar aplicación de subdrenes a fin de recolectar aguas subterráneas, asimismo proteger la subrasante con productos anticontaminantes y drenantes a efectos de evitar impactos negativos con la estructura del pavimento.

### **2.2.5. Propiedades de los suelos estabilizados**

De tantas propiedades mecánicas importantes, una de las más relevantes en todos los estratos es la resistencia del suelo. La resistencia está directamente

influenciada por la distribución granulométrica del suelo y sus características físicas, siendo un factor determinante para obtener resultados satisfactorios (27). Para obtener buenos resultados en la mejora de las propiedades del suelo, el suelo estabilizado debe contar con determinadas propiedades físicas y estos son:

a) Resistencia

Esta es una propiedad que debe mejorarse para lograr una mayor cohesión entre las partículas del estrato, mediante la adición de cementantes o la estabilización mecánica, por vibración, por carga o estabilización química (cal), al implementar estas medidas, se evitan los asentamientos no deseados. Además, en suelos cohesivos como los arcillosos, se aumenta la resistencia al evitar que la humedad entre en el estrato, al adicionar un ligante que modifica la película de agua entre las partículas del suelo (27).

b) Compresibilidad

Se debe prestar especial atención a esta propiedad, ya que, si no se controla, puede provocar daños adicionales en el suelo durante su uso. Esto se debe a que las fuerzas entre las partículas son débiles, lo que resulta en deformaciones verticales del suelo, desplazamientos o expansiones no deseadas. Para mejorar esta propiedad, es necesario unir las partículas finas con un material rígido para llenar los poros del suelo, al hacerlo, se refuerza la cohesión del suelo y se evitan los problemas asociados con la debilidad de las fuerzas entre las partículas (27).

c) Permeabilidad

La permeabilidad es la característica de un suelo que le permite dejar pasar líquidos sin alterar sus propiedades originales. Teniendo esto en cuenta, es importante que el agua circundante tenga buenos medios de filtración para evitar problemas de acumulación y para no deteriorar las características físicas del suelo, para mejorar la permeabilidad, se puede agregar material impermeable o crear estructuras aglomeradas (28).

d) Retracción y expansión

Es esencial considerar tanto la retracción como la expansión del suelo, ya que estas propiedades se ven afectadas por los cambios en su nivel de humedad, por lo tanto, es recomendable incorporar un mineral arcilloso con capacidad de retener la humedad y un aglutinante que ayude a controlarla (28).

#### e) Durabilidad

La resistencia a la erosión y la capacidad de soportar la carga del tráfico son características fundamentales de la durabilidad del suelo. Al construir carreteras, es esencial asegurarse de que las diferentes capas tengan el grosor apropiado para evitar cualquier impacto negativo tanto en los materiales naturales como en los estabilizados (27).

#### **2.2.6. Capacidad de soporte de los suelos**

La capacidad de carga se refiere a la capacidad de resistir la deformación bajo la acción de las cargas de tráfico. Muestran que los factores que afectan la capacidad portante del sustrato, como la resistencia al esfuerzo cortante, dependen de la densidad alcanzada y su contenido de humedad, el suelo saturado tiene una capacidad portante menor que el suelo no saturado, debido a la mayor relación de humedad, la capacidad de carga del estrato es menor (29).

Para determinar qué ensayos de carga realizar en carreteras, se puede llevar a cabo un ensayo sencillo como el CBR, el cual simula de manera cuantitativa los efectos de las cargas y, mediante la medición de la deformación, indica si el terreno es apto para diversos fines constructivos (29).

#### **2.2.7. Ensayo California Bearing Ratio (CBR)**

La prueba comenzó como un método flexible de dimensionamiento de superficies para pistas y vías de rodadura de aeropuertos, por lo que podría decirse que es la prueba más utilizada en el mundo para determinar las capacidades de soporte aplicados en diferentes tipos de proyectos de carreteras (29).

Esta prueba se debe a que el suelo debe introducirse en una varilla cilíndrica a una velocidad constante, luego el suelo compactado se sumerge en agua para medir su hinchazón durante la saturación, el resultado es CBR, es decir, la capacidad de soporte del suelo expresada como un porcentaje de la presión

ejercida por el pistón en el suelo, que está relacionada con la presión del tipo de muestra a velocidad constante (29).

**Tabla 2. Categoría de la subrasante**  
**CATEGORÍA DE LA SUBRASANTE**

Tipo	categoría	CBR
S0	Subrasante muy pobre	CBR<3%
S1	Subrasante pobre	3%=<CBR<6%
S2	Subrasante regular	6%=<CBR<10%
S3	Subrasante buena	10=<CBR<20%
S4	Subrasante muy buena	20%=<CBR<30%
S5	Subrasante excelente	30%=<CBR

*Tomada de MTC*

Para tal efecto, se precisa que los factores rectores del comportamiento del subsuelo o subrasante están influenciados por tres propiedades fundamentales, las cuales se relacionan entre sí, y considera los siguientes: (30)

a) La capacidad portante

La subrasante debe tener la capacidad de soportar de las cargas transmitidas por la estructura del pavimento. La capacidad de carga está en función del tipo de suelo, del grado de compactación y de su contenido de humedad. El propósito del pavimento es proporcionar una superficie confortable al tránsito de vehículos. Consecuentemente, es necesario que la subrasante sea capaz de soportar un número grande de repeticiones de carga sin presentar deformaciones (30).

b) Contenido de humedad

Los diferentes niveles de humedad en el subsuelo pueden tener un impacto significativo en su capacidad de carga, lo que puede provocar una contracción y expansión no deseadas, especialmente en presencia de suelo fino. El contenido de humedad se ve afectado principalmente por las condiciones de drenaje, el aumento del nivel freático y la infiltración. Los sustratos con un contenido elevado de agua mostrarán deformaciones rápidas a medida que el vehículo ejerza tensión sobre ellos (30).

c) Contracción y/o expansión.

Algunos suelos se contraen o se expanden, dependiendo de su grado de plasticidad y su contenido de humedad. Cualquier pavimento construido sobre estos suelos, si no se adoptan las medidas pertinentes, tenderán a deformarse y/o deteriorarse prematuramente. Para evitar que las deflexiones admisibles en la subrasante excedan los límites establecidos, debe cumplirse que la presión transmitida por la carga se mantenga por debajo del valor de la carga máxima transmitida al suelo, para lo cual deberá tomarse en cuenta el tránsito de diseño a través del número de repeticiones de carga, las deflexiones máximas esperadas y el CBR del material con el que se ejecutará el mejoramiento (30).

## **2.3. Residuos de concreto (RC)**

### **2.3.1. Generalidades**

Los residuos de construcción y demolición son generados durante las diversas etapas de construcción de edificaciones e infraestructuras viales. Esto abarca obras tanto nuevas como menores, rehabilitación, refacción, restauración, remodelación, demolición, ampliación, acondicionamiento, cercado y otras actividades que resultan en la producción de estos materiales (31).

### **2.3.2. Clasificación de residuos de construcciones y demoliciones**

Según el Decreto Supremo N<sup>o</sup> 003-2013-Vivienda. (32), se clasifica de la siguiente manera:

- a. Residuos sólidos de la construcción y demolición peligrosos.
- b. Residuos no peligrosos (reutilizables, reciclables).

En la tabla 3 se especifican los elementos considerados como residuos sólidos de la construcción y demolición peligrosos, estos elementos son los siguientes: (32),

**Tabla 3. Residuos sólidos (RS) de la construcción y demolición peligrosos**

Residuos sólidos de la construcción y demolición peligrosos	✓ Restos de madera tratada
	✓ Envases de removedores de pinturas, aerosoles
	✓ Envases de removedores de grasa, adhesivos, líquidos para remover pintura
	✓ Envases de pinturas, pesticidas, contrachapados de colas, lacas
	✓ Restos de tubos de fluorescentes, transformadores, condensadores, etc.
	✓ Restos de PVC (solo luego de ser sometidos a temperaturas mayores a 40 °C)
	✓ Restos de planchas de fibrocemento con asbesto, pisos de vinilo asbesto, paneles divisores de asbestos
	✓ Envases de solventes
	✓ Envases de preservantes de madera
	✓ Restos de cerámicos, baterías
	✓ Filtros de aceite, envases de lubricantes

Nota: Residuos sólidos (RS) de la construcción y demolición peligrosos  
**Tomado de Decreto Supremo N°003-2013-Vivienda (32), p.15.**

De acuerdo con Decreto Supremo N° 019-2016-Vivienda (31), en la tabla 4 se especifican los elementos considerados como residuos sólidos de la construcción y demolición reutilizables y/o reciclables, estos elementos son los siguientes:

**Tabla 4. Residuos sólidos (RS) de la construcción y demolición reutilizables y/o reciclables**

Residuos sólidos de la construcción y demolición reutilizables y/o reciclables					
Instalaciones	Cubiertas	Fachadas	Particiones interiores	Acabados interiores	Estructura
Mobiliario fijo de cocina	Tejas	Puertas	Mamparas	Cielo raso (escayola)	Vigas y pilares
Mobiliario fijo de cuartos de baño	Tragaluces y claraboyas	Ventanas	Tabiquerías móviles o fijas	Pavimentos flotantes	Elementos prefabricados de hormigón
	Soleras prefabricadas	Revestimientos de piedra	Barandillas	Alicatados	
	Tableros	Elementos prefabricados de hormigón	Puertas	Elementos de decoración	
	Placas sándwich		Ventanas		

Nota: Residuos sólidos (RS) de la construcción y demolición reutilizables y/o reciclables  
**Tomado de Decreto Supremo N°019-2016-Vivienda (31), p.23-24.**

Una vez que se han definido los materiales sólidos de construcción y demolición, se comprende que estos materiales mencionados previamente podrán ser reincorporados nuevamente al área de construcción, siempre y cuando cumplan con los estándares de utilidad y, al mismo tiempo, no afecten la calidad ambiental y la salud en todas sus dimensiones. Por otro lado, sus características y propiedades deben cumplir con las exigencias técnicas establecidas en dicho proceso (31).

Volver a utilizar los residuos sólidos de la construcción y demolición tiene un propósito y, al mismo tiempo, ofrece ventajas que resultan favorables para reducir la cantidad de desechos de concreto destinados a su disposición final. Además, al reutilizar este tipo de materiales se agregan valores significativos, lo que sin duda, en términos realistas, puede resultar beneficioso tanto desde una perspectiva económica como ambiental (31).

### **2.3.3. Propiedades del residuo de construcción**

Se tiene conocimiento de que los residuos de concreto son materiales inorgánicos que provienen de obras civiles. En este sentido, es posible determinar sus propiedades físicas y químicas, las cuales se verán influenciadas por el tipo de proyecto de construcción del que proceden, así como por el lugar de reciclaje y el tratamiento al que se someten mediante la trituración para convertirlos en productos reutilizables. Estos factores son determinantes para definir las diversas características físicas y químicas que presentarán después de someterse a un tratamiento exhaustivo. Por lo tanto, la composición de los residuos de hormigón es objetiva y decisiva, ya que pueden contener una variedad de materiales (6).

En resumen, el estándar de calidad de los residuos de concreto se establece de manera favorable considerando el tamaño de la fracción o trituración del agregado, así como el tipo de actividad a la que se destina su reutilización. Además, se resalta que la fracción fina es crucial para reducir la densidad y aumentar la absorción de humedad. De igual manera, el contenido de cloruros y sulfatos se ve influenciado por el mortero, las impurezas, las partículas ligeras y los terrones de arcilla (6).

### 2.3.4. Lugares de recopilación de residuos de concreto (RC)

Este proyecto de investigación consideró la zona de demolición de residuos de concreto provenientes del “Proyecto de mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles de la Av. Díaz Bárcenas, Jr. Apurímac, Av. Prado Bajo, Av. Núñez, Jr. Huancavelica, Jr. Cusco, Jr. Junín y Av. La Victoria del distrito y provincia de Abancay - departamento de Apurímac”. Estos proyectos de infraestructuras viales, al llegar al final de su vida útil de servicio, generan cantidades significativas de residuos de concreto de pavimentos rígidos que deben ser adecuadamente dispuestos para su disposición final.



**Figura 1. Demolición de residuos de concreto en la Av. Prado Bajo con Jr. Junín, según NTP 400.050 (UTM -13.63334733267657 Norte, -72.8785103012103 Este)**

### 2.3.5. Aplicación y tratamiento de residuos de concreto.

Para el presente tratamiento, se inició constituyendo la zona de demolición de pavimento rígido ubicado en el Jr. Huancavelica del distrito y provincia de Abancay – Apurímac, con el propósito de reciclar dicho material correspondiente. Luego, se seleccionaron 120 kg de residuos de concreto (RC), que fueron trasladados a la "Cantera sorpresa" ubicada en la Panamericana Sur km 5, para llevar a cabo el proceso de trituración y reducirlo a partículas más pequeñas que 3/8". Después, el RC triturado fue sometido a un tamizado en la malla No. 3/8" para eliminar las partículas más grandes y, finalmente, todo el RC que pasó la malla No. 3/8 (1/4", No 4, No. 10, No. 20, No. 40, No. 60, No. 100, No. 200 y cazuela) fue utilizado como material estabilizante.

**Tabla 5. Requerimiento de RC para la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay – Apurímac.**

Descripción	Und	Longitud (m)	Ancho de calzada (m)	Espesor (m)	Volumen (m <sup>3</sup> )
Subrasante de vía de evitamiento	m <sup>3</sup>	12,840	7.2	0.3	27734.4
Se requiere el 13.50% de residuos de concreto (RC) óptimo para estabilizar un suelo fino	m <sup>3</sup>				3744.14

Nota: Requerimiento de residuos de concreto (RC)

### 2.3.6. Disponibilidad de residuos de concreto (material estabilizante)

La disponibilidad de volumen de residuos de concreto (RC) procedente de la demolición se describe como evidencia en el "Proyecto de mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles de la Av. Díaz Bárcenas, Jr. Apurímac, Av. Prado Bajo, Av. Núñez, Jr. Huancavelica, Jr. Cusco, Jr. Junín y Av. La Victoria del distrito y provincia de Abancay - departamento de Apurímac". La información detallada sobre esto se encuentra en el anexo 5 y anexo 6, donde se muestra el resumen de la planilla de metrados respecto a la disponibilidad de volumen de demolición de RC (pavimento rígido) y el plano de ubicación de las arterias donde se realizó la demolición de pavimentos rígidos que habían cumplido su vida útil como estructura en la zona de estudio de la provincia de Abancay – Apurímac.

### 2.4. Definición de términos básicos

- **Suelos.** Es una capa delgada de material sobre la corteza terrestre, resultante de la desintegración (descomposición) y/o alteración (variación), física y/o química de las rocas y depositada sobre ella por los restos de las actividades de los seres vivos (22), p.20.
- **Estabilización de suelo.** Mejora de las propiedades físicas del suelo mediante una combinación de procedimientos mecánicos y productos químicos, naturales o sintéticos (2), p.107.

- **Concreto reciclado.** Agregado de concreto que proviene de material granulado de la combinación de gravas y arenas de reciclaje (32).
- **Mecánica de suelos.** La mecánica de suelos es la rama de la mecánica que estudia la acción de las fuerzas sobre el suelo (22).
- **Propiedades físicas.** Es la naturaleza y característica de dichos materiales y así como las formas en que se presentan y su disponibilidad, serán los factores principales que determinan su uso en estado natural (2).
- **Sub rasante.** Es la superficie de la carretera terminada a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno) donde se coloca o aprueba las estructuras de pavimentos y afirmados (24), p.24.
- **Concreto de demolición.** Fragmento de concreto obtenidos por demolición de elementos de concreto simple, armado, excedente de obra y/o el de pavimentos de concreto, provenientes de construcciones civiles (31), p.7.
- **Reaprovechamiento.** El aprovechamiento, reutilización y reciclado de residuos sólidos de construcción y demolición también se considera una técnica de reciclado y valorización (31), p.7.
- **Vía de evitamiento.** Vía construida para evitar el desarrollo del tráfico urbano en el casco urbano (33), p. 3.
- **Residuos Sólidos de la Construcción y Demolición.** Se refiere a los desechos que se producen principalmente en la construcción y demolición de estructuras como edificios, puentes, carreteras, represas y canales, entre otros, principalmente se consideran inertes (31), p. 22.
- **Disposición final.** Consiste en depositar de manera organizada los desechos sólidos en los sitios destinados para su disposición final, sin causar daños al medio ambiente ni poner en riesgo la salud de la población (31), p. 21.

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

### **3.1. Método, tipo o alcance de la investigación**

#### **3.1.1. Método de la investigación**

En este estudio, se empleó principalmente el método inductivo. Según Cabezas et al. (34), el método inductivo se caracteriza por partir de la observación de casos particulares con el propósito de llegar a conclusiones generales, parte de enunciados particulares para generalizarse. Generalizar conclusiones a partir de un cuerpo o conjunto de evidencias. El juicio (inferencia) es de abajo hacia arriba (p.16).

#### **3.1.2. Tipo de la investigación**

En el presente investigación teniendo como propósito encontrar una solución inmediata para estabilizar el suelo arcilloso utilizando diferentes proporciones de residuos de concreto, con el fin de contribuir en la mejora de la subrasante, por lo que corresponde al tipo aplicada. Según Arias (35), “generar nuevos conocimientos que busquen complementar los supuestos teóricos de una ciencia específica (investigación pura o básica); o bien, pueden ser utilizados de inmediato para resolver problemas prácticos (investigación aplicada)” (p.22).

### **3.1.3. Alcance de la investigación**

La investigación, de acuerdo a Hernández et al. (36), es de tipo explicativo, ya que estudia las causas de los aditivos (residuos de concreto) y evalúa los efectos que producen en la estabilidad de los suelos arcillosos, el cual establece que “las investigaciones explicativas van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos, es decir, pretenden dar respuesta a los hechos y causas de los fenómenos físicos o sociales. En resumen, el interés de estas investigaciones radica en explicar por qué ocurre un fenómeno, bajo qué condiciones se manifiesta o por qué dos o más variables se correlacionan (36).

## **3.2. Materiales y métodos (aplicación de la ingeniería)**

### **3.2.1. Materiales**

Los materiales y equipos que se utilizaron en el desarrollo de la tesis fueron seleccionados considerando la estabilización de los suelos blandos con los RC en diferentes proporciones que se desarrolló en la VDE de la provincia de Abancay, los equipos utilizados fueron previamente calibrados por el laboratorio de calibración Metrología JMR Equipos S.A.C., esta información se detalla a continuación y se presenta de manera más precisa en la tabla 6.

- Molde Proctor 4 IN. Se utilizaron moldes y martillos para determinar la asociación de contenido de humedades y la densidad en estratos compactados. Fabricado en acero niquelado, consta de un collar, un cuerpo moldeado y una base (placa). Los martillos se utilizan para comprimir muestras de suelo tipo Procter y están hechos de acero niquelado. Hay varios modelos disponibles que cumplen con las normas pertinentes.

Especificaciones.

- ✓ Cuerpo: Diámetro interior de 101,6 mm (4”) | Altura de 116,4 mm
- ✓ Placa base: 12,7 mm x 150 mm x 150 mm
- ✓ Collar: Diámetro interior de 101,6 mm (4”) | Altura de 60,33 mm

- Molde Proctor 6 IN. Se utilizó con la finalidad de compactar muestras de los suelos arcillosos para pruebas estándares de densidad/humedad (PROCTOR), dichos moldes se usaron únicamente con los martillos compactadores de suelo y es regulable a los compactadores de suelo mecánico.

#### Especificaciones.

- ✓ Volumen: Molde 1113.33 pies cúbicos (2124cm<sup>3</sup>).
- ✓ Medidas: 152.4 mm diámetro x 116.43 mm a (6 x 4.584 pulgadas). altura
  - Martillos compactadores de suelo
  - Cámara fotográfica
  - Computadora
  - Equipo de perforación (pico u otros)
  - Dispositivo para el pesado de la muestra
  - Conjunto de tubo con camisa interior de anillo, para el muestreo.
  - Muestreador con camisa interior de anillos
  - Recipientes para anillos llenos con especímenes.

**Tabla 6. Materiales y equipos utilizados en los ensayos para la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay – Apurímac**

Tratamientos	Equipos	Materiales
Para determinar los valores de análisis granulométrico.	- Balanzas de sensibilidad de 0.01g y de 0.1%	- Tamices de (3", 2", 1 ½", 1", ¾", 3/8", No. 4, No. 10, No. 20, No. 40, No. 60, No. 140, No. 200), envases, cepillo y brocha.
Para determinar el contenido de humedad natural.	- Horno de secado (110 +- 5°C), balanzas (0.01g y 0.1g)	- Recipientes y espátula
Para determinar el Límite Líquido	- Casagrande, vasija de porcelana de 115 mm (4 ½"), acanalador, calibrador, pesa filtros, balanza (0.01g) y horno (110 +- 5°C)	- Espátula y recipiente
Para determinar el Límite Plástico	- Horno (110 +- 5°C), balanza (0.01g).	- Espátula, recipiente, tamiz (No. 40) y placa de vidrio.
Para establecer el MDS y el contenido de humedad óptimo	- Molde de 4", martillo o pisón, balanza (0.01g), horno (110 +- 5°C).	- Regla metálica

Para establecer el CBR al 100% y 95% (0.1")	- Máquina de ensayo de compresión, molde de 6", disco espaciador, pistón, horno (110 +- 5°C), balanzas (1g y 0.1g).	- Espátula y discos de papel
---	---	------------------------------

*Nota:* Materiales y equipos utilizados en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.

### 3.2.2. Métodos de análisis

En este estudio se empleó el método **hipotético-deductivo**, que es considerado uno de los modelos más efectivos para definir el método científico. Este método se fundamenta en la noción de formular suposiciones y luego someterlas a pruebas prácticas con el fin de confirmar o negar su validez (34). En nuestro caso, los resultados serán verificados a través de la prueba de hipótesis utilizando ANOVA para determinar la diferencia significativa entre tratamientos. Además, emplearemos el método de comparación de Tukey. Por otro lado, para el análisis de evaluación de costos de estabilización de suelo arcilloso, se utilizará la prueba de T-Student.

### 3.3. Diseño de investigación

La tesis de acuerdo con el control de variables y la manipulación de estas corresponde al diseño experimental. Según las precisiones de Arias (35), "la investigación experimental es un proceso que consiste en someter a individuos o grupo de individuos a ciertas condiciones, estímulos o tratamientos (la variable independiente) para observar el efecto o respuesta resultante (la variable dependiente)" (p.34).

### 3.4. Población y muestra

#### 3.4.1. Población

De acuerdo con Lerma (37), se entiende por población al conjunto de todos los elementos de una especie que poseen ciertas características específicas o se ajustan a una sola definición, y cuyas características y relaciones requieren ser objeto de estudio (p.72).

Bajo estas precisiones, la población para la presente tesis se limitó a la VDE (vía de Evitamiento) de la provincia de Abancay.

### 3.4.2. Muestra

De acuerdo con Hernandez et al. (36), considera que una muestra es “un subconjunto de la población de interés para la cual se recopilarán datos y debe definirse con precisión de antemano y ser representativa de esa población” (p.174).

En este estudio, la muestra esta comprendida desde el km 03+464 hasta el km 12+270, y dentro de ese rango de progresivas, se consideraron un total de nueve (09) calicatas en toda la vía de Evitamiento de la ciudad de Abancay - Apurímac, como se detalla en la tabla 07.

**Tabla 7. Calicatas tomadas como muestra, considerados con su respectivo progresiva y coordenadas en el tramo de la VDE.**

Calicata Código	Tramo Progresiva	Coordenadas		Cota	Descripción de la superficie de rodadura existente por tramo
		Sur	Oeste		
C-1	Km: 3+464	-13°37'55.73"	-72°54'20.23"	2,440	SUPERFICIE ORGÁNICA
C-2	Km: 3+776	-13°37'57.11"	-72°54'10.81"	2,465	SUPERFICIE ORGÁNICA
C-3	Km: 3+879	-13°37'57.24"	-72°54'2.79"	2,473	SUPERFICIE ORGÁNICA
C-4	Km: 5+552	-13°37'50.98"	-72°53'48.10"	2,482	SUPERFICIE ORGÁNICA
C-5	Km: 7+400	-13°37'18.70"	-72°53'20.56"	2,662	SUPERFICIE ORGÁNICA
C-6	Km: 9+000	-72°53'20.56"	-72°52'46.38"	2,746	SUPERFICIE ORGÁNICA
C-7	Km: 10+700	-13°36'25.98"	-72°52'14.06"	2,805	SUPERFICIE ORGÁNICA
C-8	Km: 10+900	-13°36'26.32"	-72°52'7.89"	2,804	SUPERFICIE ORGÁNICA
C-9	Km: 12+270	-13°36'10.19"	-72°51'33.66"	2,845	SUPERFICIE ORGÁNICA

*Nota:* Descripción de numero de calicatas consideradas en el presente proyecto para la estabilización de suelo arcilloso en la VDE – Abancay.

### 3.4.3. Muestreo

Según (35), el estudio se centra en el muestreo no probabilístico. Detalla que la selección de elementos no se fundamenta en la probabilidad, sino en factores vinculados a las características de la investigación o a los objetivos del investigador. El proceso de selección de elementos no sigue un procedimiento

mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad. En cambio, depende de la toma de decisiones por parte del investigador. Además, los criterios de selección de las muestras también se rigen por otros factores relevantes para la investigación; en este caso, para tomar una mejor decisión, se apoya en los criterios establecidos en el Manual de Carreteras (2014).

### **3.5. Estudios previos**

#### **3.5.1. Trabajos de campo**

##### **3.5.1.1. Reconocimiento de ruta**

Consiste en recopilar y verificar información, así como explorar el área de estudio, con el objetivo de adquirir un conocimiento general de la zona adecuada para utilizarla como ruta vía. Este procedimiento implica realizar un recorrido para evaluar e identificar las características de la zona de estudio, lo que nos permitirá programar actividades para obtener datos reales durante el proceso de investigación.

En esta ocasión, los análisis de reconocimiento en la VDE del distrito y provincia de Abancay nos permitirán reconocer y evaluar la calidad del terreno natural, además de determinar la ubicación exacta de posibles calicatas para extraer material del estrato natural. Estas muestras se utilizarán para realizar análisis y ensayos de mecánica de suelos.

##### **3.5.1.2. Exploración de suelos**

Con el propósito de conocer las características físicas y mecánicas del suelo de la vía en estudio, incluyendo el tipo de material en el estrato y la subrasante, se llevaron a cabo estudios mediante la realización de excavaciones manuales conocidas como calicatas. Estas calicatas fueron realizadas a una profundidad de 1.50 metros, y se tomaron muestras de 9 de ellas para someterlas a evaluación en el laboratorio. Con base en los resultados de los análisis realizados en el laboratorio, se obtuvo el perfil estratigráfico del estudio.

Los datos obtenidos se presentan en la tabla 8, que indica la ubicación y el tipo de estrato de las calicatas realizadas.

**Tabla 8. Prospecciones efectuadas**

Progresiva (km)/ubicación	Calicata / muestra	Clasificación	
		SUCS	AASHTO
km: 3+464	C-01 / M-2	CL	A-6 (5)
km: 3+776	C-02 / M-2	CL	A-6 (5)
km: 3+879	C-03 / M-2	ML	A-6 (6)
km: 4+552	C-04 / M-2	GM	A-2-6 (0)
km: 7+400	C-05 / M-2	CL	A-6 (6)
km: 9+000	C-06 / M-2	CL	A-7-6 (8)
km: 10+700	C-07 / M-2	CL	A-7-6 (10)
km: 10+900	C-08 / M-2	CL	A-7-6 (10)
km: 12+270	C-09 / M-2	ML	A-6 (5)

*Nota:* Tomado del estudio realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.

### 3.5.1.3. Características geotécnicas de la vía de Evitamiento (VDE)

Basándonos en datos geotécnicos, con el objetivo de comprender las condiciones y propiedades físicas y mecánicas del estrato y proporcionar los parámetros requeridos para la certeza del suelo fino en la VDE de distrito y provincia de Abancay, es necesario obtener muestras de material para su clasificación mediante análisis y ensayos de laboratorio. La interpretación de los resultados obtenidos permite clasificar el tipo de suelo, identificar las capas de material homogéneo y determinar la estratigrafía del área.

### 3.5.1.4. Descripción del perfil estratigráfico

El área de intervención se ubica en la VDE – Abancay – Apurímac, de los resultados obtenidos en el laboratorio, se hallaron secciones de estratos con presencia mayoritaria de partículas finas (arcillas inorgánicas de baja plasticidad). Asimismo, la tabla 9 muestra el “perfil estratigráfico de las calicatas”.

**Tabla 9. Perfil estratigráfico de las calicatas**

PROG. (km)/UBICACIÓN	CALICATA	ESTRATO M1		ESTRATO m <sup>2</sup>	
		SUCS	PROF	SUCS	PROF
km: 3+464	C-01 / M-2	Pt	0.00-0.30	CL	0.30 - 1.50
km: 3+776	C-02 / M-2	Pt	0.00-0.30	CL	0.30 - 1.50
km: 3+879	C-03 / M-2	Pt	0.00-0.30	ML	0.30 - 1.50
km: 4+552	C-04 / M-2	Pt	0.00-0.30	GM	0.30 - 1.50
km: 7+400	C-05 / M-2	Pt	0.00-0.30	CL	0.30 - 1.50
km: 9+000	C-06 / M-2	Pt	0.00-0.30	CL	0.30 - 1.50
km: 10+700	C-07 / M-2	Pt	0.00-0.30	CL	0.30 - 1.50
km: 10+900	C-08 / M-2	Pt	0.00-0.30	CL	0.30 - 1.50
km: 12+270	C-09 / M-2	Pt	0.00-0.30	ML	0.30 - 1.50

*Nota:* Tomado del estudio realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.

### 3.5.2. Trabajos de laboratorio

Considerando las evaluaciones de las 9 muestras patrón de las calicatas (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) realizadas para la “estabilización de suelo arcilloso con RC, para el mejoramiento de la subrasante de la vía de Evitamiento de la provincia de Abancay, Apurímac – 2022”, resultados que presentan en su mayoría las mismas clasificaciones SUSC y AASHTO, así como su comportamiento; por lo tanto, se realizó la caracterización física y mecánica de cada una de ellas, para posteriormente tomar en consideración el promedio con los resultados finales. Se trasladaron los especímenes al laboratorio y se llevaron a cabo los estudios correspondientes para su caracterización física y mecánica tanto en su estado natural como con diferentes proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de concreto rehusado. Estos estudios incluyen diversas pruebas, tales como: distribución de tamaños de partículas, contenido de humedad, clasificación de estratos según el método SUSC y AASHTO, LL, LP, IP, MDS, HO, CBR al 95% y 100% (0.1”). Los resultados se resumen en las Tablas 10 y 11.

### 3.5.3. Ensayos de mecánica de suelos

Las muestras de estratos que se han obtenido de la zona de estudio, se procesaron en estado natural y con adición de RC en el laboratorio geotecnia GCO Consultora especializado, se realizaron bajo utilización de las normativas, el método AASTHO, ASTM, NTP y MTC actual, para los ensayos respectivos.

La tabla 10 muestra las “normas que se utilizaron en el ensayo de mecánica de suelos” en el presente estudio, describiendo el propósito de cada uno de ellos, para su identificación, los cuales están ceñidos a las normativas vigentes, con la finalidad de caracterizar el suelo evaluado.

**Tabla 10. Aplicación de normas en el ensayo de mecánica de suelos**

Tratamientos	Método AASHTO	Ensayo ASTM	NTP	MTC	Tamaño de la muestra	Propósito del ensayo
Granulometría por tamizado	T11, T27, T88	D422	339.128	E 107		Determina la distribución de tamaños de partículas.
Granulometría por tamizado de residuos de concreto	T11, T27, T88	D422	339.128	E 107		Determina la distribución de tamaños de partículas del suelo subrasante en combinación con residuos de concreto.
Contenido de humedad	T265	D2216	339.127	E 108		Determina el contenido de humedad del estrato.
LL	T89	D4318	339.129	E 110	2.5 Kg.	Determina el contenido de agua entre los estados líquido y plástico
LP	T90	D4318	339.129	E 111	2.5 Kg.	Determina el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
IP	T90	D4318	339.129	E 111	2.5 Kg.	Determina el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
MDS	T180	D1557	339.141	E 115	2.5 Kg.	Establece la relación humedad-densidad de suelos.
CBR	T193	D1883	339.145	E 132	45.0 Kg.	Establece la capacidad de carga. Además, permite inferir en el módulo resiliente.
MÉTODO SUCS		D2487	339.134			Clasifica el suelo en tres grupos: suelo grueso, fino y suelos altamente orgánicos. Luego, estos grupos se dividen en 15 grupos básicos de suelos
MÉTODO AASTHO	M-145	D3282				Clasifica el suelo en dos grupos generales según el porcentaje que pasa por el tamiz No. 200: materiales granulares (35% o menos) y materiales limo-arcillosos (más del 35%).

*Nota:* Normas que se utilizaron durante el estudio en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.

### 3.5.3.1. Propiedades físicas

Es importante mencionar que los ensayos físicos son pruebas que identifican las características e indicadores del suelo, lo que facilita su clasificación y proporciona información sobre cómo se comporta en condiciones particulares.

a) Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422, AASTHO-T11 T27-T88, NTP 339.128, MTC E 107).

Con el objetivo de comprender la distribución del tamaño de partículas, se llevó a cabo el trabajo siguiendo las condiciones establecidas en la norma ASTM D-422 (Práctica estándar para preparación en seco de muestras de suelo para análisis de tamaño de partículas y determinación de las constantes del suelo).

b) Limite líquido (ASTM D 4318, AASTHO T89, NTP 339.129, MTC E 110) y Limite plástico (ASTM D 4318, AASTHO T90, NTP 339.129, MTC E 111)

Los ensayos de consistencia se trabajaron bajo las condiciones fijadas por ASTM D-4318 (los métodos estándar de ensayo para LL, LP, y el IP de los suelos), asimismo, con el método ASSHTO T90 (determina el LP y IP del estrato) y por el método ASSHTO T89 (determina el LL de los estratos).

c) Contenido de humedad natural (ASTM D 2216, AASTHO T265, NTP 339.127, MTC E 108)

Se evaluó el contenido de humedad natural de las distintas muestras, tanto en su estado natural como con la incorporación de RC, siguiendo las directrices establecidas por las normas ASTM D 2216, AASTHO T265, NTP 339.127 y MTC E 108. Este método se utiliza para determinar en laboratorio el contenido de humedad (agua) de suelos y rocas.

d) Clasificación de suelos por el Método SUCS (ASTM D 2487, NTP 339.134) y por el Método AASHTO (AASTHO M-145, ASTM D 3282)

Los estudios realizados clasificaron los tipos de suelos o estratos utilizando dos métodos precisos: el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y el Método AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Official). El SUCS agrupa el suelo en 15 categorías con nomenclaturas importantes y se emplea principalmente en tratamientos geotécnicos, mientras que el Método AASHTO se utiliza de manera más general.

La tabla 11 resume los valores y promedios de los ensayos realizados en las 09 calicatas, tanto en su estado natural (muestra patrón) como en combinación con RC en porcentajes de 0 %, 5 %, 10 % y 15 %. El objetivo de estos ensayos es caracterizar la composición física del suelo y su resistencia, tanto antes como después de la incorporación de los residuos de concreto.

**Tabla 11. Resumen de resultados y promedios de propiedades físicas**

Tratamiento	Calicata	(%) LL	(%) LL Promedio	(%) LP	(%) LP Promedio	(%) IP	(%) IP Promedio	Clasific. SUSC	Clasific. AASHTO	Humedad Natural (%)	(%) Humedad natural promedio
SNT + 0% RC	C-1	39.14		24.82		14.32		CL	A-6 (5)	13.42	
SNT + 0% RC	C-2	39.29		25.16		14.13		CL	A-6 (5)	16.49	
SNT + 0% RC	C-3	39.61		26.32		13.29		ML	A-6 (6)	14.16	
SNT + 0% RC	C-4	38.27		25.70		12.57		GM	A-2-6 (1)	12.06	
SNT + 0% RC	C-5	40.90	<b>39.93</b>	27.94	<b>25.60</b>	12.96	<b>14.34</b>	CL	A-6 (6)	14.92	<b>14.80</b>
SNT + 0% RC	C-6	41.71		25.37		16.34		CL	A-7-6 (8)	15.65	
SNT + 0% RC	C-7	42.24		25.02		17.22		CL	A-7-6 (10)	16.19	
SNT + 0% RC	C-8	42.98		25.52		17.46		CL	A-7-6 (10)	16.44	
SNT + 0% RC	C-9	35.27		24.54		10.73		ML	A-6 (5)	13.90	
SNT+ 5% RC	C-1	37.70		24.68		13.02		SC	A-6 (4)	12.78	
SNT+ 5% RC	C-2	38.86		24.95		13.91		CL	A-6 (5)	15.71	
SNT+ 5% RC	C-3	31.96		27.40		4.56		ML	A-4 (4)	10.63	
SNT+ 5% RC	C-4	28.23		23.91		4.32		GM	A-2-4 (0)	7.67	
SNT+ 5% RC	C-5	40.21	<b>37.22</b>	24.84	<b>24.99</b>	15.37	<b>12.23</b>	CL	A-6 (7)	14.21	<b>13.36</b>
SNT+ 5% RC	C-6	40.40		24.79		15.61		CL	A-6 (8)	14.91	
SNT+ 5% RC	C-7	41.56		24.29		17.27		CL	A-7-6 (9)	15.42	
SNT+ 5% RC	C-8	41.89		25.53		16.36		CL	A-7-6 (9)	15.66	
SNT+ 5% RC	C-9	34.14		24.49		9.65		ML	A-4 (5)	13.24	
SNT+ 10% RC	C-1	36.49		24.04		12.45		SC	A-6 (3)	12.20	
SNT+ 10% RC	C-2	37.78		24.49		13.29		SC	A-6 (4)	14.99	
SNT+ 10% RC	C-3	35.91		29.72		6.19		ML	A-4 (4)	10.14	
SNT+ 10% RC	C-4	29.39		24.28		5.11		GM	A-2-4 (0)	7.32	
SNT+ 10% RC	C-5	39.75	<b>37.00</b>	24.61	<b>24.97</b>	15.14	<b>12.03</b>	CL	A-6 (6)	13.56	<b>12.75</b>
SNT+ 10% RC	C-6	39.39		24.21		15.18		CL	A-6 (7)	14.23	
SNT+ 10% RC	C-7	41.08		23.81		17.27		CL	A-7-6 (9)	14.72	
SNT+ 10% RC	C-8	40.25		25.25		15.00		CL	A-6 (8)	14.94	
SNT+ 10% RC	C-9	32.98		24.32		8.66		ML	A-4 (4)	12.64	
SNT + 15% RC	C-1	34.62		23.97		10.65		SM	A-6 (2)	11.67	
SNT + 15% RC	C-2	35.99		24.33		11.66		SM	A-6 (3)	14.34	
SNT + 15% RC	C-3	29.94		22.04		7.90		ML	A-4 (3)	9.70	
SNT + 15% RC	C-4	25.95		21.39		4.56		GC-GM	A-1-b (0)	7.01	
SNT + 15% RC	C-5	35.14	<b>32.77</b>	24.17	<b>23.60</b>	10.97	<b>9.17</b>	ML	A-6 (4)	12.97	<b>11.53</b>
SNT + 15% RC	C-6	34.72		24.43		10.29		ML	A-4 (5)	13.61	
SNT + 15% RC	C-7	32.75		23.55		9.20		ML	A-4 (6)	11.08	
SNT + 15% RC	C-8	33.74		24.76		8.98		ML	A-4 (6)	11.29	
SNT + 15% RC	C-9	32.08		23.74		8.34		ML	A-4 (3)	12.09	

Nota: Resultados tomados del estudio del laboratorio geotecnia GCO Consultora

### **3.5.3.2. Propiedades mecánicas**

Los ensayos que se llevan a cabo permiten determinar las propiedades mecánicas de un suelo, lo cual nos ayuda a establecer su resistencia y comportamiento cuando está sometido a carga.

a) Ensayo de proctor modificado (ASTM D 1557, MTC E 115, NTP 339.141, AASTHO T180)

Con el propósito de establecer la relación entre la humedad óptima (HO) y la MDS del estrato, se llevaron a cabo ensayos en el laboratorio siguiendo las condiciones especificadas en las normas ASTM D 1557, MTC E 115, NTP 339.141 y AASTHO T180.

La prueba de Proctor se lleva a cabo para determinar la humedad óptima en el cual el suelo alcanza su MDS para una compactación específica. Es esencial realizar esta prueba antes de utilizar el agregado en el suelo para determinar la cantidad de agua necesaria para lograr una compactación óptima.

b) California Bearing Ratio – CBR (ASTM D 1883, MTC E 132, NTP 339.145, AASTHO T193)

Para establecer la capacidad portante del estrato se determinó bajo las condiciones fijadas por la norma ASTM D 1883, MTC E 132, NTP 339.145 y AASTHO T193.

Considerando los resultados obtenidos en el laboratorio, la tabla 12 presenta un resumen de los valores promedio de los ensayos realizados en las 09 calicatas. Estas calicatas fueron tratadas en su estado original (muestra patrón) y también en combinación con concreto rehusado en porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15%. El propósito de estos ensayos es caracterizar las propiedades mecánicas del suelo.

**Tabla 12. Resumen de resultados y promedios de propiedades mecánicas.**

Tratamiento	Calicat a	MDS (gr/cm <sup>3</sup> )	MDS (gr/cm <sup>3</sup> ) promedio	(%) CHO	(%) CHO Promedio	(%) CBR (100%, 0.1")	(%) CBR (100%, 0.1") promedio	(%) CBR (95%, 0.1")	(%) CBR (95%, 0.1") promedio
SNT + 0% RC	C-1	1.720		15.20		12.31		8.50	
SNT + 0% RC	C-2	1.720		16.30		9.49		7.60	
SNT + 0% RC	C-3	1.820		14.80		13.43		9.20	
SNT + 0% RC	C-4	1.700		12.50		13.97		10.80	
SNT + 0% RC	C-5	1.710	<b>1.714</b>	15.90	<b>15.52</b>	8.53	<b>9.40</b>	6.00	<b>7.02</b>
SNT + 0% RC	C-6	1.690		16.50		6.66		5.30	
SNT + 0% RC	C-7	1.660		16.80		6.99		5.10	
SNT + 0% RC	C-8	1.650		16.70		5.98		4.90	
SNT + 0% RC	C-9	1.760		15.00		7.23		5.80	
SNT+ 5% RC	C-1	1.950		13.35		16.33		13.00	
SNT+ 5% RC	C-2	1.860		14.54		14.54		12.50	
SNT+ 5% RC	C-3	1.940		12.70		17.15		13.70	
SNT+ 5% RC	C-4	2.150		9.00		17.81		14.80	
SNT+ 5% RC	C-5	1.730	<b>1.836</b>	15.50	<b>14.22</b>	10.54	<b>12.57</b>	8.10	<b>10.30</b>
SNT+ 5% RC	C-6	1.710		16.00		8.91		7.30	
SNT+ 5% RC	C-7	1.700		16.00		8.74		6.80	
SNT+ 5% RC	C-8	1.690		16.20		8.17		6.70	
SNT+ 5% RC	C-9	1.79		14.70		10.90		9.80	
SNT + 10% RC	C-1	1.970		12.90		18.94		15.40	
SNT + 10% RC	C-2	1.890		14.34		16.47		14.10	
SNT + 10% RC	C-3	1.950		12.20		17.50		14.80	
SNT + 10% RC	C-4	2.180		8.80		24.76		20.50	
SNT + 10% RC	C-5	1.750	<b>1.862</b>	14.60	<b>13.76</b>	15.22	<b>15.86</b>	12.40	<b>13.21</b>
SNT + 10% RC	C-6	1.730		15.40		11.42		9.50	
SNT + 10% RC	C-7	1.740		15.60		12.68		10.60	
SNT + 10% RC	C-8	1.720		15.80		11.36		9.60	
SNT + 10% RC	C-9	1.830		14.20		14.40		12.00	
SNT + 15% RC	C-1	1.980		12.50		21.82		15.90	
SNT + 15% RC	C-2	1.900		13.85		20.04		14.80	
SNT + 15% RC	C-3	1.970		11.80		18.06		15.10	
SNT + 15% RC	C-4	2.200		8.50		30.91		22.10	
SNT + 15% RC	C-5	1.770	<b>1.901</b>	14.00	<b>12.81</b>	17.01	<b>18.66</b>	12.10	<b>13.92</b>
SNT + 15% RC	C-6	1.750		14.90		15.08		11.30	
SNT + 15% RC	C-7	1.760		12.30		13.97		10.80	
SNT + 15% RC	C-8	1.940		13.50		14.03		10.50	
SNT + 15% RC	C-9	1.840		13.90		17.05		12.70	

Nota: Resultados tomados del estudio del laboratorio Geotecnia GCO Consultora.

### 3.5.4. Trabajo de laboratorio de residuos de concreto (RC)

#### 3.5.4.1. Análisis granulométrico por tamizado (ASTM D 422, MTC E 107, AASTHO T11-T27-T88, NTP 339.128).

Con el objetivo de comprender la distribución del tamaño de partícula, se llevó a cabo los trabajos siguiendo las condiciones establecidas en las normas ASTM D 422, MTC E 107, AASTHO T11-T27-T88 y NTP 339.128, lo cual, permitió obtener los resultados deseados. Además, en la tabla 13 se presentan los resultados del análisis granulométrico de los RC, con el fin de caracterizar sus propiedades físicas.

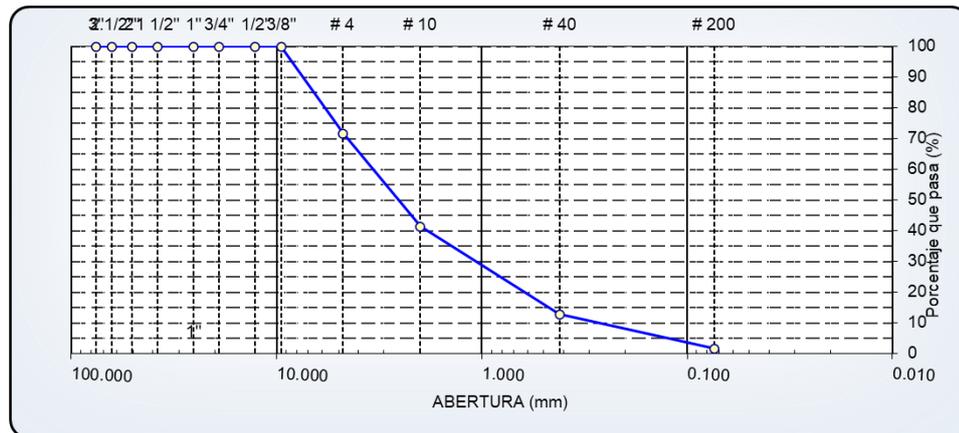
Para el presente tratamiento, se inició constituyendo la zona de demolición de pavimento rígido ubicado en el Jr. Huancavelica del distrito y provincia de Abancay – Apurímac, con el propósito de reciclar dicho material correspondiente. Luego, se seleccionaron 120 kg de residuos de construcción de pavimento rígido, que fueron trasladados a la "Cantera sorpresa" ubicada en la Panamericana Sur KM 5, para llevar a cabo el proceso de trituración y reducirlo a partículas más pequeñas que 3/8". Después, el RC triturado fue sometido a un tamizado en la malla No. 3/8" para eliminar las partículas más grandes y, finalmente, todo el RC que pasó la malla No. 3/8 (1/4", No 4, No 10, No 20, No 40, No 60, No 100, No 200 y cazuela) fue utilizado como material estabilizante.

**Tabla 13. Análisis granulométrico por tamizado de RC (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88), tratado como material estabilizante con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0
1/4"	6.350	211.31	15.9	15.9	84.1
# 4	4.760	164.69	12.4	28.3	71.7
# 8	2.360	384.21	28.9	57.3	42.8
# 10	2.000	18.81	1.4	58.7	41.3
# 16	1.190	201.01	15.1	73.8	26.2
# 30	0.600	123.17	9.3	83.1	16.9

# 40	0.420	54.00	4.1	87.2	12.8
# 50	0.300	24.66	1.9	89.0	10.98
# 100	0.149	83.37	6.3	95.3	4.7
# 200	0.074	39.95	3.0	98.3	1.7
< # 200	FONDO	22.62	1.7	100.0	
FRACCION		1,327.80		0.0	0.0
TOTAL		1,327.8		0.0	
Descripción suelo:		Arena bien gradada con grava			

Nota: Resultados de análisis granulométrico de RC realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 2. Representación gráfica de la granulometría por tamizado de RC, tratado como material estabilizante con fines de estabilizar la subrasante en la VDE**

### 3.5.5. Evaluación de residuos de concreto como material estabilizante

**Tabla 14. Presupuesto de producir el m<sup>3</sup> de residuos de concreto como material estabilizante, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

Presupuesto para el costo por metro cubico de residuos de concreto								
Ítem	Descripción	UND.	Largo	Ancho	Altura	Metrado	Precio	Parcial
1	Residuos de concreto							
1.1	Acopio de material reciclado	M3	1	1	1	1	10.43	10.43
1.2	Demolición y zarandeo de residuos y concreto	M3	1	1	1	1	18.16	18.16
1.3	Transporte de material reciclado a obra	M3	1	1	1	1	21.13	21.13
Total presupuesto por metro cubico de residuos de concreto								49.72

Nota: Evaluación de presupuesto de RC para estabilizar el M3 de suelo subrasante, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.

La Tabla 14 muestra el costo de producción del insumo de residuos de concreto como material estabilizante final para utilizar como aditivo en suelo arcilloso y así mejorar la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay, cuyo costo por m<sup>3</sup> es de S/. 49.72 soles.

### 3.5.6. Evaluación de costos de aporte de la adición del residuo de concreto a la subrasante para su mejoramiento

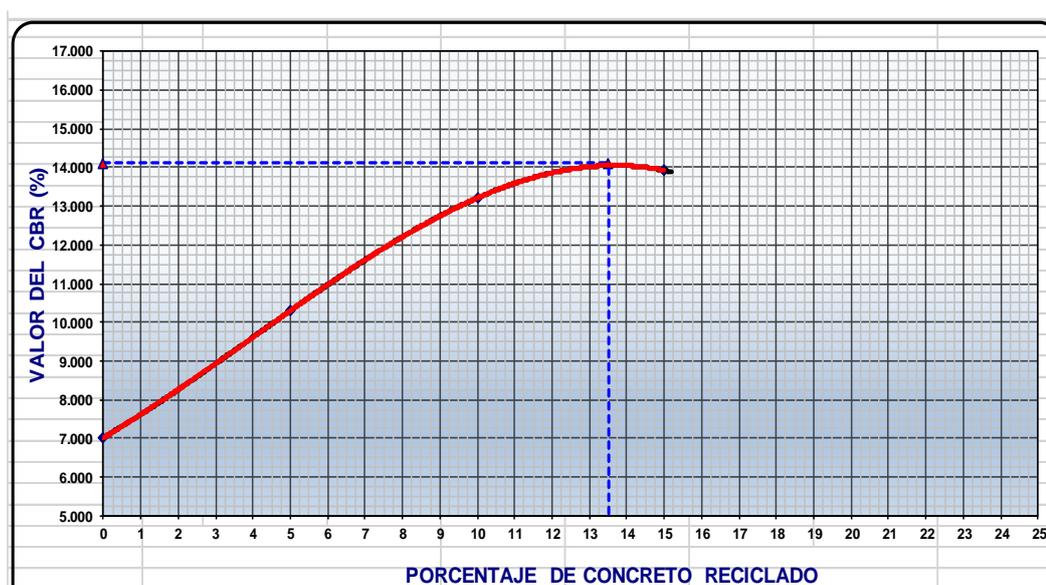
Para la evaluación económica del uso del concreto reciclado, se elaboran las partidas más incidentes en la estructura del pavimento para la calzada de 7.20 m de ancho realizándose un análisis de costos unitarios para la condición de la subrasante original (muestra patron) y con la adición del RC.

El presupuesto se establece solamente en aquellas partidas que tienen incidencia en la modificación de costos; todas las demás partidas se consideran que presentan un mismo costo para las condiciones de subrasante en sustrato original y con la incorporación de RC en un 13.50 %. A partir del análisis de los resultados obtenidos en el laboratorio, se calculó el promedio de la resistencia del CBR al 95% de la MDS con un valor promedio de 7.022 % para las muestras patrón. Al agregar un 13.50% óptimo de RC, se obtuvo un valor de CBR de 14.10%, estos resultados finales se presentan en la tabla 15 y la figura 3.

**Tabla 15. Valores promedios de CBR y porcentaje de residuos de concreto al 95% de MDS y 0.10" de penetración**

Porcentaje de proporción de RC	SNT + 0% RC	SNT + 5% RC	SNT + 10% RC	SNT + 15% RC
Valores promedios de CBR	7.022	10.300	13.211	13.922
Valor de CBR determinado	14.10	Concreto (%)		13.50

*Nota:* Resultados de la evaluación del valor de CBR vs residuos de concreto, valores en referencia de residuos de concreto óptimo (13.50%), propuesto como material estabilizante óptimo, con ello se alcanzó un CBR = 14.10%.



**Figura 3. Evaluación del valor de CBR vs residuos de concreto, tratado como material estabilizante con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

Con los resultados obtenidos del CBR natural (7.02%) y el valor de CBR determinado (14.10%) mediante la adición del 13.50% de RC óptimo, se realizaron tres alternativas de diseños de paquetes estructurales de pavimento, tanto en su estrato original como con mejoramiento, con el fin de determinar la variación de los espesores en el componente estructural del pavimento y su incidencia en el presupuesto final de las partidas, con lo que se obtuvieron los siguientes espesores y se muestra en tabla 16 y tabla 17.

**Tabla 16. Diferentes espesores de las capas que componen el paquete estructural, sin mejora de la subrasante (sin adición de residuos de concreto)**

DIMENSIONES FINALES	(PATRON 1) (cm)	(PATRON 2) (cm)	(PATRON 3) (cm)
Carpeta asfáltica	10	10	10
Capa base	20	15	51
Capa subbase	33	41	No se considero
Subrasante compactada (sin adición)	30	30	30

*Nota:* Resumen de espesor (E) del paquete estructural en diferentes capas sin mejoramiento de la subrasante en la VDE.

**Tabla 17. Diferentes espesores de las capas que componen el paquete estructural, con mejora de la subrasante (con adición de residuos de concreto).**

DIMENSIONES FINALES	(TRATAMIENTO 1) (cm)	(TRATAMIENTO 2) (cm)	(TRATAMIENTO 3) (cm)
Carpeta asfáltica	10	10	10
Capa base	20	15	38
Capa subbase	20	25	No se considero
Subrasante compactada (con adición)	30	30	30

*Nota:* Resumen de espesor (E) del paquete estructural en diferentes capas con mejoramiento de la subrasante en la VDE.

Se realizan los presupuestos para las partidas siguientes:

a) Condición natural (muestra patrón 1):

- Perfilado y compactado de subrasante (E es 0.30 m)
- Sub base granular (E es 0.20 m)
- Base granular (E es 0.35 m)

b) Condición natural (muestra patrón 2):

- Perfilado y compactado de subrasante (E es de 0.30 m)
- Sub base granular (E es de 0.15 m)
- Base granular (E es de 0.41 m)

- c) Condición natural (muestra patrón 3):
- Perfilado y compactado de subrasante (E es de 0.30 m)
  - Base granular (E es de 0.51 m)
- d) Con adición de concreto reciclado (mejoramiento 1):
- Perfilado y compactado de subrasante (E es de 0.30 m)
  - Sub base granular (E es de 0.20 m)
  - Base granular (E es de 0.20 m)
- e) Con adición de concreto reciclado (mejoramiento 2):
- Perfilado y compactado de subrasante (E es de 0.30 m)
  - Sub base granular (E es de 0.15 m)
  - Base granular (E es de 0.25 m)
- f) Con adición de concreto reciclado (mejoramiento 3):
- Perfilado y compactado de subrasante (E es de 0.30 m)
  - Base granular (E es de 0.38 m)

Con los resultados del cálculo estructural del pavimento, se realiza el análisis de costos unitarios por unidad de medida (m<sup>2</sup>) que se encuentran con mayor detalle adjuntadas en el anexo 11. Asimismo, en las tablas 18, 19, 20, 21, 22 y 23 respectivamente, se muestra el resumen del presupuesto de conformación del paquete estructural (pavimento flexible) sin mejoramiento de la subrasante y con mejoramiento con concreto reciclado óptimo en 13.50 % con fines de estabilización de suelo arcilloso en la VDE del distrito y provincia de Abancay.

**Tabla 18. Presupuesto sin adicionar residuos de concreto a la subrasante (Patrón 1).**

Presupuesto patrón para conformación de subrasante subbase y base en pavimento (1 km)								
Ítem	Descripción	UND.	Largo	Ancho	Altura	Metrado	Precio	Parcial
1.00	Subrasante							
1.1	Perfilado y compactación subrasante (e=0.30)	M2	1000	7.20		7,200.00	2.77	19,965.91
2.00	Pavimento							
2.1	Subbase granular (E=0.33 m, en 2 capas)	M3	1000	7.20	0.33	2,376.00	47.31	112,398.97

2.2	Base granular (E=0.20 m)	M3	1000	7.20	0.20	1,440.00	62.29	89,699.21
Total presupuesto de subrasante, subbase y base por 1 km y ancho de calzada 7.20 m								222,064.08
Total presupuesto de subrasante, subbase y base por m <sup>2</sup> de calzada								30.84

*Nota:* Presupuesto de paquete estructural sin mejoramiento de la subrasante en la VDE.

La Tabla 18 muestra el presupuesto de conformación de paquete estructural (pavimento flexible) sin mejoramiento de la subrasante (sin incorporar RC), incididas en las partidas de subrasante con un espesor de 30 cm, subbase con un espesor de 33 cm y base con un espesor de 20 cm. Estos espesores de capas están definidos conforme al cálculo de diseño del paquete estructural, cuyo presupuesto de conformar el m<sup>2</sup> de paquete de pavimento flexible cuesta S/. 30.84 soles, con fines de estabilización del suelo arcilloso en la VDE del distrito y provincia de Abancay.

**Tabla 19. Presupuesto sin adicionar residuos de concreto a la subrasante (Patrón 2)**

Presupuesto patrón para conformación de subrasante subbase y base en pavimento (1 km)								
Ítem	Descripción	UND.	Largo	Ancho	Altura	Metrado	Precio	Parcial
1.00	Subrasante							
	Perfilado y compactación							
1.1	subrasante (e=0.30)	M2	1000	7.20		7,200.00	2.77	19,965.91
2.00	Pavimento							
	subbase granular (E=0.41	M3						
2.1	m, en 2 capas)		1000	7.20	0.41	2,952.00	47.31	139,647.20
2.2	Base granular (E=0.15 m)	M3	1000	7.20	0.15	1,080.00	62.29	67,274.40
Total presupuesto de subrasante, subbase y base por 1 km y ancho de calzada 7.20 m								226,887.51
Total presupuesto de subrasante, subbase y base por m <sup>2</sup> de calzada								31.51

*Nota:* Presupuesto de paquete estructural sin mejoramiento de la subrasante en la VDE.

La Tabla 19 muestra el presupuesto de conformación de paquete estructural (pavimento flexible) sin mejoramiento de la subrasante (sin incorporar RC), incididas en las partidas de subrasante con un espesor de 30 cm, subbase con un espesor de 41 cm y base con un espesor de 15 cm. Estos espesores de capas están definidos conforme al cálculo de diseño del paquete estructural, cuyo presupuesto de conformar el m<sup>2</sup> de paquete de pavimento flexible cuesta S/. 31.51

soles, con fines de estabilización de suelo arcilloso en la VDE del distrito y provincia de Abancay.

**Tabla 20. Presupuesto sin adicionar residuos de concreto a la subrasante (Patrón 3)**  
Presupuesto patrón para conformación de subrasante subbase y base en pavimento (1 km)

Ítem	Descripción	UND.	Largo	Ancho	Altura	Metrado	Precio	Parcial
1.00	Subrasante							
	Perfilado y compactación							
1.1	subrasante (e=0.30)	M2	1000	7.20		7,200.00	2.77	19,965.91
2.00	Pavimento							
2.1	Base granular (E=0.51 m)	M3	1000	7.20	0.51	3,672.00	62.29	228,732.97
	Total presupuesto de subrasante, subbase y base por 1 km y ancho de calzada 7.20 m							
								248,698.88
	Total presupuesto de subrasante, subbase y base por m <sup>2</sup> de calzada							
								34.54

*Nota:* Presupuesto del paquete estructural sin mejoramiento de la subrasante en la VDE

La Tabla 20 muestra el presupuesto de conformación de paquete estructural (pavimento flexible) sin mejoramiento de la subrasante (sin incorporar RC), incididas en las partidas de (subrasante espesor 30 cm, capa subbase no se considerará en esta evaluación y capa base de espesor 51 cm). Estos espesores de capas están definidos conforme al cálculo de diseño del paquete estructural, cuyo presupuesto para conformar el m<sup>2</sup> de paquete de pavimento flexible cuesta S/. 34.54 soles, con fines de estabilización de suelo arcilloso en la VDE del distrito y provincia de Abancay.

**Tabla 21. Presupuesto con adición de residuos de concreto en la subrasante (Mejoramiento 1)**  
Presupuesto patrón para conformación de subrasante subbase y base en pavimento (1 km)

Ítem	Descripción	UND.	Largo	Ancho	Altura	Metrado	Precio	Parcial
1.00	Subrasante							
	Mejor. Perfilado y compactación subrasante al							46,906.20
1.1	13.50 % (e=0.30)	M2	1000	7.20		7,200.00	6.51	
2.00	Pavimento							
	Subbase granular (E=0.20 m)	M3						
2.1			1000	7.20	0.20	1,440.00	47.31	68,120.59
2.2	Base granular (E=0.20 m)	M3	1000	7.20	0.20	1,440.00	62.29	89,699.21
	Total presupuesto de subrasante, subbase y base por 1 km y ancho de calzada 7.20 m							
								204,725.99
	Total presupuesto de subrasante, subbase y base por m <sup>2</sup> de calzada							
								28.43

*Nota:* Presupuesto del paquete estructural con mejoramiento de la subrasante en la VDE

La Tabla 21 presenta el costo de conformación de paquete estructural con mejoramiento de la subrasante, el cual incluye la incorporación de un 13.50 % de RC óptimo, incididas en las partidas de (subrasante de espesor 30cm, subbase de espesor 20 cm y base de espesor 20 cm). Estos espesores de capas están definidos de acuerdo con el cálculo de diseño del paquete estructural, cuyo presupuesto de conformar el m<sup>2</sup> de paquete de pavimento flexible cuesta S/. 28.43 soles, con fines de estabilización de suelo arcilloso en la VDE del distrito y provincia de Abancay.

**Tabla 22. Presupuesto con adición de residuos de concreto en la subrasante (Mejoramiento 2)**

Presupuesto patrón para conformación de subrasante subbase y base en pavimento (1 km)								
Ítem	Descripción	UND.	Largo	Ancho	Altura	Metrado	Precio	Parcial
1.00	Subrasante Mejor. Perfilado y compactación subrasante al	M2						
1.1	13.50 % (e=0.30)		1000	7.20		7,200.00	6.51	46,906.20
2.00	Pavimento Sub base granular (E=0.15 m)	M3						
2.1			1000	7.20	0.15	1,080.00	47.31	51,090.44
2.2	Base granular (E=0.25 m)	M3	1000	7.20	0.25	1,800.00	62.29	112,124.01
Total presupuesto de subrasante, subbase y base por 1 km y ancho de calzada 7.20 m								210,120.65
Total presupuesto de subrasante, subbase y base por m <sup>2</sup> de calzada								29.18

*Nota:* Presupuesto del paquete estructural con mejoramiento de la subrasante en la VDE

Tabla 22 presenta el costo de construcción de paquete estructural con mejoramiento de la subrasante, el cual incluye la incorporación de un 13.50% de RC óptimo, incididas en las partidas de (subrasante de espesor 30cm, subbase de espesor 15 cm y capa base de espesor 25 cm). Estos espesores de capas están definidos de acuerdo con el cálculo de diseño del paquete estructural, cuyo presupuesto de conformar el m<sup>2</sup> de paquete de pavimento flexible cuesta S/. 29.18 soles, con fines de estabilización de suelo arcilloso en la VDE del distrito y provincia de Abancay.

**Tabla 23. Presupuesto con adición de residuos de concreto en la subrasante (Mejoramiento 3)**

Presupuesto patrón para conformación de subrasante subbase y base en pavimento (1 km)								
Ítem	Descripción	UND.	Largo	Ancho	Altura	Metrado	Precio Parcial	
1.00	Subrasante							
	Mejor. Perfilado y compactación							
1.1	subrasante al 13.50 % (e=0.30)	M2	1000	20		7,200.00	6.51 46,906.20	
2.00	Pavimento							
2.1	Base granular (E=0.38 m)	M3	1000	7.20	0.38	2,736.00	62.29 170,428.49	
	Total presupuesto de subrasante, subbase y base por 1 km y ancho de calzada 7.20 m							217,334.69
	Total presupuesto de subrasante, subbase y base por m <sup>2</sup> de calzada							30.19

*Nota:* Presupuesto del paquete estructural con mejoramiento de la subrasante en la VDE.

La Tabla 23 presenta el costo de construcción de paquete estructural con mejoramiento de la subrasante, el cual incluye la incorporación de un 13.50 % de RC óptimo, incididas en las partidas de (subrasante de espesor 30 cm, capa subbase en esta evaluación no se consideró y base de espesor 38 cm). Estos espesores de capas están definidos de acuerdo con el cálculo de diseño del paquete estructural, cuyo presupuesto conformar el m<sup>2</sup> de paquete de pavimento flexible cuesta S/. 30.19 soles, con fines de estabilización de suelo arcilloso en la VDE del distrito y provincia de Abancay.

**Tabla 24. Resumen de presupuesto de conformación por m<sup>2</sup> de paquete estructural sin mejoramiento de subrasante, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

Descripción	Sin mejoramiento 1 (CBR=7.02%)	Sin mejoramiento 2 (CBR=7.02%)	Sin mejoramiento 3 (CBR=7.02%)
	Subrasante E=30 cm	Subrasante E=30cm	Subrasante E=30cm
Base E=20 cm	Base E=15cm	Base E=15cm	Base E=51cm
Subbase E=33 cm	Subbase E=41cm	Subbase E=41cm	Subbase E=No se considero
Presupuesto patrón (m2)	S/. 30.84	S/. 31.51	S/. 34.54

*Nota:* Presupuesto sin mejoramiento, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.

**Tabla 25. Resumen de presupuesto de conformación por m<sup>2</sup> de paquete estructural con mejoramiento de subrasante adicionando RC en 13.50%, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

	Con mejoramiento 1 (CBR=14.10%)	Con mejoramiento 2 (CBR=14.10%)	Con mejoramiento 3 (CBR=14.10%)
Descripción	Subrasante E=30cm	Subrasante E=30 cm	Subrasante E=30cm
	Base E=20 cm	Base E=15 cm	Base E=38cm
	Subbase E=20 cm	Subbase E=25 cm	Subbase E=No se consideró
Presupuesto tratamiento (m2)	S/. 28.43	S/. 29.18	S/. 30.19

*Nota:* Presupuesto con mejoramiento, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.

En la tabla 24 y tabla 25 se muestra el resumen de las tres alternativas económicas de la construcción del paquete estructural, sin mejoramiento de la subrasante (sin adicionar RC), como con mejoramiento de la subrasante incorporando concreto rehusado óptimo en 13.50 %, en ella se observa que los presupuestos en referencia fueron emparejados o relacionados entre sí para determinar la variación de costos en función de la reducción del espesor del paquete estructural tratado con respecto al paquete estructural base o patrón y esto es significativo con el objetivo de estabilizar la subrasante en la VDE.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y ANÁLISIS**

### **4.1. Descripción de la zona estudio**

#### **4.1.1. Ubicación del proyecto**

- Departamento: Apurímac
- Provincia: Abancay
- Distrito: Abancay
- Ubicación: Vía de Evitamiento de Abancay
- Altitud: Promedio entre 2282 – 2845.
- Longitud del tramo: 12.840 km.

#### **4.1.2. Características de la vía de Evitamiento (VDE)**

La VDE de 12.840 kilómetros del distrito de Abancay - Apurímac forma parte de la carretera nacional PE-3S. Inicia en el kilómetro 771.680 de la carretera Nazca - Chalhuanca - Abancay – Cusco.

#### **4.1.3. Zona de estudio (vía de Evitamiento)**

La VDE se ubica en una zona de regular topografía con una altitud de 2282 a 2845 m s. n. m., distrito de Abancay - Apurímac es una región con terreno accidentado, valles angostos y fuertes pendientes.

Considerando el sector presenta una sección transversal inadecuada por tener anchos variables entre 4 y 7 m. Además, presenta un drenaje superficial deficiente puesto que carece de cunetas y de alcantarillas. La superficie de rodadura compuesta de material afirmado presenta corrugaciones y ahuellamientos de mediana severidad, así como surcos producto de discurrimento de las precipitaciones pluviales. Asimismo, se observa gran cantidad de polvo al paso de los vehículos cuando este seco. En zonas puntuales se observan huecos medianos los cuales se convierten en lodazales en épocas de lluvia. En la actualidad, por esta vía es transitada por vehículos ligeros y camionetas rurales que hacen servicio de transporte público hacia a las localidades cercanas.

#### **4.1.4. Clima de la zona**

El clima es de tipo cálido y húmedo, con una temperatura máxima promedio de 31.92° y una temperatura mínima promedio de 15.49°. La cantidad de lluvia varía desde 231 mm en febrero hasta 35 mm en julio, con un total anual de precipitación de 1730 mm.

#### **4.1.5. Temperatura de la zona**

El clima en esta zona de la ciudad Abancay se puede decir que es frío templado y no muy caluroso, la temperatura promedio anual varía entre 19.4° y la temperatura media mínima varía entre 6.8°.

### **4.2. Presentación de resultados**

#### **4.2.1. Propiedades físicas de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la vía de Evitamiento (VDE).**

##### **4.2.1.1. Granulometría**

Este estudio permite evaluar la estabilización de suelos arcillosos con residuos de concreto (RC) para el mejoramiento de la subrasante de la VDE. Por tal razón, se realizó el tamizado siguiendo el procedimiento de las normativas ASTM D-422, MTC E 107, AASTHO T-11, T-27, T88 y NTP 339.128 considerando las 9 calicatas (C-1, C-2, C3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9) y muestra M2, teniendo en

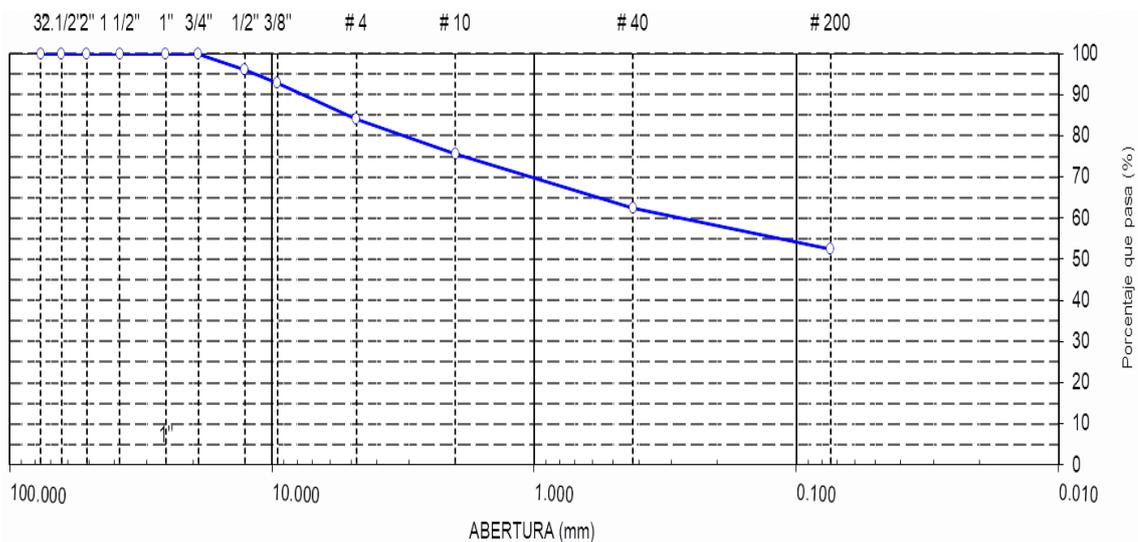
consideración, tratamiento de suelo natural testigo (SNT) y tratamiento de los mismos en combinaciones con RC en porcentajes de (0%, 5%, 10% y 15%) en cada caso.

a) Distribución de tamaños de partículas por tamizado según ASTM D 422, MTC E 107 de SNT + 0% de RC.

**Tabla 26. Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 0% RC., de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

TAMIZ	ABER T. mm.	Sección homogénea (CL)											
		Calicata C1		Calicata C2		Calicata C5		Calicata C6		Calicata C7		Calicata C8	
		PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	25.80	96.23	4.22	99.12	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	22.90	92.88	5.89	97.89	19.80	97.04	10.60	98.05	0.00	100.00	9.00	98.46
1/4"	6.350	28.20	88.76	16.84	94.38	23.50	93.53	12.60	95.73	28.60	95.46	8.90	96.94
# 4	4.760	32.90	83.95	11.52	91.98	28.70	89.24	13.40	93.26	32.10	90.36	10.60	95.12
# 8	2.360	47.50	77.01	41.23	83.39	43.60	82.72	17.80	89.98	25.70	86.28	12.80	92.93
# 10	2.000	8.80	75.72	2.71	82.83	12.60	80.84	9.80	88.18	16.40	83.68	12.60	90.77
# 16	1.190	39.40	69.96	45.77	73.30	36.20	75.43	30.60	82.54	19.60	80.57	23.10	86.81
# 30	0.600	25.80	66.19	34.82	66.05	26.70	71.44	21.80	78.53	17.10	77.86	28.70	81.90
# 40	0.420	25.40	62.48	15.30	62.86	18.70	68.64	25.50	73.83	14.50	75.56	19.90	78.49
# 50	0.300	15.80	60.17	6.78	61.45	13.60	66.61	18.70	70.39	10.80	73.85	20.10	75.05
# 100	0.149	32.90	55.36	21.25	57.02	25.40	62.81	16.90	67.28	12.30	71.90	14.60	72.55
# 200	0.074	20.20	52.41	10.74	54.78	17.80	60.15	21.50	63.32	9.80	70.34	16.70	69.69
< # 200	FONDO	358.40		263.54		402.40		343.80		443.10		407.00	
FRACCIÓN		684.00	0.00	480.61	0.00	669.00	0.00	543.00	0.00	630.00	0.00	584.00	0.00
TOTAL		684.00		480.20		669.00		543.00		630.00		584.00	
Descripción suelo		Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava		Arcilla arenosa de baja plasticidad		Arcilla arenosa de baja plasticidad		Arcilla arenosa de baja plasticidad		Arcilla de baja plasticidad con arena		Arcilla arenosa de baja plasticidad	

*Nota:* Análisis granulométrico utilizando el método AASHTO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.



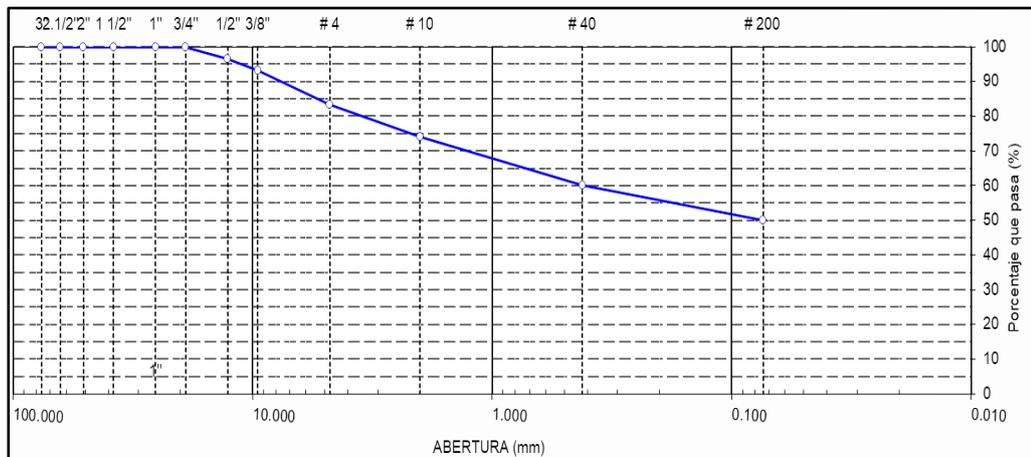
**Figura 4. Representación gráfica de la granulometría de la C1 (muestra patrón) de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

En la Tabla 26, se precisa los datos de los diferentes evaluaciones granulométricos por tamizado ASTM D 422 y AASTHO T11-T27-T88 de SNT + 0% RC, de las calicatas (C-1, C-2, C-5, C-6, C-7, C-8) tratados en su estado natural, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE, como resultado se observa, en el proceso de tamizaje porcentaje (%) de partículas grandes fueron retenidas en las mallas 1/2", 3/8", 1/4"., mientras que más del 35 % de la muestra total pasó a través de la abertura de malla #4, resultado que evidencia negativo para suelos gruesos (gravas), por otro lado, respecto a la malla No. 200, se visualiza el porcentaje (%) de muestra total de suelo pasa mucho más de 35 %, como resultado afirmativo del análisis se determina suelos finos cohesivos (denominados arcillas arenosas de baja plasticidad/ arcilla arenosa de baja plasticidad con grava). Asimismo, en la figura 4 se puede visualizar la representación gráfica de la granulometría del SNT + 0% RC de la C1, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.

**Tabla 27. Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 0% RC, de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE**

TAMIZ	ABERT. mm.	Sección homogénea (ML y GM)					
		Calicata C3		Calicata C4		Calicata C9	
		PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00	31.08	96.59	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	100.00	100.67	85.54	0.00	100.00
1/2"	12.700	5.60	99.01	95.17	75.09	11.60	97.79
3/8"	9.520	7.80	97.63	42.90	70.38	8.90	96.09
1/4"	6.350	21.60	93.80	68.98	62.81	13.60	93.50
# 4	4.760	13.60	91.39	52.93	57.00	10.60	91.48
# 8	2.360	39.80	84.33	107.55	45.19	24.70	86.78
# 10	2.000	5.40	83.37	8.81	44.22	11.20	84.65
# 16	1.190	40.90	76.12	49.47	38.79	40.60	76.92
# 30	0.600	38.90	69.22	32.89	35.18	36.90	69.89
# 40	0.420	20.50	65.58	15.43	33.49	24.50	65.22
# 50	0.300	12.60	63.35	6.89	32.73	12.60	62.82
# 100	0.149	18.60	60.05	22.90	30.22	14.70	60.02
# 200	0.074	15.30	57.34	10.24	29.10	11.90	57.75
< # 200	FONDO	323.20		265.09		303.20	
FRACCION		563.80	0.00	911.00	0.00	525.00	0.00
<b>TOTAL</b>		563.80		911.00		525.00	
Descripción suelo		Limo arenoso de baja plasticidad		Grava limosa con arena		Limo arenoso de baja plasticidad	

Nota: Análisis de la granulométrico utilizando el método AASTHO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 5. Representación gráfica de la granulometría de la calicata C1 - M2 con adición de 5% RC de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

En la Tabla 27 se precisa los datos de los diferentes evaluaciones granulométricos mediante el tamizado ASTM D 422 y AASTHO T11-T27-T88 de SNT + 0% RC, para las calicatas (C3, C4 y C9) tratados en su estado natural, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE, como resultado se observa, en el proceso de tamizaje porcentaje (%) de partículas grandes fueron retenidas en las mallas de 1" y ½", mientras que más del 35 % de la muestra total pasó a través de la abertura de malla #4, resultado que evidencia negativo para suelos gruesos (gravas), Por otro lado, en relación a la malla No. 200, se visualiza que más del 35% del total de la muestra de suelo de C3 y C9 pasó a través de esta malla, mientras que para la calicata C4, el porcentaje de muestra de suelo total que pasa es menor al 35%, como resultado afirmativo del análisis se desprende suelos finos limosos (denominados limo arenoso de baja plasticidad/grava limosa con arena). Asimismo, en la figura 5 se muestra la representación gráfica de la curva granulométrica del SNT + 5% RC de la C1, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.

Según las precisiones de MTC (2) la granulometría "representa la distribución de los tamaños que posee el agregado mediante el tamizado según especificaciones técnicas (Ensayo MTC EM 107). A partir de la cual se puede estimar, con mayor o menor aproximación, las demás propiedades que pudieran interesar" (p. 36).

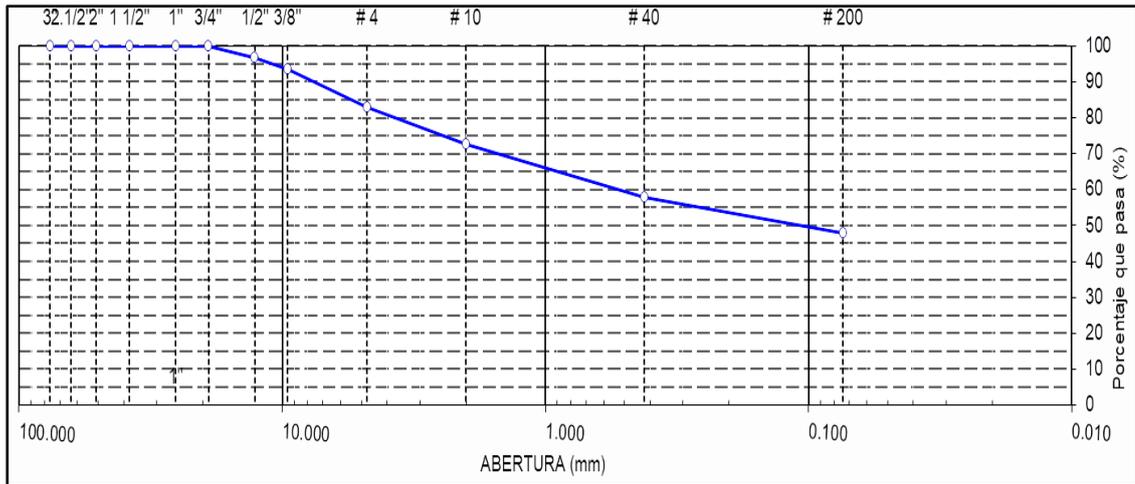
Y de acuerdo a este análisis, el MTC (2) menciona que "el análisis granulométrico del suelo tiene por determinar las proporciones de sus diversos constituyentes y clasificarlos según su tamaño" (p. 36). Además, el suelo se divide en grava, arena y material fino según la clasificación de las partículas; el limo también es considerado material fino con un tamaño de partícula de 0.075 mm a 0.005 mm, y la arcilla con un tamaño menor a 0.005 mm, tal como lo clasifica el Manual de Carreteras propuesto por el MTC.

b) Distribución de tamaños de partículas por tamizado ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88, MTC E 107 de SNT + 5% de RC.

**Tabla 28. Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88 y de SNT + 5% RC, de suelos finos con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

TAMIZ	ABERT mm.	Sección homogénea (CL)											
		Calicata C1		Calicata C2		Calicata C5		Calicata C6		Calicata C7		Calicata C8	
		PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	25.80	96.41	4.22	99.16	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	22.90	93.22	5.89	97.99	19.80	97.18	10.60	98.14	0.00	100.00	9.00	98.53
1/4"	6.350	33.64	88.54	20.66	93.89	28.80	93.08	16.92	95.17	33.60	94.92	13.55	96.32
# 4	4.760	37.14	83.37	14.50	91.01	32.80	88.41	16.77	92.23	36.00	89.48	14.22	94.00
# 8	2.360	57.40	75.38	48.18	81.46	53.30	80.82	25.66	87.73	34.80	84.22	21.25	90.53
# 10	2.000	9.28	74.09	3.05	80.86	13.10	78.96	10.18	85.94	16.80	81.68	13.01	88.41
# 16	1.190	44.58	67.88	49.40	71.06	41.30	73.08	34.71	79.85	24.40	77.99	27.52	83.92
# 30	0.600	28.97	63.85	37.05	63.71	29.80	68.84	24.32	75.58	20.00	74.97	31.41	78.80
# 40	0.420	26.79	60.12	16.28	60.48	20.10	65.98	26.60	70.91	15.80	72.58	21.09	75.36
# 50	0.300	16.44	57.83	7.23	59.05	14.20	63.96	19.20	67.54	11.40	70.86	20.64	71.99
# 100	0.149	35.05	52.95	22.76	54.54	27.50	60.05	18.60	64.28	14.30	68.70	16.43	69.31
# 200	0.074	21.23	49.99	11.46	52.27	18.80	57.37	22.32	60.37	10.70	67.08	17.58	66.44
< # 200	FONDO	358.98		263.55		402.95		344.26		443.70		407.50	
FRACCIÓN		718.20	0.00	504.22	0.00	702.45	0.00	570.15	0.00	661.50	0.00	613.20	0.00
TOTAL		718.20		504.22		702.45		570.15		661.50		613.20	
Descripción suelo		Arena arcillosa con grava		Arcilla arenosa de baja plasticidad									

Nota: Análisis granulométrico utilizando el método AASHTO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 6. Representación gráfica de la granulometría de la calicata C1 - M2 con adición de 10% RC de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

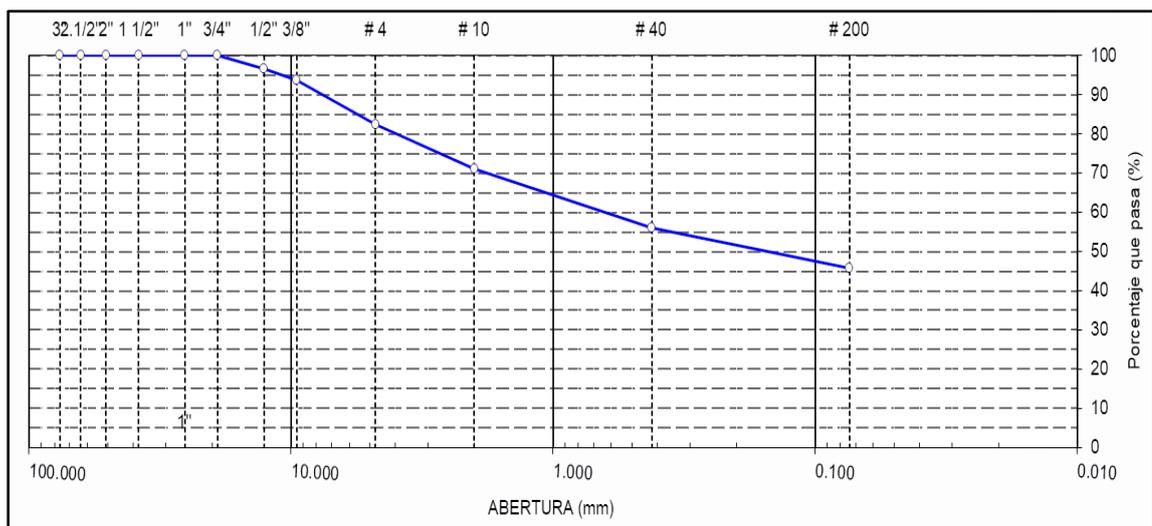
En la Tabla 28 se precisa los datos de las diferentes evaluaciones granulométricas por tamizado ASTM D 422 y AASTHO T11-T27-T88 de SNT + 5% RC, de las calicatas (C-1, C-2, C-5, C-6, C-7 y C-8), con fines de estabilizar la subrasante en la VDE., como resultado del proceso de tamizado, se retuvieron las partículas más grandes en las mallas 1/2", 3/8", 1/4", mientras que más del 35 % del total de la muestra pasó a través de la abertura de la malla #4, resultado que evidencia negativo para suelos gruesos (gravas). Por otro lado, en relación con la malla No. 200, se observa que más del 35 % de la muestra total de suelo pasó a través de esta malla, como resultado afirmativo del análisis se determina suelos finos (denominados arcilla arenosa de baja plasticidad/arena arcillosa con grava). Además, en la figura 6 se muestra la representación gráfica de la granulometría del SNT + 10% RC de la C1, con el propósito de estabilizar la subrasante en la VDE.

**Tabla 29. Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 5% RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

TAMIZ	ABERT. mm.	Sección homogénea (ML y GM)					
		Calicata C3		Calicata C4		Calicata C9	
		PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00	31.08	96.75	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	100.00	100.67	86.23	0.00	100.00

1/2"	12.700	5.60	99.05	95.17	76.28	11.60	97.90
3/8"	9.520	7.80	97.73	42.90	71.80	8.90	96.29
1/4"	6.350	26.09	93.32	76.23	63.83	17.78	93.07
# 4	4.760	17.10	90.43	58.58	57.71	13.86	90.56
# 8	2.360	47.96	82.33	120.73	45.09	32.30	84.70
# 10	2.000	5.80	81.35	9.46	44.10	11.57	82.60
# 16	1.190	45.17	73.72	56.37	38.21	44.57	74.51
# 30	0.600	41.51	66.71	37.12	34.33	39.34	67.37
# 40	0.420	21.65	63.05	17.28	32.52	25.57	62.73
# 50	0.300	13.12	60.83	7.74	31.71	13.09	60.36
# 100	0.149	20.37	57.39	25.76	29.02	16.35	57.39
# 200	0.074	16.15	54.66	11.61	27.81	12.69	55.09
< # 200	FONDO	323.68		265.87		303.65	
FRACCIÓN		591.99	0.00	956.55	0.00	551.25	0.00
TOTAL		591.99		956.55		551.25	
Descripción suelo		Limo arenoso de baja plasticidad		Grava limosa con arena		Limo arenoso de baja plasticidad	

Nota: Análisis granulométrico utilizando el método AASHTO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.



**Figura 7. Representación gráfica de la granulometría de la calicata C1 - M2 con adición de 15% RC de los suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

En la Tabla 29 se precisa los datos de los diferentes evaluaciones granulométricos por tamizado ASTM D-421 de SNT + 5% RC., de las calicatas (C3, C4 y C9) tratados con adición de 5% RC., con fines de estabilizar la subrasante en la VDE, como resultado del proceso de tamizaje, se retuvieron las partículas más grandes en las mallas de 1" y 1/2", mientras que más del 35% del total de la muestra pasó a través de la abertura de la malla #4, resultado que evidencia negativo para suelos gruesos (gravas). Por otro lado, en relación a la malla No. 200, se observa que más del 35 % de la muestra total de suelo de C3

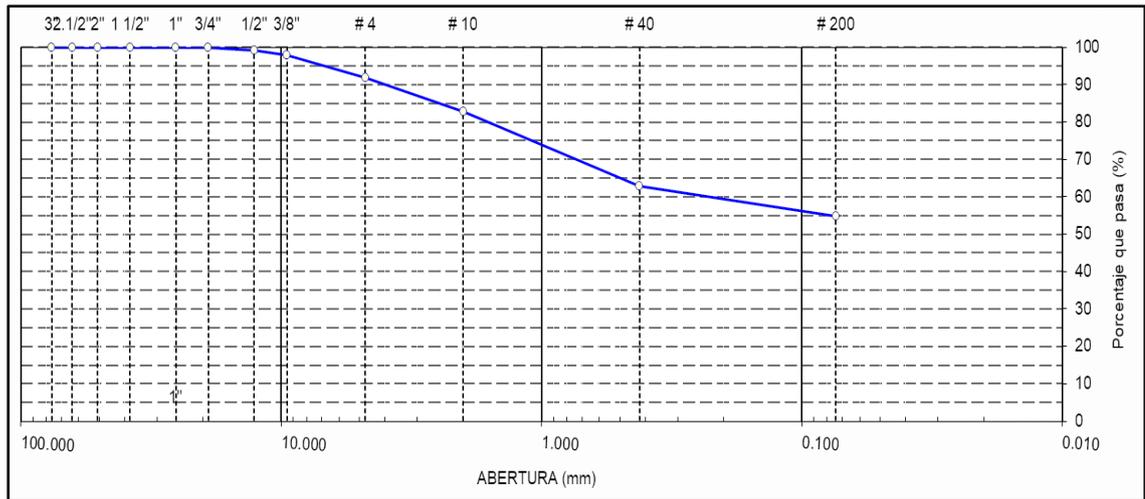
y C9 pasó a través de esta malla, mientras que para la calicata C4, el porcentaje de muestra de suelo total que pasa es menor al 35 %, como resultado afirmativo del análisis se desprende suelos finos limosos (denominados limo arenoso de baja plasticidad y grava limosa con arena). Además, en la figura 7 se muestra la representación gráfica de la curva granulometría del SNT + 15% RC de la C1, con el propósito de estabilizar la subrasante en la VDE.

c) Distribución de tamaños de partículas por tamizado ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88 y MTC E 107 de SNT + 10% de RC.

**Tabla 30. Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 10% RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

TAMIZ	ABERT. mm.	Sección homogénea (CL)											
		Calicata C1		Calicata C2		Calicata C5		Calicata C6		Calicata C7		Calicata C8	
		PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	25.80	96.57	4.22	99.20	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	22.90	93.53	5.89	98.08	19.80	97.31	10.60	98.23	0.00	100.00	9.00	98.60
1/4"	6.350	39.09	88.34	24.48	93.45	34.15	92.67	21.24	94.67	38.60	94.43	18.20	95.77
# 4	4.760	41.38	82.84	17.48	90.14	37.00	87.64	20.13	91.30	39.90	88.67	17.80	93.00
# 8	2.360	67.29	73.90	55.12	79.70	62.96	79.08	33.51	85.69	43.90	82.34	29.70	88.38
# 10	2.000	9.77	72.60	3.39	79.06	13.55	77.24	10.57	83.92	17.30	79.84	13.40	86.29
# 16	1.190	49.75	65.99	53.04	69.02	46.33	70.94	38.82	77.42	29.10	75.64	31.90	81.32
# 30	0.600	32.14	61.72	39.27	61.59	32.91	66.47	26.84	72.93	22.90	72.34	34.10	76.01
# 40	0.420	28.18	57.97	17.25	58.32	21.42	63.56	27.71	68.29	17.10	69.87	22.30	72.54
# 50	0.300	17.07	55.70	7.67	56.87	14.84	61.54	19.71	64.99	11.90	68.15	21.20	69.24
# 100	0.149	37.19	50.76	24.27	52.28	29.60	57.52	20.31	61.59	16.30	65.80	18.30	66.39
# 200	0.074	22.26	47.80	12.18	49.97	19.81	54.83	23.13	57.72	11.70	64.11	18.50	63.51
< # 200	FONDO	359.57		263.97		403.54		344.73		444.30		408.00	
FRACCIÓN		752.40	0.00	528.24	0.00	735.90	0.00	597.30	0.00	693.00	0.00	642.40	0.00
TOTAL		752.40		528.24		735.90		597.30		693.00		642.40	
Descripción suelo		Arena arcillosa con grava		Arena arcillosa		Arcilla arenosa de baja plasticidad							

Nota: Resultados de análisis granulométrico utilizando el método AASTHO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.



**Figura 8. Representación gráfica de la granulometría de la calicata C2-M2 (muestra patrón) de los suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

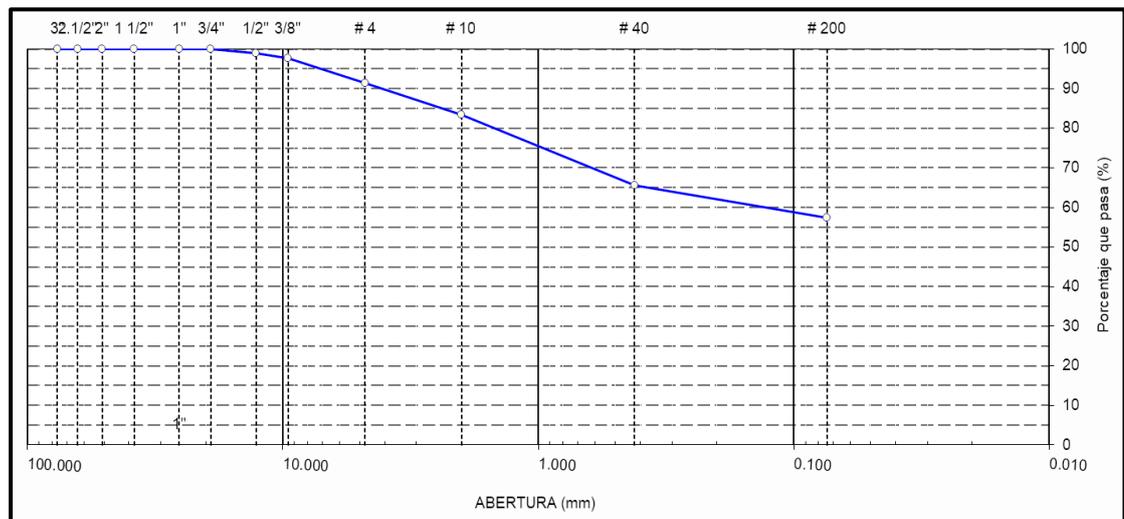
En la Tabla 30, se detallan los datos de las distintas evaluaciones granulométricas mediante tamizado ASTM D-421 de SNT + 10% RC, realizadas en las calicatas (C-1, C-2, C-5, C-6, C-7 y C-8) con el objetivo de estabilizar la subrasante en la VDE. Como resultado, se observa que las partículas más grandes quedaron retenidas en las mallas de 1/2", 3/8", 1/4", mientras que más del 35% del total de la muestra pasó a través de la abertura de la malla #4, estos resultados indican una presencia negativa para suelos gruesos (gravas). Por otro lado, en relación a la malla No. 200, se observa que más del 35% de la muestra total de suelo pasó a través de esta malla, como resultado afirmativo del análisis se determina suelos finos (denominados arcilla arenosa de baja plasticidad/arena arcillosa con grava/Arena arcillosa). Además, en la figura 8 se muestra la representación gráfica de la granulometría del SNT + 0% RC de la C2, con el propósito de estabilizar la subrasante en la VDE.

**Tabla 31. Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 10 % RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

TAMIZ	ABERT. mm.	Sección homogénea (ML y GM)					
		Calicata C3		Calicata C4		Calicata C9	
		PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00	31.08	96.90	0.00	100.00

3/4"	19.100	0.00	100.00	100.67	86.85	0.00	100.00
1/2"	12.700	5.60	99.10	95.17	77.35	11.60	97.99
3/8"	9.520	7.80	97.84	42.90	73.07	8.90	96.45
1/4"	6.350	30.57	92.91	83.48	64.74	21.90	92.66
# 4	4.760	20.59	89.59	64.23	58.33	17.10	89.70
# 8	2.360	56.11	80.54	133.91	44.97	39.80	82.81
# 10	2.000	6.20	79.54	10.10	43.96	11.90	80.75
# 16	1.190	49.44	71.57	63.26	37.65	48.50	72.35
# 30	0.600	44.13	64.45	41.34	33.52	41.80	65.11
# 40	0.420	22.79	60.77	19.13	31.61	26.60	60.50
# 50	0.300	13.65	58.57	8.58	30.75	13.60	58.15
# 100	0.149	22.14	55.00	28.62	27.89	17.90	55.05
# 200	0.074	17.00	52.26	12.98	26.59	13.50	52.71
< # 200	FONDO	324.16		266.64		304.40	
FRACCIÓN		620.18	0.00	1002.10	0.00	577.50	0.00
TOTAL		620.18		1002.10		577.50	
Descripción suelo		Limo arenoso de baja plasticidad		Grava limosa con arena		Limo arenoso de baja plasticidad	

Nota: Resultado de análisis granulométrico utilizando el método AASHTO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.



**Figura 9. Representación gráfica de la granulometría de la calicata C3 (muestra patrón) de los suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE**

En la Tabla 31 se precisa los datos de los diferentes evaluaciones granulométricos por tamizado ASTM D-421 de SNT + 10% RC., de las calicatas (C3, C4 y C9) tratados con productos estabilizantes propuestos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. Como resultado del proceso de tamizado, se retuvieron las partículas más grandes en las mallas de 1" y 1/2", mientras que más del 35 % del total de la muestra pasó a través de la abertura de la malla #4, estos resultados indican una presencia negativa para suelos gruesos (gravas). Por otro

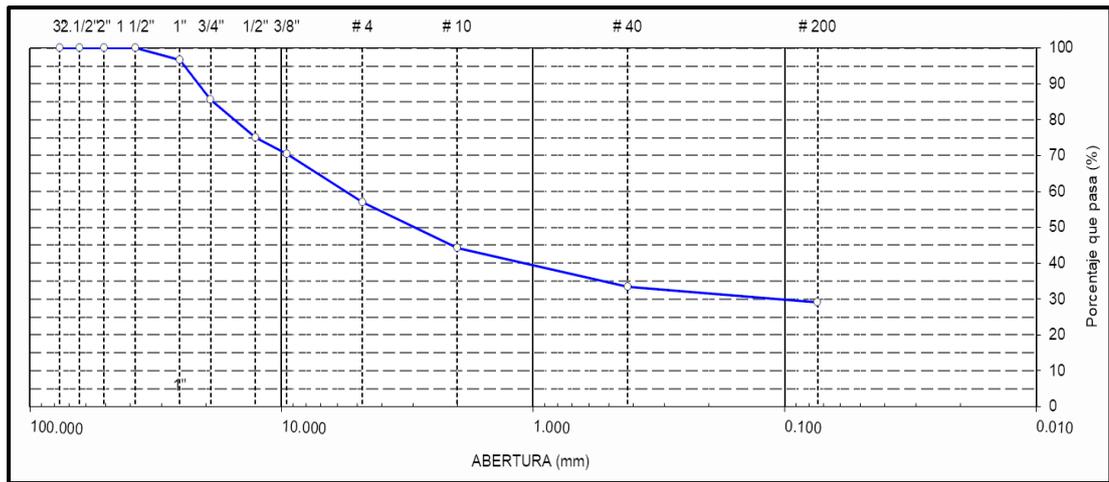
lado, en relación a la malla No. 200, se observa que más del 35% de la muestra total de suelo de C3 y C9 pasó a través de esta malla, mientras que para la calicata C4, el porcentaje de muestra de suelo total que pasa es menor al 35%, como resultado afirmativo del análisis se desprende suelos finos limosos (denominados limo arenoso de baja plasticidad/grava limoso con arena). Además, en la figura 9 se muestra la representación gráfica de la curva granulometría del SNT + 0% RC de la C3, con el propósito de estabilizar la subrasante en la VDE.

d) Distribución de tamaños de partículas por tamizado ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88 y MTC E 107 de SNT + 15% de RC.

**Tabla 32. Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 15% RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

TAMIZ	ABER T. mm.	Sección homogénea (CL)											
		Calicata C1		Calicata C2		Calicata C5		Calicata C6		Calicata C7		Calicata C8	
		PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	00.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	00.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	00.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	00.00
1"	25.400	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	00.00
3/4"	19.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	00.00
1/2"	12.700	25.80	96.72	4.22	99.24	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	00.00
3/8"	9.520	22.90	93.81	5.89	98.17	19.80	97.43	10.60	98.30	0.00	100.00	9.00	98.66
1/4"	6.350	44.53	88.15	28.30	93.05	39.47	92.30	25.56	94.21	43.60	93.98	22.80	95.27
# 4	4.760	45.63	82.35	20.45	89.35	41.15	86.95	23.50	90.45	43.80	87.93	21.50	92.07
# 8	2.360	77.19	72.54	62.07	78.11	72.64	77.51	41.37	83.83	53.00	80.61	38.10	86.40
# 10	2.000	10.25	71.24	3.73	77.43	14.02	75.69	10.95	82.08	17.70	78.17	13.80	84.35
# 16	1.190	54.93	64.26	56.67	67.17	51.39	69.01	42.93	75.21	33.90	73.49	36.40	78.93
# 30	0.600	35.32	59.77	41.50	59.66	36.01	64.33	29.36	70.51	25.90	69.92	36.80	73.45
# 40	0.420	29.57	56.01	18.23	56.36	22.78	61.37	28.81	65.90	18.30	67.39	23.50	69.95
# 50	0.300	17.71	53.76	8.12	54.89	15.46	59.36	20.21	62.66	12.60	65.65	21.70	66.72
# 100	0.149	39.34	48.76	25.77	50.22	31.70	55.24	22.01	59.13	18.20	63.14	20.10	63.73
# 200	0.074	23.29	45.80	12.91	47.88	20.82	52.53	23.95	55.29	12.60	61.40	19.30	60.86
< # 200	FONDO	360.15		264.39		404.11		345.19		444.90		408.60	
FRACCIÓN		786.60	0.00	552.26	0.00	769.35	0.00	624.45	0.00	724.50	0.00	671.60	0.00
TOTAL		786.60		552.26		769.35		624.45		724.50		671.60	
Descripción suelo		Arena limosa con grava		Arena limosa		Arcilla arenosa de baja plasticidad		Arcilla arenosa de baja plasticidad		Limo arenoso de baja plasticidad		Limo arenoso de baja plasticidad	

Nota: Resultado de análisis granulométrico utilizando el método AASTHO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 10. Representación gráfica de la granulometría de la calicata C4 (muestra patrón) de los suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

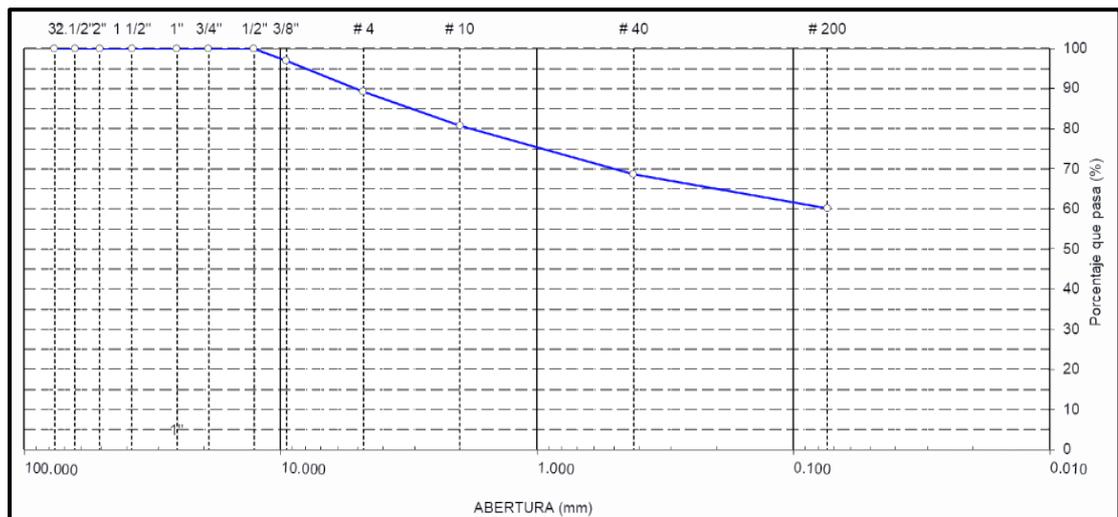
En la Tabla 32 se precisa los datos de los diferentes evaluaciones granulométricos por tamizado ASTM D 422 y AASTHO T11-T27-T88 de SNT + 15% RC, de las calicatas (C-1, C-2, C-5, C-6, C-7 y C-8), con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. Como resultado del proceso de tamizado, se retuvieron las partículas más grandes en las mallas 1/2", 3/8", 1/4", mientras que más del 35 % del total de la muestra pasó a través de la abertura de la malla #4, estos resultados indican una presencia negativa para suelos gruesos (gravas). Por otro lado, en relación a la malla No. 200, se observa que más del 35 % de la muestra total de suelo pasó a través de esta malla, lo que lleva a una clasificación afirmativa de suelos finos (denominados arcilla arenosa de baja plasticidad/arena limosa con grava/arena limoso). Además, en la figura 10 se muestra la representación gráfica de la granulometría del SNT + 0% RC de la C4, con el propósito de estabilizar la subrasante en la VDE.

**Tabla 33. Distribución de tamaños de partículas por tamizado (ASTM D 422, AASTHO T11-T27-T88) de SNT + 15 % RC de suelos finos, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

TAMIZ	ABERT. mm.	Sección homogénea (ML y GM)					
		Calicata C3		Calicata C4		Calicata C9	
		PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA	PESO RET.	% Q' PASA
3"	76.200	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	100.00	31.08	97.03	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	100.00	100.67	87.42	0.00	100.00

1/2"	12.700	5.60	99.14	95.17	78.34	11.60	98.08
3/8"	9.520	7.80	97.94	42.90	74.25	8.90	96.61
1/4"	6.350	35.06	92.53	90.73	65.59	26.13	92.28
# 4	4.760	24.09	88.81	69.88	58.92	20.37	88.91
# 8	2.360	64.27	78.90	147.09	44.88	47.49	81.04
# 10	2.000	6.60	77.88	10.75	43.85	12.32	79.00
# 16	1.190	53.70	69.60	70.16	37.15	52.52	70.30
# 30	0.600	46.74	62.39	45.57	32.80	44.21	62.98
# 40	0.420	23.94	58.70	20.99	30.80	27.70	58.39
# 50	0.300	14.17	56.51	9.43	29.90	14.06	56.06
# 100	0.149	23.91	52.82	31.48	26.90	19.64	52.81
# 200	0.074	17.84	50.07	14.35	25.53	14.27	50.45
< # 200	FONDO	324.64		267.42		304.54	
FRACCIÓN		648.37	0.00	1047.65	0.00	603.75	0.00
TOTAL		648.37		1047.65		603.75	
Descripción suelo		Limo arenoso de baja plasticidad		Grava limo arcilla con arena		Limo arenoso de baja plasticidad	

*Nota:* Resultado de análisis granulométrico utilizando el método AASHTO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.



**Figura 11. Representación gráfica de la granulometría de la C5 (muestra patrón) de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.**

En la Tabla 33 se precisa los datos de los diferentes evaluaciones granulométricos por tamizado ASTM D 422 y AASTHO T11-T27-T88 de SNT + 15% RC, de las calicatas (C3, C4 y C9), con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. Como resultado del proceso de tamizado, se retuvieron las partículas más grandes en las mallas de 1" y 1/2", mientras que más del 35% del total de la muestra pasó a través de la abertura de la malla #4, estos resultados indican una presencia negativa para suelos gruesos (gravas). Por otro lado, en relación a la malla No. 200, se observa que más del 35 % de la muestra total de suelo de C3 y C9 pasó

a través de esta malla, mientras que para la calicata C4, el porcentaje de muestra de suelo total que pasa es menor al 35%, lo que lleva a una clasificación afirmativa de suelos finos limosos (denominados limo arenoso de baja plasticidad/ grava limo arcilla con arena) y suelos arenosos (denominado grava limosa con arena). Además, en la figura 11 se muestra la representación gráfica de la curva granulométría del SNT + 0% RC de la C5, con el propósito de estabilizar la subrasante en la VDE.

La resistencia del suelo es una de las propiedades mecánicas fundamentales en cualquier estrato, y ello dependerá de las influencias de la distribución granulométrica de las partículas del suelo y sin desaprovechar sus características físicas (27).

Según las precisiones de Manual de carreteras (24), se refiere y clasifica el suelo según su índice de grupo de la siguiente manera:

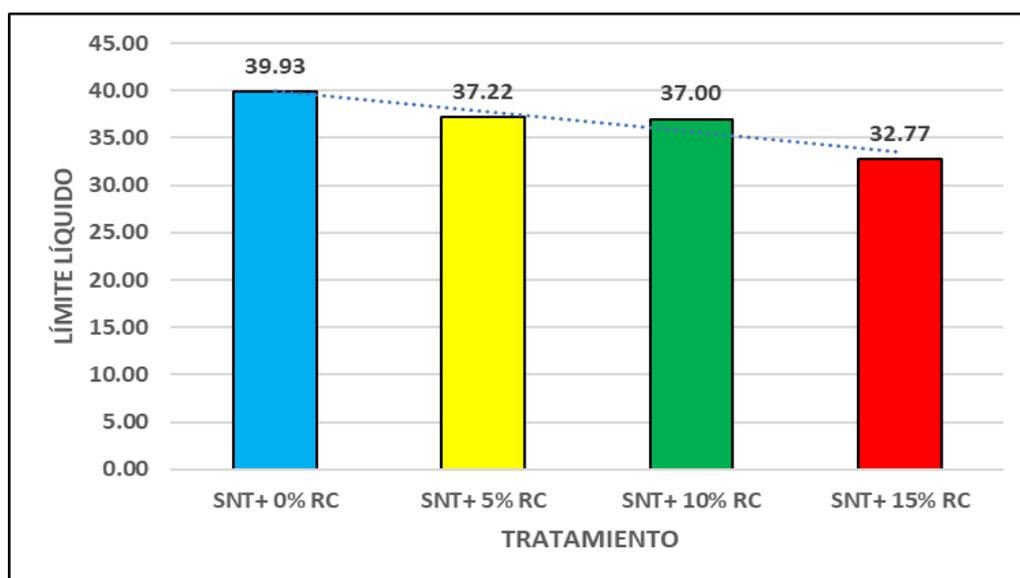
El índice de grupo (IG) es un valor entero positivo, comprende valores de 0 a 20 o valores mayores, asimismo, cuando IG presenta valores negativos para efectivizar los resultados se aproxima a 0. Por un lado, cuando  $IG = 0$  es característico de un suelo excelente, mientras tanto, IG es mayor o igual a 20 es característico de un suelo malo, inadecuado, que no puede ser utilizado como asiento directo para estructuras de pavimento. De la misma forma se precisa, cuando IG es mayor a 9 es resultado de un suelo subrasante inadecuado, mientras, IG es mayor a 4 y menor o igual a 9 es resultado de un subrasante insuficiente, por un lado, cuando IG es mayor a 2 y menor o igual a 4 es resultado de un subrasante regular, por otra parte, cuando IG es mayor a 1 y menor o igual a 2 es resultado de un subrasante bueno, finalmente cuando IG presenta valores iguales a cero y menores o iguales a 1 es resultado de una subrasante muy bueno - excelente.

#### 4.2.1.2. Limite líquido

**Tabla 34. Resultados del análisis de LL de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Límite líquido (%)	SNT+ 0% RC	SNT+ 5% RC	SNT+ 10% RC	SNT+ 15% RC	General
C-1	39.14	37.70	36.49	34.62	
C-2	39.29	38.86	37.78	35.99	
C-3	39.61	31.96	35.91	29.94	
C-4	38.27	28.23	29.39	25.95	
C-5	40.90	40.21	39.75	35.14	
C-6	41.71	40.40	39.39	34.72	
C-7	42.24	41.56	41.08	32.75	
C-8	42.98	41.89	40.25	33.74	
C-9	35.27	34.14	32.98	32.08	
Suma	359.41	334.95	333.02	294.93	1,322.31
Limite liquido (%)	39.934	37.217	37.002	32.770	36.731
Desv. Estand.	2.355	4.751	3.818	3.145	4.333
CV (%)	5.896	12.766	10.318	9.598	11.796

Nota: Resultados del ensayo de Limite Líquido utilizando el método AASHTO T89 para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 12. Promedios de LL de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9) y M2 del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 34 muestra los resultados de un análisis del estrato realizado para establecer el LL del suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes (0%, 5%, 10%, 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE, en ella se observa que el LL(%) promedio del suelo sin tratamiento es 39.93 %, luego del suelo tratado con un 5 % de RC, el LL del suelo disminuye a 37.22 %, mientras que con un 10% de RC, disminuye a 37.00%, finalmente, con un 15 % de RC, el LL se reduce aún más un 32.77 %. Esta información también se presenta visualmente en la figura 12, que muestra que el suelo natural sin tratamiento tiene el LL más alto, seguido por el suelo tratado con un 5 % de RC, y luego por el suelo tratado con un 10% de RC. Finalmente, el suelo tratado con un 15 % de RC tiene el LL más bajo.

**Tabla 35. Análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de LL del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	236.35	3	78.78	5.992	0.002	2.901
Dentro de los grupos	420.71	32	13.15			
Total	657.06	35				

*Nota:* Resultados del ANOVA de los promedios de límite líquido.

La Tabla 35 presenta los resultados más significativos obtenidos a través del ANOVA para los promedios de LL del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE, en ella se observa que el p-valor es 0.002 menor a 0.05. Por lo tanto, se puede rechazar la hipótesis de que los promedios son estadísticamente iguales, lo que nos lleva a aceptar que al menos dos de los promedios de LL de los análisis son estadísticamente diferentes con un nivel de confianza del 5%.

**Tabla 36. Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis promedio del LL de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamientos	Promedio (%)	Grupo
SNT+0% RC	39.93	a
SNT+5% RC	37.22	ab
SNT+10% RC	37.00	ab
SNT+15% RC	32.77	b

*Nota:* Resultados de análisis de (Tukey) al 95% de confiabilidad.

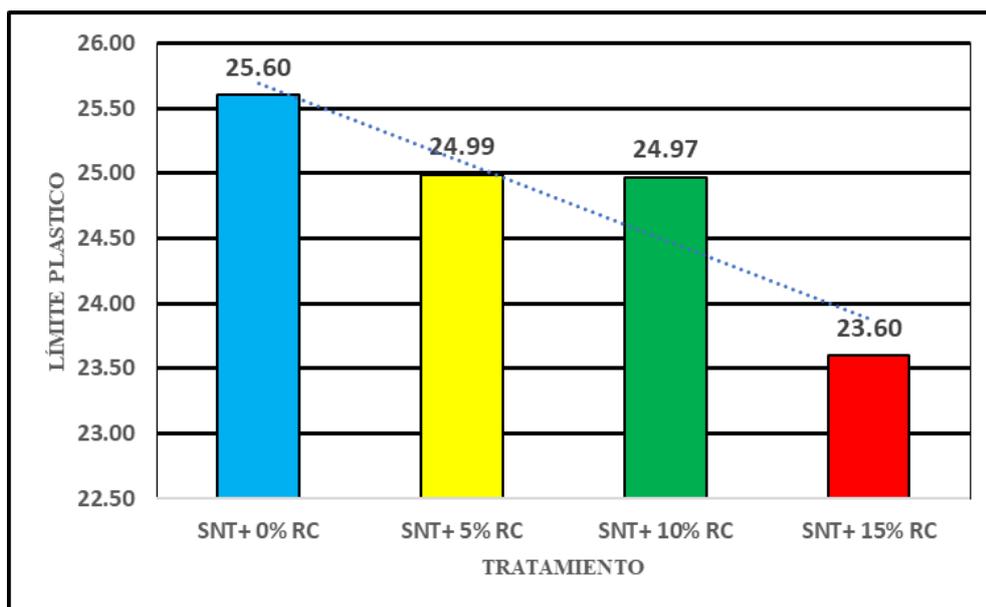
La Tabla 36 muestra los resultados del análisis de Tukey, realizado con un nivel de confianza del 95 %, para los promedios del LL de un suelo arcilloso tratado con diferentes proporciones (0%, 5%, 10% y 15% ) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. A partir de este análisis promedio del suelo arcilloso, se puede afirmar que a medida que aumenta el porcentaje de concreto rehusado, el LL del suelo tiende a disminuir, es decir, a mayor proporción de concreto rehusado, menor es el LL del suelo, en nuestro caso, con el 10% y 15% de RC, los resultados muestran una reducción más significativa en el LL en comparación con la muestra patrón, asimismo, al suelo tratado con 5% de RC.

#### 4.2.1.3. Limite plástico

**Tabla 37. Resultados del análisis de LP de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Límite plástico (%)	SNT+0% RC	SNT+5% RC	SNT+10% RC	SNT+15% RC	General
C-1	24.82	24.68	24.04	23.97	
C-2	25.16	24.95	24.49	24.33	
C-3	26.32	27.40	29.72	22.04	
C-4	25.70	23.91	24.28	21.39	
C-5	27.94	24.84	24.61	24.17	
C-6	25.37	24.79	24.21	24.43	
C-7	25.02	24.29	23.81	23.55	
C-8	25.52	25.53	25.25	24.76	
C-9	24.54	24.49	24.32	23.74	
Suma	230.39	224.88	224.73	212.38	892.38
Límite plástico (%)	25.599	24.987	24.970	23.598	24.788
Desv. Estand.	1.020	1.010	1.826	1.138	1.443
CV (%)	3.985	4.043	7.315	4.824	5.821

*Nota:* Resultados del ensayo de Limite Plástico utilizando el método AASHTO T90 para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 13. Promedios de LP de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 37 presenta los resultados obtenidos en el análisis del sustrato, realizado para determinar el LP del suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE., en ella se puede observar que el promedio del LP (%) del suelo sin tratamiento es de 25.60%, después el tratamiento con un 5% de RC, el LP del suelo disminuye a 24.99%, mientras que con un 10% de RC, disminuye a 24.97%, finalmente, con un 15% de RC, el LP se reduce aún más a un 23.60%. Estos resultados también se pueden apreciar visualmente en la figura 13, donde se observa que el suelo sin tratamiento presenta el LP más alto, seguido por el suelo tratado con un 5% de RC, y luego el suelo tratado con un 10% de RC, finalmente, el suelo tratado con un 15% de RC tiene el LP más bajo.

**Tabla 38. Análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de LP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	19.32	3	6.44	3.849	<b>0.019</b>	2.901
Dentro de los grupos	53.55	32	1.67			
Total	72.87	35				

*Nota:* Resultados del ANOVA de los promedios de límite plástico.

La Tabla 38 registra los resultados más significativos obtenidos a través del ANOVA para los promedios de LP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. En esta tabla, se puede observar que el p-valor es 0.019 menor a 0.05. Por lo tanto, se puede rechazar la hipótesis de que los promedios son estadísticamente iguales, lo que nos lleva a aceptar que al menos dos de los promedios de LP de los diferentes análisis son estadísticamente diferentes con un nivel de confianza del 5 %.

**Tabla 39. Comparación múltiple de Tukey al 95% de confiabilidad de análisis promedio del LP de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamientos	Promedio (%)	Grupo
SNT+0% RC	25.60	a
SNT+5% RC	24.99	ab
SNT+10% RC	24.97	ab
SNT+15% RC	23.60	b

*Nota:* Resultados de análisis de (Tukey) al 95% de confiabilidad.

La Tabla 39 identifica la relevancia del análisis de Tukey analizado al 95 % de confianza de análisis promedio de LP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de RC con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. A partir de este análisis promedio del suelo arcilloso, se puede afirmar que a medida que aumenta el porcentaje de concreto rehusado, el LP del suelo tiende a disminuir, es decir, a mayor proporción de concreto rehusado, menor es el LP del suelo, en nuestro caso, con el 15% y 10% de RC, los resultados muestran una reducción más significativo en el LP en comparación con la muestra patrón, asimismo, al suelo tratado con 5% de RC.

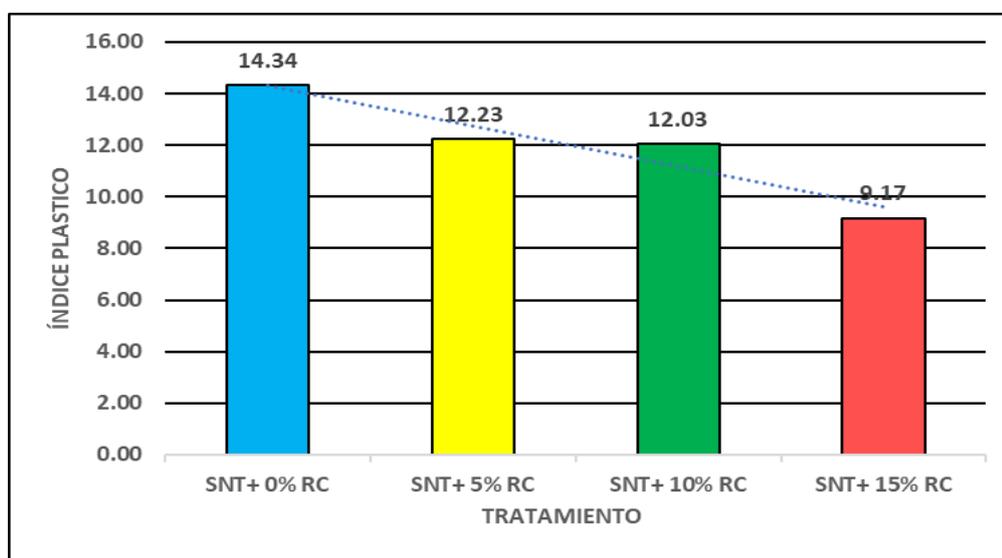
Este resultado favorece las características físicas del suelo de grano fino.

#### 4.2.1.4. Índice plástico

**Tabla 40. Resultados del análisis de IP de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

IP Real (%)	SNT+0% RC	SNT+5% RC	SNT+10% RC	SNT+15% RC	General
C-1	14.32	13.02	12.45	10.65	
C-2	14.13	13.91	13.29	11.66	
C-3	13.29	4.56	6.19	7.90	
C-4	12.57	4.32	5.11	4.56	
C-5	12.96	15.37	15.14	10.97	
C-6	16.34	15.61	15.18	10.29	
C-7	17.22	17.27	17.27	9.20	
C-8	17.46	16.36	15.00	8.98	
C-9	10.73	9.65	8.66	8.34	
Suma	129.02	110.07	108.29	82.55	429.93
IP Real (%)	14.336	12.230	12.032	9.172	11.943
Desv. Estand.	2.271	4.940	4.344	2.135	3.947
CV (%)	15.839	40.394	36.106	23.280	33.054

Nota: Resultados del ensayo de índice plástico utilizando el método AASHTO T90 para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 14. Promedios de IP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 40 muestra los datos observados en un análisis de suelo realizado para establecer el IP de un suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes (0%,

5%, 10% y 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. En esta tabla, se puede observar que el promedio del IP natural del suelo sin tratamiento es de 14.34 %. Después, el tratamiento con un 5 % de RC, el IP del suelo disminuye a 12.23 %, mientras que con un 10 % de RC, disminuye a 12.03%. Finalmente, con un 15 % de RC, el IP se reduce aún más un 9.17%. Estos resultados también se pueden apreciar visualmente en la **figura 14**, donde se observa que el suelo sin tratamiento presenta el IP más alto, seguido por el suelo tratado con un 5 % de concreto rehusado, y luego el suelo tratado con un 10 % de concreto rehusado, finalmente, el suelo tratado con un 15 % de concreto rehusado tiene el IP más bajo.

Según lo observado en el análisis promedio del suelo arcilloso, se puede afirmar que a medida que aumenta el porcentaje de concreto rehusado, el IP del suelo tiende a disminuir, es decir, a mayor proporción de concreto rehusado, menor es el IP del suelo.

**Tabla 41. Análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de IP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE**

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	121.43	3	40.48	3.055	0.042	2.901
Dentro de los grupos	423.95	32	13.25			
Total	545.38	35				

*Nota:* Resultados de ANOVA de los promedios de Índice plástico.

La Tabla 41 registra los resultados más importantes realizados en el Anova para los promedios de IP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. En esta tabla, se puede apreciar que el p-valor es 0.042 menor a 0.05. Por lo tanto, no podemos considerar que los promedios sean estadísticamente iguales, lo que nos lleva a aceptar que al menos dos de los promedios del IP de los diferentes tratamientos son estadísticamente diferentes con un nivel de confianza del 5 %.

**Tabla 42. Comparación múltiple de (Tukey) al 95 % de confiabilidad de análisis promedio del IP de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamientos	Promedio (%)	Grupo
SNT+0% RC	14.34	a
SNT+5% RC	12.23	ab
SNT+10% RC	12.03	ab
SNT+15% RC	9.17	b

*Nota:* Resultados de análisis de (Tukey) al 95 % de confiabilidad.

La Tabla 42 identifica la relevancia del análisis de (Tukey) analizado al 95 % de confianza de análisis promedio de IP del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE., se determina, que el suelo tratado con 15 % de RC tienden a perder su IP de manera mas significativa en comparación con el suelo control original y el suelo tratado con 5 % y 10% de RC, debido al mayor porcentaje de RC, resultado que favorece a las características físicas del suelo de grano fino., adquiriendo una característica de un suelo arcilloso de plasticidad media.

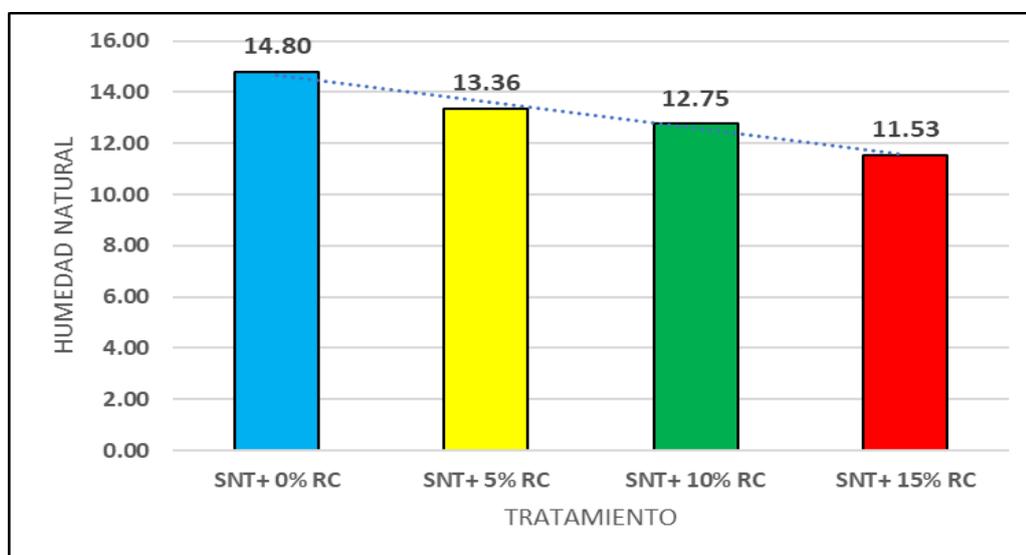
Según las precisiones del manual de carreteras (24), el IP muestra el tamaño, dimensión o la medida intermedia de agua en el cual el estrato tiene estabilidad plástica y asimismo ayuda clasificar correctamente el estrato. Por un lado, IP de valor cuantitativo grande define como un estrato bastante arcilloso, mientras tanto, IP de valor cuantitativo menor define como un suelo poco arcilloso. De acuerdo a las dimensiones intermedias, el IP clasifica el suelo según su plasticidad de la siguiente manera: IP que tiene valores mayores a 20 % representa a un estrato de plasticidad alta y es propio de un estrato muy arcilloso, mientras tanto, IP mayor a 7 % y menor o igual 20 % representa a un estrato de plasticidad media y es propio de un estrato arcilloso, luego, IP mayor o igual a 1 % y menor a 7 % representa a un estrato de plasticidad baja y es propio de un estrato poco arcilloso y finalmente, IP con valor cero representa como un estrato exento de arcilla y es propio de un suelo sin arcilla.

#### 4.2.1.5. Humedad natural (HN)

**Tabla 43. Resultados del análisis de humedad natural de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Humedad Natural (%)	SNT+0% RC	SNT+5% RC	SNT+10% RC	SNT+15% RC	General
C-1	13.42	12.78	12.2	11.67	
C-2	16.49	15.71	14.99	14.34	
C-3	14.16	10.63	10.14	9.7	
C-4	12.06	7.67	7.32	7.01	
C-5	14.92	14.21	13.56	12.97	
C-6	15.65	14.91	14.23	13.61	
C-7	16.19	15.42	14.72	11.08	
C-8	16.44	15.66	14.94	11.29	
C-9	13.9	13.24	12.64	12.09	
Suma	133.23	120.23	114.74	103.76	471.96
Humedad natural	14.803	13.359	12.749	11.529	13.11
Desv. Estand.	1.535	2.701	2.578	2.199	2.502
CV (%)	10.368	20.218	20.218	19.07	19.083

*Nota:* Resultados del ensayo de Humedad Natural utilizando el método AASHTO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.



**Figura 15. Promedios de Humedad Natural del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 43 muestra los datos observados en el análisis de suelo efectuados para establecer el Humedad Natural (HN) del suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE, en ella se observa el resultado promedio de HN del suelo

sin tratamiento es de 14.80 %, luego del suelo tratado con 5% de RC = 13.36 %, del suelo tratado con 10% de RC = 12.75% y finalmente del suelo tratado con 15% de RC = 11.53 %. Estos datos también se representan visualmente en la figura 15, donde se muestra que el suelo natural sin tratamiento tiene la HN más alta, seguido por el suelo tratado con 5% de concreto rehusado y luego el suelo tratado con 10 % de concreto rehusado, por último, los suelos tratados con el 15% de concreto rehusado presentando la menor HN. Según lo observado en el análisis del suelo, se puede afirmar que a medida que aumenta el porcentaje de concreto rehusado, la HN del suelo disminuye de manera cuantitativa.

**Tabla 44. Análisis de varianza (ANOVA) de los promedios de HN del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	50.04	3	16.68	3.158	<b>0.038</b>	2.901
Dentro de los grupos	169.03	32	5.28			
Total	219.07	35				

*Nota:* Resultados de ANOVA de los promedios de humedad natural.

La Tabla 44 registra los resultados más importantes realizados en el Anova para los promedios de HN del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. Los datos muestran que el p-valor es 0.038 menor a 0.05, por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis de que los promedios son estadísticamente iguales y, en consecuencia, aceptamos que al menos dos de los promedios de HN de los diferentes análisis son estadísticamente diferentes con un nivel de confianza del 5 %.

El resultado de HN es decisivo para la comparación con el resultado de Humedad Óptimo (HO) de la prueba Proctor. Si el resultado de HN es igual o menor que la HO, los especialistas encargados del proyecto establecerán si se realizará la determinación en estado natural o, en todo caso, añadirán la cantidad de agua necesaria, por un lado, si la HN es muy superior a la HO se incrementará la energía de compactación y/o aireación del estrato, si no hay otra solución, se procederá a reemplazar el suelo saturado (24).

**Tabla 45. Comparación múltiple de (Tukey) al 95 % de confiabilidad de análisis promedio de HN de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamientos	Promedio (%)	Grupo
SNT+0% RC	14.80	a
SNT+5% RC	13.36	ab
SNT+10% RC	12.75	ab
SNT+15% RC	11.53	b

Nota: Resultados de análisis de (Tukey) al 95 % de confiabilidad.

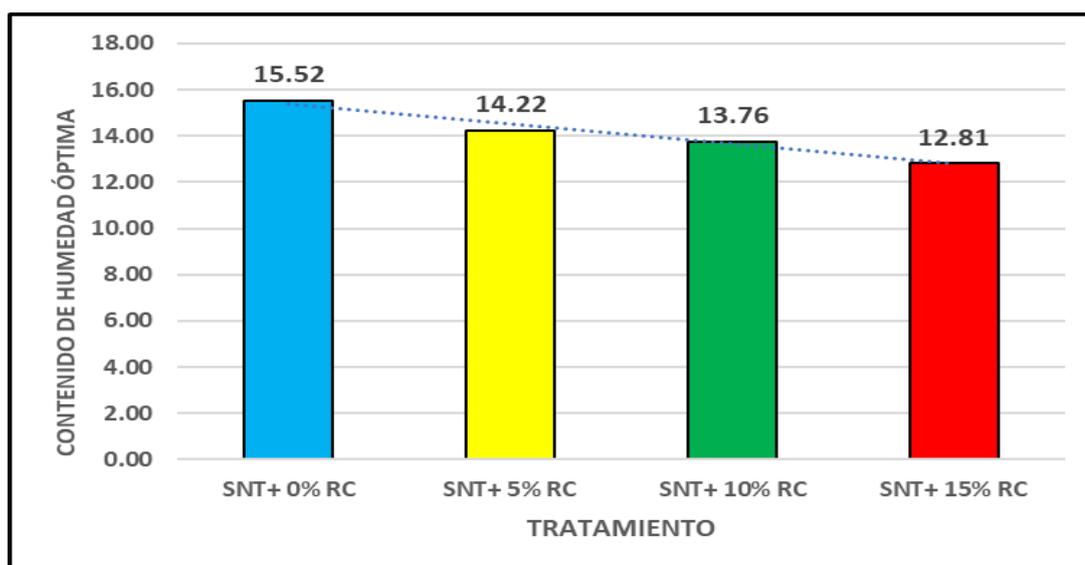
La Tabla 45 identifica la relevancia del análisis (Tukey) analizado al 95 % de nivel de confianza sobre el promedio de HN del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de RC, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE. A partir de este análisis promedio del suelo arcilloso, se puede afirmar que a medida que aumenta el porcentaje de concreto rehusado, el HN del suelo tiende a disminuir, es decir, a mayor proporción de concreto rehusado, menor es la HN del suelo, en nuestro caso, con el 15% y 10% de RC, los resultados muestran una reducción más significativo en la HN en comparación con la muestra patrón, asimismo, ocurre lo mismo en el suelo tratado con 5% de RC.

#### 4.2.1.6. Humedad óptima (HO)

**Tabla 46. Resultados de HO de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE**

Humedad óptima (%)	SNT+0% RC	SNT+5% RC	SNT+10% RC	SNT+15% RC	General
C-1	15.20	13.35	12.90	12.50	
C-2	16.30	14.54	14.34	13.85	
C-3	14.80	12.70	12.20	11.80	
C-4	12.50	9.00	8.80	8.50	
C-5	15.90	15.50	14.60	14.00	
C-6	16.50	16.00	15.40	14.90	
C-7	16.80	16.00	15.60	12.30	
C-8	16.70	16.20	15.80	13.50	
C-9	15.00	14.70	14.20	13.90	
Suma	139.70	127.99	123.84	115.25	506.78
Optima Contenido	15.522	14.221	13.760	12.806	14.077
Desv. Estand.	1.358	2.306	2.215	1.887	2.135
CV (%)	8.749	16.216	16.097	14.735	15.163

Nota: Resultados de HO utilizando el método AASHTO para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 16. Promedios de HO del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 46 muestra los resultados del análisis de suelo realizado para determinar la HO del suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes de RC, con el propósito de mejorar la subrasante en la vía de Evitamiento de la provincia de Abancay en el año 2022. En dicha tabla, se observan los valores promedio de HO y se puede apreciar que el suelo sin tratamiento tiene un contenido de humedad óptima promedio del 15.52 %, después, el tratamiento con un 5 % de RC, este valor disminuye a 14.22 %, mientras que con un 10 % de RC se reduce aún más a 13.76 %, y finalmente, con un 15 % de RC, la HO promedio disminuye a 12.81 %. Además, esta información se presenta gráficamente en la figura 16, donde se puede observar que el suelo patrón natural (sin tratamiento) muestra la mayor HO con un valor de 15.52 %. En contraste, los suelos tratados con diferentes porcentajes de concreto rehusado muestran una disminución en el contenido de humedad óptima.

**Tabla 47. Análisis de varianza de los promedios de HO del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE**

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	34.44	3	11.48	2.938	0.048	2.901
Dentro de los grupos	125.03	32	3.91			
Total	159.47	35				

Nota: Resultados de ANOVA de los promedios de humedad óptima.

La Tabla 47 registra los resultados más significativos obtenidos en el análisis de varianza para los promedios de HO del suelo arcilloso tratados con diferentes proporciones de RC (0%, 5%, 10% y 15%), con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay para el año 2022, en ella se observa que el p-valor es 0.048 menor a 0.05. Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis de que los promedios son estadísticamente iguales. En consecuencia, aceptamos que los promedios de HO de los diferentes tratamientos son estadísticamente diferentes en relación al promedio de HO original, con un nivel de confianza del 5 %.

**Tabla 48. Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis promedio de la HO de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE**

Tratamientos	Promedio (%)	Grupo
SNT+0% RC	15.522	a
SNT+5% RC	14.221	ab
SNT+10% RC	13.760	ab
SNT+15% RC	12.806	b

*Nota:* Resultados de comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad.

La Tabla 48 presenta los resultados del análisis de Tukey realizado con un nivel de confianza del 95 % sobre los promedios de HO del suelo arcilloso tratados con diferentes proporciones de RC ( 0%, 5%, 10% y 15%), con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay para el año 2022. A partir del analisis, se muestra que la incorporación de un 15 % de concreto rehusado en el suelo ocasiona una reducción más significativo de la HO en comparación con la muestra patrón y los porcentajes menores (5 % y 10 %). Este resultado se atribuye al aumento en el porcentaje de concreto rehusado, lo que contribuye a una mejora en la consolidación y compactación del suelo de grano fino.

#### 4.2.2. Comparación de hipótesis específica 1

**Tabla 49. Resumen de ANOVA de los promedios de LL, LP, IP, HN y HO del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamientos	Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
LL	Entre grupos	236.35	3	78.78	5.992	<b>0.0020</b>	2.901
	Dentro de los grupos	420.71	32	13.15			
	Total	657.06	35				
LP	Entre grupos	19.32	3	6.44	3.849	<b>0.0190</b>	2.901
	Dentro de los grupos	53.55	32	1.67			
	Total	72.87	35				
IP	Entre grupos	121.43	3	40.48	3.055	<b>0.0420</b>	2.901
	Dentro de los grupos	423.95	32	13.25			
	Total	545.38	35				
HN	Entre grupos	50.04	3	16.68	3.158	<b>0.0380</b>	2.901
	Dentro de los grupos	169.03	32	5.28			
	Total	219.07	35				
HO	Entre grupos	34.44	3	11.48	2.938	<b>0.0480</b>	2.901
	Dentro de los grupos	125.03	32	3.91			
	Total	159.47	35				

Nota: Resumen de **P VALORES** obtenidos de los resultados de Análisis de Varianza (ANOVA).

#### - Hipótesis-nula (H0)

Los residuos de concreto no influyen favorablemente en las propiedades físicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

#### - Hipótesis-alterna (H1)

Los residuos de concreto influyen favorablemente en las propiedades físicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

Para tal efecto se considera:

Aceptamos la HO (hipótesis nula) siempre y cuando el “P-VALOR” presenta resultado mayor o por último igual a 0.05 o en todo caso rechazamos la HO cuando el P-VALOR presenta resultado menor a 0.05.

La Tabla 49 proporciona un resumen de resultados promedios de Anova de los “P-valores representativos” de LL = (P-VALOR = 0.002), LP = (P-VALOR = 0.019), IP = (P-VALOR = 0.042), HN = (P-VALOR = 0.0380) y HO = (P-VALOR = 0.0480).

Los resultados indican que todos los (p-valores) en los tratamientos de los cinco parámetros físicos son pequeños y menores a 0.05. Datos que llevan a rechazar la hipótesis nula (H<sub>0</sub>) y aceptar la hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>).

Los resultados promedios de L.L, L.P, I.P, H.N y H.O en suelos arcillosos fueron sometidos a análisis estadístico mediante ANOVA y comparación múltiple (Tukey) al 95 % de nivel de confianza, suelos de mediana plasticidad, con partículas finas, fueron tratados con diferentes porcentajes de RC (0%, 5%, 10%, 15%). Los análisis revelaron una variación significativa en las características físicas de estos suelos en comparación con el suelo natural de referencia, con un nivel de confianza del 5%, con fines de estabilizar la subrasante en la VDE.

En conclusión, los residuos de concreto influyen favorablemente en las propiedades físicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

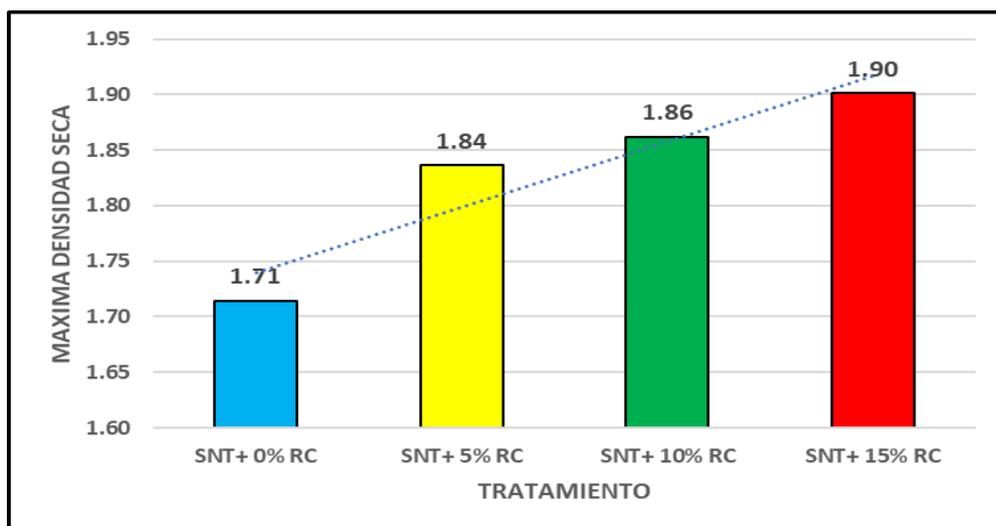
#### 4.2.3. Propiedades mecánicas de los suelos con reducida plasticidad con fines de estabilizar la subrasante en la VDE

##### 4.2.3.1. Máxima densidad seca (MDS)

**Tabla 50. Resultados del análisis de MDS de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Max. Dens. Seca (gr/cc)	SNT+0% RC	SNT+5% RC	SNT+10% RC	SNT+15% RC	General
C-1	1.72	1.95	1.97	1.98	
C-2	1.72	1.86	1.89	1.90	
C-3	1.82	1.94	1.95	1.97	
C-4	1.70	2.15	2.18	2.20	
C-5	1.71	1.73	1.75	1.77	
C-6	1.69	1.71	1.73	1.75	
C-7	1.66	1.70	1.74	1.76	
C-8	1.65	1.69	1.72	1.94	
C-9	1.76	1.79	1.83	1.84	
Suma	15.43	16.52	16.76	17.11	65.82
Max. Dens. Seca	1.714	1.836	1.862	1.901	1.828
Desv. Estand.	0.052	0.155	0.153	0.144	0.146
CV (%)	3.004	8.440	8.218	7.565	7.960

*Nota:* Resultados del ensayo de máxima densidad seca utilizando el método AASHTO-T88 para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.



**Figura 17. Promedios de MDS del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 50 muestra los datos obtenidos en el análisis de suelos realizados para determinar la MDS del suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de mejorar la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay en el año 2022, en ella se observa que el MDS ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ ) promedio del suelo sin tratamiento es  $1.714 \text{ gr}/\text{cm}^3$ , luego del suelo tratado con 5 % de RC es  $1.836 \text{ gr}/\text{cm}^3$ , del suelo tratado con 10% de RC es  $1.862 \text{ gr}/\text{cm}^3$ , y finalmente del suelo tratado con 15 % de RC es  $1.901 \text{ gr}/\text{cm}^3$ . Su información también se puede visualizar gráficamente en la figura 17, donde se observa que los suelos tratados con 15 % y 10 % de concreto rehusado poseen mayor MDS, seguido por el suelo tratado con 5 % y la muestra patrón. De acuerdo con los resultados, se concluye que la MDS de los suelos arcillosos tratados con diferentes porcentajes de RC (0%, 5%, 10%, 15%) es estadísticamente diferente al suelo original sin tratamiento.

**Tabla 51. Análisis de varianza de los promedios de MDS del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	0.18	3	0.06	3.301	<b>0.033</b>	2.901
Dentro de los grupos	0.57	32	0.02			
Total	0.74	35				

Nota: Resultados de ANOVA de los promedios de máxima densidad seca (MDS).

La Tabla 51 muestra los resultados más relevantes obtenidos en el análisis de varianza para los promedios de MDS del suelo arcilloso tratado con diferentes proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay para el año 2022, en ella se observa que el p-valor es 0.033 menor a 0.05. Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis de que los promedios son estadísticamente iguales, y en consecuencia, aceptamos que los promedios de MDS de los diferentes análisis son estadísticamente diferentes, con un nivel de confianza del 5%.

**Tabla 52. Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis promedio del MDS de suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamientos	Promedio (%)	Grupo
SNT + 15% RC	1.901	a
SNT + 10% RC	1.862	ab
SNT + 5% RC	1.836	ab
SNT +0% RC	1.714	b

*Nota:* Resultados de comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad.

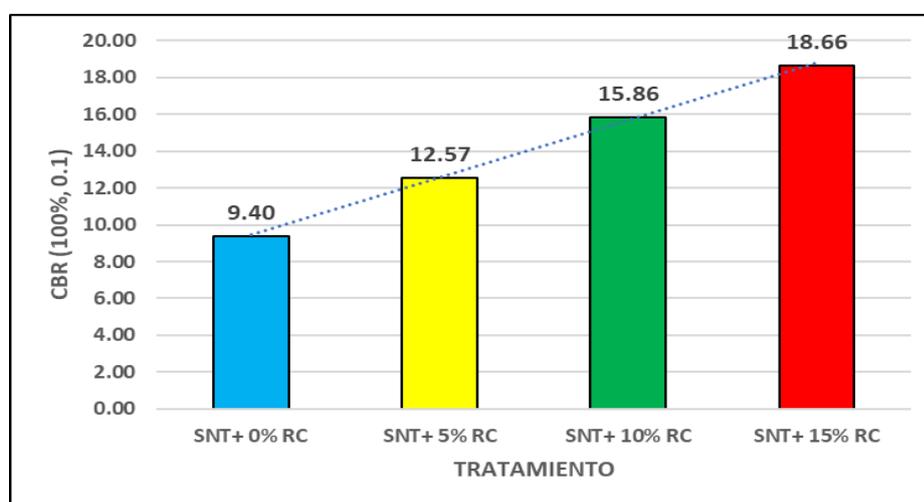
La Tabla 52 presenta el análisis de (Tukey) realizado con un nivel de confianza del 95% sobre el MDS promedio de suelos arcillosos tratados con diferentes proporciones de RC (0%, 5%, 10% y 15%), con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay para el año 2022. A partir del análisis, se puede señalar que la incorporación de un 10 % y un 15 % de concreto rehusado muestra un incremento más significativo en su MDS en comparación con la muestra de suelo natural sin tratamiento y el suelo tratado con un 5 % de RC. Se afirma que a medida que aumenta el porcentaje de concreto rehusado, el MDS del suelo tiende a aumentar, es decir, a mayor proporción de concreto rehusado, mayor es la MDS del suelo. Los resultados resaltan la influencia significativa de la adición de concreto rehusado en porcentajes del 10 % y 15 % para mejorar las propiedades de compactación del suelo arcilloso.

#### 4.2.3.2. Análisis del CBR al 100% (0.1")

**Tabla 53. Resultados del análisis del CBR al 100% (0.1") de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

CBR al 100% (0.1")	SNT+0% RC	SNT+5% RC	SNT+10% RC	SNT+15% RC	General
C-1	12.31	16.33	18.94	21.82	
C-2	9.49	14.54	16.47	20.04	
C-3	13.43	17.15	17.5	18.06	
C-4	13.97	17.81	24.76	30.91	
C-5	8.53	10.54	15.22	17.01	
C-6	6.66	8.91	11.42	15.08	
C-7	6.99	8.74	12.68	13.97	
C-8	5.98	8.17	11.36	14.03	
C-9	7.23	10.90	14.4	17.05	
Suma	84.59	113.09	142.75	167.97	508.40
Promedio	9.399	12.566	15.861	18.663	14.122
Desv. Estand.	3.084	3.886	4.248	5.290	5.347
CV (%)	32.811	30.923	26.784	28.345	37.860

Nota: Resultados del ensayo de Máxima Densidad Seca utilizando el método AASHTO-T193 para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio geotecnia GCO Consultora.



**Figura 18. Promedios de análisis del CBR (100% 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 53 muestra los datos obtenidos en el análisis de suelo realizado para determinar el CBR al 100 % (0.1") del suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes de RC (0%, 5%, 10% y 15%) para el mejoramiento de la subrasante

en la VDE de la provincia de Abancay en el año 2022. En la tabla, se observa que el CBR al 100% (0.1") promedio del suelo sin tratamiento es del 9.40 %, luego, al tratar el suelo con un 5 % de RC, el CBR mejora a 12.57 %, clasificándose según el MTC (2013) como subrasante BUENA, asimismo, con el 10 % de RC, el CBR alcanza el 15.86 %, también considerado como subrasante BUENA, finalmente, al tratar el suelo con un 15 % de RC, el CBR aumenta a un 18.66 %, clasificándose igualmente como subrasante BUENA. Además, estos resultados se presentan gráficamente en la figura 18, donde se puede observar que el suelo sin tratamiento tiene un CBR al 100 % (0.1") de 9.40 %, clasificado como subrasante REGULAR, a medida que aumenta el porcentaje de RC, la clasificación mejora a subrasante BUENA. En conclusión, el suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes de RC muestra mejoras significativas en su CBR, destacando especialmente el suelo tratado con 15 % de RC, que logra una categoría de subrasante BUENA con un aporte significativo en las características mecánicas y una mayor resistencia y capacidad de soporte.

**Tabla 54. Análisis de varianza de resultados promedios de CBR (100%, 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	435.41	3	145.14	8.218	0.000	2.901
Dentro de los grupos	565.12	32	17.66			
Total	1,000.52	35				

*Nota:* Resultados de ANOVA de los promedios de CBR (100% 0.1").

La Tabla 54 presenta los resultados más relevantes obtenidos del análisis de varianza para los promedios de CBR al 100% (0.1") del suelo arcilloso tratado con diferentes proporciones de RC (0%, 5%, 10% y 15 %), con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay para el año 2022. En la tabla, se observa que el p-valor es 0.000 menor a 0.05, por lo tanto, se puede rechazar la idea de que los promedios son estadísticamente iguales, en consecuencia, aceptamos que los promedios del análisis del CBR al 100% (0.1") de los diferentes tratamientos son estadísticamente diferentes con un nivel de confianza del 5%.

**Tabla 55. Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis del CBR (100%, 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE**

Tratamientos	Promedio (%)	Grupo
SNT+15% RC	18.66	a
SNT+10% RC	15.86	ab
SNT+5% RC	12.57	bc
SNT+ 0% RC	9.40	c

*Nota:* Resultados de comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad.

La Tabla 55 muestra la importancia del análisis de (Tukey) realizado con un nivel de confianza del 95 % sobre el análisis del CBR al 100 % (0.1") del suelo arcilloso tratado con diferentes proporciones de RC (0%, 5%, 10% y 15%), con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay para el año 2022. En la tabla, se puede observar que el suelo tratado con un 15% de residuos de concreto (RC) presenta una diferencia significativa y un mayor valor de CBR al 100 % (0.1") en comparación con el suelo natural patrón y los suelos tratados con 5 % y 10% de RC, del mismo modo, el suelo tratado con un 10 % de RC también muestra una diferencia significativa en su CBR al 100 % (0.1") con respecto al suelo natural patrón y al suelo tratado con 5% de RC, finalmente, el suelo tratado con un 5 % de RC también presenta una diferencia significativa en su CBR al 100 % (0.1") en comparación con el suelo de control original. En resumen, el análisis de Tukey destaca que el suelo tratado con un 15% de RC muestra el mayor CBR (100% 0.1") y es significativamente diferente en comparación con los otros suelos analizados. Estos resultados resaltan la importancia del uso de diferentes proporciones de RC para mejorar la estabilidad de la subrasante.

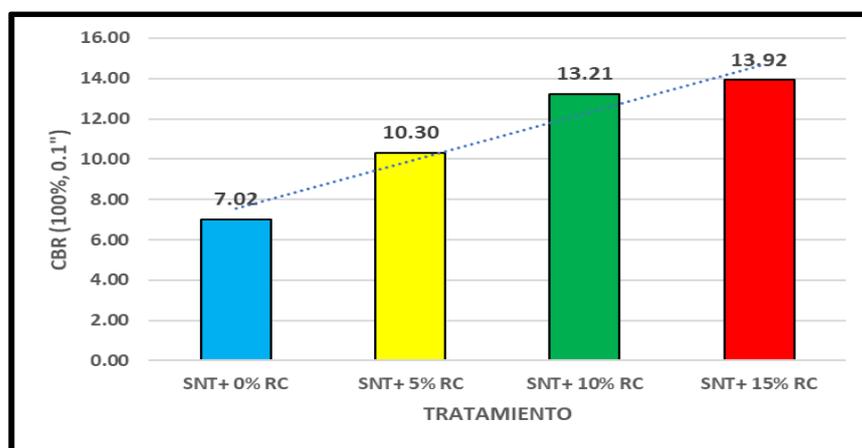
#### 4.2.3.3. Análisis del CBR al 95% (0.1")

**Tabla 56. Resultados del análisis de CBR al 95% (0.1") de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8, C-9) y M2 del suelo arcilloso tratado con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

CBR al 95% (0.1")	SNT+0% RC	SNT+5% RC	SNT+10% RC	SNT+15% RC	General
C-1	8.5	13.00	15.4	15.90	
C-2	7.6	12.50	14.1	14.80	
C-3	9.2	13.70	14.8	15.10	
C-4	10.8	14.80	20.5	22.10	

C-5	6	8.10	12.4	12.10	
C-6	5.3	7.30	9.5	11.30	
C-7	5.1	6.80	10.6	10.80	
C-8	4.9	6.70	9.6	10.50	
C-9	5.8	9.80	12	12.70	
Suma	63.20	92.70	118.90	125.30	400.10
Promedio	7.022	10.300	13.211	13.922	11.114
Desv. Estand.	2.099	3.226	3.482	3.642	4.101
CV (%)	29.886	31.317	26.356	26.157	36.904

Nota: Resultados del ensayo de CBR (95%, 0.1") utilizando el método AASHTO T193 para suelo tipo arcilloso realizado en el laboratorio Geotecnia GCO Consultora.



**Figura 19. Promedios de análisis del CBR (95% 0.1'') de la muestra M1 y M2 del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 56 muestra los datos obtenidos en un análisis de suelo realizado para evaluar el Índice de California (CBR) al 95% (0.1''), del suelo arcilloso tratado con diferentes porcentajes (0%, 5%, 10% y 15%) de RC para el mejoramiento de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay en el año 2022. Los resultados indican que el CBR al 95 % (0.1'') promedio del suelo sin tratamiento es del 7.02 %, sin embargo, después de tratar el suelo con un 5% de RC, el CBR aumentó a un 10.30 %, mientras que con un 10 % de RC el CBR mejora a 13.21 %, el mayor valor de CBR se obtiene al tratar el suelo con un 15% de RC, alcanzando un valor de 13.92 %. Estos datos también se presentan de manera gráfica en la figura 19, en la cual se puede observar que el suelo arcilloso natural sin tratamiento tiene un CBR al 95 % (0.1'') de 7.02 %, lo que lo clasifica según el MTC 2013 como una subrasante REGULAR y con 10 % de concreto rehusado también alcanza un CBR al 95 % (0.1'') de 13.21%, lo que lo clasifica dentro de la

categoría de subrasante BUENA, finalmente, se observa que el suelo tratado con un 15 % de concreto rehusado logra un CBR al 95 % (0.1") de 13.92 %, calificándose nuevamente como una subrasante BUENA. En conclusión, el tratamiento del suelo arcilloso con un 15 % de residuos de concreto muestra el mejor rendimiento, ya que mejora significativamente sus características mecánicas y aporta mayor resistencia y capacidad de soporte.

**Tabla 57. Análisis de varianza de los resultados promedios de CBR (95%, 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
Entre grupos	267.20	3	89.07	8.864	0.000	2.901
Dentro de los grupos	321.56	32	10.05			
Total	588.76	35				

Nota: Resultados de ANOVA de los promedios de CBR (95% 0.1").

En la Tabla 57 se presentan los resultados más relevantes obtenidos a partir del Análisis de Varianza para los promedios del Índice de California (CBR) al 95 % (0.1") del suelo arcilloso. Este análisis se realizó utilizando diferentes proporciones de RC (0%, 5%, 10% y 15%), con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE de la provincia de Abancay para el año 2022, en ella se observa que el p-valor es 0.000 menor a 0.05. Por tanto, podemos rechazar la hipótesis de que los promedios sean estadísticamente iguales. Esto indica que los promedios del CBR al 95 % (0.1") de los distintos tratamientos son estadísticamente diferentes con un nivel de confianza del 5 %. En otras palabras, hay evidencia estadística para afirmar que los tratamientos con diferentes proporciones de RC tienen un impacto significativo en los promedios del CBR del suelo arcilloso.

**Tabla 58. Comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad de análisis del CBR (95% 0.1") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamientos	Promedio (%)	Grupo
SNT+15% RC	13.92	a
SNT+10% RC	13.21	a
SNT+5% RC	10.3	ab
SNT+0% RC	7.02	b

Nota: Resultados de comparación múltiple de Tukey al 95 % de confiabilidad.

En la Tabla 58 se presentan los resultados del análisis de Tukey realizado con un nivel de confianza del 95 % sobre la determinación de la significancia de los diferentes proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC en el Índice de California (CBR) al 95 % (0.1") del suelo arcilloso, con el fin de estabilizar la subrasante en la VDE. Los datos muestran que el suelo tratado con un 15% de RC presenta un CBR significativamente mayor en comparación con el suelo natural sin tratamiento y los suelos tratados con 5 % y 10 % de RC, de manera similar, el suelo tratado con un 10 % de RC tiene un CBR significativamente mayor que el suelo natural sin tratamiento y el suelo tratado con un 5 % de RC, por último, el suelo tratado con un 5 % de RC también muestra un CBR significativo diferente en comparación con el suelo natural testigo sin tratamiento. En resumen, los resultados del análisis de (Tukey) indican que las proporciones de residuos de concreto utilizados en el tratamiento del suelo arcilloso tienen valores significativos en el CBR, específicamente, el suelo tratado con un 15 % de RC obtiene los mejores resultados, seguido por el suelo tratado con un 10 % de RC, y finalmente el suelo tratado con un 5% de RC, en comparación con el suelo natural sin tratamiento.

De acuerdo a las precisiones del manual de carreteras (24), menciona que “el suelo subrasante que será utilizado como apoyo al afirmado o partes del pavimento, estrato en mención bajo tierra hasta una profundidad de al menos 60 cm, este debe ser suelo adecuado y estable con  $CBR \geq 6\%$ . En el caso de la tierra debajo de la superficie superior del sustrato, hay un  $CBR < 6\%$  (sustrato pobre o sustrato incorrecto), corresponde a la estabilidad del suelo que el Ingeniero responsable analizará, dependiendo de la naturaleza del suelo, dará alternativas de solución como estabilización mecánica, reemplazo del subsuelo, estabilización química del suelo, estabilización geo sintética, elevación de la subrasante, cambio/modificación de trazo de la carretera, la elección de la técnica y económica más conveniente será de acuerdo a las condiciones y estado en que se encuentre la vía” (p.23).

Bajo las precisiones realizadas por el MTC indica:

La subrasante inadecuada corresponde a un CBR menor al 3 %, una subrasante pobre se establece cuando el valor del CBR oscila mayores o iguales a 3 % y menores a 6 %, una subrasante regular se considera cuando el valor del

CBR corresponde mayor o igual a 6 % y menor de 10 %, una subrasante buena se atribuye a un CBR mayor o igual al 10 % e inferiores a 20 %, mientras una subrasante muy buena se atribuye a un CBR mayor o igual al 20 % y menor de 30 % del valor del CBR., por último, una subrasante excelente está considerando a los valores del CBR mayores o iguales al 30 %.

Para mejorar las subrasantes es necesario considerar “el piso superior de la calzada (subrasante) debe estar al menos 0.60 m por encima del nivel del agua subterránea, con calzada perfecta - muy buena (CBR  $\geq$  20%); 0.80 m con buen terreno – regular ( $6\% \leq$  CBR  $<$  20%); a una altitud de 1.00 m con suelo pobre ( $3\% \leq$  CBR  $<$  6%); y 1.20 m en caso de sustrato insuficiente (CBR  $<$ 3%). Si es necesario, drenaje auxiliar o clase o grado de protección contra la suciedad y/o el drenaje se elevará al nivel requerido o en todo caso considerar aplicación de subdrenes a fin recolectar aguas subterráneas asimismo proteger la subrasante con productos anticontaminantes y drenantes a fin de evitar impactos negativos con la estructura del pavimento” (24).

#### 4.2.4. Comparación de hipótesis específica 2

**Tabla 59. Resumen de ANOVA de los promedios de MDS, CBR (100% 01"), y CBR (95% 01") del suelo arcilloso tratados con distintas proporciones (0%, 5%, 10% y 15%) de RC con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamientos	Origen de variaciones	SS	df	MS	F	Valor P	F crítico
MDS	Entre grupos	0.18	3	0.06	3.301	<b>0.0330</b>	2.901
	Dentro de los grupos	0.57	32	0.02			
	Total	0.74	35				
CBR(100%,01")	Entre grupos	435.41	3	145.14	8.218	<b>0.0000</b>	2.901
	Dentro de los grupos	565.12	32	17.66			
	Total	1,000.52	35				
CBR(95%, 01")	Entre grupos	267.2	3	89.07	8.864	<b>0.0000</b>	2.901
	Dentro de los grupos	321.56	32	10.05			
	Total	588.76	35				

Nota: Resumen de P VALORES, obtenidos de los resultados de análisis de varianza (ANOVA)

- **Hipótesis-nula (H0)**

Los residuos de concreto no influyen favorablemente en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

- **Hipótesis-alterna (H1)**

Los residuos de concreto influyen favorablemente en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

Para tal efecto se considera:

Aceptamos la HO (Hipótesis nula) siempre y cuando el “P-VALOR” presenta resultado mayor o por último igual a 0.05 o en todo caso rechazamos la HO cuando el P-VALOR presenta resultado menor a 0.05.

La información resumida sobre los resultados promedio del (ANOVA) se encuentra en la tabla 59. Esta tabla incluye los valores de los “P-VALORES REPRESENTATIVOS” de MDS = (P-VALOR = 0.033), CBR al 100%, 0.1” = (P-VALOR = 0.000) y CBR al 95 %, 0.1” = (P-VALOR = 0.000). Los resultados indican que los p-valores asociados a los tres tratamientos exhiben valores inferiores a 0.05. En consecuencia, la hipótesis nula (Ho) es rechazada, y se acepta la hipótesis alternativa (H1).

Al comparar los resultados promedio de manera estadística mediante el (Anova) y el método de comparación múltiple (Tukey), con un nivel de confianza del 95 %, para los promedios de MDS, CBR al 100% (0.1") y CBR al 95 % (0.1") en relación al suelo arcilloso de mediana plasticidad con partículas finas tratado con diferentes proporciones de RC ( 0%, 5%, 10%, 15%), se puede concluir que hay una variación significativa en las propiedades mecánicas de estos suelos en comparación con el suelo natural de referencia. Esta variación es considerada estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 5 %.

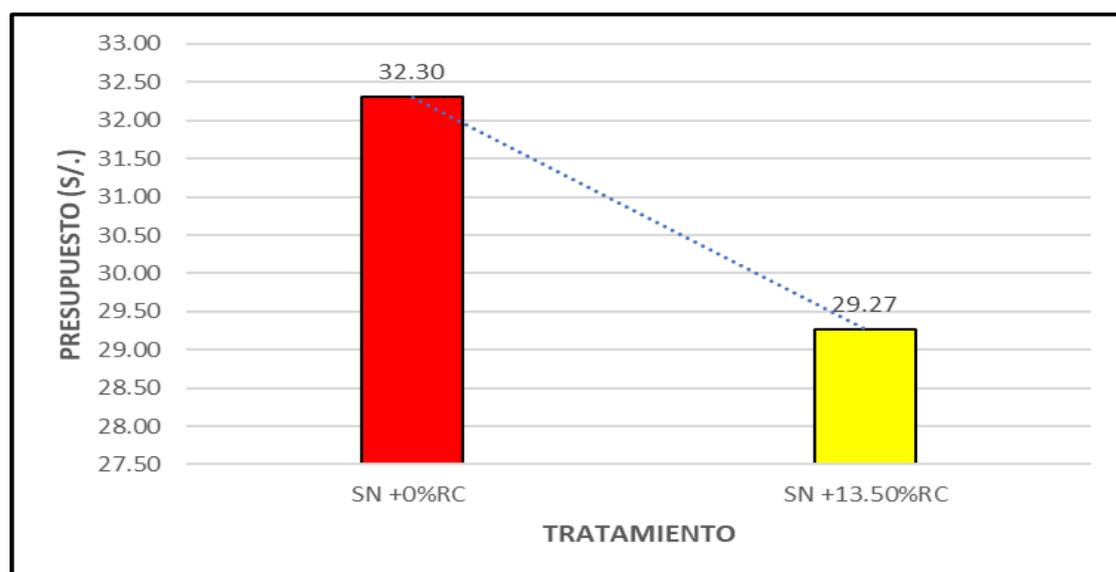
En conclusión, los residuos de concreto influyen favorablemente en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

#### 4.2.5. Costos de estabilización del suelo arcilloso con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.

**Tabla 60. Comparación de presupuestos de conformación de paquete estructural con mejoramiento y sin mejoramiento de la subrasante con RC., con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante de la VDE.**

MUESTRAS \ TRATAMIENTO	SN +0% RC	SN +13.50% RC	DIFERENCIA
<b>P-1</b>	30.84	28.43	2.41
<b>P-2</b>	31.51	29.18	2.33
<b>P-3</b>	34.54	30.19	4.35
<b>Promedio</b>	32.30	29.27	
<b>Varianza</b>	3.89	0.78	
<b>Observaciones</b>	3.00	3.00	

*Nota:* Presupuesto de estabilización de suelo arcillo para la conformación de paquete estructural



**Figura 20. Promedio de costos de conformación de paquete estructural con mejoramiento y sin mejoramiento de la subrasante con RC., con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

La Tabla 60 muestra los resultados de costos de estabilización del suelo arcilloso con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante de la VDE. En ella se observa los costos promedios por m<sup>2</sup> de conformación de un paquete estructural sin mejoramiento de subrasante (sin adición de RC) que cuesta S/. 32.30/m<sup>2</sup>, de la misma forma se observa el presupuesto promedio por m<sup>2</sup> de conformación de un paquete estructural con mejoramiento de subrasante adicionando RC optimo en 13.50%, cuyo valor es S/. 29.27/ m<sup>2</sup>. Además, la figura 20 muestra gráficamente el costo promedio de estabilización sin mejorar la subrasante y mejorando con RC para conformar el paquete estructural (pavimento flexible), finalmente, el costo promedio de construcción del paquete de pavimento flexible, mejorando la subrasante con concreto rehusado, es menor en comparación con el presupuesto patron (sin mejoramiento).

Por lo tanto, estabilizar el suelo subrasante de partículas finas con RC es una buena alternativa para rentabilizar el costo de conformación de paquete de pavimento flexible, con fines de contribuir a la estabilización de suelo arcillo en la VDE.

**Tabla 61. Prueba de T STUDENT de la diferencia de costos de conformación de paquete estructural con mejoramiento y sin mejoramiento de la subrasante con RC., con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Prueba para medias de dos muestras relacionadas	
95% de nivel de confianza de la diferencia	
Desviación estándar (Sd)	1.1439
Nivel de significancia	5%
Estadístico de prueba (t)	4.5881
Valor critico (t)	2.9200
P-VALOR	0.0222

Nota: P VALOR, obtenido del resultado de la prueba T STUDENT.

La Tabla 61 registra los resultados más importantes realizados en la prueba de T Student de medias de dos muestras relacionadas, de los promedios de costo de conformación de paquete estructural (pavimento flexible) con mejoramiento de la subrasante adicionando RC y suelo subrasante tratado en estado natural (sin adición) de RC., a fin de estabilizar la subrasante en la VDE. En esta tabla, se observa que el p-valor = 0.0222 tiene un valor pequeño inferior a 0.05, por lo que

se acepta que existe una diferencia significativa entre los promedios de costos de conformación de paquete estructural (pavimento flexible) con mejoramiento de la subrasante en relación al costo de conformación de paquete estructural (pavimento flexible) sin mejoramiento de la subrasante.

**Tabla 62. Cuadro comparativo de variación de costos, con el propósito de contribuir a la estabilización de la subrasante en la VDE.**

Tratamiento	Comparación de las alternativas más económicas entre la subrasante natural y con mejoramiento.			Promedio
	P1	P2	P3	
Total, de presupuesto sin mejorar la subrasante, para conformar el subbase y base por M2 de calzada	30.84	31.51	34.54	32.30
Total, de presupuesto con mejoramiento de subrasante con residuos de concreto al 13.50%, para conformar el subbase y base	28.43	29.18	30.19	29.27
Relación porcentual	92.19%	92.61%	87.41%	90.62%
Variación porcentual de costo	7.81%	7.39%	12.59%	9.38%

*Nota:* Resumen de presupuesto con mejoramiento y sin mejoramiento de la subrasante en la VDE.

De la Tabla 62 se evalúa técnicamente que los resultados de los presupuestos promedio indican que el uso de residuo de concreto para estabilizar el estrato arcilloso en la vía de Evitamiento, redujo el espesor del paquete estructural en 14 cm, esta disminución del espesor resultó en una reducción del costo de construcción del pavimento flexible en un 9.38 %, cuyo costo promedio se redujo de S/. 32.30/m<sup>2</sup> a S/. 29.27/m<sup>2</sup>, además, de las tres alternativas económicas, la primera opción (subrasante 30cm, base 20cm, subbase 20cm) es la más beneficiosa en términos económicos (reduciendo de S/30.84/m<sup>2</sup> a S/28.43/m<sup>2</sup>). De los resultados en referencia se desprende que, al estabilizar o mejorar la subrasante con concreto rehusado óptimo en un 13.50 %, se logra reducir el espesor del paquete estructural y, con ello, el costo de conformar el paquete estructural (pavimento flexible) es más económico y rentable.

#### 4.2.6. Comparación de hipótesis específica 3

- **Hipótesis-nula (H0)**

Los residuos de concreto no influyen adecuadamente en los costos de estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

- **Hipótesis-alterna (H1)**

Los residuos de concreto influyen adecuadamente en los costos de estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

Para tal efecto se considera:

Aceptamos la HO (hipótesis nula) siempre y cuando el "P-VALOR" presenta resultado mayor o por último igual a 0.05 o en todo caso rechazamos la HO cuando el P-VALOR presenta resultado menor a 0.05.

Resumiendo, la información proporcionada en la tabla 61 sobre la prueba de T Student para la diferencia entre medias de dos muestras relacionadas, se obtiene un "P-VALOR = 0.0222", esto indica que el valor (p-valor) del tratamiento es significativamente bajo, siendo menor a 0.05, como resultado, se rechaza la hipótesis nula (Ho) y se acepta la hipótesis alternativa (H1).

Desde una perspectiva estadística, basándonos en los resultados obtenidos de la prueba T Student para la diferencia entre medios de dos muestras relacionadas, podemos afirmar que existe una variación significativa o los resultados obtenidos no son iguales sobre la estabilización de suelo fino sin adición (antes) o con adición de residuos de concreto (después) para determinar el costo óptimo y rentable de conformación de paquete estructural (pavimento flexible), con un nivel de confianza de 5% para la estabilización de la subrasante en la VDE.

En conclusión, los residuos de concreto influyen adecuadamente en los costos de estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.

## **CAPÍTULO V: DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **DISCUSIONES**

- **Discusión 01**

Se compara los resultados encontrados con la teoría y antecedentes a fin de evaluar los resultados obtenidos en respuesta al objetivo general.

Se obtuvieron resultados importantes de los diferentes tratamientos del suelo natural testigo (SNT) tomado de las calicatas (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9) en combinación con porcentajes de residuos de concreto (RC) (0%, 5%, 10% y 15%). Estos tratamientos arrojaron resultados promedio significativos para las propiedades de L.L, L.P, I.P, H.N, MDS, H.O, CBR al 100% con 0.1" y CBR al 95 % con 0.1". En todos los ensayos realizados quedó demostrado que estabilizar la subrasante con residuo de concreto incide en las características y propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del suelo natural (muestras patrón) encontrado en la subrasante de la vía de Evitamiento, en el distrito y provincia de Abancay, región de Apurímac. Se evaluó el comportamiento que presenta el suelo en sus características y propiedades físicas y mecánicas, al determinar un valor del óptimo contenido de humedad bajo diferentes porcentajes

de residuo de concreto; así mismo aumentar el valor de la densidad máxima seca y también mejorar la capacidad de soporte del suelo (valor CBR) y, por un lado, el costo de estabilizar un suelo arcilloso mejorado con RC en términos económicos y seguridad fue rentable. Estos resultados serán valiosos para enriquecer la discusión en relación con estudios previos.

Por su parte Gonzales & Infante (5), en su trabajo de tesis para obtener título de Ingeniero Civil, de referencia como antecedente internacional, en principio propuso analizar la resistencia mecánica de los suelos mejorados con residuos de construcción y demolición (RCD). En este análisis, se llevaron a cabo tratamientos con diferentes proporciones de RCD (30%, 40% y 50%) mezcladas con la subrasante del suelo. Los resultados muestran que estos tratamientos tuvieron un impacto significativo en las propiedades del suelo, en la subrasante natural, se observó un contenido de humedad del 21.40%, un IP de 5.08 %, una DMS de 1.78 gr/cm<sup>3</sup>, un CBR al 100 % (0.1") del 8.6 % y un CBR al 95 % (0.1") del 3.9 %. Después de agregar un 30 % de RCD, se incrementó el contenido de humedad óptimo (CHO) al 9.33 %, la máxima densidad seca (MDS) aumentó a 1.91 gr/cm<sup>3</sup>, el CBR al 100 % se elevó al 16.83 % y el CBR al 95 % se situó en 9.33 %, con un 40 % de RCD, el CHO disminuyó al 6.65 %, la MDS aumentó a 2.02 gr/cm<sup>3</sup>, el CBR al 100 % aumentó a 28.5 % y el CBR al 95% llegó al 16.1 % e al incorporar un 50 % de RCD, el CHO se redujo al 5.6 %, la MDS aumentó a 2.08 gr/cm<sup>3</sup>, el CBR al 100 % (0.1") se incrementó a 40.55 % y el CBR al 95 % (0.1") se estableció en 22 %. Teniendo los resultados, se ha demostrado los cambios en su composición física y el incremento de la capacidad portante del estrato es significativo, cuando se usan diferentes cantidades de RCD en comparación con el suelo natural. En conclusión, se demostró que el suelo puede soportar cargas para pavimentación sin necesidad de reemplazo bajo condiciones naturales y con una compactación del 100 %, sin embargo, se destaca la importancia del uso de RCD por razones de seguridad y durabilidad. Resultado que permitió discutir con los resultados obtenidos.

Noriega & Villarreal (11), en su trabajo de tesis referenciado como antecedente nacional, plantearon evaluar la influencia de % concreto reciclado (CR) en la estabilización de suelos finos aplicado para un pavimento flexible. Inicialmente,

se llevaron a cabo tratamientos en el suelo natural mediante la adición de diferentes proporciones de CR en porcentajes de 7 %, 10 % y 12 %. De los mismos, se ha obtenido resultados importantes: de valores de máxima densidad seca (MDS), humedad óptima (HO) y CBR (0.1") tratados en estado natural, para C1 su (MDS = 2.48 gr/cm<sup>3</sup>, HO = 9.93%, CBR = 3.82%), C4 su (MDS = 2.48 gr/cm<sup>3</sup>, HO = 9.75%, CBR = 4.26%), C7 su (MDS = 2.5 gr/cm<sup>3</sup>, HO = 10.97%, CBR = 4.41%) y C 10 su (MDS = 2,48 gr/cm<sup>3</sup>, HO = 9.93%, CBR = 4.26%), de igual forma, se obtuvieron resultados importantes de MDS, HO y CBR (0.1") con adición de CR en proporción de (7%, 10% y 12%), para C1+7% CR (MDS=2.724 gr/ cm<sup>3</sup>, HO=7%, CBR, 0.1" = 67.01%), C1+10%RC (MDS=2.020 gr/ cm<sup>3</sup>, HO=8.42%, CBR, 0.1" = 146.41%) y C1 + 12% RC (MDS=2.143 gr/cm<sup>3</sup>, HO=10.63%, CBR, 0.1" = 114.12%), de la misma forma, obtuvieron valores de C4+7%RC (MDS=2.46 gr/ cm<sup>3</sup>, HO=8.03%, CBR, 0.1" = 64.69%), C4+10% RC (MDS=2.086 gr/ cm<sup>3</sup>, HO=8.83%, CBR, 0.1" = 127.96%), y C4 + 12%RC (MDS=2.98 gr/cm<sup>3</sup>, HO=10.99%, CBR, 0.1" = 124.12%), posteriormente, se muestra valores de C7 + 7% RC (MDS=2.758 gr/cm<sup>3</sup>, HO=7.94%, CBR, 0.1" = 73.68%), C7 + 10% RC (MDS=2.429 gr/cm<sup>3</sup>, HO=7.38%, CBR, 0.1" = 114.98%), y C7 + 12% RC (MDS=2.098 gr/cm<sup>3</sup>, HO=9.38%, CBR, 0.1" = 121.55%) respectivamente y finalmente se obtuvieron valores de C10+7% RC (MDS=2.734 gr/cm<sup>3</sup>, HO=7.63%, CBR, 0.1" = 77.59%), C10+10% RC (MDS=2.389 gr/cm<sup>3</sup>, HO=7.81%, CBR, 0.1" = 119.70%), y C10+12% RC (MDS=2.341 gr/cm<sup>3</sup>, HO=8.27%, CBR, 0.1"=131.09%) respectivamente. Después de obtener los resultados, han llegado a concluir que al añadir un 7 % de CR se logra alcanzar los estándares que establece la normativa MTC 2013. Al compactar el suelo subrasante de manera adecuada, se mejoró significativamente el CBR, alcanzando un valor superior al 30 % y ubicándose en la categoría de estrato excelente, por un lado, el CR es un producto influyente para utilizar como material estabilizante en el estrato arcilloso. Asimismo, con la incorporación de 10 % y 12 % no deja de ser más importante en mejorar su compactación, resistencia y aumentar su capacidad portante del suelo.

- **Discusión 02**

Se compara los resultados encontrados con la teoría y antecedentes a fin de determinar los resultados obtenidos en respuesta al objetivo específico 1.

De los diferentes tratamientos de suelo natural testigo (SNT) de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9) en combinación con porcentajes de (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, se lograron obtener resultados promedios importantes de L.L, L.P, I.P, H.N y H.O, con el propósito de contribuir en la estabilización de suelo arcilloso con residuos de concreto, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022, a continuación se presenta los resultados promedios obtenidos conforme al siguiente detalle:

- a) Para limite liquido (L.L) promedio del suelo sin tratamiento (SNT+0% RC) es 39.93 %, luego del suelo tratado (SNT+5% RC) es 37.22 %, seguido, del suelo tratado (SNT+10% RC) es 37.00 %, y finalmente del suelo tratado (SNT+15% RC) es 32.77 %.
  
- b) Para limite plástico (L.P) promedio del suelo sin tratamiento (SNT+0% RC) es 25.60 %, luego del suelo tratado (SNT+5% RC) es 24.99 %, seguido, del suelo tratado (SNT+10% RC) es 24.97 %, y finalmente del suelo tratado (SNT+15% RC) es 23.60 %.
  
- c) Para índice plástico (IP) promedio del suelo sin tratamiento (SNT+0% RC) es 14.34 %, luego del suelo tratado (SNT+5% RC) es 12.23 %, seguido, del suelo tratado (SNT+10% RC) es 12.03%, y finalmente del suelo tratado (SNT+10% RC) es 9.17 %.
  
- d) Para humedad natural (HN) promedio del suelo sin tratamiento (SNT+0% RC) es 14.80 %, luego del suelo tratado (SNT+5% RC) es 13.36%, seguido, del suelo tratado (SNT+10% RC) es 12.75%, y finalmente del suelo tratado (SNT+10% RC) es 11.53 %.
  
- e) Para humedad óptima (HO) promedio del suelo sin tratamiento (SNT+0% RC) es 15.52 %, luego del suelo tratado (SNT+5% RC) es 14.22 %, seguido, del suelo tratado (SNT+10% RC) es 13.76 %, y finalmente del suelo tratado (SNT+15% RC) es 12.81 %.

De los valores promedio mencionados previamente, se puede apreciar que el SNT sin tratar tiene el nivel más alto de valores promedio en los cinco

tratamientos. En segundo lugar, está el suelo que fue tratado con un 5 % de RC, seguido por el suelo tratado con un 10 % de RC, y finalmente, el suelo tratado con un 15 % de RC, que muestra valores más bajos en términos de LL, LP, IP, HN y HO respectivamente. A partir de los resultados obtenidos, se puede determinar, a medida que se incrementa los porcentajes propuestos (0%, 5%, 10%, 15%) de RC, su influencia es significativo y aceptable. Finalmente, el 15 % de RC logró obtener mejor resultado al disminuir su plasticidad e influir significativamente en la modificación de las características físicas de subrasante en la VDE., esto es notable ya que los valores inicialmente del suelo patrón exhibían características de un estrato arcilloso con alta presencia de finos de media a baja resistencia (Arcillas inorgánicas de baja plasticidad); sin embargo, al someterse a una modificación en sus propiedades físicas mediante la introducción de RC experimentó una transformación hacia una variante de plasticidad intermedia con las particularidades de un suelo arcilloso. Finalmente, los resultados promedio fueron respaldados mediante análisis de varianza (Anova), por lo tanto, se rechaza la hipótesis de que los promedios sean equivalentes desde una perspectiva estadística. Además, al llevar a cabo una comparación múltiple de Tukey con un nivel de confianza del 95 %, se fortalece la idea de que una diferencia significativa se hace evidente al evaluar los valores en diversos porcentajes de RC (0%, 5%, 10%, 15%) en relación con el suelo patrón. Esto respalda la evidencia del impacto de los residuos de concreto en las propiedades físicas de los suelos finos. Los resultados obtenidos servirán como base para un análisis comparativo con estudios previos.

Por su parte, López et al. (25), en su artículo de revista considerado como antecedente internacional de título “Polímeros para estabilización volumétrica de arcillas expansivas”, considera que los suelos arcillosos de baja plasticidad o de alta plasticidad (arcillas expansivas) experimentan cambios en su volumen debido a variaciones en el contenido de agua, ya sea por absorción o infiltración. Este tipo de estrato presenta riesgos considerables para construcciones de ingeniería civil debido a su falta de estabilidad. Para abordar esta problemática, la investigación se centró en la superficie del suelo utilizando polímeros en diversas proporciones (4%, 6%, 8% y 10%), los resultados obtenidos fueron significativos, demostrando una disminución en los límites de consistencia. El límite líquido llegó

de 89.7 % a 45.3 %, el límite plástico varió entre un 36 % y un 37 %, mientras que el límite de contracción aumentó de 36 % a 37 %, por último, el índice de plasticidad llegó de 53.75 % a 52 %. Con los resultados obtenidos han demostrado que el material polímero logra reducir la permeabilidad del suelo, mejora su estabilidad volumétrica y se incrementa su resistencia a las cargas, lo que implica una menor compresibilidad. Estos resultados son esenciales y poseen una relevancia fundamental para la comparación y corroboración con los estudios previos.

Por un lado, Zamora (21), en su tesis de investigación, considerado como antecedente local, para obtener los valores de IP., consideró 4 calicatas (C1, C2, C3 y C4) para realizar los tratamientos en suelo natural (SN), y en combinación de 10 %, 15 %, 20 % con reciclado de concreto (RC), de los ensayos se obtiene resultados importantes de IP para C1 ( SN=11.00%, SN+10%CR=10.33%, SN+15%RC=9.58% y SN+20%CR=8.88%), IP para C2 (SN=10.80%, SN+10%CR=9.78%, SN+15%RC=9.39% y SN+20%CR=8.60%), IP para C3 (SN=10.51%, SN+10%CR=9.75%, SN+15%RC=9.37% y SN+20%CR=8.70%), por ultimo IP para C4 (SN=9.89%, SN+10%CR=9.49%, SN+15%RC=9.03% y SN+20%CR=8.40%), con los resultados obtenidos logro concluir: Según MTC el suelo se clasifica en plasticidad media, asimismo el IP varia significativamente al incorporar el CR., en relación al tratamiento original. Resultados necesarios e importantes para comparar y corroborar con los estudios previos.

De acuerdo a las precisiones de Manual de carreteras (24), señala que la plasticidad es la propiedad de estabilizar un estrato con un cierto contenido de agua hasta un cierto límite sin desintegrarse o representa las características de estabilidad de un estrato con contenido de agua hasta cierto límite sin desintegrarse o es una propiedad estable que representa el estrato hasta cierto punto, limitando la humedad sin deteriorar, por un lado, para determinar la plasticidad del estrato, no depende de sus partículas de tamaño grande, pero sí de sus partículas sutiles (finos). Por lo tanto, el ensayo de granulometría no permite evaluar esta característica, por lo que es necesario determinar el límite de consistencia.

Los límites de Atterberg fundamentan la sensibilidad del comportamiento del suelo, variando según la cantidad de humedad presente. Estos límites definen tres estados coherentes en relación con su contenido de agua, lo que permite observar las características del suelo: líquido, plástico o sólido (2).

En lo que respecta al nivel de humedad, se reconoce como otro aspecto significativo del suelo es "el grado de humedad natural presente en él; la firmeza del suelo está particularmente vinculada a las partículas, las cuales guardan una relación directa con las condiciones de densidad y humedad presente en dichos terrenos (2).

- **Discusión 03**

Se compara los resultados encontrados con la teoría y antecedentes a fin de establecer los resultados obtenidos en respuesta al objetivo específico 2.

De los diferentes tratamientos de SNT de (C-1, C-2, C-3, C-4, C-5, C-6, C-7, C-8 y C-9) en combinación con porcentajes de (0%, 5%, 10% y 15%) de RC, se lograron obtener resultados promedios importantes de (MDS), (CBR al 100 %, 0.1") y (CBR al 95%, 0.1"), con fines de estabilización de suelo arcillo con residuos de concreto, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022, a continuación se presenta los resultados promedios obtenidos conforme al siguiente detalle:

- a) Para MDS promedio del suelo sin tratamiento (SNT+0% RC) es 1.714gr/cm<sup>3</sup>, luego del suelo tratado (SNT+5% RC) es 1.836gr/cm<sup>3</sup>, seguido, del suelo tratado (SNT+10% RC) es 1.862 gr/cm<sup>3</sup>, y finalmente del suelo tratado (SNT+15% RC) es 1.901 gr/cm<sup>3</sup>.
- b) Para CBR al (100%, 0.1") promedio del suelo sin tratamiento (SNT+0% RC) es 9.40 %, luego del suelo tratado (SNT+5% RC) es 12.57 %, seguido, del suelo tratado (SNT+10% RC) es 15.86 %, y finalmente del suelo tratado (SNT+15% RC) es 18.66 %.

c) Para CBR al (95%, 0.1") promedio del suelo sin tratamiento (SNT+0% RC) es 7.02 %, luego del suelo tratado (SNT+5% RC) es 10.30 %, seguido, del suelo tratado (SNT+10% RC) es 13.21%, y finalmente del suelo tratado (SNT+15% RC) es 13.92 %.

Los resultados promedio mencionados previamente, de MDS, CBR al 100 % (0.1") y CBR al 95% (0.1") indican que a medida que se incorporaron distintas proporciones (0%, 5%, 10%, 15%) de RC, el suelo experimentó un incremento gradual en su densidad y compactación, esto, a su vez, resultó en un incremento aceptable de su capacidad portante en los porcentajes mencionados en relación con los valores de la muestra patrón. En promedio, se observó que la influencia del RC fue más significativa cuando se incorporó un 15 % (la MDS se incrementó de 1.714gr/cm<sup>3</sup> a 1.901 gr/cm<sup>3</sup>, CBR al 100 % aumento de 9.40 % a 18.66 % y CBR al 95% mejoro de 7.02% a 13.92%). Los resultados demuestran de manera clara que la adición de RC mejora la densidad de compactación, mejora la capacidad portante del suelo y mejoró el comportamiento en términos de estabilidad del suelo compactado en la subrasante de la vía de Evitamiento.

Adicionalmente, los resultados promedio fueron sometidos a un análisis estadístico mediante el Anova, donde se rechaza la hipótesis de que los promedios son estadísticamente equivalentes y esto se refuerza con la comparación múltiple Tukey con 95 % de confiabilidad, que demuestra que el SNT tratado con 10 % y 15 % de RC difiere significativamente en comparación con las muestras de SNT y el suelo tratado con 5 % de RC. En resumen, se concluye que al menos dos de los resultados promedio son estadísticamente distintos con un nivel de confianza del 5%, resultados que respaldan las características mecánicas mejoradas del suelo de partículas de grano fino.

Resultados necesarios e importantes para comparar y corroborar con los estudios previos.

Para tal efecto, Zamora (21), en su tesis de investigación, referenciado como antecedente local, planteó estabilizar un suelo subrasante blando con concreto reciclado (CR), para este propósito, se planteó la obtención de valores de

densidad seca máxima (DSM), humedad óptima (HO), CBR al 100% y CBR al 95%, con 0.1". El tratamiento se llevó a cabo mediante la realización de 4 calicatas (C1, C2, C3 y C4). Estas calicatas fueron sometidas al tratamiento tanto en su estado natural como en combinación con RC en porcentajes propuestos de (10%, 15% y 20%), se observaron diferencias significativas en los resultados, especialmente en la calicata C4, del mismo, los resultados encontrados fueron: MDS = 2.00 kg/cm<sup>3</sup>, COH = 13.11 %, CBR al 100% = 6.54% y CBR al 95%=4.80%. Luego, con un 10% de RC, se adquirieron los siguientes valores: MDS = 2,01 kg/cm<sup>3</sup>, COH = 13.05 %, CBR al 100% = 13.52% y CBR al 95% = 9.00%. Con un 15% de RC, los valores fueron: MDS = 2.06 kg/cm<sup>3</sup>, COH = 12.13 %, CBR al 100% = 16.83% y CBR al 95 % = 12.40%. Por último, al utilizar un 20% de CR, los valores fueron: MDS = 1.98 kg/cm<sup>3</sup>, COH = 11.58%, CBR al 100% = 19.55% y CBR al 95% = 16.50%. Con los resultados obtenidos permitió concluir que la incorporación de CR mejora la compactación, reduce la plasticidad y aumenta la capacidad portante del suelo fino de manera significativa. Queda demostrado que la proporción de concreto reciclado influye favorablemente en la estabilización del suelo blando. Estos resultados son esenciales para comparar y corroborar con los datos obtenidos en estudios previos.

A continuación, por su parte, Cornejo & Hurtado (38), en su tesis de título de Ingeniero Civil referenciado como antecedente nacional, plantearon estabilizar el suelo subrasante en combinación con agregado de concreto reciclado (ACR) y agregado natural (AN), en ese término, obtuvieron resultados de control original (CBR=13.21% y MDS=1.98 gr/cm<sup>3</sup>) para tratamiento T-0 sin adicionar ACR y AN. Además, se registraron los valores de CBR y MDS para la subrasante con distintas proporciones de ACR y AN varía desde (T-1=35.34%, 2.02 gr/cm<sup>3</sup>), (T-2=35.95%, 2.09gr/cm<sup>3</sup>), (T-3=46.02%, 2.10gr/cm<sup>3</sup>), (T-4=48.94%,2.15gr/cm<sup>3</sup>), (T-5= 51.99%, 2.17 gr/cm<sup>3</sup>), (T-6=50.21%, 2.18gr/cm<sup>3</sup>), (T-7=52.08%, 2.18gr/cm<sup>3</sup>), (T-8= 55.55%,2.18 gr/cm<sup>3</sup>), (T-9= 59.67%, 2.18 gr/cm<sup>3</sup>), (T-10=59.31%, 2.19 gr/cm<sup>3</sup>) y (T-11=60.76%, 2.20 gr/cm<sup>3</sup>), respectivamente resultados obtenidos de dosificación de T-1 a T-11. En función de estos resultados, han demostrado que la capacidad de carga mejorada de la subrasante alcanzó un valor máximo de CBR del 60.76 %, con una variación de 3.62 %, este logro representó un aumento del 359.95 % en comparación con el tratamiento de control original. Asimismo, se

produjo el valor más alto de MDS, que fue de  $2.20 \text{ gr/cm}^3$ , superando en un 14.59 % al tratamiento de control. Es relevante mencionar que todos los suelos tratados con ACR y AN lograron clasificarse en la categoría de subrasantes excelentes según la clasificación del MTC (2014). Resultados necesarios e importantes para comparar y corroborar con los datos obtenidos.

En relación con este tema, López et al. (7), en su artículo científico, referenciada como antecedente internacional, se centró en mejorar la compactación de un suelo (M) mediante combinación de residuos de concreto. Los resultados obtenidos en su análisis granulométrico, pruebas de consistencia y densidad máxima seca (MDS) con y sin tratamiento resultaron ser de gran importancia. En cuanto a la distribución de partículas del estrato natural, se identificó un contenido de 93.5 % (material fino), 5.5 % (S) y 1 % (G), asimismo obtuvieron resultados de Atterberg para el suelo natural (LL = 45.8%, LP = 33% y IP = 12.8%); en base a los resultados obtenidos en su estado natural, se categorizó al suelo como limoso de mediana plasticidad (ML), además obtuvieron el valor de MDS natural =  $2.02 \text{ t/m}^3$ . Luego, se llevaron a cabo los tratamientos correspondientes utilizando una combinación de suelo lutita + residuos de concreto en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1 (Lutita: RCD), de la mezcla de los materiales se desprende resultados importantes para MDS (Proctor normal): de tratamiento 1:1 el valor de MDS =  $1.98 \text{ t/m}^3$  con 13% de humedad óptima (HO), luego para tratamiento 2:1 el valor de MDS =  $2.06 \text{ t/m}^3$  con 14% de HO, finalmente para tratamiento 3:1 su valor de MDS =  $2.04 \text{ t/m}^3$  con 13% de HO. Al evaluar estos resultados, llegaron a la conclusión de que la adición de RC mejoró la compactación, siendo más destacado en la mezcla 2:1, donde la MDS aumentó de  $2.02 \text{ t/m}^3$  (valor natural) a  $2.06 \text{ t/m}^3$  (valor tratado). Artículo científico que demostró la compactabilidad del suelo limoso utilizando diferentes combinaciones de RC., incrementando sus características físicas y mecánicas del suelo. Resultados necesarios e importantes para comprobar y corroborar con los datos obtenidos.

Según los resultados alcanzados por Noriega & Villarreal (11), al reemplazar los estratos arcillosos con 7 %, 10 % y 12 % de concreto reciclado (CR), concluyeron que con la menor proporción de 7 % de CR se logra cumplir con las

especificaciones establecidas por las normativas, en conclusión, determina que los tres tratamientos cumplen ampliamente con lo exigido por la norma con fines de pavimentación, y de acuerdo a los argumentos de Mamani (12), en su tesis se demostró el comportamiento favorable de los factores mecánicos y físicos del suelo utilizando diferentes tratamientos con residuos de la construcción, utilizando un 5 % y 10 % de residuo y tenido mejores resultados con la adición al 10 %, esta proporción cumplió un Índice de plasticidad (IP) de 6.75 %, una densidad máxima seca (MDS) de 2.022 gr/cm<sup>3</sup> y un valor de California Bearing Ratio (CBR) al 100 % de 61.05 %. Resultados necesarios e importantes para comprobar y corroborar con los datos obtenidos.

Al respecto, Ospina et al. (15), realizaron un estudio en el cual incorporaron diversos porcentajes (25%, 50% y 75%) de escoria de acero. Llegaron a la conclusión de que la escoria de acero es una alternativa sumamente beneficiosa para mejorar tanto las propiedades físicas como mecánicas de un sustrato de suelo arcilloso caolinita. Estos resultados respaldan la utilización eficaz de residuos y su aprovechamiento eficiente.

De acuerdo con el argumento de Manual de carreteras (2), se precisa que “en la etapa de construcción, el suelo que se encuentra dentro de los 30cm en la parte inferior del nivel superior de la subrasante será consolidado al 95 % de MDS, mismo, es obtenida por la prueba Proctor modificado” (p.23).

De acuerdo con las precisiones de Manual de carreteras (2), se precisa que “la determinación del contenido de humedad natural (prueba MTS EM 108) permitirá la comparación con el contenido de humedad óptimo alcanzable por la prueba Proctor y también proporcionará valores de CBR (MTC EM 132) prueba. Si la humedad natural es igual o inferior a la humedad óptima, el diseñador recomienda una compactación normal y el uso de agua suficiente. Si el contenido de humedad natural es mayor que el contenido de humedad óptimo y dependiendo de la saturación del suelo, es necesario aumentar la energía de compactación, y/o permitir la aireación del estrato o reemplazar el material saturado.” (p.39).

- **Discusión 04**

Se compara los resultados encontrados con la teoría y antecedentes a fin de analizar los resultados obtenidos en respuesta al objetivo específico 3.

Teniendo los resultados de análisis de costos de estabilización de subrasante de la VDE., se obtuvieron los costos promedios de estabilización de suelos finos para conformación de un paquete estructural sin mejoramiento de subrasante (sin adición de residuos de concreto) que cuesta S/. 32.30/m<sup>2</sup>, de la misma forma, se obtuvo el presupuesto promedio por m<sup>2</sup> de conformación de un paquete estructural con mejoramiento de subrasante, al agregar residuos de concreto óptimo en un 13.50 %, cuyo valor es S/. 29.27/m<sup>2</sup>, y técnicamente, los resultados establecieron que se logra una reducción de costos en 9.38 % al utilizar RC en el proceso de “Estabilización de suelo arcillo con residuos de concreto, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022”, los resultados indican que al estabilizar el estrato arcilloso y mejorar su composición física y mecánica mediante el uso de RC, se reduce el espesor del paquete estructural, lo que a su vez disminuye el costo de construcción del pavimento flexible, haciendo más económico y rentable. Resultados obtenidos que permitirá discutir con los estudios previos.

Por su parte, Quispe (17), en su tesis de investigación, tomado como antecedente nacional, ha demostrado realizar el análisis de los costos de estabilización de la subrasante utilizando diferentes porcentajes (20, 30, 40) % de residuos de construcción y demolición (RCD) por metro cúbico (m<sup>3</sup>). Sus resultados indicaron que no todos los materiales utilizados como estabilizantes resultaron económicamente favorables. Específicamente, los costos de mejorar la subrasante con residuos de concreto (RC) y residuos de ladrillo (RL) fueron un 29 % y un 71 % más altos, respectivamente, en comparación con el uso de material de cantera (MC) como control. En contraste, el uso de material de revestimiento (MR) redujo los costos en un 20 %. En resumen, concluyó que elegir MR para estabilizar la subrasante resultó en una reducción del costo en comparación con MC, mientras que RC y RL no fue rentable.

Por un lado, Escalante (18), en su trabajo de tesis de grado, tomado como antecedente nacional , en base a los resultados, ha demostrado el costo de la

estabilización con reciclado de concreto hidráulico (RCH), fue de S/ 13,650,084.78 para un período de 10 años, y compararlo con el costo del expediente técnico de estudio previo que utilizó geomallas (S/ 15 021 833.51), se evidencia que al mejorar la capacidad portante del suelo mediante el uso de reciclado de concreto hidráulico óptimo se logró reducir el espesor del paquete estructural en 5 cm, esta reducción condujo a un ahorro de S/ 1 371 748.73 en la carretera LO-103, lo que indica una significativa mejora económica de la aplicación de RCH. Resultados necesarios e importantes para comparar y corroborar con los datos obtenidos.

## CONCLUSIONES

1. Después de obtener los resultados físicos y mecánicos en el presente estudio, se demuestra que la adición de concreto rehusada mejora las propiedades físicas y mecánicas del estrato arcilloso, lo vuelve más estable y apropiado para estabilizar la subrasante de la vía de Evitamiento del distrito y provincia de Abancay. En este contexto, el mayor logro significativo se obtiene al añadir el 15 % de residuos de concreto, lo que conduce a una mejora en la gradación de sus propiedades físicas y un aumento en la resistencia mecánica.
2. Basándonos en los resultados del estudio de las propiedades físicas del suelo, se ha demostrado que la utilización del concreto reciclado ha conducido a la reducción de los valores del límite líquido, límite plástico, índice plástico, humedad natural y contenido de humedad óptimo. Estos valores han disminuido de manera gradual a medida que se han incorporado diferentes proporciones de residuo de concreto. La mayor reducción de los parámetros físicos se logra al agregar un 15 % de residuos de concreto, transformando significativamente un suelo arcilloso de resistencia baja en uno con plasticidad intermedia. En consecuencia, se ha determinado que la influencia del concreto reciclado es influyente y beneficiosa en los porcentajes sugeridos del presente estudio.
3. En cuanto a los valores promedio encontrados de máxima densidad seca (MDS) de la subrasante, a medida que se agregó los porcentajes de concreto rehusado el MDS aumento gradualmente y el resultado significativo se alcanzó al agregar un 15 % de residuos de concreto, debido al incremento en la resistencia mecánica, alcanzando un  $1.901 \text{ gr/cm}^3$  desde un  $1.714 \text{ gr/cm}^3$ , aumentando en 10.91 % respecto al patrón original, mientras tanto, al adicionar mayores porcentajes de concreto rehusado el incremento de MDS fue poco significativo, resultados han demostrado que los residuos de concreto influyen significativamente en la densidad del estrato arcilloso.

Después de obtener los resultados, se encontró que la adición de un 15 % de residuos de concreto mejoró significativamente el valor del CBR al 95 % (0.1") de 7.02 % a 13.92 % y al 100 % (0.1") de 9.40 % a 18.66 %, aumentando en un 98.29 % y 98.51 % respectivamente, en comparación con el patrón original. Además, según el análisis gráfico, se demuestra que la cantidad ideal de concreto rehusado para mejorar la capacidad portante del suelo es del 13.50 %, agregar más residuo de concreto resulta en poca mejora significativa. Esto reclasifica el suelo como subrasante BUENA según los estándares del MTC 2014, se confirma que el uso de residuo de concreto es apropiado para estabilizar la subrasante en la vía de Evitamiento del distrito y provincia de Abancay.

4. Obtenido los resultados de costos de estabilización de suelo arcilloso, se redujo el espesor del paquete estructural en 14 cm y esta disminución del espesor resultó en una reducción del costo de construcción del pavimento flexible en un 9.38%, cuyo costo promedio se redujo de S/. 32.30/m<sup>2</sup> a S/. 29.27/m<sup>2</sup>, además, de las tres alternativas económicas, la primera opción (base 20cm, subbase 20cm) es la más beneficiosa en términos económicos, logrando reducir de S/30.84/m<sup>2</sup> a S/28.43/m<sup>2</sup>. Resultados demostraron ser significativos en la mejora de la subrasante de obras viales, en términos de seguridad, mejoraron el rendimiento del pavimento y, por un lado, generaron ventajas ambientales al reutilizar el concreto reciclado en lugar de depositarlo en vertederos.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda utilizar el residuo de concreto como método de estabilización en la subrasante de la vía de Evitamiento en Abancay, región Apurímac, especialmente en suelos de tipo CL y ML o en suelos con propiedades similares a los suelos de partículas finas, debido a que los resultados demostraron en mejoras cuantitativas en el valor del contenido de humedad óptimo, la MDS y la capacidad de soporte del suelo.
2. Basado en los resultados de este estudio, se recomienda emplear residuos de concreto en un porcentaje del 15 % para mejorar las propiedades físicas de los suelos finos de tipo CL y ML en aplicaciones geotécnicas. Este porcentaje ha demostrado reducir significativamente los parámetros físicos, como lo confirman los resultados de la investigación.
3. De los resultados obtenidos, y esto al evaluar gráficamente el valor de CBR vs el porcentaje de residuo de concreto, se recomienda utilizar el concreto rehusado en el análisis del ensayo del CBR y MDS solo hasta el 13.50 % de la combinación, ya que en ese punto se observa un aumento significativo en el valor del CBR y MDS., superar este porcentaje resulta en un aumento poco significativo de las propiedades mecánicas en comparación con el estrato original, por lo que el 13.50 % representa la proporción ideal para obtener el valor máximo de CBR y MDS.
4. Con los resultados de la evaluación económica y el beneficio al medio ambiente mitigando su contaminación y como aporte a la sociedad, se recomienda a las instituciones públicas y privadas el uso de este tipo de mejoramiento de subrasante en la construcción de obras viales que tomen en cuenta el utilizar el residuo de concreto y además con esta técnica mejorar los diferentes proyectos de obras civiles.
5. Se recomienda realizar mayores investigaciones del uso del concreto reciclado para otros tipos de obras civiles y determinar con mayor detalle el impacto al

medio ambiente que produce la reutilización de concreto reciclado, así como el impacto que nos está generando la explotación de canteras en la localidad.

6. Se recomienda, para investigaciones posteriores, se realicen estudios de análisis de costos utilizando otros productos estabilizantes, como materiales de cantera, estabilizadores químicos y estabilizadores geosintéticos con el propósito de evaluar las diferencias en los costos asociados a la estabilización de suelos arcillosos y, en base a los resultados obtenidos, determinar cuál de estos materiales es más rentable económicamente.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. JIMENEZ, E and GARCÍA, H. Aprovechamiento de los RCD en proyectos de construcción y conservación de pavimentos urbanos. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogota: Universidad Católica de Colombia. 2016. p. 81. (Fecha de consulta: 04 de febrero de 2016). Disponible en: <http://hdl.handle.net/10983/13905>.
2. R.D. N<sup>o</sup> 05 - 2013 - MTC/14. Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos: Sección de suelos y pavimentos. *Diario oficial El Peruano*. Lima, Peru : s.n., 18 de febrero de 2013.
3. IBAÑEZ, N and DAMIAN, G. Indicadores de desertificación en Apurímac: relaciones espaciales entre degradación de suelos y presiones antrópicas. *Soluciones Prácticas – ITDG*. Lima, Perú : s.n., 2010. p. 16.
4. INGEMMET. Inspección de peligros geológicos en el terreno para la construcción del centro de salud de Andarapa. Andahuaylas, Apurímac : s.n., mayo de 2020. pág. 28.
5. GONZALES, H and INFANTE, C. Análisis del comportamiento mecánico de los suelos encontrados en la localidad de Rafael Uribe Uribe al ser mejoradas con residuos de construcción y demolición (RCD). Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Bogota DC., Colombia: Universidad Distrital Francisco Jose de Caldas*. mayo 2021. p. 94. (fecha de consulta: 02 de febrero de 2023). Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/26622>.
6. BELLERA, J. Evaluación del uso de mezclas de suelos cohesivos con la fracción fina de residuos de construcción y demolición. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *La Almunia: Universidad Zaragoza*. 05 de junio de 2019. pág. 174. (Fecha de consulta: 03 de febrero de 2023). Disponible en: <https://zaguan.unizar.es/record/85485>.
7. LOPEZ , P, et al. Mejora en la compactabilidad de un suelo limoso mediante la elaboración de mezclas con residuos de construcción y demolición. *Revista de Sociedad Geológica de España (En línea)*. noviembre 25, 2016. pp. 1 - 4. (Fecha de consulta: 03 de febrero de 2023). ISSN (Internet): 2173-6545. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10272/14542>.

8. MORENO, E. Estabilización de Suelos Arcillosos con Residuos de la construcción y demolición. Tesis (Doctor en Ciencias de los Materiales). *Hidalgo, Mexico*. 2018. pág. 153. (fecha de consulta: 03 de febrero de 2023). Disponible en: <http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/2319/Estabilizaci%C3%B3n%20de%20suelos%20arcillosos%20con%20residuos%20de%20la%20construcci%C3%B3n%20y%20demolici%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
9. MARTÍNEZ, J and CASTRO, J. Aprovechamiento de los residuos de construcción y demolición (RCD) para ser reutilizados como agregados en el diseño de mezclas asfálticas en caliente. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Bogotá: Universidad distrital Francisco José de Caldas*. 2017. p. 69. (fecha de consulta: 03 de febrero de 2023). Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/7019/CastroVanegasRafaelRica?sequence=7>.
10. PERÉZ, I, TOLEDANO, M and TAIBO, J. Empleo de residuos de construcción y demolición en mezclas bituminosas. *Universidade da Coruña, España*. 2008. (fecha de consulta: 03 de febrero de 2023). ISBN: 978-84-380-0394-7. Disponibles en: <http://hdl.handle.net/2183/19907>.
11. NORIEGA, A and VILLARREAL, K. Influencia del porcentaje de concreto reciclado en la estabilización de suelos arcillosos para la sub-rasante para un pavimento flexible, de una trocha de 10 km en los sectores de Alto Huallaga hasta La Merced, Laredo-La Libertad-2020. Tesis (Ing. Civil). *Trujillo - Perú: Universidad Privada del Norte*. 2020. p. 424. (fecha de consulta: 03 de febrero de 2023). Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/24325>.
12. MAMANI, R. Mejoramiento de las propiedades Mecánicas de Suelos con Adición de residuos de la Construcción y Demoliciones para la Construcción de la Base de Pavimentos de la Ciudad de Juliaca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Juliaca - Perú: Universidad Andina*. 2019. (fecha de consulta: 03 de febrero de 2023). Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/4429>.
13. CORNEJO, J and HURTADO, M. Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray, Cusco 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Cusco, Perú*:

- Universidad Continental*. 2022. p. 131. (Fecha de consulta: 22 de marzo 2023). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11371>.
14. QUEZADA, S. Estudio comparativo de la estabilización de suelos arcillosos con valvas de moluscos para pavimentación. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Piura: Universidad de Piura*. 2017. pág. 122. (fecha de consulta: 04 de febrero de 2023). Disponible en: <https://hdl.handle.net/11042/3207>.
  15. OSPINA, M, CHAVES, S and JIMÉNEZ, L. Mejoramiento de subrasantes de tipo arcilloso mediante la adición de escoria de acero. *Revista de Investigación Desarrollo e Innovación (en línea)*. febrero 26, 2020. Vol. 11, 1, pp. 185-196. (fecha de consulta: 04 de Marzo de 2023). ISSN: 2027-8306. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/20278306.v11.n1.2020.11692>.
  16. OCHOA, S. Estudio experimental sobre la estabilización de una subrasante limo arcillosa con RCD-concreto fino (partículas < 2mm) para aplicación en pavimentos. Tesis (Título de Ingeniera Civil de Infraestructura). *Foz do Iguaçu: Universidad Federal de Integración Latino-Americana*. 2019. pág. 63. (fecha de consulta: 04 de febrero de 2023). Disponible en: <http://dspace.unila.edu.br/123456789/5903>.
  17. QUISPE, J. Estabilización de subrasante mediante uso de residuos de construcción y demolición - Jirón Amazonas Distrito de Chilca. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Huancayo - Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú*. 2020. pág. 160. (Fecha de consulta: 30 de abril 2023). Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.12894/7291>.
  18. ESCALANTE, J. Reciclado de concreto hidráulico para el mejoramiento del CBR en subrasantes de suelos arcillosos en carreteras. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Lima - Perú: Universidad Ricardo Palma*. 2021. pág. 128. (Fecha de consulta: 01 de mayo de 2023). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4692>.
  19. FARFAN, J. Estabilización de subrasantes blandos con aditivos naturales en la vía de Evitamiento Abancay, Apurímac, 2020. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Lima - Perú: Universidad César Vallejo*. 2021. p. 123. (fecha de consulta: 04 de febrero de 2023). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/57248>.
  20. TACCA, J. Estabilización de suelo arcilloso con adición de cal para mejoramiento de la subrasante, Vía de evitamiento, Abancay - Apurímac,

2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Lima: Universidad Cesar Vallejo*. 2021. pág. 114. (fecha de consulta: 02 de febrero de 2023). Disponible en: [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58189/Tacca\\_HJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/58189/Tacca_HJA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
21. ZAMORA, J. Estabilización de subrasantes blandas modificados con concreto reciclado en caminos vecinales, carretera Osnomocco – Atumpata Alta, Abancay, Apurímac 2021. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo*. 2021. pág. 187. (Fecha de consulta: 23 de marzo 2023). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/92622>.
22. CRESPO, C. Mecánica de suelos y cimentaciones (en línea). 5ª. ed. Mexico : Limusa S.A., 2004. pág. 652 (fecha de consulta: 04 de febrero de 2023). Capítulo I. Cimientos. Capítulo II. Mecánica de suelos. ISBN: 968-18-6489-1. Disponible en: <https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf>.
23. FERNANDEZ, C, ZAMUDIO, E and CEBALLOS , M. Estabilización de suelos con cementantes hidráulicos de alto contenido de MIC's (en línea). *ResearchGate*. marzo 2008. pp. 539-546. (fecha de consulta: 05 de Marzo de 2023). Disponible en: <https://www.researchgate.net/scientific-contributions/Carlos-Fernandez-Loaiza-2245458218>.
24. R.D. N° 10 - 2014 - MTC/14. Manual de Carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos: Sección suelos y pavimentos. *Diario oficial El Peruano*. Lima, Perú : s.n., 09 de abril de 2014.
25. LÓPEZ, T, et al. Polímeros para la estabilización volumétrica de arcillas expansivas. *Revista Iberoamericana de Polímeros (en línea)*. enero 2010. Vol. 11, (3), pp. 159–168. (fecha de consulta: 05 de marzo de 2023). Disponible en: <https://reviberpol.files.wordpress.com/2019/07/2010-lopez.pdf>.
26. CRESPO, C. Vías de comunicación: Caminos, ferrocarriles, aeropuertos, puentes y puertos. 4ta. ed. Mexico : Limusa, 2007. pág. 736. ISBN-13: 978-968-18-6858-1.
27. FONTALVO, O, MEDRANO, B and NADAD , F. Estabilización con cal del suelo de la ciudad de Cartagena para ser utilizado como base. Tesis (Título de Ingeniero Civil). *Cartagena de Indias: Universidad Tecnológica de Bolívar*. abril 28, 2006. p. 182. (fecha de consulta: 05 de febrero de 2023). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12585/3544>.

28. FRANKIE. Permeabilidad de los suelos: concepto y determinación («in situ» y en laboratorio) (En línea). 3 de abril de 2013. (Fecha de consulta: 24 de marzo 2023). Disponible en: <https://estudiosgeotecnicos.info/index.php/permeabilidad-de-los-suelos/>.
29. KRAEMER , C, et al. Ingeniería de carreteras (en línea). [ed.] Concepción Fernández Madrid. s.l., España : Amelia Nieva, 2004. p. 586. (fecha de consulta: 05 de marzo de 2023). ISBN: 84-481-3998-4 (volumen II). Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Ingenieria\\_de\\_Carreteras\\_Vol\\_II\\_Carlos\\_K.pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Ingenieria_de_Carreteras_Vol_II_Carlos_K.pdf).
30. RAMÓN, B. Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante por medio de la aplicación de correlación deflectométrica (en línea). Lima, Perú : Premio Graña y Montero, marzo de 2013. (fecha de consulta: 05 de marzo de 2023). Disponible en: <https://docplayer.es/32898217-Premio-grana-y-montero.html>.
31. DECRETO SUPREMO N° 019-2016-VIVIENDA. Decreto Supremo que modifica el Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición, aprobado por Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA (en línea). *Diario Oficial El Peruano*. Lima, Perú : s.n., 21 de octubre de 2016. (Fecha de consulta: 25 de marzo 2023). Disponible en: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/decreto-supremo-que-modifica-reglamento-gestion-manejo-residuos-las>.
32. DECRETO SUPREMON° 003-2013-VIVIENDA. Aprueban Reglamento para la Gestión y Manejo de los Residuos de las Actividades de la Construcción y Demolición (en línea). *Diario Oficial El Peruano*. Lima, Perú : s.n., 8 de febrero de 2013. (Fecha de consulta: 25 de marzo 2023). Disponible en: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-reglamento-para-la-gestion-y-manejo-de-los-residuos-decreto-supremo-n-003-2013-vivienda-899557-2/>.
33. DECRETO SUPREMO N° 017-2007-MTC. Aprueban Reglamento de Jerarquización Vial (en línea). *Diario Oficial El Peruano*. Lima , Perú : s.n., 26 de mayo de 2007. (fecha de consulta: 25 de marzo 2023). Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/Regl.%20de%20Jerarquizaci%C3%B3n%20Vial.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/Regl.%20de%20Jerarquizaci%C3%B3n%20Vial.pdf).

34. CABEZAS , E, ANDRADE , D and TORRES , J. Introducción a la metodología de la investigación científica (en línea). Sangolquí, Ecuador : Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, octubre 2018. (fecha de consulta: 06 de marzo de 2023). ISBN: 978-9942-765-44-4. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/15424/1/Introduccion%20a%20la%20Metodologia%20de%20la%20investigacion%20cientifica.pdf>.
35. ARIAS , F. El Proyecto de Investigación (en línea). 6ª. Ed., Caracas, Venezuela : Editorial Episteme, C.A, julio de 2012. (fecha de consulta: 05 de marzo de 2023). ISBN: 980-07-8529-9. Disponible en: <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf-1.pdf>.
36. HERNÁNDEZ, R, FERNÁNDEZ, C y BAPTISTA, M. Metodología de la Investigación (en línea). 6ª. Ed., s.l., México : Editorial Miembro de la Cámara Nacional de la Industria, 2014. (fecha de consulta: 06 de marzo de 2023). ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.
37. LERMA , H. Metodología de la investigación: propuesta, anteproyecto y proyecto (en línea). 4ª. Ed., Bogotá , Colombia : Ecoe Ediciones, agosto de 2009. (fecha de consulta: 06 de marzo de 2023). ISBN: ISBN 978-958-648-602-6. Disponible en: [https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_propuesta\\_anteproyecto\\_y\\_proyecto.pdf?fbclid=IwAR0hrerUV8TeqDNMLMiOK8QmMVxXGvo9I62yIChXr4gl4ZgS5jDjpnFhSFw](https://www.sijufor.org/uploads/1/2/0/5/120589378/metodologia_de_la_investigacion_propuesta_anteproyecto_y_proyecto.pdf?fbclid=IwAR0hrerUV8TeqDNMLMiOK8QmMVxXGvo9I62yIChXr4gl4ZgS5jDjpnFhSFw).
38. CORNEJO, J y HURTADO, M. Estabilización de subrasante con concreto reciclado y agregado natural, mediante métodos granulométricos, carretera Maras - Moray, Cusco 2021. Tesis (Titulo de Ingeniero Civil). Cusco Perú: Universidad Continental. 2022. pág. 130. (Fecha de consulta: 31 de marzo 2023). Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11371>.

## **ANEXOS**

## Anexo 1

### Matriz de consistencia

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Método
P. General	O. General	H. General	Variable independiente		<p><b>Tipo.</b> El tipo de investigación de acuerdo al propósito es aplicada.</p> <p><b>Alcance.</b> La investigación de acuerdo a Hernández et al., (2014) es explicativo.</p> <p><b>Método.</b> El método que se utilizó en la investigación fue el método hipotético deductivo, que es considerado como uno de los mejores modelos para precisar el método científico.</p> <p><b>Diseño de investigación.</b> Corresponde al diseño experimental.</p> <p><b>Población.</b> Por lo tanto, la población de estudio será la vía de Evitamiento, provincia de Abancay.</p> <p><b>Muestra.</b> En la presente investigación la muestra fue conformada por la vía de Evitamiento comprendido entre el Km 03+464 hasta el Km 12 + 270, que comprende nueve calcatas.</p>
¿Cuál es la influencia de los residuos de concreto en la estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022?	Evaluar la influencia de los residuos de concreto en la estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022	La incorporación de los residuos de concreto influye favorablemente en la estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022.	✓ Proporción de residuos de concreto	✓ Arena de residuos de concreto	
P. Específicos	O. Específicos	H. Específicas	Variable dependiente		
¿Cómo influye los residuos de concreto en las propiedades físicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022?	Establecer la influencia de los residuos de concreto en las propiedades físicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022	Los residuos de concreto influyen favorablemente en las propiedades físicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022		✓ Propiedades físicas	
¿Qué resultado se obtiene de la influencia de los residuos de concreto en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022?	Determinar los resultados de la influencia de los residuos de concreto en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022	Los residuos de concreto influyen favorablemente en las propiedades mecánicas del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022	✓ Estabilización de suelos arcillosos	✓ Propiedades mecánicas	
¿Cuál es el análisis de la influencia de los residuos de concreto en los costos de estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022?	Analizar la influencia de los residuos de concreto en los costos de estabilización del suelo arcilloso, para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022	Los residuos de concreto influyen adecuadamente en los costos de estabilización del suelo arcilloso para el mejoramiento de la subrasante en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay – Apurímac, 2022		✓ Costo de estabilización	

## Anexo 2

### Panel fotográfico del desarrollo de la tesis



**Figura 21. Inicio del tramo de la vía de Evitamiento de la provincia de Abancay – Apurímac, KM. 0+000 (UTM -13.639926836595835 Norte, -72.90377772814587 Este).**

En la figura 21 se evidencia la ubicación de la vía de Evitamiento de la provincia de Abancay – Apurímac, así como la ubicación del cartel de obra en la progresiva km 0+000, sobre todo indica el inicio de la vía que corresponde a la intersección de la carretera Ruta Nacional 3S o actual Panamericana (a la altura del km771+680) con un acceso existente (cerca del grifo Wari) hacia al lado izquierdo con coordenadas UTM aproximadas de 726,614 este y 8°490,864 norte, y la vía culmina en el kilómetro 780+850 (Granja San Antonio) de la misma ruta, en el lado izquierdo, con coordenadas UTM aproximadas de 732,070.466 este y 8°494,632 norte, y tiene una longitud total de 12+830 km en su eje principal.



**Figura 22. Localización de zonas críticas y reconocimiento para la apertura de las calicatas, km 03+464, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM -13.632132112106024 Norte, -72.90552559522882 este)**

En la figura 22 se evidencia el proceso de localización y ubicación de zonas críticas, reconocimiento de la vía Evitamiento para la ejecución de las calicatas, en resumen, englobando para orientar la exploración del subsuelo mediante la ejecución de calicatas en zonas más críticas, donde predomine la existencia de un suelo arcilloso, de igual forma, las calicatas se ejecutarán estratégica y alternadamente en el tramo de la vía.



**Figura 23. Localización de la zona de demolición de residuos de concreto en la Av. Prado Bajo con Jr. Junín, según NTP 400.050 (UTM -13.633457569896146 Norte, -72.87850903981744 este).**

En la figura 23 se evidencia la localización de la zona de demolición de residuos de concreto en la Av. Prado Bajo con Jr. Junín del distrito y provincia de Abancay – Apurímac, es importante destacar que, para el desarrollo y crecimiento de la provincia de Abancay en el departamento de Apurímac, se están llevando a cabo diversos proyectos, como la mejora de la accesibilidad tanto peatonal como vehicular, así como la renovación, mantenimiento, rehabilitación y ampliación de infraestructuras relacionadas con agua potable,

desagüe, pavimentación y aceras, tanto en el área urbana como en los barrios periféricos. La cual este tipo de proyectos antiguos generan materiales de concreto reciclado in situ.



**Figura 24. Localización de la cantera La sorpresa (UTM -13.648042397804282 norte, -72.91461475074428 este)**

La figura 24 muestra la localización de la cantera La sorpresa, se evidencia su ubicación a la altura de la carretera Panamericana Abancay, Puquio - Lima (a 4 km de la ciudad de Abancay), con coordenadas UTM - 13.648042397804282 norte, -72.91461475074428 este.



**Figura 25. Trituración de residuos de concreto en la cantera La sorpresa (UTM - 13.647897024569449 norte, -72.9149840837727 este)**

La figura 25 muestra el proceso de trituración de residuos de concreto y la localización de la planta de la cantera La sorpresa.



**Figura 26. Calicata C1, KM 3+464, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.632147181391227 norte, -72.90561943327914 este)**



**Figura 27: Calicata C2, km 3+776, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.632530593541418 norte, -72.90300279340312 este)**

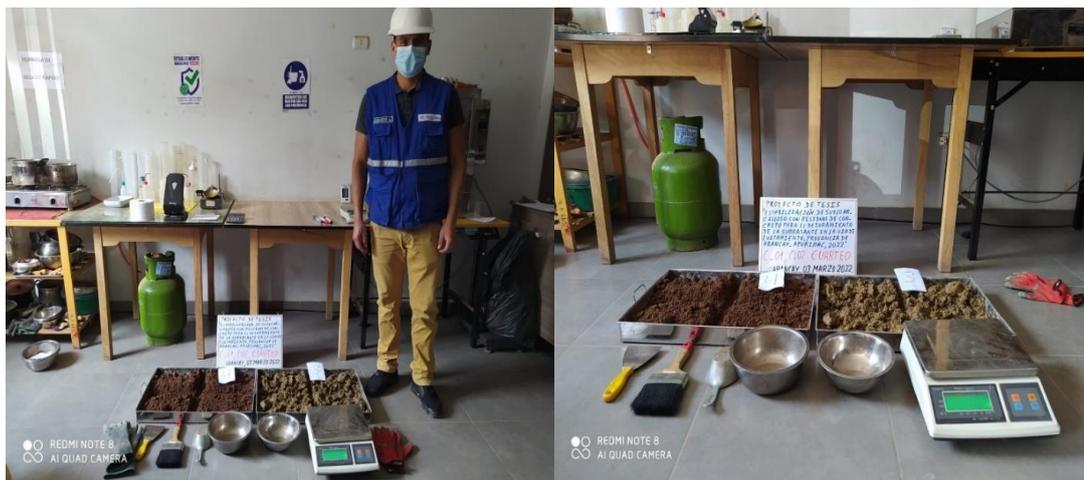


**Figura 28. Calicata C1, KM 3+879, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.63256663346755 Norte, -72.9007749878841 este)**



**Figura 29: Calicata C2, KM 5+552, según ASTM D 420 y MTC E 101 (UTM - 13.630827778328477 norte, -72.89669447614531 este)**

En la figura 26, 27, 28 y 29 se evidencia el proceso de apertura y exploración de las calicatas C1, C2, C3, C4 en las progresivas del km 3+464 hasta el km 5+552. Este procedimiento se llevó a cabo con el propósito de obtener datos e información precisos y exhaustivos sobre las propiedades del suelo, además, esta actividad permitió adquirir un conocimiento directo del estado actual del terreno en el sitio, al mismo tiempo que refleja la recolección de muestras para su posterior tratamiento. De igual manera, se evidencian las propiedades físicas del suelo.



**Figura 30. Determinación de la muestra representativa (cuarteo), según NTP 339.089 y MTC E 105.**

En la figura 30 se muestra el inicio de los tratamientos representativos. A partir de la muestra total, se extrae la porción representativa necesaria para llevar a cabo los ensayos.



**Figura 31. Análisis granulométricos de las calicatas C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 y C9 de muestra patrón, según ASTM D-422 y MTC E 107.**

La figura 31 muestra la determinación de las características granulométricas naturales del suelo de las calicatas C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 y C9.



**Figura 32. Análisis granulométrico de residuos de concreto, según ASTM D-422, MTC E 107**

La figura 32 muestra el proceso de determinación de las características granulométricas de los residuos de concreto.



**Figura 33. Análisis de Límite Líquido natural de las calicatas (C1, C2, C3, C4, C4, C5, C6, C7, C8 y C9), según ASTM D-4318, MTC E 110 y NTP 339.129**

La figura 33 muestra el proceso de determinación de las características de los límite líquido de suelo natural en la vía de Evitamiento, provincia de Abancay - Apurímac.



**Figura 34. Análisis de límite plasticidad del suelo natural con la adición de 0%, 5%, 10% y 15% de RC, según ASTM D 4318, MTC E 111 y NTP 339.129**



**Figura 35. Análisis de límites de consistencia del suelo natural con adición de 0%, 5%, 10% y 15% de RC, según ASTM D-4318, MTC E 110, MTC E 111 y NTP 339.129**

La figura 35 muestra el proceso de determinación de las características de los límites de consistencia natural de suelo (Limite Líquido, Limite Plástico y Índice de Plasticidad) con adición de 5%, 10% y 15% de residuos de concreto.



**Figura 36. Proceso de compactación de suelo natural con adición de 0%, 5%, 10% y 15% de RC, según ASTM D-1557, MTC E 115, AASTHO T180 y NTP 339.141**

La figura 36 muestra el proceso de determinación de las características de compactación del suelo natural. Se muestra el procedimiento de análisis de compactación tanto del suelo natural como con adiciones de un 5%, 10% y 15% de residuos de concreto. Para llevar a cabo este proceso, se aplicó el tratamiento utilizando el equipo de Proctor modificado.



**Figura 37. Análisis de CBR de suelos naturales con adición de 5%, 10% y 15% de RC, según ASTM D-1883, MTC E 132 y NTP 339.145**

La figura 37 muestra el proceso de determinación de las características de CBR de suelo natural con adición de 5%, 10% y 15% de residuos de concreto, de la misma forma, se observa el procedimiento del análisis del CBR al 100% y 95%, además se evidencia los materiales y equipos que se han utilizado en el proceso de tratamiento.

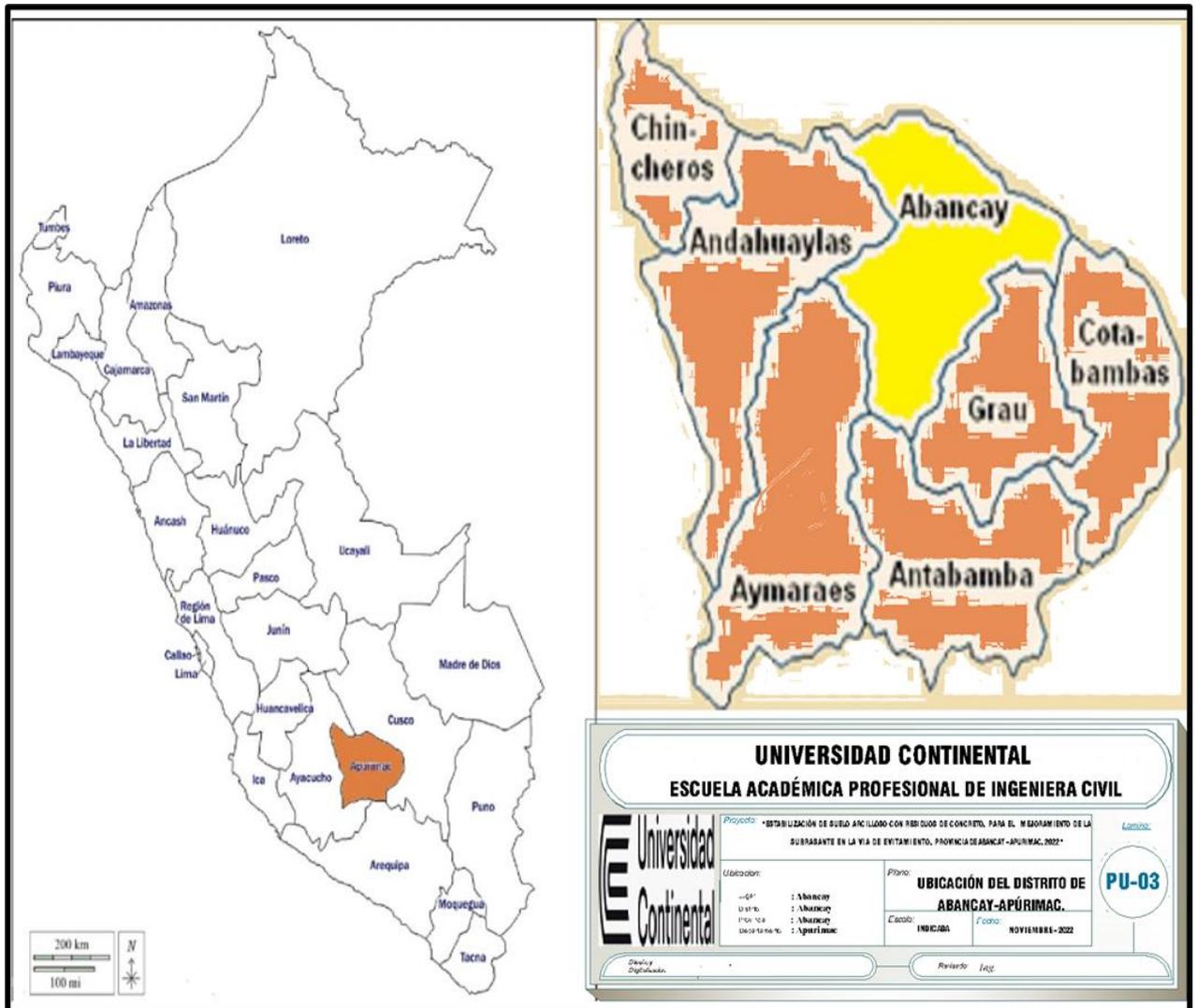


**Figura 38. Proceso de ensayo CBR, en estado natural y con porcentaje de RC (0%, 5%, 10%, 15 %), según ASTM D-1883, MTC E 132 y NTP 339.145**

La figura 38 muestra vistas fotográficas del ensayo CBR, para muestra patrón y la combinación de suelo natural con porcentaje de residuos de concreto (0%, 5%, 10%, 15 %).

### Anexo 3

### Plano de ubicación del distrito y provincia de Abancay – Apurímac



## Anexo 4

Vista satelital de la localización de la Via de Evitamiento del distrito y provincia de Abancay – Apurímac, con su respectivo ubicación de calicatas y su progresiva.



## Anexo 5.

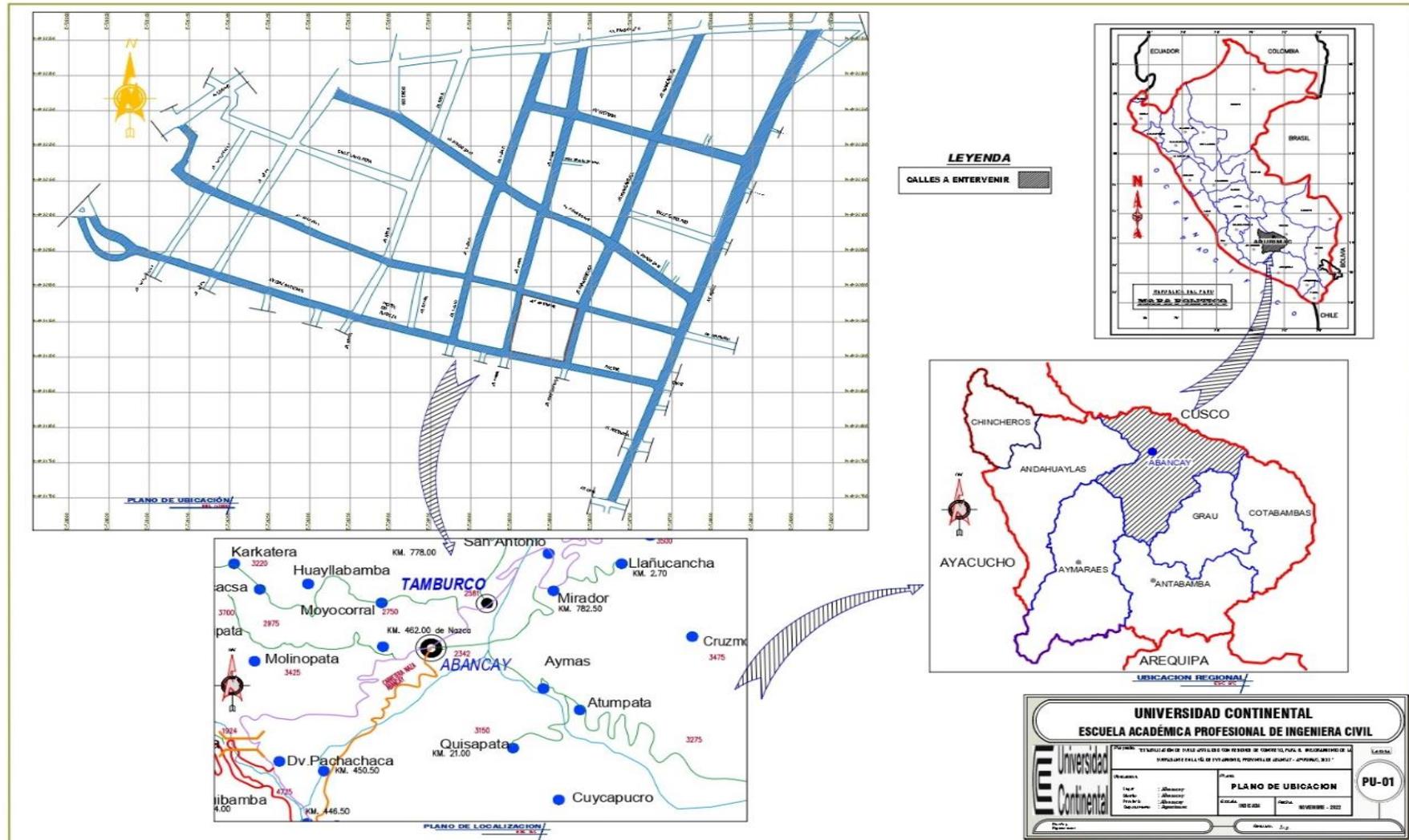
### Resumen de planilla de metrados sobre disponibilidad de volumen de demolición de residuos de concreto (pavimento rígido) en la zona de estudio

RESUMEN DE PLANILLA DE METRADOS					
Proyecto :	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2023"				
Fecha :	13/01/2023	HECHO POR:	ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO		
Modulo :	ABANCAY		JUDITH ESPINOZA SALAS		
			ENRIQUE ALVARADO RAMOS		
ITEM	DESCRIPCION	Und.	Parcial (M2)	Total (M2)	TOTAL (M3)
<b>1</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS EN AV. NUNEZ</b>				1,655.43
01.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE 8"	m2	5,189.55	5,189.55	
01.02	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10M	m2	1,416.16	1,416.16	
01.03	DEMOLICION DE BERMAS	m2	2,260.34	2,260.34	
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS AV. DIAZ BARCENAS</b>				1,384.88
02.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE 8"	m2	5,638.94	5,638.94	
02.02	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10M	m2	2,390.50	2,390.50	
<b>3</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS JR. HUANCVELICA</b>				951.42
03.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE 8"	m2	4,042.67	4,042.67	
03.02	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10M	m2	1,299.45	1,299.45	
<b>4</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS JR APURIMAC</b>				1,055.21
04.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE 8"	m2	4,393.52	4,393.52	
04.02	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10M	m2	1,624.46	1,624.46	
<b>5</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS AV. PRADO BAJO</b>				871.76
05.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE 8"	m2	3,662.27	3,662.27	
05.02	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10M	m2	1,001.05	1,001.05	
05.03	DEMOLICION DE CANALES	m2	274.81	274.81	
<b>6</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS AV. LA VICTORIA</b>				531.27
06.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE 8"	m2	2,052.80	2,052.80	
06.02	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10M	m2	1,141.37	1,141.37	
<b>7</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS JR. CUSCO</b>				709.41
07.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE 8"	m2	2,548.85	2,548.85	
07.02	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10M	m2	1,000.57	1,000.57	
07.03	DEMOLICION DE BERMAS	m2	449.91	449.91	
<b>8</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRAS JR. JUNIN</b>				732.32
08.01	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO DE 8"	m2	2,520.20	2,520.20	
08.02	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10M	m2	1,084.73	1,084.73	
08.03	DEMOLICION DE BERMAS	m2	549.93	549.93	
<b>VOLUMEN TOTAL DE DEMOLICIÓN DE RESIDUOS DE CONCRETO (M3)</b>					<b>7,891.69</b>

**Nota:** Información recopilada del expediente técnico del “Proyecto mejoramiento del servicio de transitabilidad vehicular y peatonal en las calles de la Av. Diaz Bárcenas, Jr. Apurímac, Av. Prado Bajo, Av. Núñez, Jr. Huancavelica, Jr. Cusco, Jr. Junín y Av. La Victoria del Distrito de Abancay - Provincia de Abancay - departamento de Apurímac” como evidencia se puede describir el resumen de metrados de demolición de residuos de concreto, en ello se evidencia como resultado 7,891.69 metros cúbicos de residuos de concreto, en conclusión, se define cantidad de volumen de residuos de concreto y en referencia es suficiente para estabilizar la subrasante de la vía de Evitamiento.

## Anexo 6.

### Plano de ubicación de las arterias habilitadoras de demolición de residuos de concreto (pavimento rígido) en la provincia de Abancay – Apurímac.



## ANEXO 7.

### Constancia y certificado de ensayos de laboratorio de estudio de suelos.



**ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA**

# CONSTANCIAS Y CERTIFICADOS

NO VÁLIDO PARA EFECTOS DE CONTRATO EN OBRAS PÚBLICAS NI PARA PRESIDENTES DE OBRAS PÚBLICAS



LEY N° 28648

**COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ**

**Certificado de Habilidad**

N° - A - 0020300

Los que suscriben certifican que:

El Ingeniero (a): MORON ROMERO, OSCAR ALBERTO

Adscrito al Consejo Departamental de: APURIMAC

Con Registro de Matrícula del CIP N°: 85005 Fecha de Incorporación: 25/01/2006

Especialidad: CIVIL

De conformidad con la Ley N° 28858, Ley que complementa a la Ley N° 16053 del Ejercicio Profesional y el Estatuto del Colegio de Ingenieros del Perú, SE ENCUENTRA COLEGIADO Y HÁBIL, en consecuencia está autorizado para ejercer la Profesión de Ingeniero (a).

ASUNTO: **EJERCICIO PROFESIONAL**

ENTIDAD O PROPIETARIO: \_\_\_\_\_

LUGAR: \_\_\_\_\_

EL PRESENTE DOCUMENTO TIENE VIGENCIA HASTA		
DÍA	MES	AÑO
31	3	2023

RECIBO NRO° 40917

ABANCAY, 25 de julio del 2022

**VÁLIDO SOLO ORIGINAL**



Ing. María del Carmen Ponce Mejía  
Decana Nacional  
Colegio de Ingenieros del Perú



Ing. Erick Maricón Camacho  
CIP 84530  
Consejo Departamental  
Colegio de Ingenieros del Perú



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
**ESCUELA DE POSTGRADO**  
RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 010-CONV/AUSP-EPG

**Diplomado**

Otorgado a:

**Ing. MORON ROMERO, Oscar Alberto**

Por haber concluido satisfactoriamente sus estudios del DIPLOMADO en:

**INGENIERÍA DE TRANSPORTES E INFRAESTRUCTURA VIAL  
CON MENCIÓN A: CARRETERAS, PUENTES Y TUNELES**

Realizado por LA ESCUELA DE POSTGRADO de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO  
y el INSTITUTO DE CAPACITACIÓN Y DESARROLLO - ICADÉ; de acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220;  
según RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°010-CONV/AUSP-EPG, con una duración de 700 Hr. Lectivas y 60 Créditos.  
Del 07/06/18 al 07/04/19

Por tanto se expide el presente DIPLOMA como consta en los libros institucionales.

Firmado en Trujillo, 15 de Abril del 2019



Dr. LUIS ORLANDO MONCADA ALBITRES  
Director - EPG



Aug. HUGO F. MORAN ARROYO  
Presidente - ICADÉ



TD-C19121



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Equipos para Laboratorio  
de Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° L0221043**

Expediente	: N° 0151-2021	Página 1 de 2
Fecha de Emisión	: 2021-10-15	
<b>1. SOLICITANTE</b>	: GRUPO CORPORATIVO OBREGON SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.
DIRECCIÓN	: AV. CENTENARIO MZA. B LOTE. 9 P.J. PUEBLO JOVEN (2 CDRAS ARRIBA DE PARQUE PIKICHAS) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY	
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: Prensa CBR con Sistema Digital	Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.  JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
<u>Prensa</u>		
Marca	: No indica	
Modelo	: No indica	
Número de Serie	: No indica	
<u>Celda de Carga</u>		
Marca	: Zemic	
Modelo	: H3-C3-50T-6B	
Número de Serie	: F2C026029	
Capacidad	: 5T	
<u>Indicador digital</u>		
Marca	: High Weight	
Modelo	: 315 - X8	
Número de Serie	: 231279	
Unidad	: kg	
Procedencia	: No indica	
Identificación	: 0221043	
Ubicación	: Instalaciones de JMR EQUIPOS S.A.C.	
<b>3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN</b>		
Fecha	: 2021-10-15	
Lugar	: Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.	
<b>4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>	El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-01 y la Norma NTP ISO/IEC 17025:2017. Se aplicaron tres series de carga a la celda mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.	
<b>5. CONDICIONES AMBIENTALES</b>		
Temperatura (°C)	Inicial 18.1	Final 20.1
Humedad Relativa (%)	79	75

Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS SAC**  
Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Ing. GUAMARCO ANDRÉ  
MESTAS PIZANGO  
CIP: 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-02

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:GAMP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 Equipos para Laboratorio  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
 TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
 DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L0221043**

Página 2 de 2

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
JMR EQUIPOS S.A.C	Celda de Carga 5 TN	L0219050
JMR EQUIPOS S.A.C	Termohigrómetro	L1021056

**7. OBSERVACIONES**

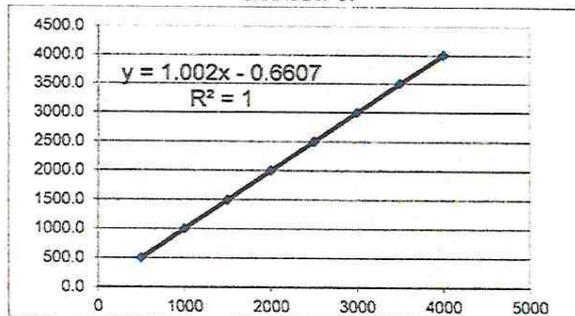
No presenta ninguna observación

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

**TABLA N° 01**

SISTEMA DIGITAL "A" kg	SERIES DE VERIFICACIÓN				PROMEDIO "B" kg	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	Serie (1) kg	Serie (2) kg	Error (1) %	Error (2) %			
500	503.0	500.0	0.6	0	501.5	0.3	0.4
1000	1001.0	1000.0	0.1	0	1000.5	0.05	0.1
1500	1502.0	1501.0	0.13	0.07	1501.5	0.1	0.0
2000	2005.0	2004.0	0.25	0.2	2004.5	0.225	0.0
2500	2505.0	2500.0	0.2	0	2502.5	0.1	0.1
3000	3006.0	3005.0	0.2	0.17	3005.5	0.183333333	0.0
3500	3508.0	3507.0	0.23	0.2	3507.5	0.214285714	0.0
4000	4014.0	4000.0	0.35	0	4007.0	0.175	0.2

**GRAFICO N° 01**



**NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN**

- La Calibración se hizo según el Metodo C de la norma ASTM E4-01.
- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:  
 $Ep = ((A-B) / B) * 100$   
 $Rp = Error(2) - Error(1)$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el  $\pm 1.0\%$ .

Coefficiente Correlación:  
 $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste:

$$y = 1.002x - 0.6607$$

x : Lectura de la pantalla (kg)

y : Fuerza promedio (kg)

Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS SAC**  
 TCO PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 Ing. GIANMARCO ANDRE  
 MESTAS PIZANGO  
 CIP: 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-02

Rev00

Elaborado: AJPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA – LIMA – LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 Equipos para Laboratorio  
 de Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
 TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
 DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° L0721205**

Expediente	: N° 0151-2021	Page 1 of 3				
Fecha de Emisión	: 2021-10-15					
1. SOLICITANTE	: GRUPO CORPORATIVO OBREGON SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p>				
DIRECCIÓN	: AV. CENTENARIO MZA. B LOTE. 9 P.J. PUEBLO JOVEN (2 CDRAS ARRIBA DE PARQUE PIKICHAS) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY					
2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	: Balanza Electrónica					
Marca	: OHAUS					
Modelo	: TAJ602					
Número de Serie	: B452431076					
Alcance de Indicación	: 600 g					
División de Escala Real (d) / Resolución	: 0.01 g					
División de Verificación (e)	: 1 g					
Procedencia	: CHINA					
Identificación	: 0721205					
Tipo	: Electrónica					
Ubicación	: Instalaciones de JMR EQUIPOS S.A.C.					
3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN						
Fecha	: 2021-10-15					
Lugar	: Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.					
4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN	Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.					
5. CONDICIONES AMBIENTALES						
Temperatura (°C)	<table border="1"> <tr><th>Mínima</th><th>Máxima</th></tr> <tr><td>18.1</td><td>20.1</td></tr> </table>	Mínima	Máxima	18.1	20.1	
Mínima	Máxima					
18.1	20.1					
Humedad Relativa (%)	<table border="1"> <tr><th>Mínima</th><th>Máxima</th></tr> <tr><td>79</td><td>75</td></tr> </table>	Mínima	Máxima	79	75	
Mínima	Máxima					
79	75					

Sello

Laboratorio de Metrología



**JMR EQUIPOS SAC**  
 Tco. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
 Ing. GIANMARCO ANDRÉ MESTAS PIZANGO  
 CIP: 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-07 Rev00 Elaborado: AJPM Revisado: GAMP Aprobado: PFSF  
 DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
 Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



**JMR EQUIPOS S.A.C.**  
Equipos para Laboratorio de Suelos, Concreto y Asfalto

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L0721205

Página 2 de 3

## 6. TRAZABILIDAD

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0267-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0268-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0269-MPES-C-2021
PESATEC PERU S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0270-MPES-C-2021
JMR EQUIPOS S.A.C	termohigrómetro	L1021056

## 7. OBSERVACIONES

(\*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metrológica Peruana 003-2009.

## 8. RESULTADO DE MEDICIÓN

### INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACIÓN	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD						
Temperatura (°C) Inicial / Final		18.1 / 18.5				
Medición N°	Carga L1 = 300 g			Carga L2 = 600 g		
	l (g)	Δ L (g)	E (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)
1	300	0.000	0.015	600	0.000	-0.005
2	300	0.000	0.005	600	0.000	0.015
3	300	0.000	0.015	600	0.000	0.025
4	300	0.000	0.005	600	0.000	0.015
5	300	0.000	0.025	600	0.000	0.005
6	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005
7	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005
8	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005
9	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005
10	300	0.000	0.005	600	0.000	0.005
Diferencia Máxima						0.030
Error máximo permitido		± 1.0		±		1.0

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS SAC  
Téc. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.  
Ing. GIANMARCO ANDRÉ  
NESTAS PIZANGO  
CIP: 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:GAMP

Aprobado PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

2	5
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD									
Temperatura (°C) Inicial / Final		18.8 / 19.5							
Posición de la Carga	Carga Mínima (g)	Determinación de Eo			Determinación de Error corregido				
		l (g)	Δ L (g)	Ec (g)	Carga L (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	1.00	0.000	0.005	100.0	100.0	0.000	-0.005	-0.010
2		1.00	0.000	0.005		100.0	0.000	-0.005	-0.010
3		1.00	0.000	0.005		100.0	0.000	-0.005	-0.010
4		1.00	0.000	0.005		100.0	0.000	-0.005	-0.010
5		1.00	0.000	0.005		100.0	0.000	-0.005	-0.010

(\*) valor entre 0 y 10 e Error máximo permitido: ± 1.0

ENSAYO DE PESAJE										
Temperatura (°C) Inicial / Final		19.8 / 20.1								
Carga L (g)	l (g)	CRECIENTES			DECRECIENTES				emp (***) (± g)	
		Δ L (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	Δ L (g)	E (g)	Ec (g)		
1	1	0.000	0.005							
5	5	0.000	0.005	0.000	5	0.000	0.005	0.000	1.000	
10	10	0.000	-0.005	-0.010	10	0.000	0.005	0.000	1.000	
15	15	0.000	0.005	0.000	15	0.000	0.005	0.000	1.000	
20	20	0.000	-0.005	-0.010	20	0.000	0.005	0.000	1.000	
25	25	0.000	0.005	0.000	25	0.000	0.005	0.000	1.000	
50	50	0.000	0.005	0.000	50	0.000	0.005	0.000	1.000	
100	100	0.000	0.005	0.000	100	0.000	0.005	0.000	1.000	
200	200	0.000	-0.005	-0.010	200	0.000	0.005	0.000	1.000	
400	400	0.000	-0.005	-0.010	400	0.000	0.005	0.000	1.000	
500	500	0.000	0.005	0.000	500	0.000	0.005	0.000	1.000	
550	550	0.000	0.005	0.000	550	0.000	0.005	0.000	3.000	
600	600	0.000	0.005	0.000	600	0.000	0.005	0.000	3.000	

(\*\*\*) error máximo permitido

**LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA**

Lectura Corregida	=	$R - 4.88E-03 \times R$
Incertidumbre Expandida	=	$2 \times (2.38E-05 \text{ mg}^2 + 2.99E-06 \times R^2)^{1/2}$

Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10<sup>-3</sup>

l; R : Indicación de la balanza      E: Error encontrado      Ec: Error corregido  
 Δ L: Carga Incrementada      Eo Error en cero

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.  
 TCO. PAUL FAVIO SOLIZA PIZANGO  
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.  
 Ing. GIANMARCO ANDRE MESTAS PIZANGO  
 CIP: 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado: AJPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
 Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° L0722011**

Expediente	: N° 0007-2021	Página 1 de 3				
Fecha de Emisión	: 2022-01-18					
<b>1. SOLICITANTE</b>	: GRUPO CORPORATIVO OBREGON SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Gula para la Expresión de la incertidumbre en la medición. Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p> <p>Los resultados sólo están relacionados con los items calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p>				
<b>DIRECCIÓN</b>	: AV. CENTENARIO MZA. B LOTE. 9 P.J. PUEBLO JOVEN (2 CDRAS ARRIBA DE PARQUE PIKICHAS) APURIMAC - ABANCAY - ABANCAY					
<b>2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN</b>	: Balanza Electrónica					
Marca	: PATRICK'S					
Modelo	: ACS-708W					
Número de Serie	: No indica					
Alcance de Indicación	: 30000 g					
División de Escala Real (d) /Resolución	: 1 g					
División de Verificación (e)	: 1 g					
Procedencia	: CHINA					
Identificación	: No indica					
Tipo	: Electrónica					
Ubicación	: Instalaciones de JMR EQUIPOS S.A.C.					
<b>3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN</b>						
Fecha	: 2022-01-18					
Lugar	: Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.					
<b>4. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN</b>						
Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII; PC - 001 del SNM INDECOPI, 3era edición Enero 2009.						
<b>5. CONDICIONES AMBIENTALES</b>						
Temperatura (°C)	<table border="1"> <tr><th>Minima</th><th>Maxima</th></tr> <tr><td>23.5</td><td>25.1</td></tr> </table>	Minima	Maxima	23.5	25.1	
Minima	Maxima					
23.5	25.1					
Humedad Relativa (%)	<table border="1"> <tr><th>Minima</th><th>Maxima</th></tr> <tr><td>80</td><td>75</td></tr> </table>	Minima	Maxima	80	75	
Minima	Maxima					
80	75					

Sello

Laboratorio de Metrologia



JMR EQUIPOS SAC  
T.C. PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
JEFE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.  
ING. GIANMARCO ANDRE  
MESTAS PIZANGO  
CIP: 256285  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:GAMP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA

Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
 TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
 DE ACREDITACIÓN INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° L0722011

Página 2 de 3

**6. TRAZABILIDAD**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de Calibración
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 5 kg (Exactitud M2)	0257-MPES-C-2021
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 10 kg (Exactitud M2)	0268-MPES-C-2021
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 20 kg (Exactitud M2)	0269-MPES-C-2021
PESATEC PERÚ S.A.C.	Pesa 1g a 1 kg (Exactitud M2)	0270-MPES-C-2021
JMR EQUIPOS S.A.C.	termohigrómetro	L1021056

**7. OBSERVACIONES**

(\*) Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponde a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003-2009.

**8. RESULTADO DE MEDICIÓN**

INSPECCION VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACION LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	NIVELACION	TIENE
SISTEMA DE TRABA	NO TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD						
Temperatura (°C) inicial / Final		23.5 / 23.8				
Medición N°	Carga L1 = 15000 g			Carga L2 = 30000 g		
	I (g)	Δ L (g)	E (g)	I (g)	Δ L (g)	E (g)
1	15000	0.500	0.000	30000	0.600	-0.100
2	15000	0.500	0.000	30000	0.600	-0.100
3	15000	0.600	-0.100	30000	0.500	-0.100
4	15000	0.500	0.000	30000	0.500	0.000
5	15000	0.600	-0.100	30000	0.600	-0.100
6	15000	0.600	-0.100	30000	0.500	0.000
7	15000	0.500	0.000	30000	0.500	0.000
8	15000	0.600	-0.100	30000	0.600	-0.100
9	15000	0.500	0.000	30000	0.600	-0.100
10	15000	0.500	0.000	30000	0.500	0.000
Diferencia Máxima			0.100			
Error máximo permitido			± 1.0	± 3.0		

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.  
 TCO. FAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.  
 Ing. GIANMARCO ANDRE  
 MESTAS PIZANGO  
 CIP: 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-07

Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:GAMP

Aprovado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
 Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com

PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO

2	5
1	
3	4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD										
Temperatura (°C) Inicial / Final :		24.1 / 24.5								
Posición de la Carga	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación de Error corregido					
	Carga Mínima (g)	I (g)	Δ L (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (g)	I (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
1	1.0	1.00	0.600	-0.100	5000.0	5000.0	0.600	-0.100	0.000	
2		1.00	0.600	-0.100		5000.0	0.500	0.000	0.100	
3		1.00	0.500	0.000		5000.0	0.600	-0.100	-0.100	
4		1.00	0.600	-0.100		5000.0	0.500	0.000	0.100	
5		1.00	0.600	-0.100		5000.0	0.600	-0.100	0.000	

(\*) valor entre 0 y 10 e Error máximo permitido: ± 1.0

ENSAYO DE PESAJE										
Temperatura (°C) Inicial / Final :		24.8 / 25.1								
Carga L (g)	CRECIENTES					DECRECIENTES				emp (***) (± g)
	I (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	I (g)	Δ L (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)		
1	1	0.600	-0.100							
5	5	0.600	-0.100	0.000	5	0.500	0.000	0.100	1.000	
10	10	0.600	-0.100	0.000	10	0.500	0.000	0.100	1.000	
15	15	0.500	0.000	0.100	15	0.600	-0.100	0.000	1.000	
50	50	0.500	0.000	0.100	50	0.600	-0.100	0.000	1.000	
100	100	0.500	0.000	0.100	100	0.600	-0.100	0.000	1.000	
150	150	0.500	0.000	0.100	150	0.500	0.000	0.100	1.000	
200	200	0.600	-0.100	0.000	200	0.600	-0.100	0.000	1.000	
5000	5001	0.600	0.900	1.000	5000	0.500	0.000	0.100	1.000	
10000	10001	0.600	0.900	1.000	10000	0.500	0.000	0.100	1.000	
15000	15001	0.500	1.000	1.100	15000	0.500	0.000	0.100	1.000	
20000	20004	0.500	4.000	4.100	20000	0.600	-0.100	0.000	3.000	
30000	29999	0.500	-1.000	-0.900	30000	0.600	-0.100	0.000	3.000	

(\*\*\*) error máximo permitido

LECTURA CORREGIDA E INCERTIDUMBRE DE LA BALANZA

Lectura Corregida	=	R 7.07E-02 x R
Incertidumbre Expandida	=	2 x (4.99E-03 mg <sup>2</sup> + 1.19E-07 x R <sup>2</sup> ) <sup>1/2</sup>

Donde el símbolo E-xx significa potencia de 10. Ejemplo E-03 = 10<sup>-3</sup>

I: R: Indicación de la balanza      E: Error encontrado      Ec: Error corregido  
 Δ L: Carga Incrementada      E<sub>0</sub>: Error en cero

Sello

Laboratorio de Metrología



JMR EQUIPOS S.A.C.  
 T<sup>CA</sup> PAUL FAVIO SOUZA PIZANGO  
 JEFE LABORATORIO METROLOGIA



JMR EQUIPOS S.A.C.  
 Ing. GIANMARCO ANDRE  
 NESTAS PIZANGO  
 CIP: 256285  
 JEFE DE LABORATORIO

FEI-07 Rev00

Elaborado: AJPM

Revisado: GAMP

Aprobado: PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
 Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
 PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
 TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
 DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° V2321003**

Expediente : 0009-2021  
 Fecha de Emisión : 2021-01-28 Página 1 de 1

**1. SOLICITANTE** : GRUPO CORPORATIVO OBREGON SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
**DIRECCIÓN** : AV. CENTENARIO MZA. B LOTE. 9 P.J. PUEBLO JOVEN

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MARTILLO PROCTOR ESTÁNDAR 5,5 LBS

Marca : Palo  
 Modelo : No indica  
 Número de Serie : 2321002  
 Estructura : Metálico  
 Acabado : Zincado  
 Procedencia : PERÚ  
 Identificación : 2321003  
 Ubicación : Instalaciones de JMR EQUIPOS S.A.C.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
 Fecha : 2021-01-28  
 Lugar : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

**4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD**  
 Método: La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pie<sup>3</sup> [2 700 kN-m/m<sup>3</sup>]).  
 Trazabilidad: Equipo con Certificado de Calibración N° MS-0223-2018 de METROSYSTEMS y L-0387-2018 de METROIL.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27	28
Humedad Relativa (%)	52	51

**6. OBSERVACIONES**  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**7. RESULTADOS**

	Promedio	Mediciones				
Peso Martillo (g)	2499 OK	2499	2499	2499	2499	2499
		Peso especificado: 2500 ± 10				
Ø Cara Impacto (mm)	50,81 OK	50,81	50,81	50,82	50,81	50,82
		Diámetro especificado: 50,8 ± 0,10				
Altura de Caída (mm)	305,00 OK	305,00	305,00	305,00	305,00	305,00
		Altura Especificado: 304,8 ± 1,3				

Sello Laboratorio de Metrología





FEI-23 Rev00      Elaborado:AJPM      Revisado:EASP      Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
 Tel.: 300 0220 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
 TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
 DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° V2121007**

Expediente : 0009-2021  
 Fecha de Emisión : 2021-01-28 Página 1 de 1

**1. SOLICITANTE** : GRUPO CORPORATIVO OBREGON SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
**DIRECCIÓN** : AV. CENTENARIO MZA. B LOTE. 9 P.J. PUEBLO JOVEN

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MARTILLO PROCTOR MODIFICADO 10 LBS

Marca : Pallo  
 Modelo : No indica  
 Número de Serie : 2121003  
 Estructura : Metálico  
 Acabado : Zincado  
 Procedencia : PERÚ  
 Identificación : 2121007  
 Ubicación : Instalaciones de JMR EQUIPOS S.A.C.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
 Fecha : 2021-01-28  
 Lugar : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

**4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD**  
 Método: La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL y la Norma ASTM D 1557 y MTC E 115 Compactación de Suelos en Laboratorio utilizando una energía modificada (56 000 pie-lb/pe3 [2 700 kN-m/m3]).  
 Trazabilidad: Equipo con Certificado de Calibración N° MS-0223-2018 de METROSYSTEMS y L-0387-2018 de METROIL.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27	28
Humedad Relativa (%)	52	51

**6. OBSERVACIONES**  
 Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**7. RESULTADOS**

	Promedio	Mediciones				
Peso Martillo (g)	4537 OK	4537	4536	4537	4537	4537
		Peso especificado: 4536 ± 9				
Ø Cara Impacto (mm)	50,81 OK	50,81	50,81	50,82	50,81	50,82
		Diámetro especificado: 50,8 ± 0,13				
Altura de Caída (mm)	457,00 OK	457,00	457,00	457,00	457,00	457,00
		Altura Especificado: 457,2 ± 1,6				



FEI-21 Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:EASP

Aprobado:PFSP

JMR EQUIPOS S.A.C.  
 Ing. FRANCISCO SUZARIZANGO  
 JEFE DE LABORATORIO

JMR EQUIPOS S.A.C.  
 Ing. ANGEL HUGO VILCHEZ PENA  
 CIP 68442  
 JEFE DE LABORATORIO

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
 Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° V2421006**

Expediente : 0009-2021  
Fecha de Emisión : 2021-01-28 Página 1 de 1

1. SOLICITANTE : GRUPO CORPORATIVO OBREGON SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
DIRECCIÓN : AV. CENTENARIO MZA. B LOTE. 9 P.J. PUEBLO JOVEN

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : MOLDE PRÓCTOR 4 IN  
Marca : Palo  
Modelo : No indica  
Número de Serie : 2421008  
Estructura : Metálico  
Acabado : Zincado  
Procedencia : PERU  
Identificación : 2421006  
Ubicación : Instalaciones de JMR EQUIPOS S.A.C.

Los resultados sólo están relacionados con los ítems calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN  
Fecha : 2021-01-28  
Lugar : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD

Método: La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012, "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.  
Trazabilidad: Equipo con Certificado de Calibración N° MS-0223-2018 de METROSYSTEMS.

5. CONDICIONES AMBIENTALES

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27	28
Humedad Relativa (%)	52	51

6. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

7. RESULTADOS

	Promedio	Mediciones
Diámetro Interior Medido	101,42 OK	101,40 101,42 101,47 101,40 101,40 Diámetro Especificado: 101,6 ± 0,40 mm (4 ± 0,016 in)
Altura Medido	116,09 OK	116,10 116,17 116,00 116,09 116,10 Altura Especificado: 116,43 ± 0,5 mm (4,584 ± 0,018 in)
Volumen	937,89 CC OK Volumen Especificado: 944 ± 14 cc	



JMR EQUIPOS S.A.C.  
ING. CARLOS GUZMÁN PIZANGO  
METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.  
ING. ANGEL RUGO VILCHEZ PENA  
CIP 66612  
JEFE DE LABORATORIO

FEI-24 Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:EASP

Aprobado:PFSP

DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANCAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO



LABORATORIO DE CALIBRACIÓN CON  
TRAZABILIDAD AL ORGANISMO PERUANO  
DE ACREDITACIÓN INACAL

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**  
**N° V2221007**

Expediente : 0009-2021  
Fecha de Emisión : 2021-01-28 Página 1 de 1

**1. SOLICITANTE** : GRUPO CORPORATIVO OBREGON SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA  
**DIRECCIÓN** : AV. CENTENARIO MZA. B LOTE. 9 P.J. PUEBLO JOVEN

El equipo de medición especificado en este documento ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la dirección de Metrología del INACAL y otros.

**2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MOLDE PRÓCTOR 6 IN  
Marca : Palio  
Modelo : No indica  
Número de Serie : 2221007  
Estructura : Metálico  
Acabado : Zincado  
Procedencia : PERÚ  
Identificación : 2221007  
Ubicación : Instalaciones de JMR EQUIPOS S.A.C

Los resultados sólo están relacionados con los ítema calibrados y son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

**3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACIÓN**  
Fecha : 2021-01-28  
Lugar : Laboratorio de JMR EQUIPOS S.A.C.

JMR EQUIPOS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo solicita.

**4. MÉTODO Y TRAZABILIDAD**

Método: La calibración se efectuó por comparación directa tomando como referencia el procedimiento PC-012 5ta Ed. 2012., "Procedimiento de Calibración de Pie de Rey", del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.  
Trazabilidad: Equipo con Certificado de Calibración N° MS-0223-2018 de METROSYSTEMS.

**5. CONDICIONES AMBIENTALES**

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	27	28
Humedad Relativa (%)	52	51

**6. OBSERVACIONES**

Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación "Calibrado".

**7. RESULTADOS**

	Promedio	Mediciones				
Diámetro Interior Medido	152,02 OK	152,41	152,42	152,42	151,42	151,43
		Diámetro Especificado: 152,4 ± 0,66 mm (6 ± 0,026 in)				
Altura Medido	116,09 OK	116,10	116,17	116,00	116,09	116,10
		Altura Especificado: 116,43 ± 0,5 mm (4,584 ± 0,018 in)				
Volumen	2107,29 OK	CC OK				
		Volumen Especificado: 2124 ± 25 cc				



FEI-22 Rev00

Elaborado:AJPM

Revisado:EASP

Aprobado:PFSP

JMR EQUIPOS S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACION  
METROLOGIA

JMR EQUIPOS S.A.C.  
Ing. ANGEL RUGO VILCHEZ PENA  
CIP 6642  
JEFE DE LABORATORIO

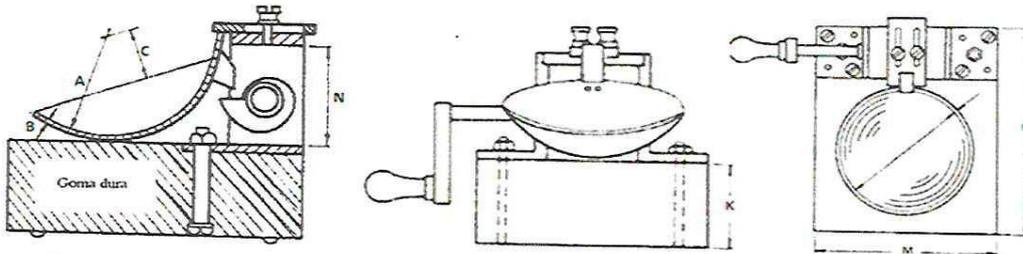
DIRECCIÓN FISCAL: CAL. JANGAS N° 628, BREÑA - LIMA - LIMA  
Tel.: 300 0230 / 562 8972 Cel.: 989 589 974 / E-mail: servicios@jmrequipos.com, ventas@jmrequipos.com / Web: jmrequipos.com  
**PROHIBIDO LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO**

**ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA**

CONTROL TECNOLÓGICO		
	REGISTRO DE VERIFICACIÓN INTERNA	REV 10

INFORMACION GENERAL			
NOMBRE DEL INSTRUMENTO	CAZUELA CASAGRANDE	FECHA DE VERIFICACIÓN	20/10/2022
IDENTIFICACIÓN	SERIE 821	FECHA DE PRÓXIMA VERIFICACIÓN	
MODELO	CODIGO LA 3715	RESPONSIBLE DE LA VERIFICACIÓN	OSCAR A. MORON ROMERO
MARCA	FORNEY	REFERENCIA	MTC E 110 - 2000
EQUIPO UTILIZADO			

ESPECIFICACIONES CASAGRANDE				
SECCIÓN		DIMENSIONES ESPECIFICADAS		DIMENSIONES VERIFICADAS
		DIMENSIÓN (mm)	TOLERANCIA (mm)	
CONJUNTO DE CABEZUELA	RADIO DE COPA (A)	54	2	X
	ESPESOR DE COPA (B)	2	0.1	X
	PROFUNDIDAD DE COPA (C)	27	1	X
BASE	COPA DESDE LA GUIA DEL ELEVADOR HASTA LA BASE (N)	47	1.5	X
	ESPESOR (K)	50	5	X
	LARGO (L)	150	5	X
	ANCHO (M)	125	5	X



ESPECIFICACIONES RANURADOR				
SECCIÓN		DIMENSIONES ESPECIFICADAS		DIMENSIONES VERIFICADAS
		DIMENSIÓN (mm)	TOLERANCIA (mm)	
EXTREMO CURVADO	ESPESOR (a)	10	0.1	X
	BORDE CORTANTE (b)	2	0.1	X
	ANCHO (c)	13.5	0.1	X
BARRA DE METAL	ESPESOR (d)	10	0.2	X



VERIFICACION	
VERIFICACIÓN ACEPTADA	SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
OBSERVACIONES	EQUIPO OPERATIVO
FIRMA VERIFICADOR	

ANEXO 8.

Resultados de ensayo de laboratorio de estudio de suelos (Calicatas).



**ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA**



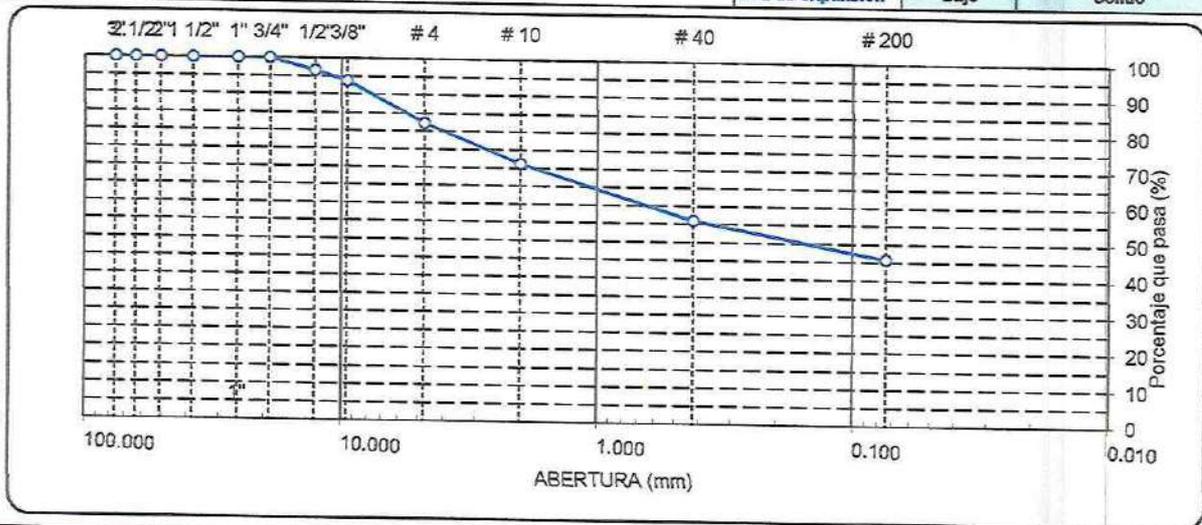
## **RESULTADOS DEL LABORATORIO**

**CALICATA C-1**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 786.6 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 425.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 361.6 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 34.62 %	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 23.97 %	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 10.65 %	
1/2"	12.700	25.8	3.3	3.3	96.7	CLASF. AASHTO = A-6 (2)	
3/8"	9.520	22.9	2.9	6.2	93.8	CLASF. SUCS = SM	
1/4"	6.350	44.5	5.7	11.9	88.2	MAX. DENS. SECA = 1.980 gr/cc	
# 4	4.760	45.6	5.8	17.7	82.4	HUMEDAD OPT. = 12.50 %	
# 8	2.360	77.2	9.8	27.5	72.5	CBR AL 100% 0.1" = 21.52 %	
# 10	2.000	10.3	1.3	28.8	71.2	CBR AL 95% 0.1" = 15.90 %	
# 16	1.190	54.9	7.0	35.7	64.3		
# 30	0.600	35.3	4.5	40.2	59.8		
# 40	0.420	29.6	3.8	44.0	56.0		
# 50	0.300	17.7	2.3	46.2	53.8		
# 100	0.149	39.3	5.0	51.2	48.8	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	23.3	3.0	54.2	45.8		
< # 200	FONDO	360.15	45.8	100.0		% Humd. Nat. = 11.67	
FRACCION		786.60		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 39843.8	
TOTAL						Indice de consistencia = 0.3	
Descripción suelo:	Arena limosa con grava					Pot. de expansión = Bajo	Consistencia = Sólido



HUMEDAD NATURAL		
(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)		
DATOS DE LA MUESTRA		
Nº ENSAYOS		PROMEDIO
Nº TARRO		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	878.40
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	786.6
PESO DE AGUA	(g)	91.80
PESO DEL TARRO	(g)	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	786.60
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	11.67

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alfredo Mbrón Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 REGISTRADO EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 15% CONCRETO RECICLADO      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 1

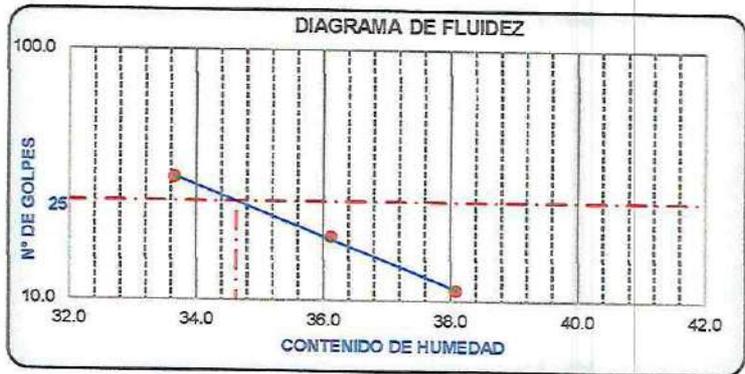
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	35.83	34.97	32.84	23.28	24.44
TARRO + SUELO SECO	31.74	31.33	29.82	22.68	23.78
AGUA	4.09	3.64	3.02	0.60	0.66
PESO DEL TARRO	21.00	21.25	20.85	20.20	21.00
PESO DEL SUELO SECO	10.74	10.08	8.97	2.48	2.78
% DE HUMEDAD	38.08	36.11	33.66	24.19	23.74
Nº DE GOLPES	11	18	31		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	34.62
LIMITE PLASTICO	23.97
INDICE DE PLASTICIDAD	10.65

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	Nº										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Arena limosa con grava	A-6	SM	17.65%	36.66%	45.79%	34.6	10.65	11.87
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

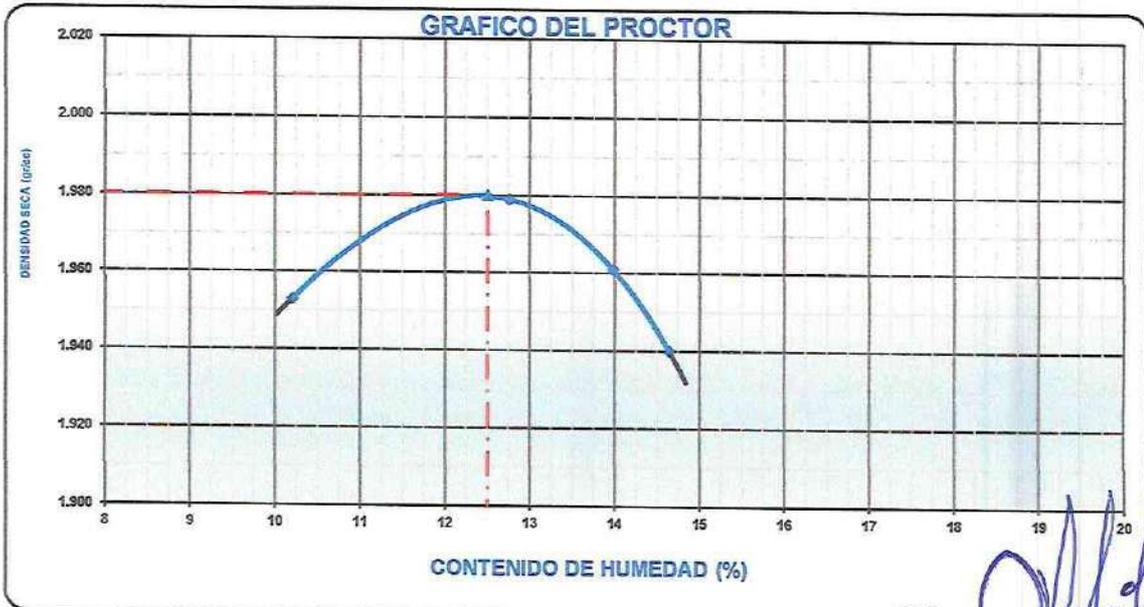


Oscar Alberto Murillo Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
Especialista en Mecánica de Suelos

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3757			
NUMERO DE ENSAYOS	1				2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE	5789				5864	5867	5857		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	2032				2107	2110	2100		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.153				2.232	2.235	2.225		
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1				2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO + TARA	486.00				516.20	536.40	560.60		
PESO SUELOS SECO + TARA	441.00				457.80	470.60	489.00		
PESO DE LA TARA	0.00				0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	45.00				58.40	65.80	71.60		
PESO DE SUELO SECO	441.00				457.80	470.60	489.00		
CONTENIDO DE AGUA	10.20				12.76	13.98	14.64		
PESO VOLUMETRICO SECO	1.953				1.979	1.961	1.940		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.980 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%): 12.50				



Observaciones:



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85015  
REGISTRADO EN MECANICA DE SUELOS

## ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"					
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos				Fecha : Oct-22	
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO				Realizado por : Tec. E.E.M.R	
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)				Revisado por : Ing. O.A.M.R	
MUESTRA	: M - 2		CALICATA : C - 1			
PROF. (m)	: 1.50 m					

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	1		2		3	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12268	12298	12176	12228	11642	11720
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4718	4748	4476	4528	4292	4370
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.228	2.242	2.113	2.138	1.989	2.025
Humedad (%)	12.5	13.2	12.6	14.1	12.4	14.8
Densidad seca (gr/cm3)	1.981	1.981	1.876	1.874	1.769	1.763
Tarro Nº	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	625.8	625.8	612.5	612.5	517.8	517.8
Tarro + Suelo seco (gr)	556.3	552.9	543.8	537.0	460.6	450.9
Peso del Agua (gr)	69.5	72.9	68.7	75.5	57.2	66.9
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	556.3	552.9	543.8	537.0	460.6	450.9
Humedad (%)	12.5	13.2	12.6	14.1	12.4	14.8
Promedio de Humedad (%)	12.5	13.2	12.6	14.1	12.4	14.8

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	

### PENETRACION

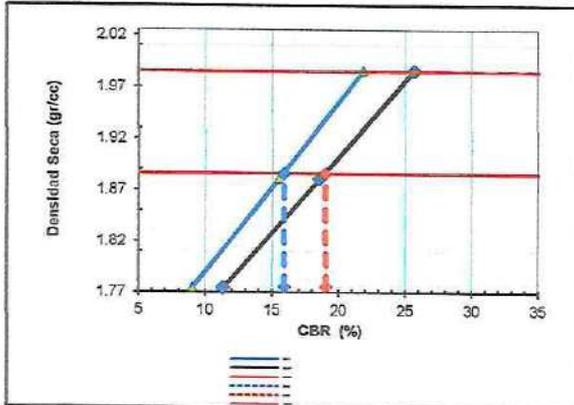
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		62	3.2			37	1.9			26	1.4		
0.050		152	7.9			87	4.5			74	3.8		
0.075		233	12.0			148	7.6			102	5.3		
0.100	70	301	15.57	15.34	21.8	202	10.4	10.89	15.5	125	6.4	6.32	9.0
0.150		422	21.8			308	15.9			165	8.5		
0.200	105.46	527	27.3	27.07	25.7	383	19.8	19.58	18.6	240	12.4	11.95	11.3
0.300		684	35.3			481	24.8			324	16.8		
0.400		805	41.6			571	29.5			391	20.2		

Alfredo Marón Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85008  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"	
TESTISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : G - 1
PROF. (m)	: 1.50 m	

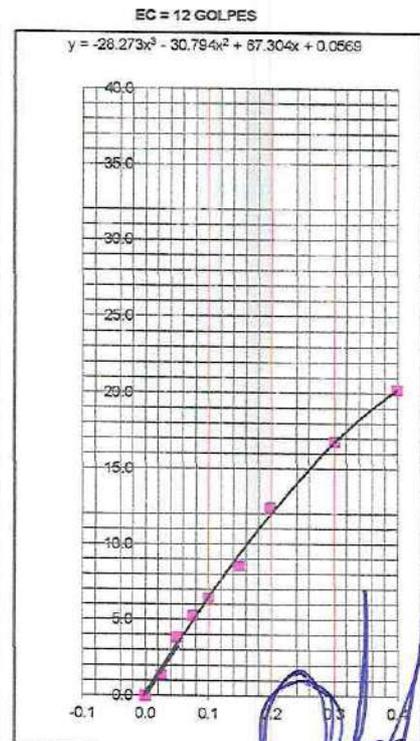
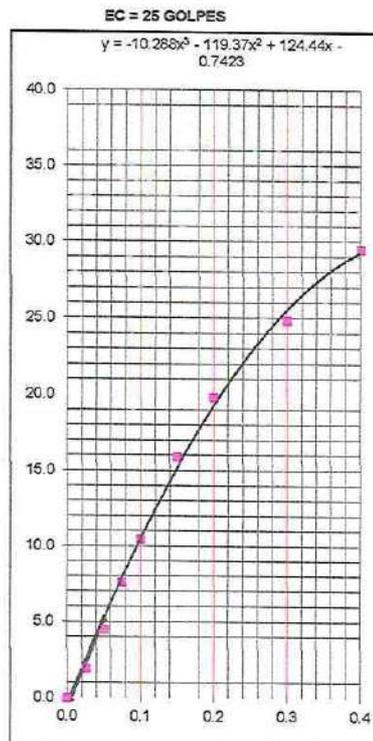
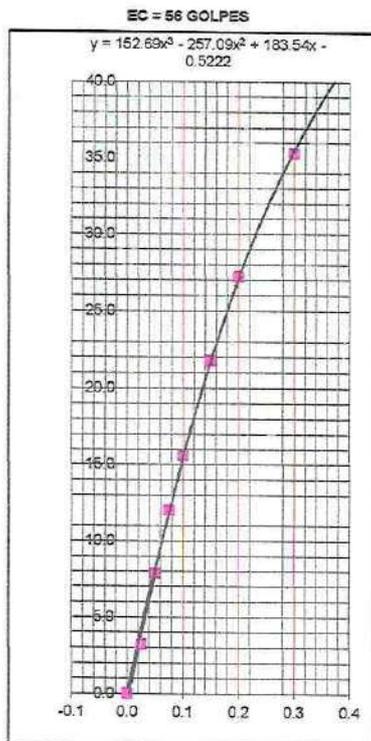
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	<b>21.82</b>	0.2":	<b>25.67</b>
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	<b>15.90</b>	0.2":	<b>19.00</b>

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.980	gr/c
Óptimo Humedad	12.50	%

OBSERVACIONES:

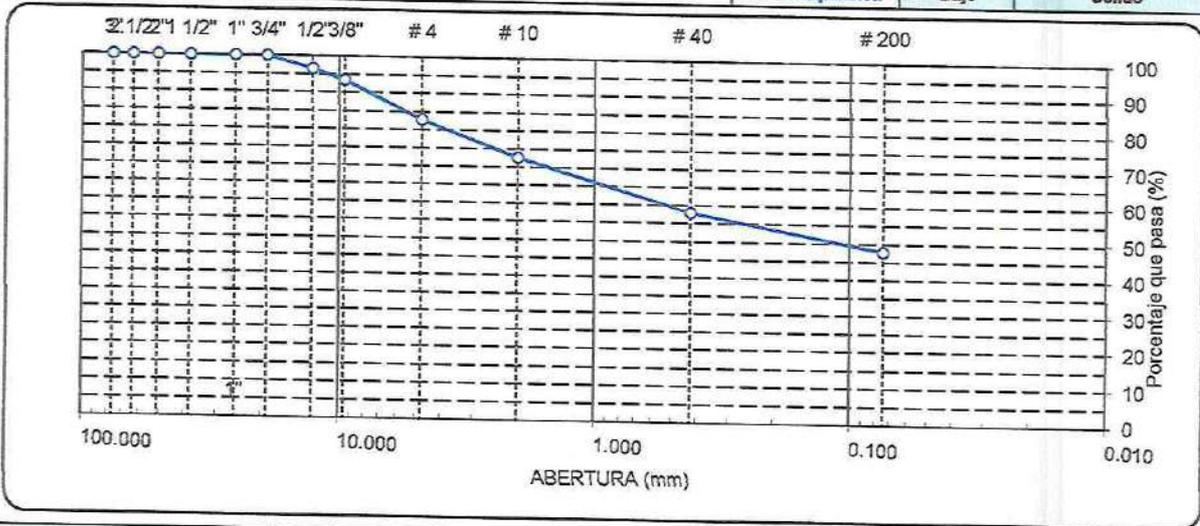


Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 25005  
Especialista en Mecánica de Suelo.

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+484 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL	= 752.4 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO	= 392.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO	= 360.4 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO	= 38.49 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO	= 24.04 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO	= 12.45 %
1/2"	12.700	25.8	3.4	3.4	96.6	CLASF. AASHTO	= A-6 (3)
3/8"	9.520	22.9	3.0	6.5	93.5	CLASF. SUCS	= SC
1/4"	6.350	39.1	5.2	11.7	88.3	MAX. DENS. SECA	= 1.970 gr/cc
# 4	4.760	41.4	5.5	17.2	82.8	HUMEDAD OPT.	= 12.90 %
# 8	2.360	67.3	8.9	26.1	73.9	CBR AL 100% 0.1"	= 18.94 %
# 10	2.000	9.8	1.3	27.4	72.6	CBR AL 95% 0.1"	= 15.40 %
# 16	1.190	49.8	6.6	34.0	66.0		
# 30	0.600	32.1	4.3	38.3	61.7		
# 40	0.420	28.2	3.8	42.0	58.0		
# 50	0.300	17.1	2.3	44.3	55.7		
# 100	0.149	37.2	4.9	49.2	50.8	COLOR ESTANDAR	= ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	22.3	3.0	52.2	47.8		
< # 200	FONDO	369.57	47.8	100.0			% Humd. Nat. 12.20
FRACCION		752.40				Coef. Uniformidad	52414.7
TOTAL				0.0	0.0	Coef. Curvatura	0.2
Descripción suelo:	Arena arcillosa con grava					Pot. de expansión	Bajo
						Indice de consistencia	Sólido
						Consistencia	



HUMEDAD NATURAL		
(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)		
DATOS DE LA MUESTRA		
Nº ENSAYOS		
Nº TARRO		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	844.20
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	752.4
PESO DE AGUA	(g)	91.80
PESO DEL TARRO	(g)	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	752.40
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	12.20

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

**PROMEDIO**  
**12.20**  
  
**Oscar Alberto Morán Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
AASHTO T-89 Y T-90**

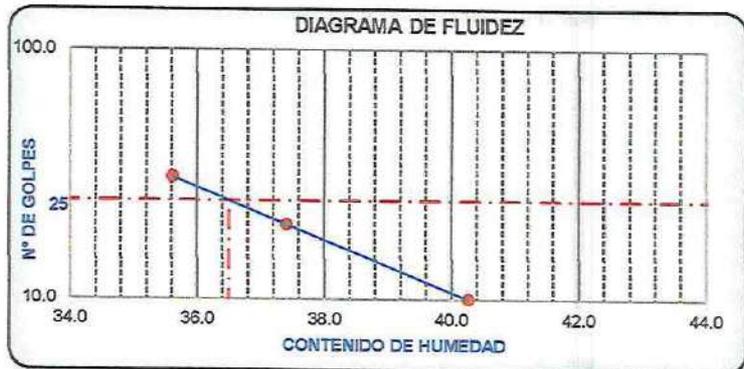
PROYECTO	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m	

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	35.98	34.20	36.31	24.64	23.40
TARRO + SUELO SECO	31.68	30.58	32.46	23.94	22.98
AGUA	4.30	3.62	3.85	0.70	0.42
PESO DEL TARRO	21.00	20.90	21.65	21.05	21.22
PESO DEL SUELO SECO	10.68	9.68	10.81	2.89	1.76
% DE HUMEDAD	40.26	37.40	35.62	24.22	23.86
Nº DE GOLPES	10	20	31		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	36.49
LIMITE PLASTICO	24.04
INDICE DE PLASTICIDAD	12.45

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

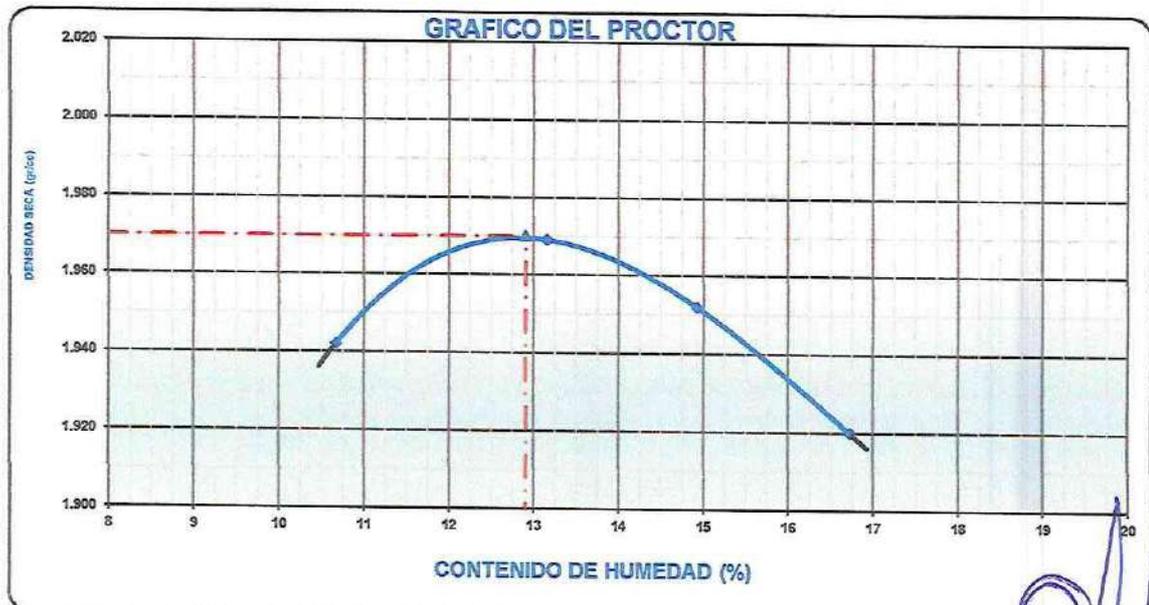
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00											
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Arena arcillosa con grava	A-6	SC	17.17%	35.04%	47.79%	36.5	12.45	12.20
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Handwritten Signature]*  
Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 20080  
Especialista en Mecánica de Suelos

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESTISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+484 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	4267			
NUMERO DE ENSAYOS									
	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	6296	6370	6385	6383					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	2029	2103	2118	2118					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.149	2.228	2.244	2.242					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	562.20	704.50	595.30	645.50					
PESO SUELOS SECO + TARA	508.00	622.60	518.00	553.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	54.20	81.90	77.30	92.50					
PESO DE SUELO SECO	508.00	622.60	518.00	553.00					
CONTENIDO DE AGUA	10.67	13.15	14.92	16.73					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.942	1.969	1.952	1.920					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.970 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	12.90			



Observaciones:

  
 Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		Fecha : Oct-22
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Realizado por : Tec. E.E.M.R
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO		Revisado por : Ing. O.A.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+484 (VIA DE EVITAMIENTO)		
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 1	
PROF. (m)	: 1.50 m		

Molde Nº	1		2		3	
	5		5		5	
Nº Capa	56		25		12	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12324	12354	12168	12220	11620	11698
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4774	4804	4468	4520	4270	4348
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.254	2.268	2.110	2.134	1.979	2.015
Humedad (%)	14.4	15.2	14.2	16.0	14.3	16.2
Densidad seca (gr/cm3)	1.971	1.969	1.847	1.839	1.731	1.733
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	528.0	528.0	504.0	504.0	678.0	678.0
Tarro + Suelo seco (gr)	461.7	458.3	441.2	434.4	593.0	583.3
Peso del Agua (gr)	66.3	69.7	62.8	69.6	85.0	94.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	461.7	458.3	441.2	434.4	593.0	583.3
Humedad (%)	14.4	15.2	14.2	16.0	14.3	16.2
Promedio de Humedad (%)	14.4	15.2	14.2	16.0	14.3	16.2

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		66	3.4			62	3.2			59	3.0		
0.050		130	6.7			114	5.9			88	4.6		
0.075		208	10.7			173	8.9			115	5.9		
0.100	70	266	13.76	13.32	18.9	228	11.8	10.30	14.7	167	8.6	8.03	11.4
0.150		363	18.8			274	14.1			232	12.0		
0.200	105.46	428	22.1	21.70	20.6	337	17.4	17.53	16.6	264	13.6	13.28	12.6
0.300		523	27.0			458	23.7			341	17.6		
0.400		658	34.0			550	28.4			471	24.3		

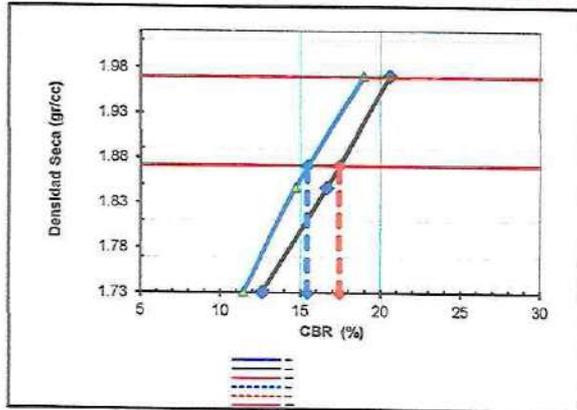


Alfredo Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
ASESORISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 1	
PROF. (m)	: 1.50 m		

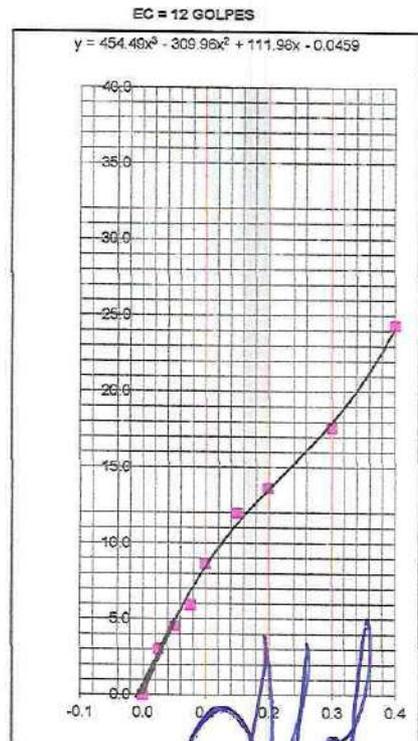
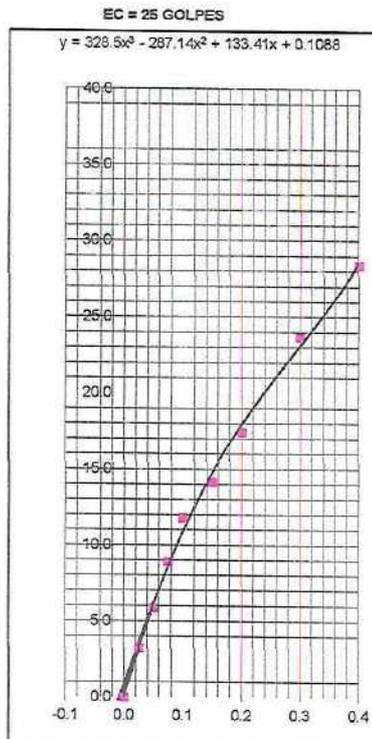
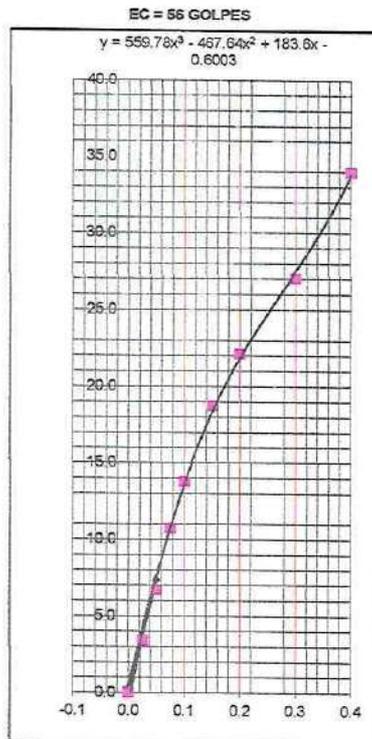
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	18.94	0.2":	20.57
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	15.40	0.2":	17.40

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.970	gr/c
Óptimo Humedad	12.90	%

OBSERVACIONES:



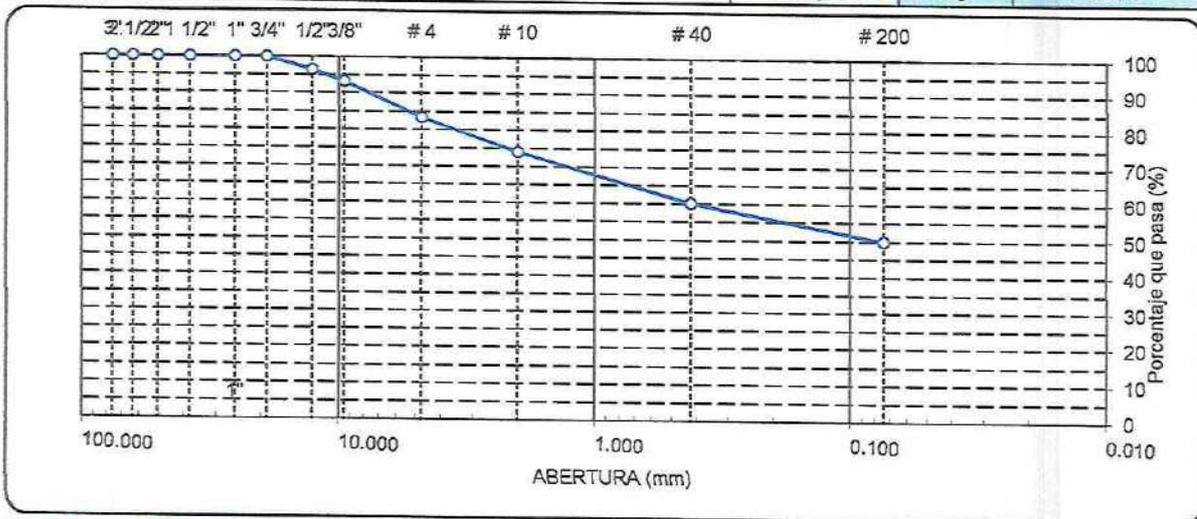
Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 718.2 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 359.2 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 359.0 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 37.70 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 24.68 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 13.02 %
1/2"	12.700	25.8	3.6	3.6	96.4	CLASF. AASHTO = A-6 (4)
3/8"	9.520	22.9	3.2	6.8	93.2	CLASF. SUCS = SC
1/4"	6.350	33.6	4.7	11.5	88.5	MAX. DENS. SECA = 1.980 gr/cc
# 4	4.760	37.1	5.2	16.6	83.4	HUMEDAD OPT. = 13.35 %
# 8	2.360	57.4	8.0	24.6	75.4	CBR AL 100% 0.1" = 16.33 %
# 10	2.000	9.3	1.3	25.9	74.1	CBR AL 95% 0.1" = 13.00 %
# 16	1.190	44.6	6.2	32.1	67.9	
# 30	0.600	29.0	4.0	36.2	63.9	
# 40	0.420	28.8	3.7	39.9	60.1	
# 50	0.300	16.4	2.3	42.2	57.8	
# 100	0.149	35.0	4.9	47.1	53.0	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	21.2	3.0	50.0	50.0	% Humd. Nat.
< # 200	FONDO	359.0	50.0	100.0		12.78
FRACCION		718.20		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 71257.0
TOTAL						Indice de consistencia = 0.2
						Coef. Curvatura = 0.2
						Pot. de expansión = Bajo
						Consistencia = Sólido

Descripción suelo: Arena arcillosa con grava



HUMEDAD NATURAL			
(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)			
DATOS DE LA MUESTRA			
Nº ENSAYOS			
Nº TARRO			PROMEDIO
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	810.00	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	718.2	
PESO DE AGUA	(g)	91.80	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	718.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	12.78	12.78

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

*[Signature]*  
Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85405  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos

MATERIAL : SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)

MUESTRA : M - 2

PROF. (m) : 1.50 m

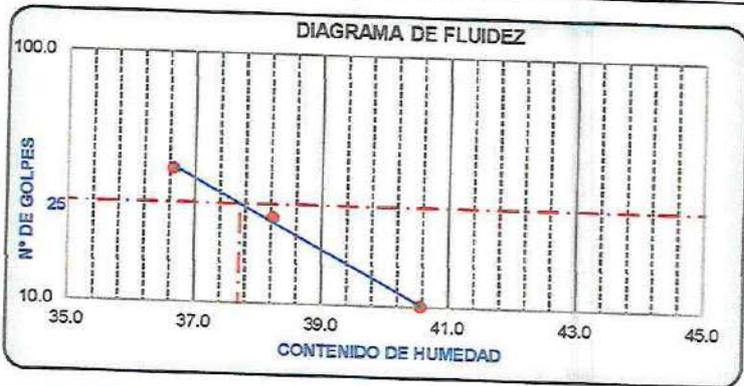
Fecha : Oct-22  
Realizado por : Tec. E.E.M.R  
Revisado por : Ing. O.A.M.R

CALICATA : C - 1

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	36.48	33.98	36.67	24.13	23.69
TARRO + SUELO SECO	32.07	30.46	32.60	25.45	23.20
AGUA	4.41	3.52	4.27	0.68	0.49
PESO DEL TARRO	21.20	21.25	20.95	20.70	21.21
PESO DEL SUELO SECO	10.87	9.21	11.65	2.75	1.99
% DE HUMEDAD	40.57	38.22	39.65	24.73	24.62
Nº DE GOLPES	10	22	34		

**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

LIMITE LIQUIDO	37.70
LIMITE PLASTICO	24.68
INDICE DE PLASTICIDAD	13.02



MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante

**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

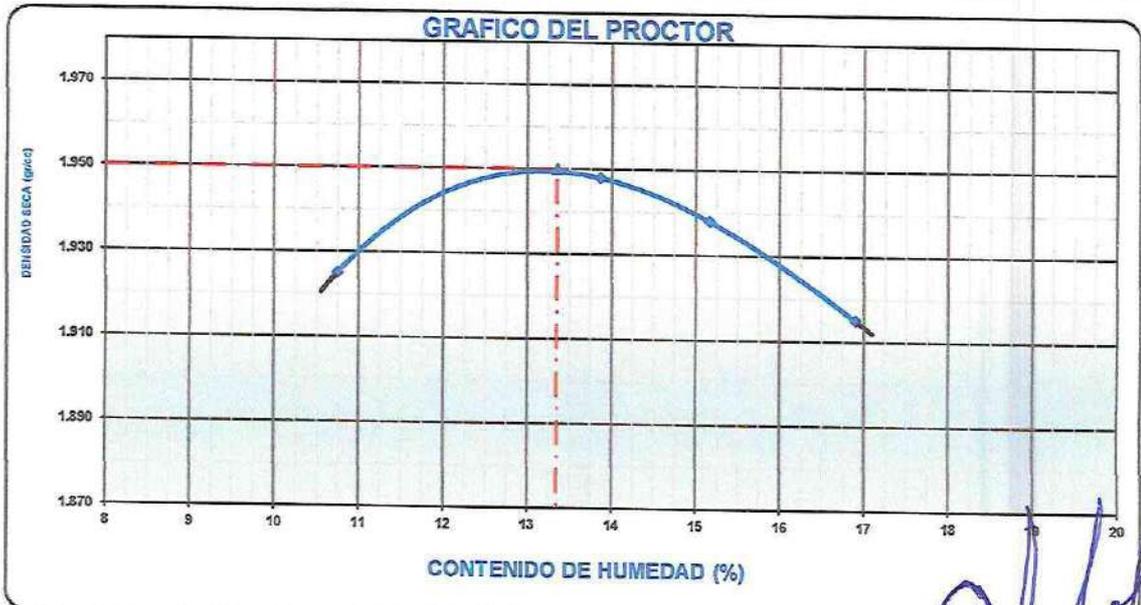
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40		1.50 m	Arena arcillosa con grava	A-6	SC	16.64%	33.38%	49.98%	37.7	13.02	12.78
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Firma manuscrita]*  
Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 8506  
ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	944				PESO DEL MOLDE (gr.) :	3757				
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE					5770	5851	5864	5870		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO					2013	2094	2107	2113		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO					2.132	2.218	2.232	2.238		
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE Nro.					1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO + TARA					651.20	515.80	529.30	589.15		
PESO SUELOS SECO + TARA					588.00	453.00	459.60	504.00		
PESO DE LA TARA					0.00	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA					63.20	62.80	69.70	85.15		
PESO DE SUELO SECO					588.00	453.00	459.60	504.00		
CONTENIDO DE AGUA					10.75	13.88	15.17	16.89		
PESO VOLUMETRICO SECO					1.925	1.948	1.938	1.915		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.950				gr/cm <sup>3</sup>		HUMEDAD OPTIMA (%):		13.35	



Observaciones:



Oscar Alberto Moron Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP. N° 85005  
Especialista en Mecánica de Suelos

## ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 1	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	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)	12239	12269	12098	12150	11579	11657
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4689	4719	4398	4450	4229	4307
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.214	2.228	2.076	2.101	1.960	1.996
Humedad (%)	13.5	14.1	13.5	14.8	13.4	15.0
Densidad seca (gr/cm3)	1.951	1.953	1.829	1.830	1.728	1.736
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	698.8	698.8	698.8	698.8	812.5	812.5
Tarro + Suelo seco (gr)	615.9	612.5	615.6	608.8	716.5	706.8
Peso del Agua (gr)	82.9	86.3	83.2	90.0	96.0	105.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	615.9	612.5	615.6	608.8	716.5	706.8
Humedad (%)	13.5	14.1	13.5	14.8	13.4	15.0
Promedio de Humedad (%)	13.5	14.1	13.5	14.8	13.4	15.0

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

### PENETRACION

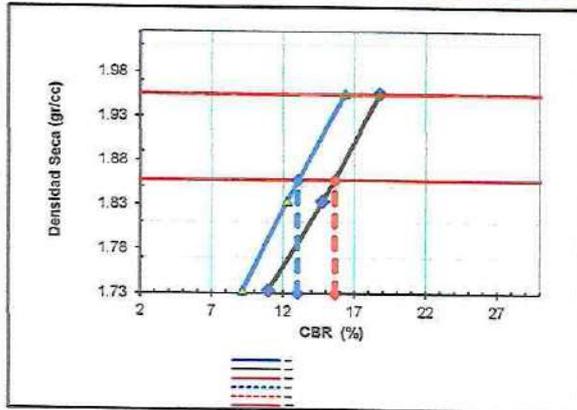
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		83	4.3			70	3.6			60	3.1		
0.050		144	7.5			87	4.5			72	3.7		
0.075		196	10.1			124	6.4			94	4.9		
0.100	70	238	12.32	11.48	16.3	192	9.9	8.62	12.3	124	6.4	6.43	9.1
0.150		318	16.4			244	12.6			199	10.3		
0.200	105.46	392	20.2	19.79	18.8	312	16.1	15.57	14.8	235	12.1	11.54	10.9
0.300		521	26.9			420	21.7			312	16.1		
0.400		628	32.5			534	27.6			421	25.0		

**Oscar Alberto Morán Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 95005  
 PROFESIONISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESTISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Fecha : Oct-22
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Realizado por : Tec. E.E.M.R
MUESTRA	: M - 2	Revisado por : Ing. O.A.M.R
PROF. (m)	: 1.50 m	CALIGATA : C - 1

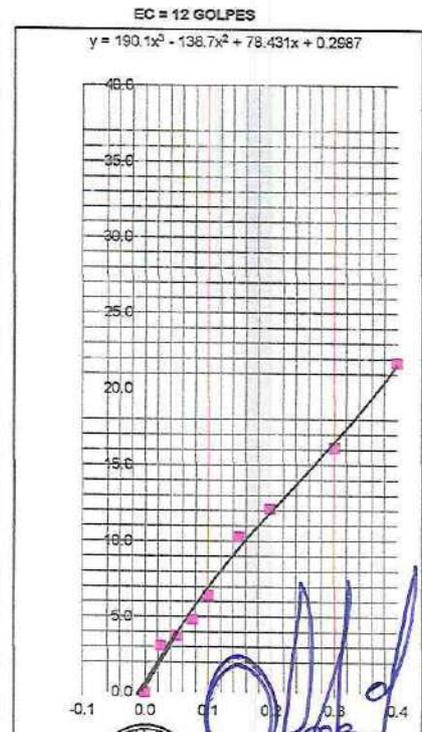
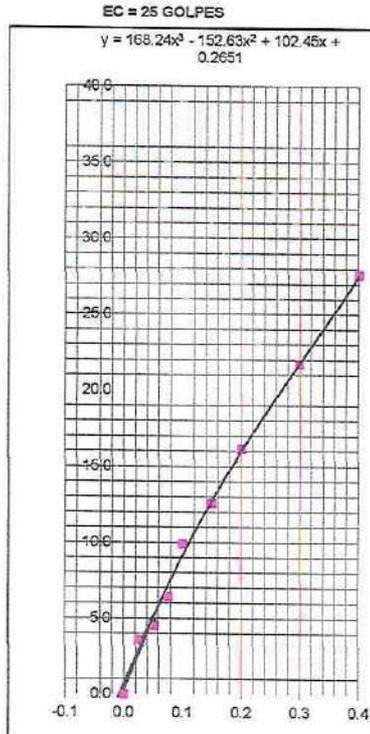
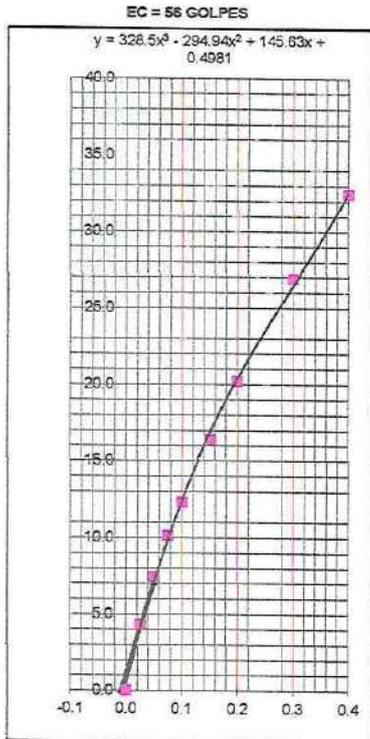
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	16.33	0.2":	18.77
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	13.00	0.2":	15.60

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.950	gr/c
Optimo Humedad	13.35	%

OBSERVACIONES:

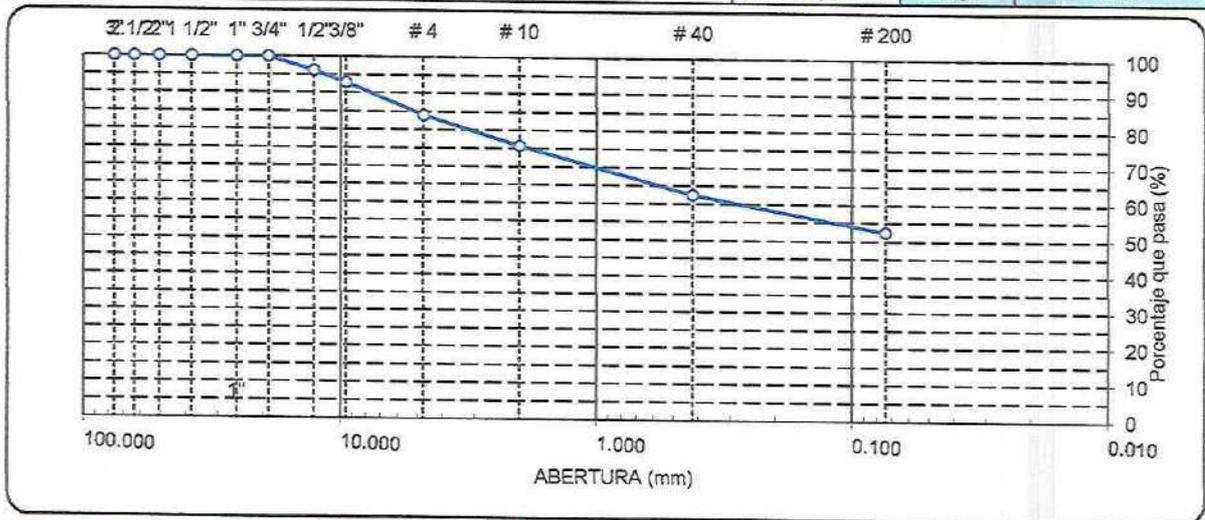


Oscar Alberto Mbrón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85000  
Especialista en Mecánica de Suelos

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0,0	0,0	0,0	100,0	PESO TOTAL = 684,0 gr	
2 1/2"	63.500	0,0	0,0	0,0	100,0	PESO LAVADO = 325,0 gr	
2"	50.800	0,0	0,0	0,0	100,0	PESO FINO = 359,0 gr	
1 1/2"	38.100	0,0	0,0	0,0	100,0	LIMITE LIQUIDO = 39,14 %	
1"	25.400	0,0	0,0	0,0	100,0	LIMITE PLASTICO = 24,82 %	
3/4"	19.100	0,0	0,0	0,0	100,0	INDICE PLASTICO = 14,32 %	
1/2"	12.700	25,8	3,8	3,8	96,2	CLASF. AASHTO = A-6 (5)	
3/8"	9.520	22,9	3,4	7,1	92,9	CLASF. SUCS = CL	
1/4"	6.350	28,2	4,1	11,2	88,8	MAX. DENS. SECA = 1,720 gr/cc	
# 4	4.760	32,9	4,8	16,1	84,0	HUMEDAD OPT. = 15,20 %	
# 8	2.360	47,5	6,9	23,0	77,0	CBR AL 100% 0.1" = 12,31 %	
# 10	2.000	8,8	1,3	24,3	75,7	CBR AL 95% 0.1" = 8,50 %	
# 16	1.190	38,4	5,6	30,0	70,0		
# 30	0.600	25,8	3,8	33,8	66,2		
# 40	0.420	25,4	3,7	37,5	62,5		
# 50	0.300	15,8	2,3	39,8	60,2		
# 100	0.149	32,9	4,8	44,6	55,4	COLOR ESTANDAR = TARRON ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	20,2	3,0	47,6	52,4	% Humd. Nat.	
< # 200	FONDO	358,4	52,4	100,0		13,42	
FRACCION		684,00		0,0	0,0	Coef. Uniformidad = 92657,5	
TOTAL						Coef. Curvatura = 0,1	
Descripción suelo:	Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava					Pot. de expansión = Bajo	Indice de consistencia = Solido



**HUMEDAD NATURAL**  
(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

DATOS DE LA MUESTRA			PROMEDIO
Nº ENSAYOS			
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	775.80	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	684.00	
PESO DE AGUA	(g)	91.80	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	684.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	13.42	13.42

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

*[Signature]*  
**Oscar A. Del Moral Romero**  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
MANTENIMIENTO Y MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos **Fecha** : Oct-22

**MATERIAL** : SUBRASANTE MUESTRA PATRON **Realizado por** : Tec. E.E.M.R

**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO) **Revisado por** : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 **CALICATA** : C - 1

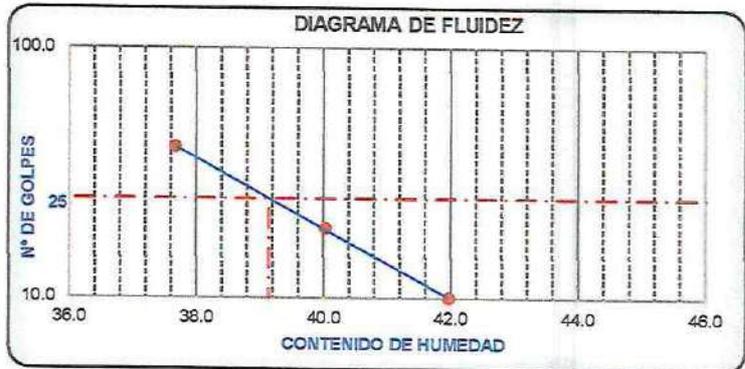
**PROF. (m)** : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	31.53	33.98	36.30	22.40	22.82
TARRO + SUELO SECO	28.03	30.13	32.01	22.08	22.31
AGUA	3.50	3.85	4.29	0.32	0.51
PESO DEL TARRO	19.69	20.51	20.62	20.80	20.24
PESO DEL SUELO SECO	8.34	9.62	11.39	1.28	2.07
% DE HUMEDAD	41.97	40.02	37.66	25.00	24.64
Nº DE GOLPES	10	19	40		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	39.14
LIMITE PLASTICO	24.82
INDICE DE PLASTICIDAD	14.32

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

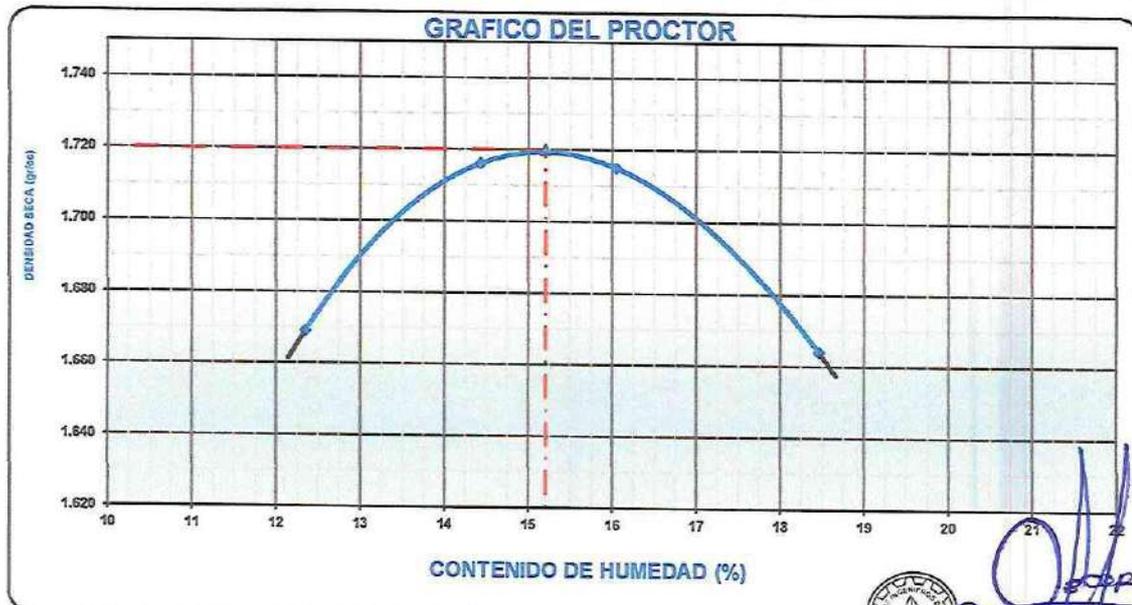
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
U.4U		1.50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad con grava	A-S	CL	16.05%	31.55%	52.40%	39.1	14.32	13.42
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Signature]*  
Oscar Alvarado Maron Romero  
INGENIERO CIVIL  
C.R.C. Nº 2505  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO  
 AASHTO - T-180-D**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+484 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 1
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	4266			
NUMERO DE ENSAYOS	1				2 3 4				
PESO SUELO + MOLDE	6036				6120 6145 6127				
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1770				1854 1879 1881				
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.875				1.964 1.990 1.971				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1				2 3 4				
PESO SUELO HUMEDO + TARA	628.00				571.00 489.70 499.90				
PESO SUELOS SECO + TARA	559.00				499.00 422.00 422.00				
PESO DE LA TARA	0.00				0.00 0.00 0.00				
PESO DE AGUA	69.00				72.00 67.70 77.90				
PESO DE SUELO SECO	559.00				499.00 422.00 422.00				
CONTENIDO DE AGUA	12.34				14.43 16.04 18.46				
PESO VOLUMETRICO SECO	1.669				1.716 1.715 1.664				
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.720 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%): 15.20				



Observaciones:

*[Handwritten signature]*  
**Oscar Aldeanor Matón Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 85005  
 ESPECIALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 1	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	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)	11744	11774	11705	11757	11175	11253
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4194	4224	4005	4057	3825	3903
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.980	1.994	1.891	1.915	1.772	1.809
Humedad (%)	15.1	15.9	15.1	16.7	15.1	17.0
Densidad seca (gr/cm3)	1.720	1.720	1.642	1.642	1.540	1.546
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	589.8	589.8	598.7	598.7	682.5	682.5
Tarro + Suelo seco (gr)	512.3	508.9	520.0	513.2	593.0	583.3
Peso del Agua (gr)	77.5	80.9	78.7	85.4	89.5	99.2
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	512.3	508.9	520.0	513.2	593.0	583.3
Humedad (%)	15.1	15.9	15.1	16.7	15.1	17.0
Promedio de Humedad (%)	15.1	15.9	15.1	16.7	15.1	17.0

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

**PENETRACION**

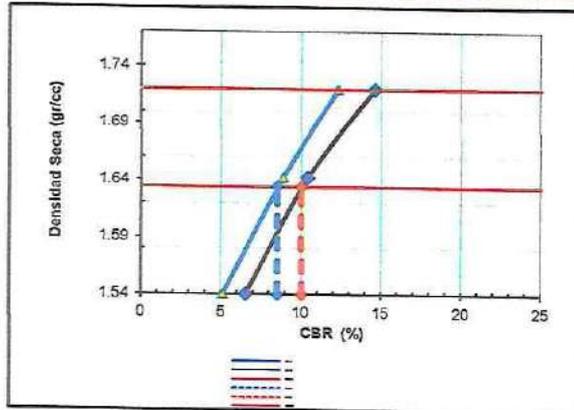
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		32	1.7			25	1.3			22	1.1		
0.050		77	4.0			64	3.3			41	2.1		
0.075		134	6.9			97	5.0			57	3.0		
0.100	70	173	8.95	8.65	12.3	134	6.9	6.24	8.9	73	3.8	3.59	5.1
0.150		227	11.7			168	8.7			94	4.8		
0.200	105.46	309	16.0	15.42	14.6	202	10.5	10.97	10.4	147	7.6	6.91	6.5
0.300		408	21.1			301	15.5			201	10.4		
0.400		548	28.3			396	20.5			282	14.6		

Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 18803  
CENTRO DE INVESTIGACIONES Y SERVICIOS EN SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 1	
PROF. (m)	: 1.50 m		

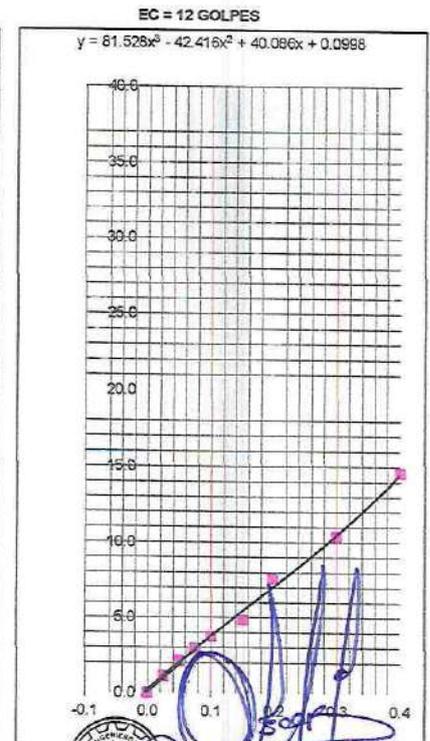
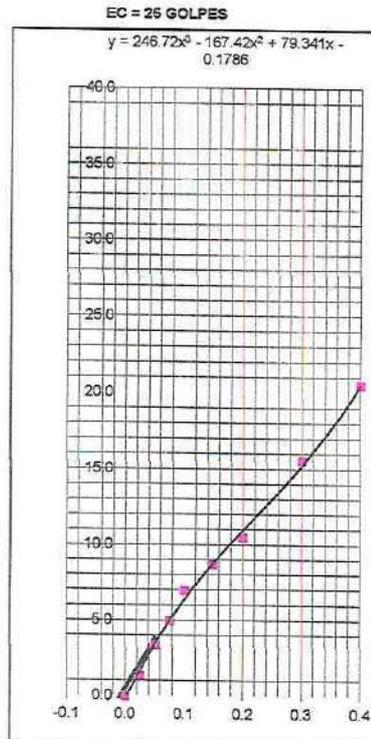
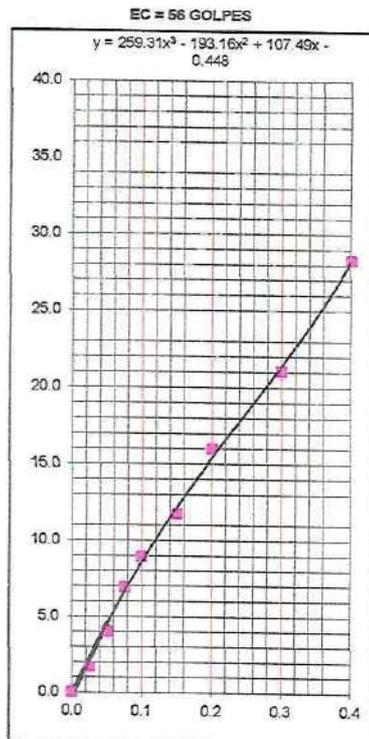
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	12.31	0.2":	14.62
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	8.50	0.2":	10.00

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.720	gr/cc
Óptimo Humedad	15.20	%

OBSERVACIONES:



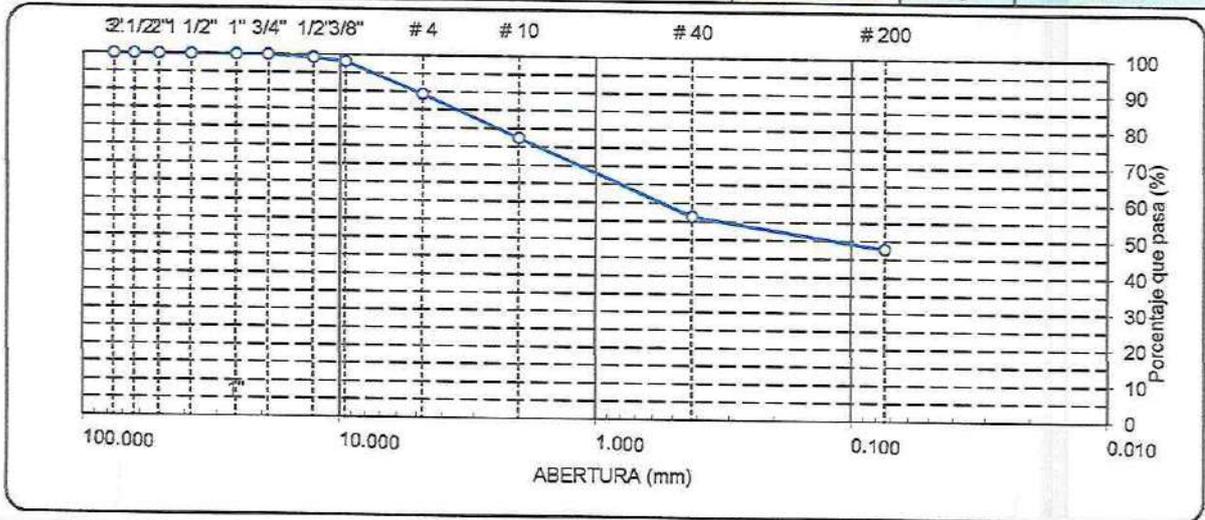
Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85045  
INSTITUTO VENEZOLANO DE INVESTIGACIONES EN MECANICA DE SUELOS

**CALICATA C-2**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corcoroncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 2
PROF. (m)	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 552.3 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 287.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 265.3 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 35.99 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 24.33 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 11.66 %
1/2"	12.700	4.2	0.8	0.8	99.2	CLASF. AASHTO = A-6 (3)
3/8"	9.520	5.9	1.1	1.8	98.2	CLASF. SUCS = SM
1/4"	6.350	28.3	5.1	7.0	93.1	MAX. DENS. SECA = 1.900 gr/cc
# 4	4.760	20.5	3.7	10.7	89.4	HUMEDAD OPT. = 13.85 %
# 8	2.380	62.1	11.2	21.9	78.1	CBR AL 100% 0.1" = 20.04 %
# 10	2.000	3.7	0.7	22.6	77.4	CBR AL 95% 0.1" = 14.80 %
# 16	1.190	56.7	10.3	32.8	67.2	
# 30	0.600	41.5	7.5	40.3	59.7	
# 40	0.420	18.2	3.3	43.6	56.4	
# 50	0.300	8.1	1.5	45.1	54.9	
# 100	0.149	25.8	4.7	49.8	50.2	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	12.9	2.3	52.1	47.9	
< # 200	FONDO	264.39	47.9	100.0		% Humd. Nat. = 14.34
FRACCION		552.26		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 696322.0
TOTAL						Coef. Curvatura = 0.2
Descripción suelo: Arena limosa						Pot. de expansión = Baje
						Indice de consistencia = Consistencia
						Solida



HUMEDAD NATURAL			
(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)			
DATOS DE LA MUESTRA			
Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	631.46	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	552.3	
PESO DE AGUA	(g)	79.20	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	552.26	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14.34	14.34

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morón Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 63408  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELO.

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO      Realizado por : Tec. E.E.M.R

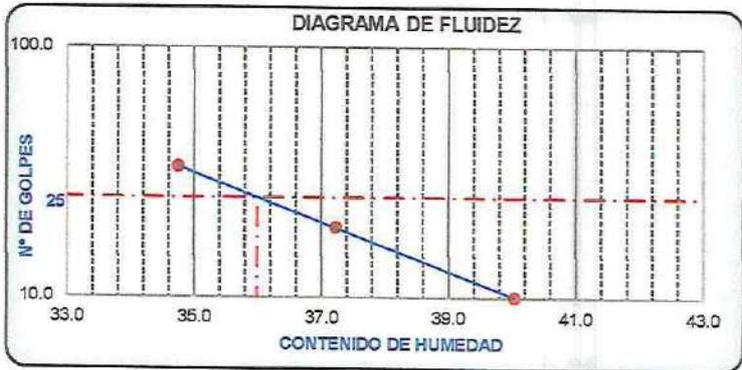
UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 2

PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	34.96	36.88	34.24	23.03	24.19
TARRO + SUELO SECO	31.06	32.60	30.80	22.46	23.59
AGUA	3.90	4.28	3.44	0.57	0.60
PESO DEL TARRO	21.32	21.10	20.90	20.12	21.12
PESO DEL SUELO SECO	9.74	11.50	9.90	2.34	2.47
% DE HUMEDAD	40.04	37.22	34.75	24.36	24.29
Nº DE GOLPES	10	19	33		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	35.99
LIMITE PLASTICO	24.33
INDICE DE PLASTICIDAD	11.66



MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante

**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

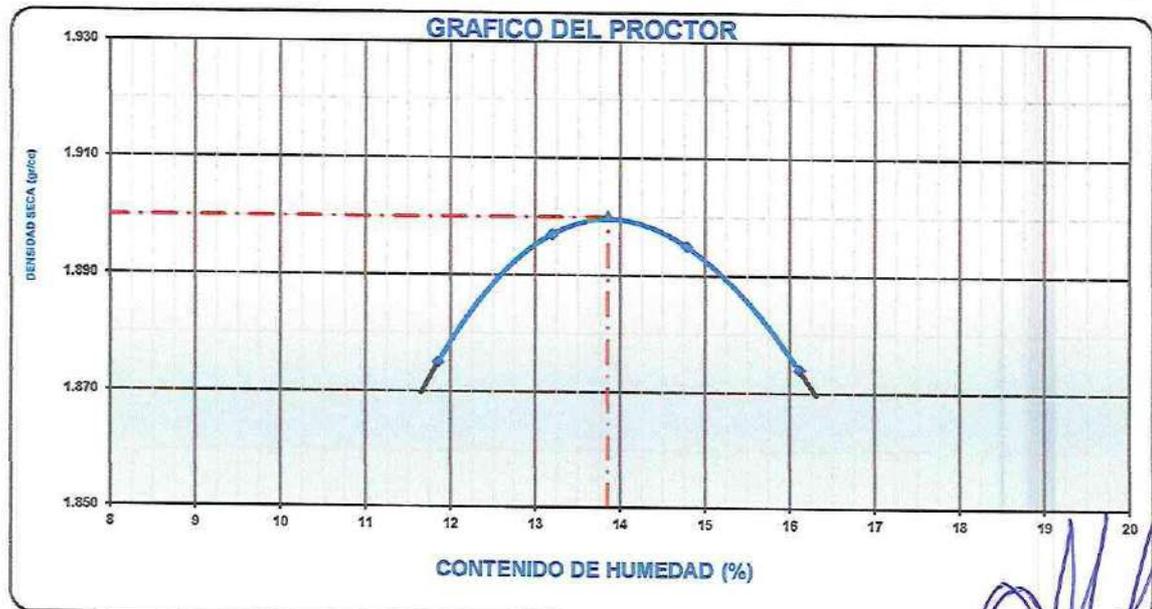
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3ª a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40		1.50 m	Arena limosa	A-6	SM	10.66%	41.47%	47.87%	36.0	11.66	14.34
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85605  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 2
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.) :	4265			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	6245	6292	6318	6319					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1980	2027	2053	2054					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.097	2.147	2.175	2.176					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	519.00	506.90	527.20	627.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	464.00	447.80	459.30	540.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	55.00	59.10	67.90	87.00					
PESO DE SUELO SECO	464.00	447.80	459.30	540.00					
CONTENIDO DE AGUA	11.85	13.20	14.78	16.11					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.875	1.897	1.896	1.874					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.900 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	13.85			



Observaciones:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85405  
INGENIERIA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		Fecha : Oct-22
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Realizado por : Tec. E.E.M.R
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO		Revisado por : Ing. O.A.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)		
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 2	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	56		25		12	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12138	12168	12055	12107	11560	11638
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4588	4618	4355	4407	4210	4288
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.166	2.180	2.056	2.081	1.951	1.987
Humedad (%)	14.0	14.8	13.9	15.7	14.0	15.8
Densidad seca (gr/cm3)	1.901	1.899	1.805	1.799	1.711	1.716
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	525.0	525.0	508.0	508.0	708.0	708.0
Tarro + Suelo seco (gr)	460.7	457.3	446.0	439.2	621.0	611.3
Peso del Agua (gr)	64.3	67.7	62.0	68.8	87.0	96.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	460.7	457.3	446.0	439.2	621.0	611.3
Humedad (%)	14.0	14.8	13.9	15.7	14.0	15.8
Promedio de Humedad (%)	14.0	14.8	13.9	15.7	14.0	15.8

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.210	0.2

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		77	4.0			100	5.1			67	3.5		
0.050		193	10.0			161	8.3			108	5.6		
0.075		258	13.3			199	10.3			137	6.8		
0.100	70	275	14.21	14.09	20.0	204	10.5	10.43	14.8	137	7.1	7.06	10.0
0.150		360	18.6			283	14.6			194	10.0		
0.200	105.46	460	23.8	22.73	21.6	355	18.3	17.08	16.2	257	13.0	11.97	11.3
0.300		526	27.2			410	21.2			358	15.4		
0.400		544	28.1			450	23.3			382	17.2		

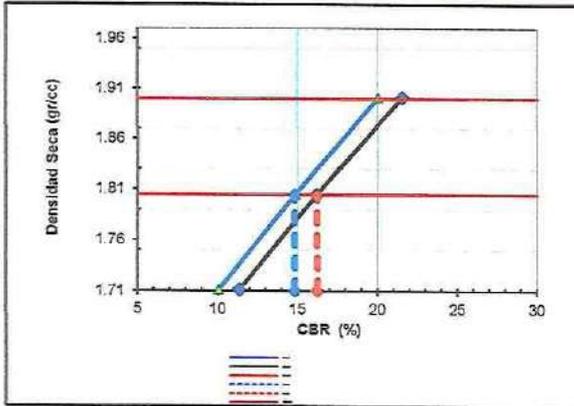


Oscar Alberto Miron Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85008  
PROFESIONISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURIMAC, 2022"	
<b>TESISTAS</b>	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
<b>MATERIAL</b>	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
<b>UBICACIÓN</b>	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
<b>MUESTRA</b>	: M - 2	CALICATA : C - 2
<b>PROF. (m)</b>	: 1.50 m	

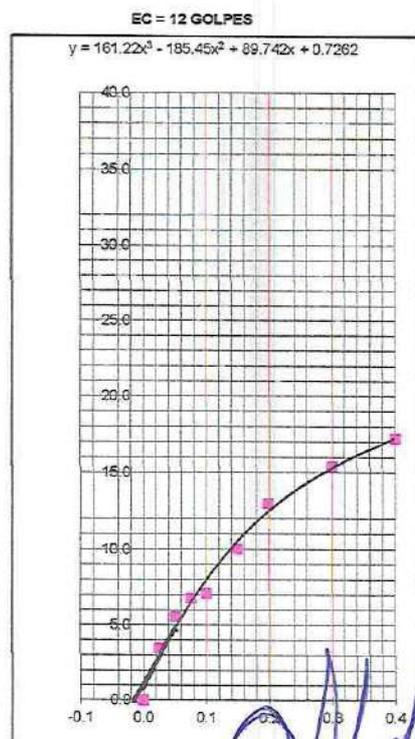
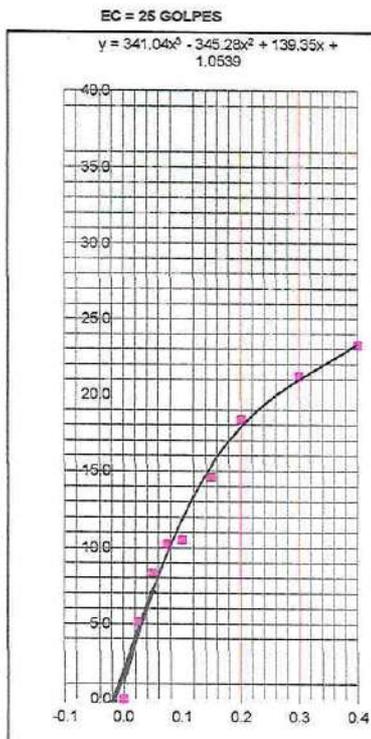
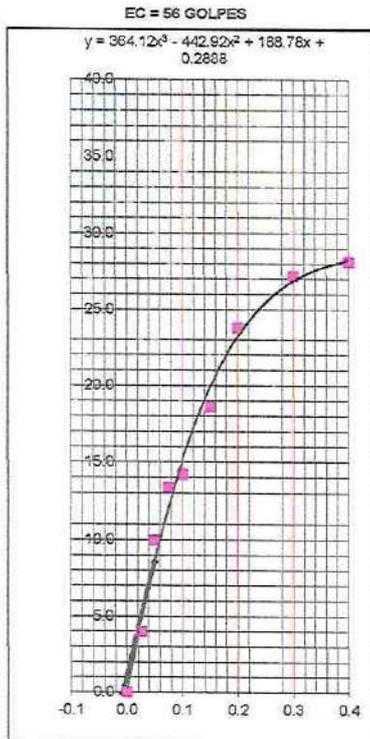
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 20.04	0.2": 21.56
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.80	0.2": 16.20

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.900	gr/c
Optimo Humedad	13.85	%

**OBSERVACIONES:**



*Osvaldo Alvarado Marón Romero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

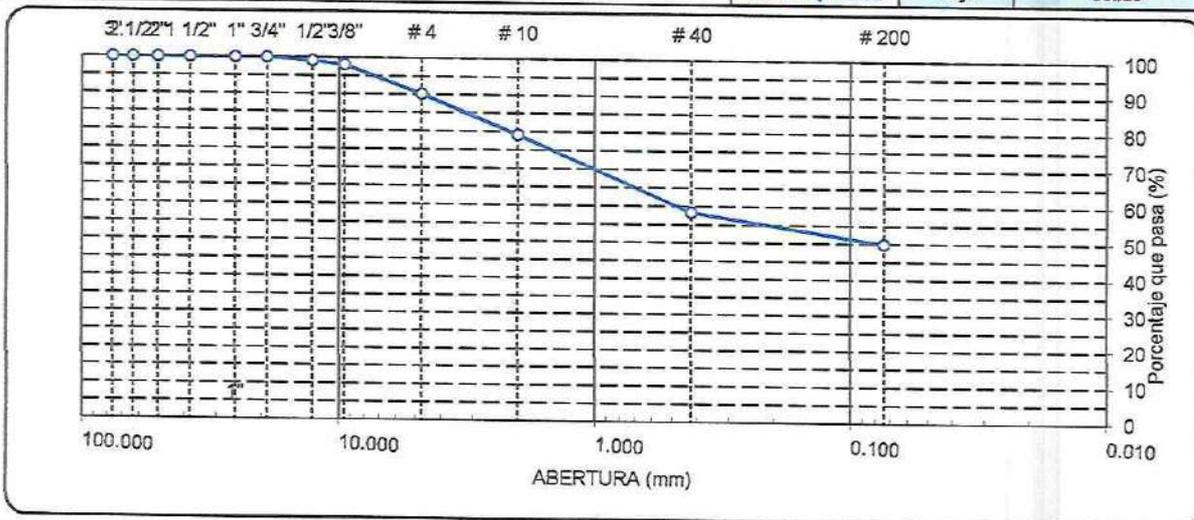
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESTISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22  
MATERIAL : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R  
UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 2  
PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 528.2 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 264.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 264.2 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 37.78 %	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 24.49 %	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 13.29 %	
1/2"	12.700	4.2	0.8	0.8	99.2	CLASF. AASHTO = A-6 (4)	
3/8"	9.520	5.9	1.1	1.9	98.1	CLASF. SUCS = SC	
1/4"	6.350	24.5	4.6	6.6	93.5	MAX. DENS. SECA = 1.890 gr/cc	
# 4	4.760	17.5	3.3	9.9	90.1	HUMEDAD OPT. = 14.34 %	
# 8	2.360	55.1	10.4	20.3	79.7	CBR AL 100% 0.1" = 16.47 %	
# 10	2.000	3.4	0.6	20.9	79.1	CBR AL 95% 0.1" = 14.10 %	
# 16	1.190	53.0	10.0	31.0	69.0		
# 30	0.600	38.3	7.4	38.4	61.6		
# 40	0.420	17.3	3.3	41.7	58.3		
# 50	0.300	7.7	1.5	43.1	56.9		
# 100	0.149	24.3	4.6	47.7	52.3	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	12.2	2.3	50.0	50.0	% Humd. Nat. = 14.99	
< # 200	FONDO	263.97	50.0	100.0			
FRACCION		528.24		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 1238611.2	
TOTAL						Coef. Curvatura = 0.1	
Descripción suelo:	Arena arcillosa					Pot. de expansión = Bajo	Indice de consistencia = Consistencia
							Sólido



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	607.44	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	528.2	
PESO DE AGUA	(g)	79.20	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	528.24	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14.99	14.99

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Marón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 35005  
LISTA EN LA CATEGORÍA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 2

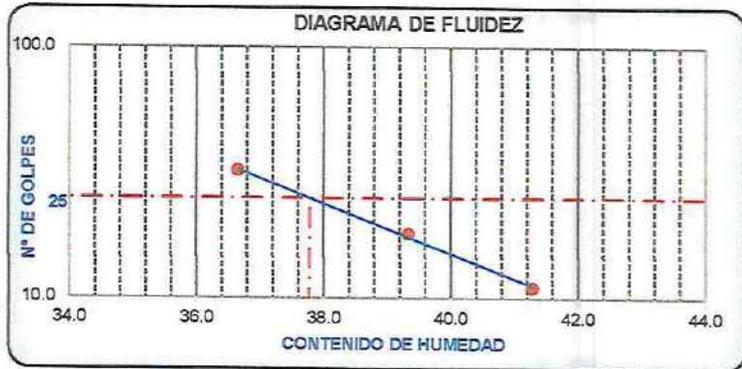
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	36.17	33.18	33.84	23.08	23.39
TARRO + SUELO SECO	31.81	29.77	30.57	22.65	22.98
AGUA	4.36	3.41	3.27	0.43	0.41
PESO DEL TARRO	21.25	21.10	21.65	20.90	21.30
PESO DEL SUELO SECO	10.56	8.67	8.92	1.75	1.68
% DE HUMEDAD	41.29	39.33	36.65	24.57	24.40
Nº DE GOLPES	11	18	32		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	37.78
LIMITE PLASTICO	24.49
INDICE DE PLASTICIDAD	13.29

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

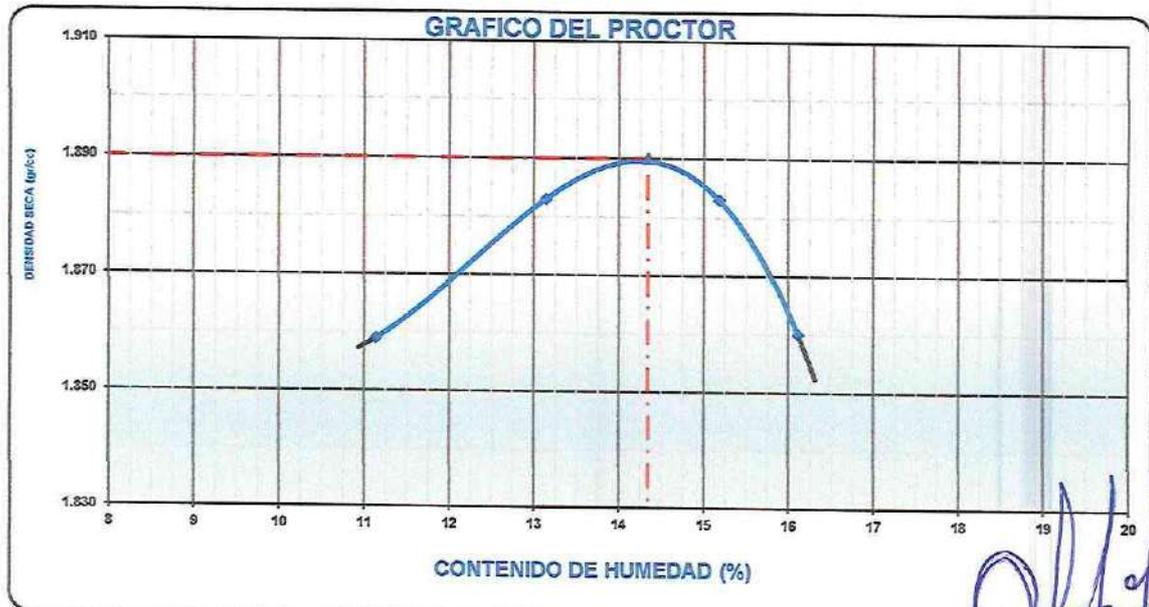
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40		1.50 m	Arena arcillosa	A-8	SC	9.86%	40.17%	49.97%	37.8	13.29	14.89
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Handwritten Signature]*  
Oscar Alberto Moron Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramo	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 2
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	4265			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	6215	6276	6313	6304					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1950	2011	2048	2039					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.066	2.130	2.169	2.160					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	499.00	508.80	622.00	627.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	449.00	449.70	540.00	540.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	50.00	59.10	82.00	87.00					
PESO DE SUELO SECO	449.00	449.70	540.00	540.00					
CONTENIDO DE AGUA	11.14	13.14	15.19	16.11					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.859	1.883	1.883	1.860					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.890 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	14.34			



Observaciones:



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

## ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 2	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12131	12161	12136	12188	11550	11628
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4581	4611	4436	4488	4200	4278
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.163	2.177	2.094	2.119	1.946	1.982
Humedad (%)	14.4	15.2	14.2	16.0	14.3	16.2
Densidad seca (gr/cm3)	1.891	1.890	1.833	1.826	1.702	1.705
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	528.0	528.0	504.0	504.0	678.0	678.0
Tarro + Suelo seco (gr)	461.7	458.3	441.2	434.4	593.0	583.3
Peso del Agua (gr)	66.3	69.7	62.8	69.6	85.0	94.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	461.7	458.3	441.2	434.4	593.0	583.3
Humedad (%)	14.4	15.2	14.2	16.0	14.3	16.2
Promedio de Humedad (%)	14.4	15.2	14.2	16.0	14.3	16.2

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	

### PENETRACION

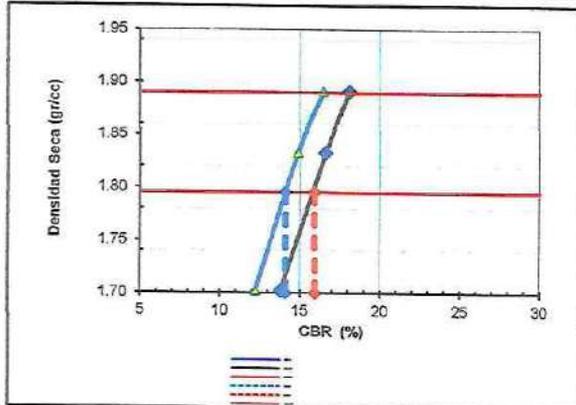
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		105	5.4			125	6.5			58	3.0		
0.050		173	9.0			156	8.0			118	6.1		
0.075		209	10.8			201	10.4			154	7.9		
0.100	70	225	11.64	11.58	16.5	230	11.9	10.45	14.9	171	8.9	8.57	12.2
0.150		313	16.2			272	14.0			230	11.4		
0.200	105.46	403	20.8	19.10	18.1	378	19.6	17.52	16.6	302	15.6	14.53	13.6
0.300		450	23.2			439	22.7			357	18.4		
0.400		485	25.1			501	25.9			372	20.2		

Oscar Alfredo Moron Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85006  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 2	
PROF. (m)	: 1.50 m		

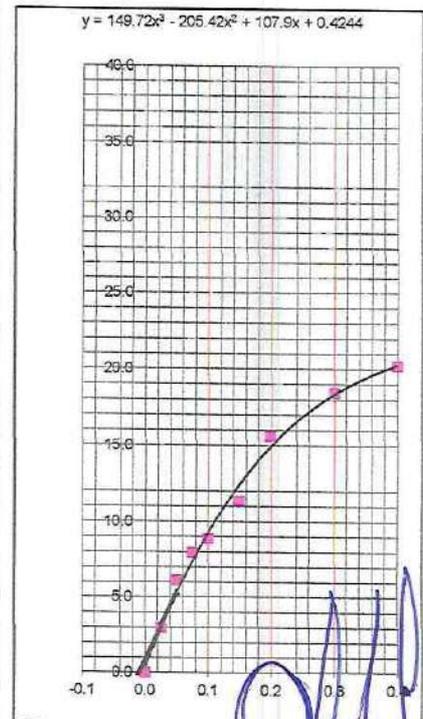
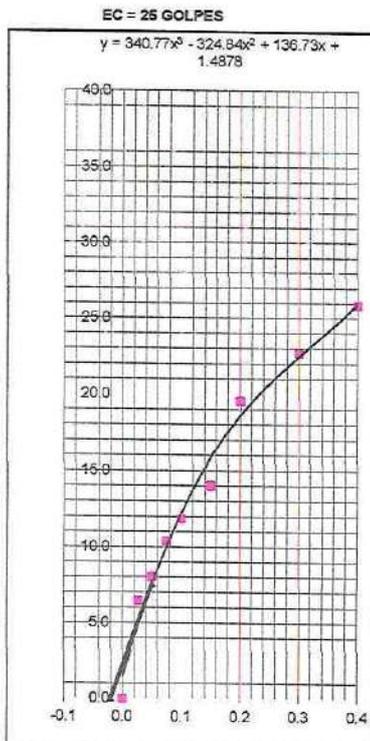
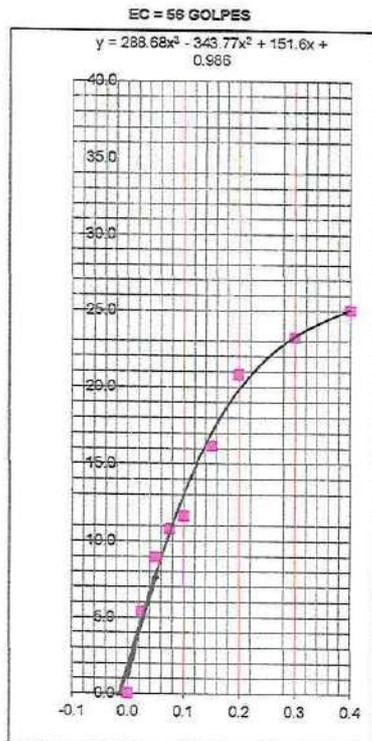
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	16.47	0.2":	18.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.10	0.2":	15.90

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.890	gr/c
Óptimo Humedad	14.34	%

OBSERVACIONES:



*[Signature]*  
Oscar Alberto Madrón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
REGISTRADO EN LA CÁMARA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos

Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO

Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)

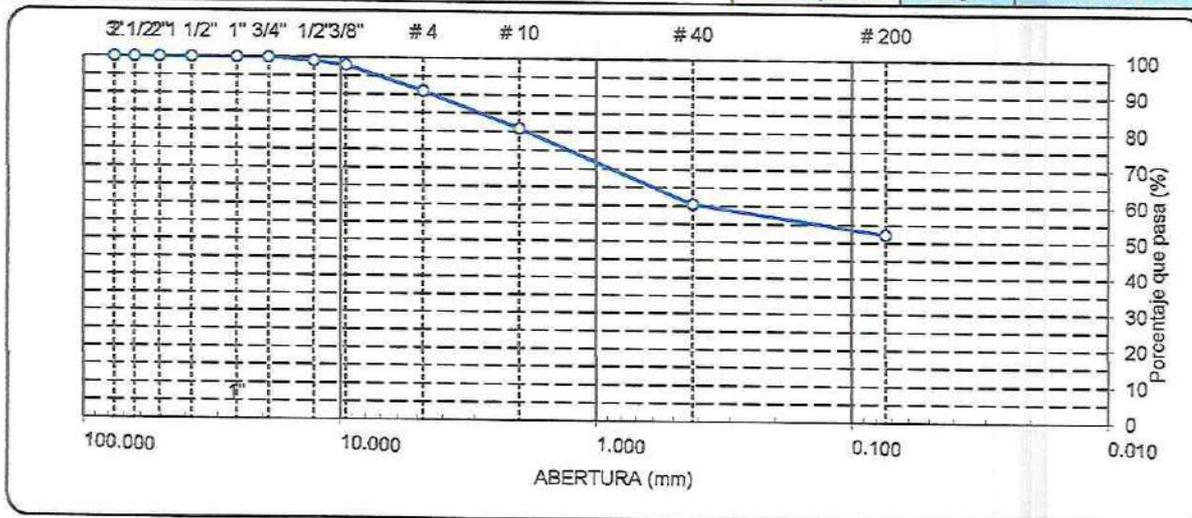
Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2

CALICATA : C - 2

PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 504.2 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 240.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 254.2 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 38.86 %	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 24.95 %	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 13.91 %	
1/2"	12.700	4.2	0.8	0.8	99.2	CLASF. AASHTO = A-6 (5)	
3/8"	9.520	5.9	1.2	2.0	98.0	CLASF. SUCS = CL	
1/4"	6.350	20.7	4.1	6.1	93.9	MAX. DENS. SECA = 1.860 gr/cc	
# 4	4.760	14.5	2.9	9.0	91.0	HUMEDAD OPT. = 14.54 %	
# 8	2.360	48.2	9.6	18.5	81.5	CBR AL 100% 0.1" = 14.54 %	
# 10	2.000	3.1	0.6	19.1	80.9	CBR AL 95% 0.1" = 12.50 %	
# 16	1.190	49.4	9.8	28.9	71.1		
# 30	0.600	37.0	7.4	36.3	63.7		
# 40	0.420	18.3	3.2	39.5	60.5		
# 50	0.300	7.2	1.4	41.0	59.1		
# 100	0.149	22.8	4.5	45.5	54.5	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	11.5	2.3	47.7	52.3	% Humd. Nat.	
< # 200	FONDO	263.55	52.3	100.0		15.71	
FRACCION		504.22		0.0	0.0		
TOTAL							
Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad						Coef. Uniformidad = 2317124.9	Indice de consistencia
						Coef. Curvatura = 0.1	Consistencia
						Pot. de expansión = Bajo	Solida



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216 , MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS	DATOS DE LA MUESTRA		PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	583.42	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	504.2	
PESO DE AGUA	(g)	79.20	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	504.22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	15.71	15.71

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85008  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 2

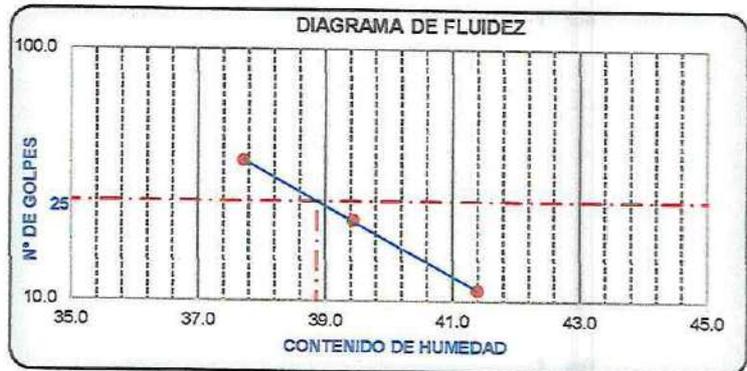
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	34.38	34.12	33.11	23.05	24.07
TARRO + SUELO SECO	30.52	30.48	29.78	22.58	23.50
AGUA	3.86	3.64	3.33	0.47	0.57
PESO DEL TARRO	21.19	21.25	20.95	20.70	21.21
PESO DEL SUELO SECO	9.33	9.23	8.83	1.88	2.29
% DE HUMEDAD	41.39	39.44	37.71	25.00	24.89
Nº DE GOLPES	11	21	36		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	38.86
LIMITE PLASTICO	24.95
INDICE DE PLASTICIDAD	13.91

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	Nº										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-6	CL	8.98%	38.75%	52.27%	38.9	13.91	15.71
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

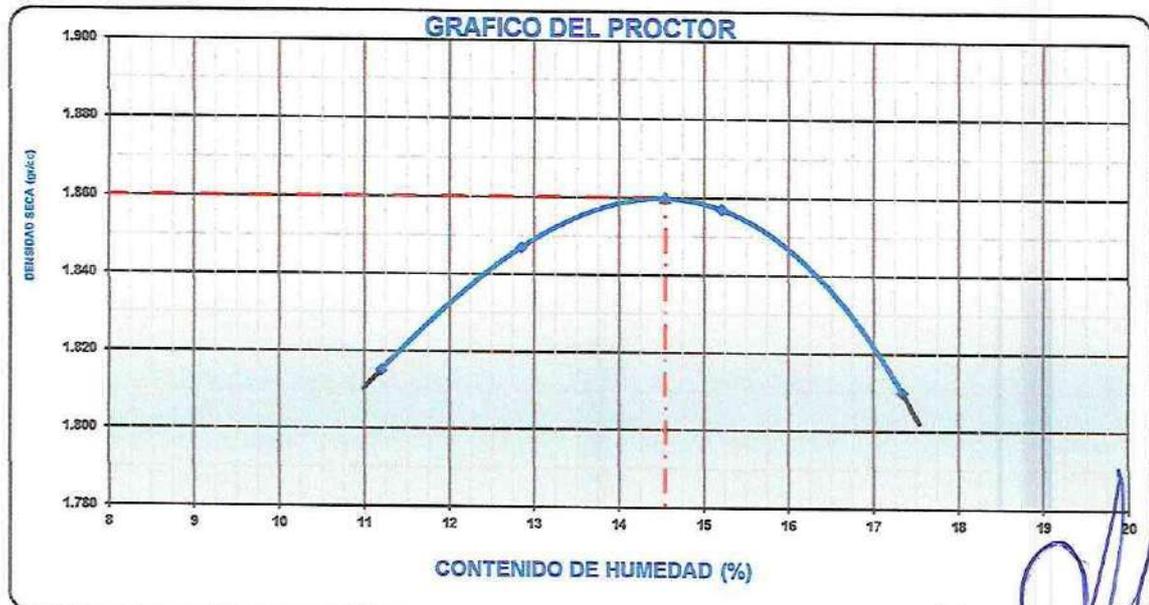


Oscar Alberto Mirón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
Especialista en MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 2
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3757			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	5662	5725	5777	5762					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1905	1968	2020	2005					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.018	2.085	2.140	2.124					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	492.70	483.00	514.40	643.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	443.10	428.00	446.50	548.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	49.60	55.00	67.90	95.00					
PESO DE SUELO SECO	443.10	428.00	446.50	548.00					
CONTENIDO DE AGUA	11.19	12.85	15.21	17.34					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.815	1.847	1.857	1.810					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.860 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	14.54			



Observaciones:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85006  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESTISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 2	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	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)	12064	12094	12043	12095	11525	11603
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4514	4544	4343	4395	4175	4253
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.131	2.145	2.051	2.075	1.935	1.971
Humedad (%)	14.5	15.4	14.4	16.2	14.6	16.1
Densidad seca (gr/cm3)	1.861	1.859	1.793	1.786	1.689	1.698
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	519.6	519.6	508.0	508.0	857.0	857.0
Tarro + Suelo seco (gr)	453.7	450.3	444.0	437.2	748.0	738.3
Peso del Agua (gr)	65.9	69.3	64.0	70.8	109.0	118.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	453.7	450.3	444.0	437.2	748.0	738.3
Humedad (%)	14.5	15.4	14.4	16.2	14.6	16.1
Promedio de Humedad (%)	14.5	15.4	14.4	16.2	14.6	16.1

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		94	4.9			74	3.8			66	3.4		
0.050		154	8.0			126	6.5			96	5.1		
0.075		183	9.4			150	7.8			116	6.0		
0.100	70	204	10.52	10.22	14.5	168	8.7	9.13	13.0	128	6.6	7.77	11.1
0.150		283	14.6			267	13.8			245	12.7		
0.200	105.46	326	16.8	16.19	15.4	299	15.4	14.84	14.1	287	13.8	13.11	12.4
0.300		373	19.3			341	17.6			295	15.3		
0.400		402	20.8			369	19.1			307	16.4		

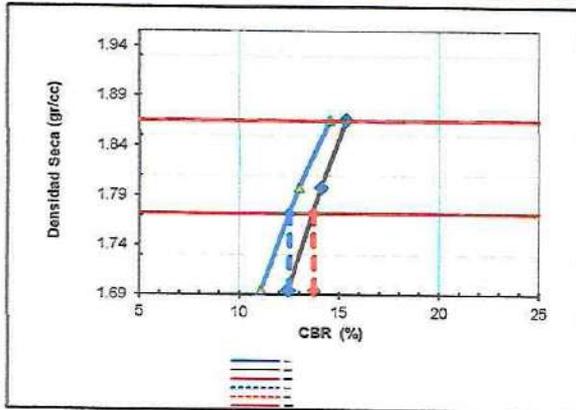


Oscar Alberto Mojon Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 2
PROF. (m)	: 1.50 m		

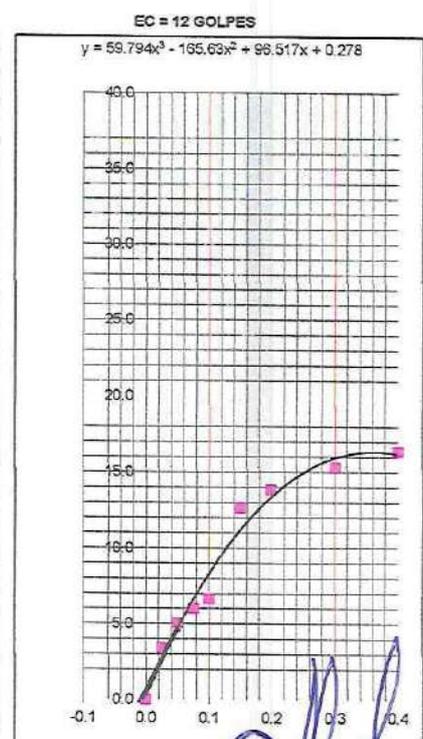
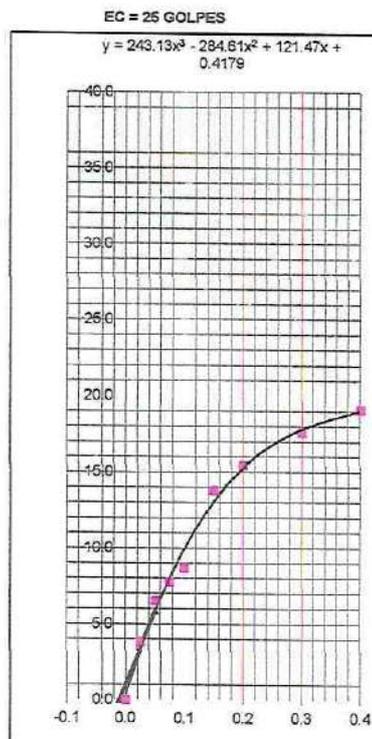
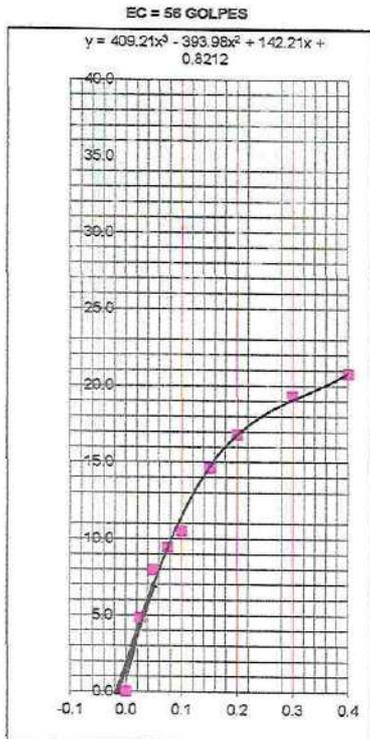
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.54	0.2": 15.36
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 12.50	0.2": 13.70

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.860	gr/cc
Optimo Humedad	14.54	%

OBSERVACIONES:



*Oscar Alberto Miron Romero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
ASESORISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

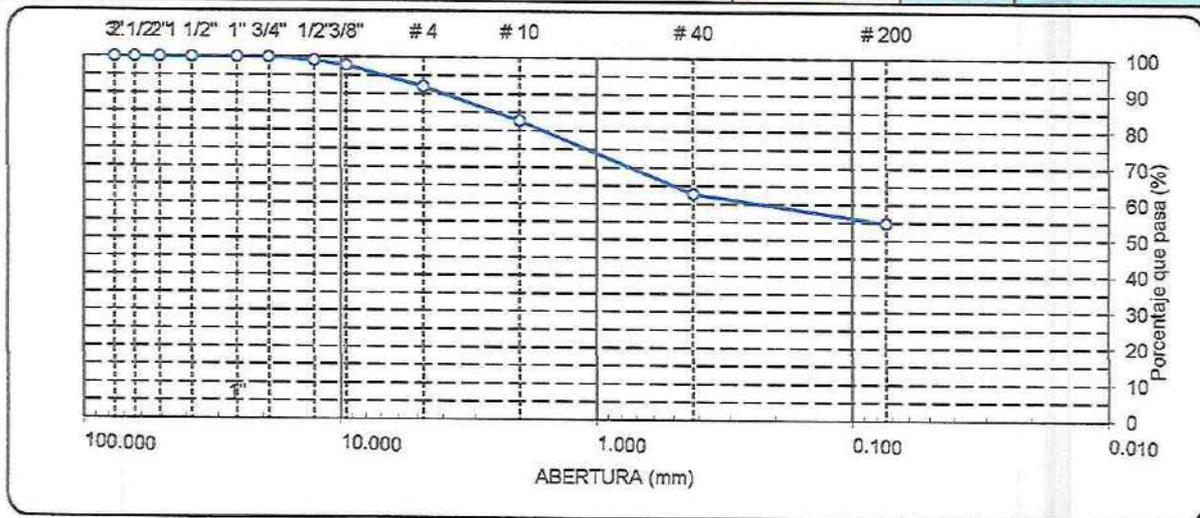
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22  
MATERIAL : SUBRASANTE MUESTRA PATRON      Realizado por : Tec. E.E.M.R.  
UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R.

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 2  
PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL	=	480.2 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO	=	217.5 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO	=	262.7 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO	=	39.29 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO	=	25.16 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO	=	14.13 %
1/2"	12.700	4.2	0.9	0.9	99.1	CLASF. AASHTO	=	A-6 (5)
3/8"	9.520	5.9	1.2	2.1	97.9	CLASF. SUCS	=	CL
1/4"	6.350	16.8	3.5	5.6	94.4	MAX. DENS. SECA	=	1.720 gr/cc
# 4	4.760	11.5	2.4	8.0	92.0	HUMEDAD OPT.	=	16.30 %
# 8	2.360	41.2	8.6	16.6	83.4	CBR AL 100% 0.1"	=	9.49 %
# 10	2.000	2.7	0.6	17.2	82.8	CBR AL 95% 0.1"	=	7.60 %
# 16	1.190	45.8	9.5	26.7	73.3			
# 30	0.600	34.8	7.3	34.0	66.1			
# 40	0.420	15.3	3.2	37.1	62.9			
# 50	0.300	6.8	1.4	38.6	61.5			
# 100	0.149	21.3	4.4	43.0	57.0	COLOR ESTANDAR	=	ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	10.7	2.2	45.2	54.8			% Humd. Nat.
< # 200	FONDO	263.5	54.9	100.1				16.49
FRACCION TOTAL		480.61		0.0	0.0	Coef. Uniformidad	3844010.1	Indice de consistencia
						Coef. Curvatura	0.1	Consistencia
						Pot. de expansión	Bajo	Solido

Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	559.40	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	480.20	
PESO DE AGUA	(g)	79.20	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	480.20	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	16.49	16.49

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos  
Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE MUESTRA PATRON  
Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+778 (VIA DE EVITAMIENTO)  
Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2  
CALICATA : C - 2

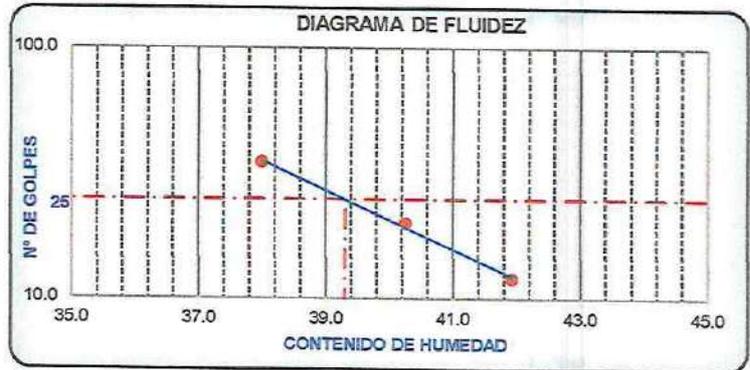
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	33.71	33.44	34.89	22.50	23.84
TARRO + SUELO SECO	30.05	29.91	31.06	22.10	23.13
AGUA	3.66	3.53	3.83	0.40	0.51
PESO DEL TARRO	21.32	21.14	20.98	20.52	21.09
PESO DEL SUELO SECO	8.73	8.77	10.08	1.58	2.04
% DE HUMEDAD	41.52	40.25	38.00	25.32	25.00
Nº DE GOLPES	12	20	35		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	39.29
LIMITE PLASTICO	25.16
INDICE DE PLASTICIDAD	14.13

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

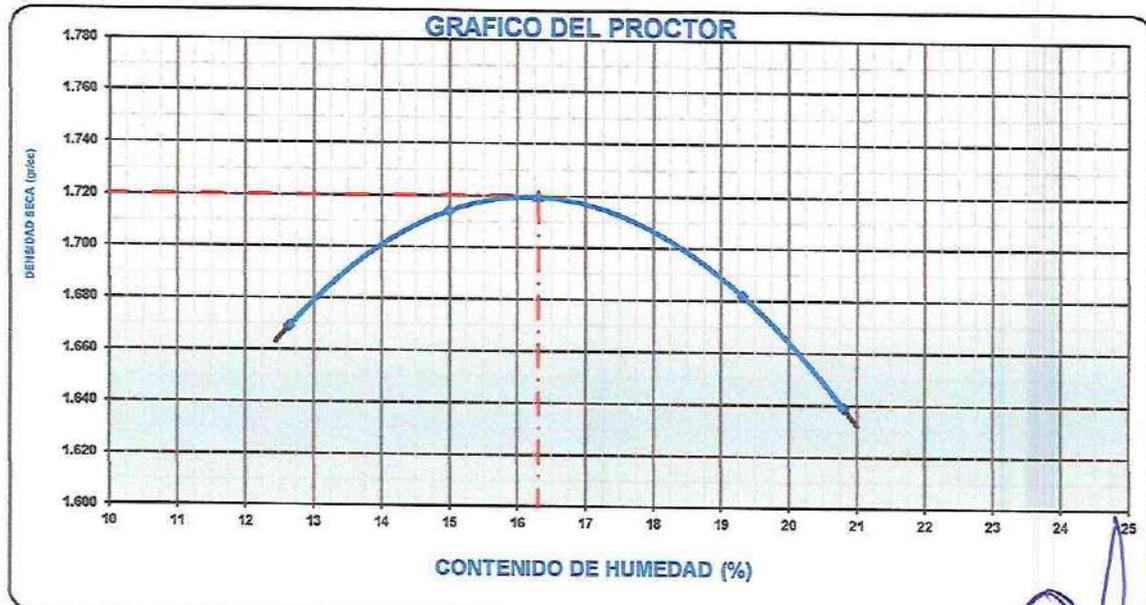
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40		1.60 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-6	CL	8.01%	37.11%	54.88%	39.3	14.13	16.49
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Handwritten Signature]*  
OSCAR ALBERTO MORÓN ROMERO  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 25004  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 2
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3757.8			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	5532	5619	5653	5626					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1774	1861	1895	1889					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.879	1.971	2.007	1.979					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	509.90	507.80	500.50	505.80					
PESO SUELOS SECO + TARA	452.70	441.60	419.50	418.70					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	57.20	66.20	81.00	87.10					
PESO DE SUELO SECO	452.70	441.60	419.50	418.70					
CONTENIDO DE AGUA	12.64	14.99	19.31	20.80					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.669	1.714	1.682	1.639					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.720 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	16.30			



Observaciones:



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
**AASHTO T-193**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 2
PROF. (m)	: 1.50 m	

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11788	11818	11635	11687	11060	11138
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4238	4268	3935	3987	3710	3788
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.001	2.015	1.858	1.882	1.719	1.755
Humedad (%)	16.3	17.2	16.3	18.1	16.3	18.9
Densidad seca (gr/cm3)	1.721	1.720	1.598	1.594	1.478	1.476
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	511.5	511.5	508.0	508.0	507.5	507.5
Tarro + Suelo seco (gr)	440.0	436.6	437.0	430.2	436.5	426.8
Peso del Agua (gr)	71.5	74.9	71.0	77.8	71.0	80.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	440.0	436.6	437.0	430.2	436.5	426.8
Humedad (%)	16.3	17.2	16.3	18.1	16.3	18.9
Promedio de Humedad (%)	16.3	17.2	16.3	18.1	16.3	18.9

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

**PENETRACION**

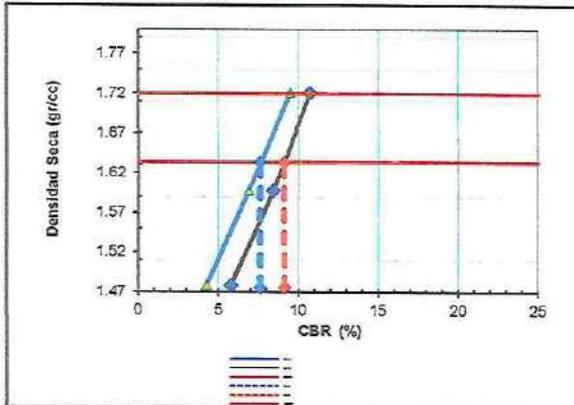
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		72	3.7			47	2.4			19	1.0		
0.050		100	5.1			69	3.6			32	1.6		
0.075		120	6.2			89	4.6			41	2.1		
0.100	70	140	7.22	6.68	9.5	98	5.1	4.84	6.9	58	3.0	2.98	4.2
0.150		171	8.8			124	6.4			78	4.0		
0.200	105.46	254	13.1	11.32	10.7	200	10.3	8.88	8.4	131	6.3	6.07	5.8
0.300		276	14.3			232	12.0			164	8.5		
0.400		318	16.4			263	13.6			201	10.4		

Oscar Alberto Morón Romero  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+776 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALIGATA : C - 2	
PROF. (m)	: 1.50 m		

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

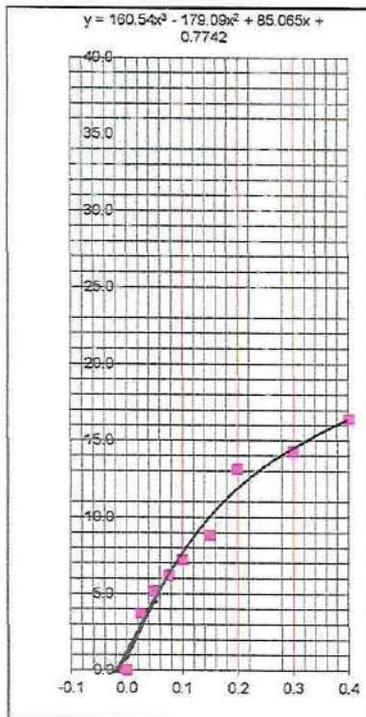


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.49	0.2":	10.73
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	7.60	0.2":	9.10

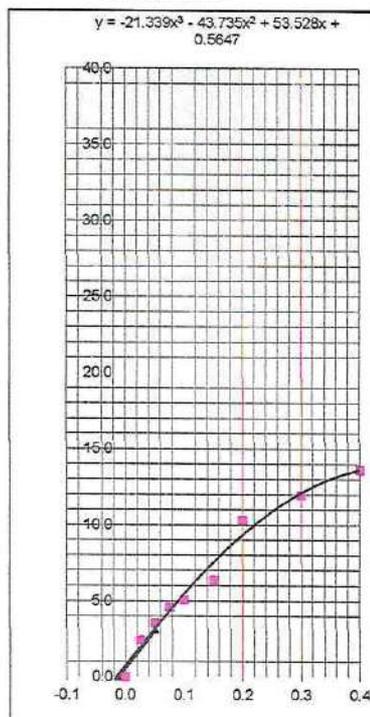
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.720	gr/c
Óptimo Humedad	16.30	%

OBSERVACIONES:

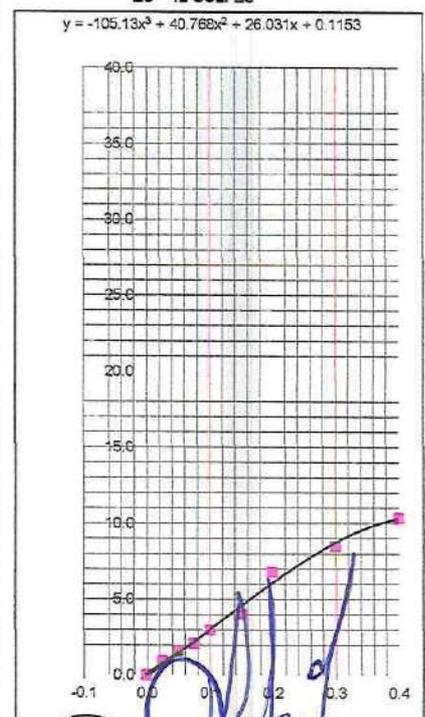
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85003  
ECONOMISTA EN MECANICA DE SUELOS

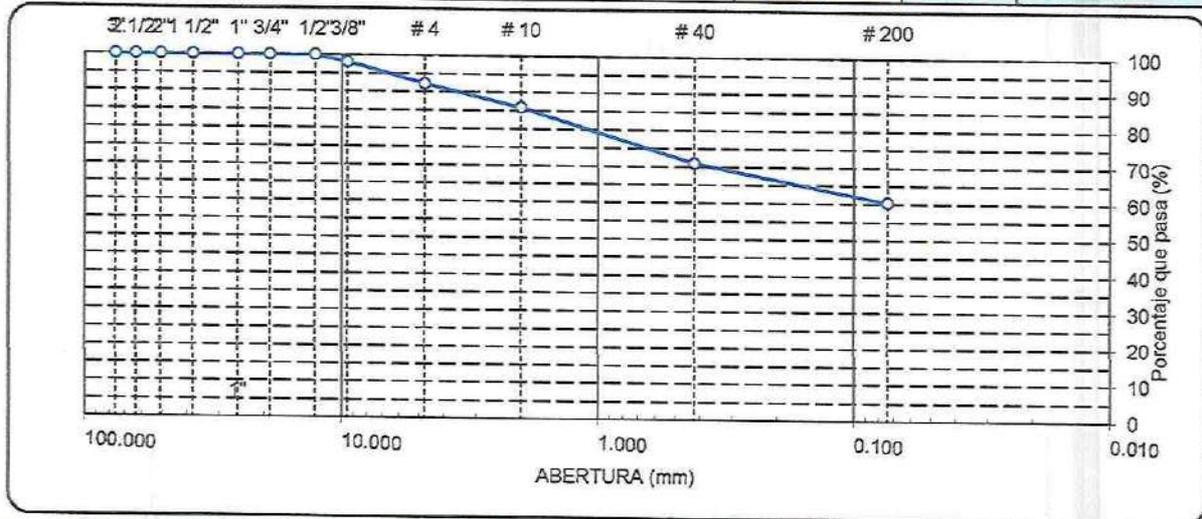
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22  
 MATERIAL : SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R  
 UBICACIÓN : TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 2  
 PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL	=	570.2 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO	=	225.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO	=	345.2 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO	=	40.40 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO	=	24.79 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO	=	15.61 %
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO	=	A-6 (8)
3/8"	9.520	10.6	1.9	1.9	98.1	CLASF. SUCS	=	CL
1/4"	6.350	16.9	3.0	4.8	95.2	MAX. DENS. SECA	=	1.710 gr/cc
# 4	4.760	16.8	2.9	7.8	92.2	HUMEDAD OPT.	=	16.00 %
# 8	2.360	25.7	4.5	12.3	87.7	CBR AL 100% 0.1"	=	8.91 %
# 10	2.000	10.2	1.8	14.1	85.9	CBR AL 95% 0.1"	=	7.30 %
# 16	1.190	34.7	6.1	20.2	79.9			
# 30	0.600	24.3	4.3	24.4	75.6			
# 40	0.420	26.6	4.7	29.1	70.9			
# 50	0.300	19.2	3.4	32.5	67.5			
# 100	0.149	18.6	3.3	35.7	64.3	COLOR ESTANDAR	=	ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	22.3	3.9	39.6	60.4			% Humd. Nat.
< # 200	FONDO	344.3	60.4	100.0				14.91
FRACCION		570.15		0.0	0.0	Coef. Uniformidad	7707.0	Indice de consistencia
TOTAL						Coef. Curvatura	0.2	Consistencia
Descripción suelo:	Arcilla arenosa de baja plasticidad					Pot. de expansión	Bajo	Solido



HUMEDAD NATURAL (NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)			
DATOS DE LA MUESTRA			
Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	655.15	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	570.2	
PESO DE AGUA	(g)	85.00	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	570.15	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14.91	14.91

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Moran Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 35005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 2

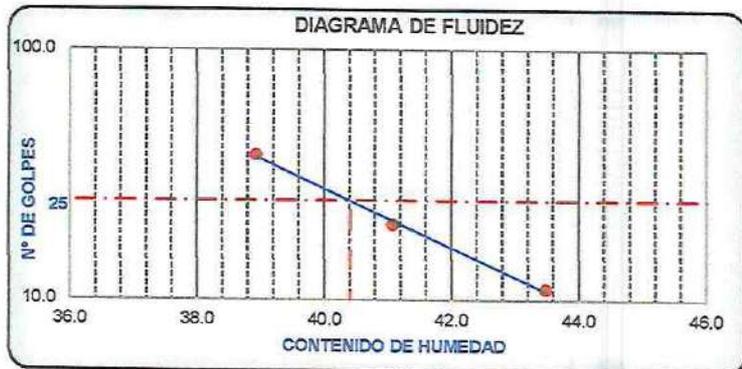
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	33.79	35.31	33.07	23.53	24.07
TARRO + SUELO SECO	30.02	31.26	29.59	22.98	23.57
AGUA	3.77	4.05	3.48	0.60	0.50
PESO DEL TARRO	21.35	21.40	20.65	20.50	21.50
PESO DEL SUELO SECO	8.67	9.86	8.94	2.48	1.97
% DE HUMEDAD	43.48	41.08	38.93	24.19	25.39
Nº DE GOLPES	11	20	38		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	40.40
LIMITE PLASTICO	24.79
INDICE DE PLASTICIDAD	15.61

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

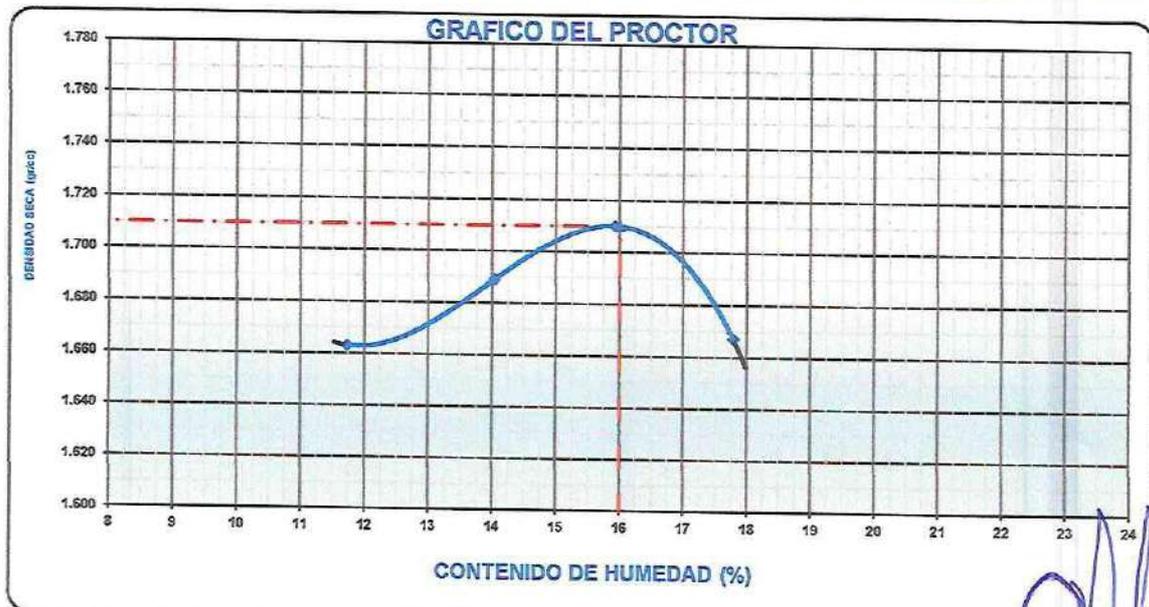
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-6	CL	7.77%	31.85%	60.38%	40.4	15.61	14.91
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

Oscar Alberto Moran Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 2
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3756			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	5510	5574	5627	5610					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1754	1818	1871	1854					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.858	1.926	1.962	1.964					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	515.60	512.60	527.10	649.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	461.50	449.50	454.70	551.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	54.10	63.10	72.40	98.00					
PESO DE SUELO SECO	461.50	449.50	454.70	551.00					
CONTENIDO DE AGUA	11.72	14.04	15.92	17.79					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.663	1.689	1.710	1.687					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.710	gr/cm3	HUMEDAD OPTIMA (%):	16.00					



Observaciones:


  
 Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 2	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11757	11787	11733	11785	11232	11310
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4207	4237	4033	4085	3882	3960
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.986	2.000	1.904	1.929	1.799	1.835
Humedad (%)	16.1	16.9	16.0	17.8	16.0	17.6
Densidad seca (gr/cm3)	1.711	1.711	1.642	1.638	1.550	1.560
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	563.9	563.9	516.0	516.0	839.0	839.0
Tarro + Suelo seco (gr)	485.9	482.5	445.0	438.2	723.0	713.3
Peso del Agua (gr)	78.0	81.4	71.0	77.8	116.0	125.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	485.9	482.5	445.0	438.2	723.0	713.3
Humedad (%)	16.1	16.9	16.0	17.8	16.0	17.6
Promedio de Humedad (%)	16.1	16.9	16.0	17.8	16.0	17.6

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	

### PENETRACION

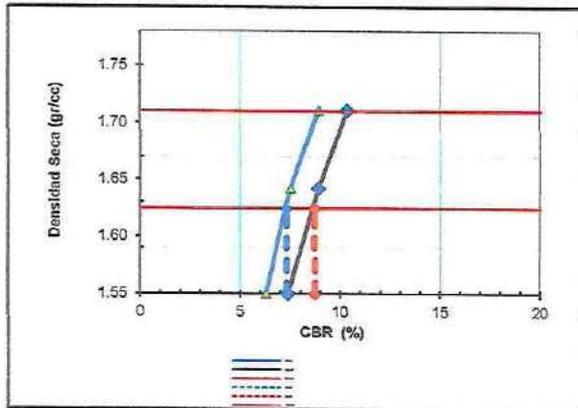
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		56	2.9			43	2.2			36	1.9		
0.050		93	4.8			73	3.8			54	2.8		
0.075		110	5.7			87	4.5			64	3.3		
0.100	70	122	6.30	6.26	8.9	97	5.0	5.27	7.5	71	3.7	4.41	6.3
0.150		170	8.8			155	8.0			135	7.0		
0.200	105.46	235	12.1	10.92	10.4	193	10.0	9.40	8.9	167	8.6	7.76	7.4
0.300		274	14.2			238	12.3			183	9.5		
0.400		311	16.1			264	13.6			214	11.1		

**Oscar Alberto Morán Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 2	
PROF. (m)	: 1.50 m		

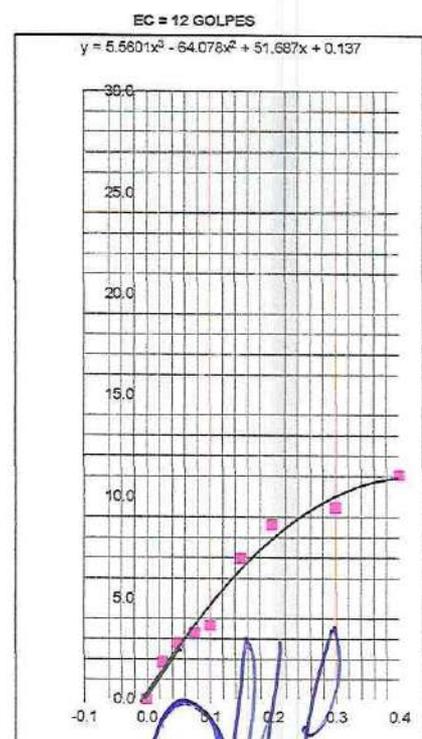
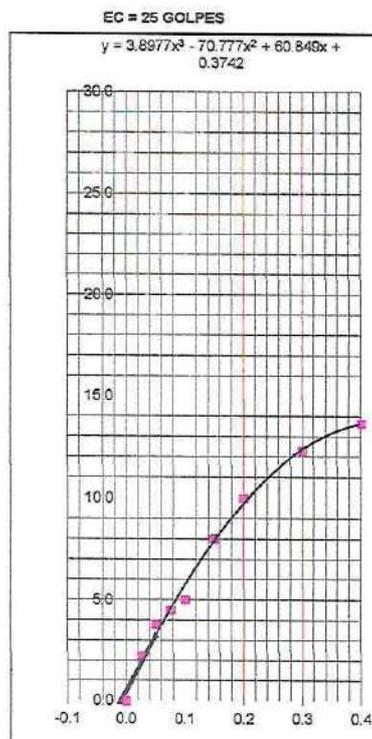
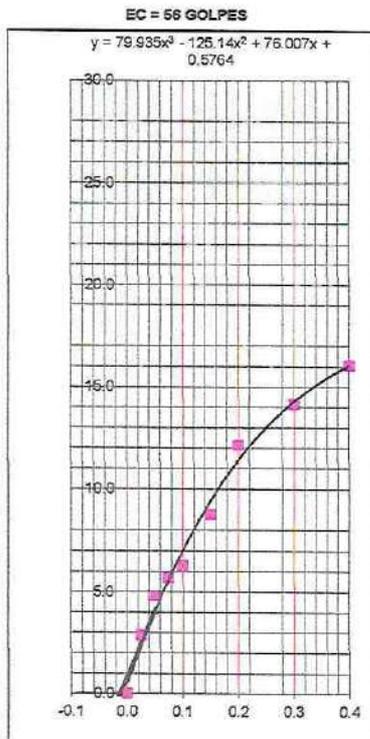
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	<b>8.91</b>	0.2":	<b>10.35</b>
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	<b>7.30</b>	0.2":	<b>8.70</b>

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.710	gr/cc
Óptimo Humedad	16.00	%

OBSERVACIONES:



*ASCP*  
  
**Oscar Alberto Morán Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**CALICATA C-3**

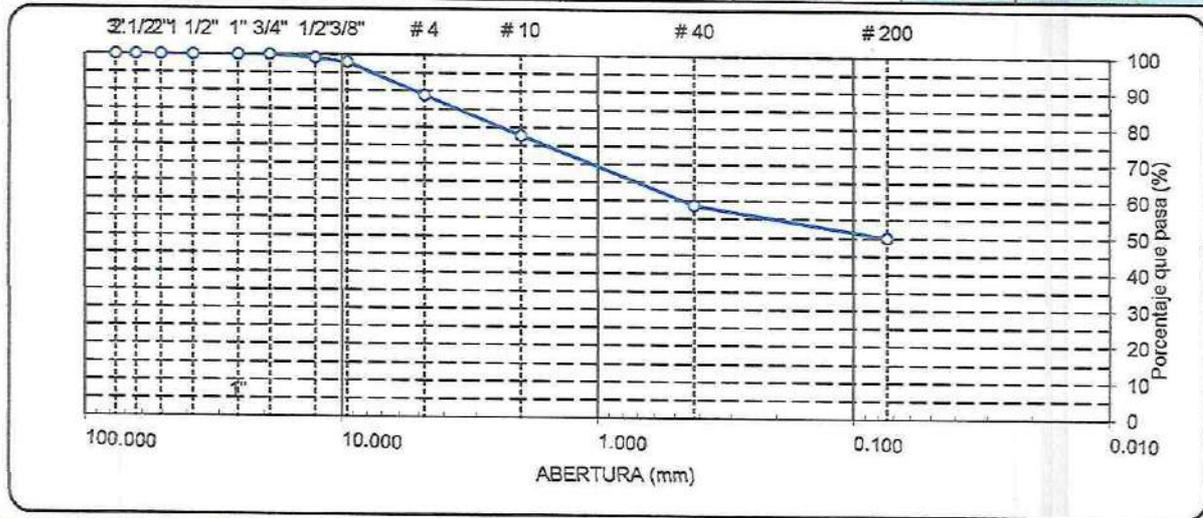
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22  
MATERIAL : SUBRASANTE+ 15% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R  
UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 3  
PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL =	648.4	gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO =	323.0	gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO =	325.4	gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO =	29.94	%
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO =	22.04	%
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO =	7.90	%
1/2"	12.700	5.6	0.9	0.9	99.1	CLASF. AASHTO =	A-4	(3)
3/8"	9.520	7.8	1.2	2.1	97.9	CLASF. SUCS =	CL	
1/4"	6.350	35.1	5.4	7.5	92.5	MAX. DENS. SECA =	1.970	gr/cc
# 4	4.760	24.1	3.7	11.2	88.8	HUMEDAD OPT. =	11.80	%
# 8	2.380	64.3	9.9	21.1	78.9	CBR AL 100% 0.1" =	18.06	%
# 10	2.000	6.6	1.0	22.1	77.9	CBR AL 95% 0.1" =	15.10	%
# 16	1.190	53.7	8.3	30.4	69.6			
# 30	0.600	46.7	7.2	37.6	62.4			
# 40	0.420	23.9	3.7	41.3	58.7			
# 50	0.300	14.2	2.2	43.5	56.5			
# 100	0.149	23.9	3.7	47.2	52.8	COLOR ESTANDAR =	ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	17.8	2.8	49.9	50.1			% Humd. Nat.
< # 200	FONDO	324.64	50.1	100.0				9.70
FRACCION		648.37		0.0	0.0	Coef. Uniformidad	172776.3	Indice de consistencia
TOTAL						Coef. Curvatura	0.2	Consisteneia
Descripción suelo:	Arcilla arenosa de baja plasticidad					Pot. de expansión	Bajo	Sólido



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	711.27	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	648.4	
PESO DE AGUA	(g)	62.90	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	648.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	9.70	9.70

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

*Osvaldo Alberto Molón Romero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85008  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos **Fecha** : Oct-22

**MATERIAL** : SUBRASANTE+ 15% CONCRETO RECICLADO **Realizado por** : Tec. E.E.M.R

**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO) **Revisado por** : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 **CALICATA** : C - 3

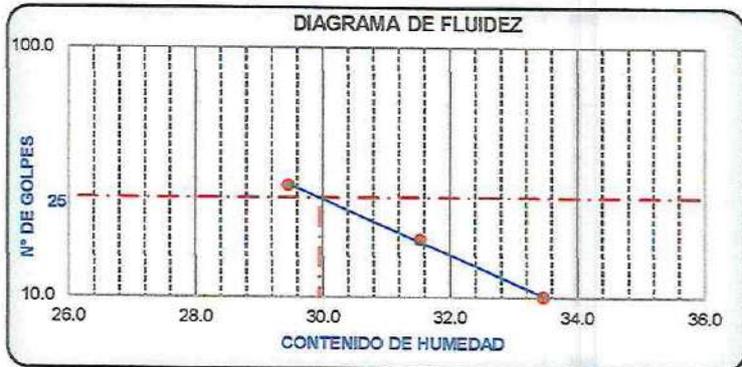
**PROF. (m)** : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20
TARRO + SUELO HUMEDO	35.58	32.89	35.14	24.10	23.36
TARRO + SUELO SECO	32.05	30.10	31.90	23.52	22.95
AGUA	3.53	2.79	3.24	0.58	0.41
PESO DEL TARRO	21.50	21.25	20.90	20.90	21.08
PESO DEL SUELO SECO	10.55	8.85	11.00	2.62	1.87
% DE HUMEDAD	33.46	31.53	29.45	22.14	21.95
Nº DE GOLPES	10	17	28		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	29.94
LIMITE PLASTICO	22.04
INDICE DE PLASTICIDAD	7.90

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

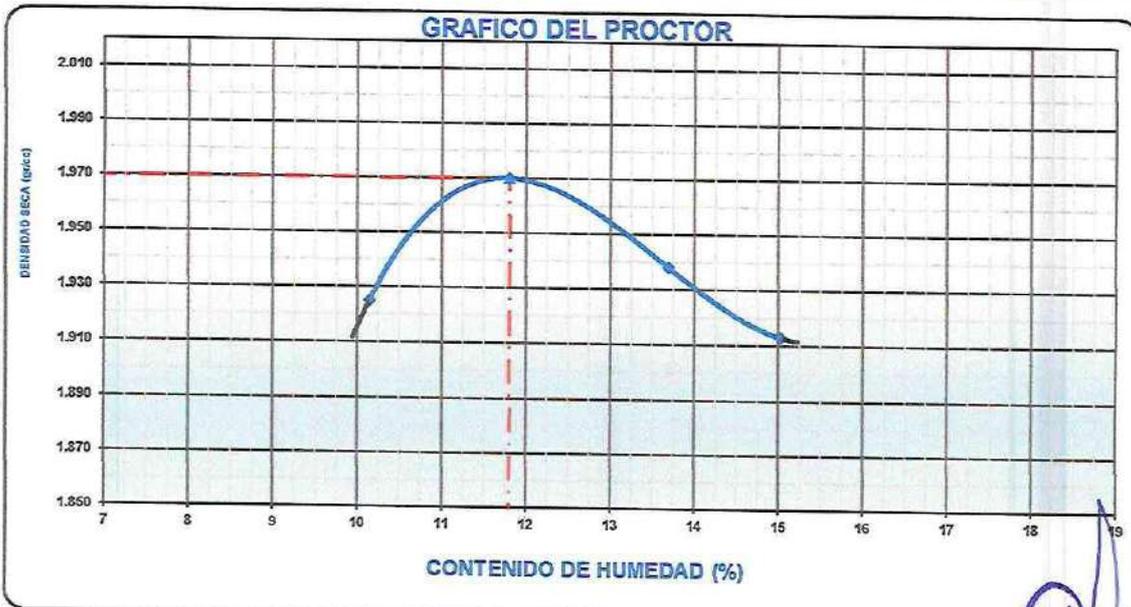
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-4	CL	11.19%	38.74%	50.07%	28.9	7.90	9.70
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 95005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ceorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3758				
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4		
PESO SUELO + MOLDE					5759	5837	5838	5835		
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO					2001	2079	2080	2077		
PESO VOLUMETRICO HUMEDO					2.120	2.202	2.203	2.200		
CONTENIDO DE HUMEDAD										
RECIPIENTE Nro.					1	2	3	4		
PESO SUELO HUMEDO + TARA					498.50	459.60	525.60	522.90		
PESO SUELOS SECO + TARA					452.60	411.10	462.30	454.60		
PESO DE LA TARA					0.00	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA					45.90	48.50	63.30	68.30		
PESO DE SUELO SECO					452.60	411.10	462.30	454.60		
CONTENIDO DE AGUA					10.14	11.80	13.69	15.02		
PESO VOLUMETRICO SECO					1.825	1.970	1.898	1.913		
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.970				gr/cm3		HUMEDAD OPTIMA (%):		11.80	



Observaciones:



Oscar Alberto Marón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85008  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 3	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	1		2		3	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12223	12253	12069	12121	11532	11610
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4673	4703	4369	4421	4182	4260
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.206	2.220	2.063	2.087	1.938	1.974
Humedad (%)	11.9	12.5	11.7	12.6	11.9	13.3
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.971	1.974	1.847	1.853	1.732	1.743
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	789.0	789.0	898.0	898.0	886.0	886.0
Tarro + Suelo seco (gr)	705.0	701.6	804.0	797.2	792.0	782.3
Peso del Agua (gr)	84.0	87.4	94.0	100.8	94.0	103.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	705.0	701.6	804.0	797.2	792.0	782.3
Humedad (%)	11.9	12.5	11.7	12.6	11.9	13.3
Promedio de Humedad (%)	11.9	12.5	11.7	12.6	11.9	13.3

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	0.2

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		98	5.1			80	4.1			70	3.6		
0.050		174	9.0			102	5.3			83	4.3		
0.075		136	7.0			144	7.4			105	5.4		
0.100	70	291	15.04	12.70	18.1	221	11.4	10.08	14.3	139	7.2	7.46	10.6
0.150		368	19.0			280	14.5			230	11.9		
0.200	105.46	478	24.7	23.61	22.4	360	18.6	17.62	16.7	281	14.5	13.37	12.7
0.300		631	32.6			460	23.8			356	18.4		
0.400		755	39.0			598	30.9			496	25.6		

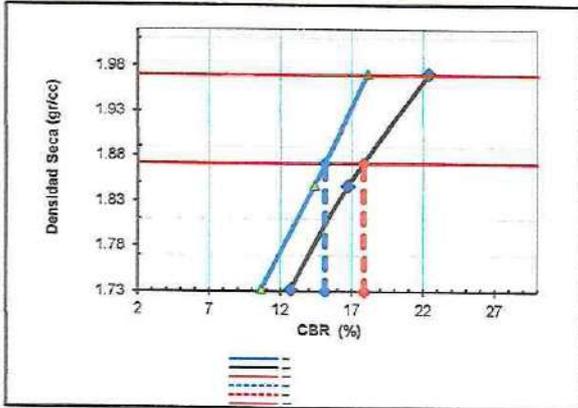


Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85035  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15% CONCRETO REICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALIGATA : C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m	

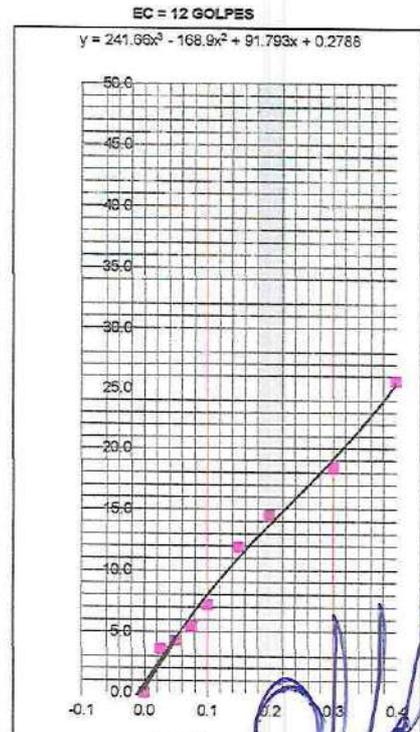
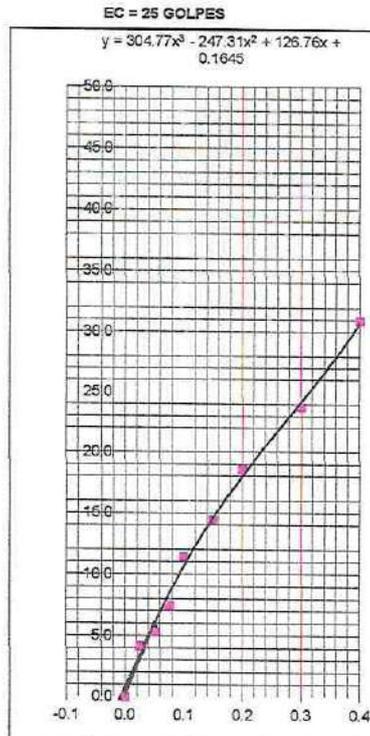
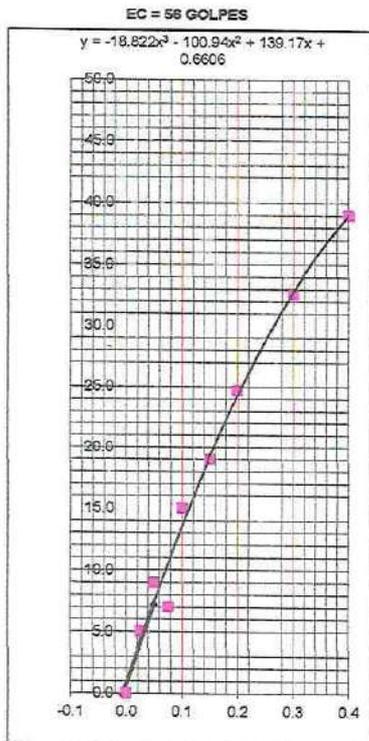
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 18.06	0.2": 22.39
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 15.10	0.2": 17.80

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.970	gr/cc
Optimo Humedad	11.80	%

OBSERVACIONES:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos **Fecha** : Oct-22

**MATERIAL** : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO **Realizado por** : Tec. E.E.M.R

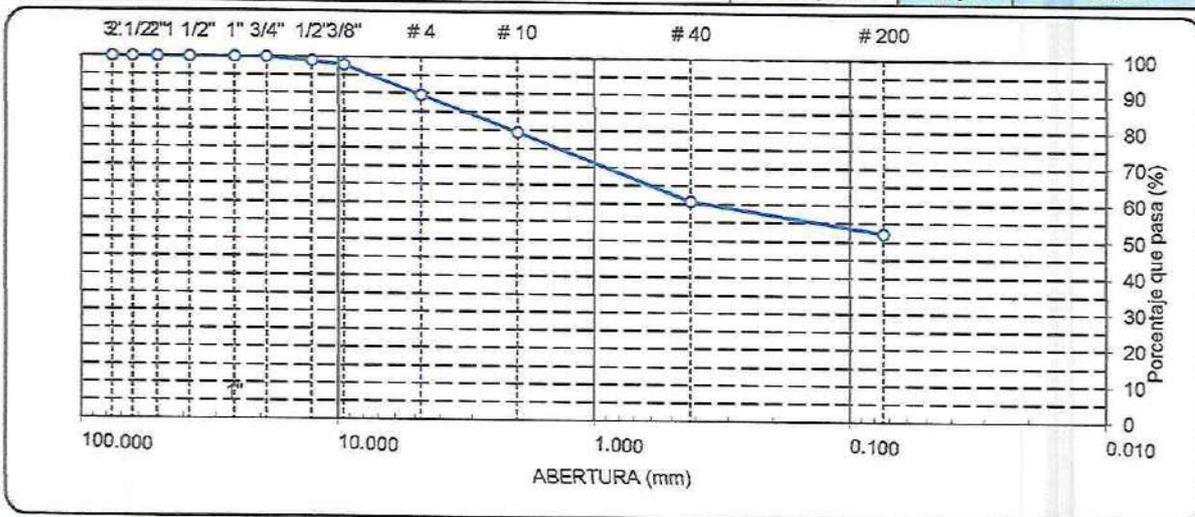
**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO) **Revisado por** : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 **CALICATA** : C - 3

**PROF. (m)** : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 620.2 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 295.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 325.2 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 35.91 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 29.72 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 6.19 %
1/2"	12.700	5.5	0.9	0.9	99.1	CLASF. AASHTO = A-4 (4)
3/8"	9.520	7.8	1.3	2.2	97.8	CLASF. SUCS = ML
1/4"	6.350	30.6	4.9	7.1	92.9	MAX. DENS. SECA = 1.950 gr/cc
# 4	4.750	20.6	3.3	10.4	89.6	HUMEDAD OPT. = 12.20 %
# 8	2.360	56.1	9.1	19.5	80.5	CBR AL 100% 0.1" = 17.50 %
# 10	2.000	6.2	1.0	20.5	79.5	CBR AL 95% 0.1" = 14.80 %
# 16	1.190	49.4	8.0	28.4	71.6	
# 30	0.600	44.1	7.1	35.6	64.5	
# 40	0.420	22.8	3.7	39.2	60.8	
# 50	0.300	13.6	2.2	41.4	58.6	
# 100	0.149	22.1	3.6	45.0	55.0	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	17.0	2.7	47.7	52.3	% Humd. Nat. = 10.14
< # 200	FONDO	324.16	52.3	100.0		
FRACCION TOTAL		620.18		0.0	0.0	
						Coef. Uniformidad = 245964.5
						Coef. Curvatura = 0.1
						Pot. de expansión = Bajo
						Indice de consistencia = Consistencia

Descripción suelo: Limo arenoso de baja plasticidad



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	683.08	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	620.2	
PESO DE AGUA	(g)	62.90	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	620.18	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	10.14	

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85305  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

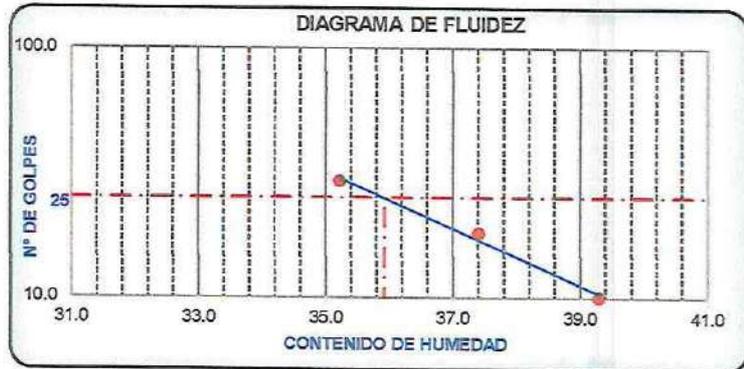
PROYECTO	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m	

Nº TARRO	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PASTICO	
	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15
TARRO + SUELO HUMEDO	37.73	34.16	33.39	23.66	23.69
TARRO + SUELO SECO	33.01	30.69	30.15	23.02	23.07
AGUA	4.72	3.57	3.24	0.64	0.62
PESO DEL TARRO	21.00	21.05	20.95	20.85	21.00
PESO DEL SUELO SECO	12.01	9.55	9.20	2.17	2.07
% DE HUMEDAD	39.30	37.40	35.22	29.48	29.95
Nº DE GOLPES	10	18	29		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	35.91
LÍMITE PASTICO	29.72
INDICE DE PLASTICIDAD	6.19

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

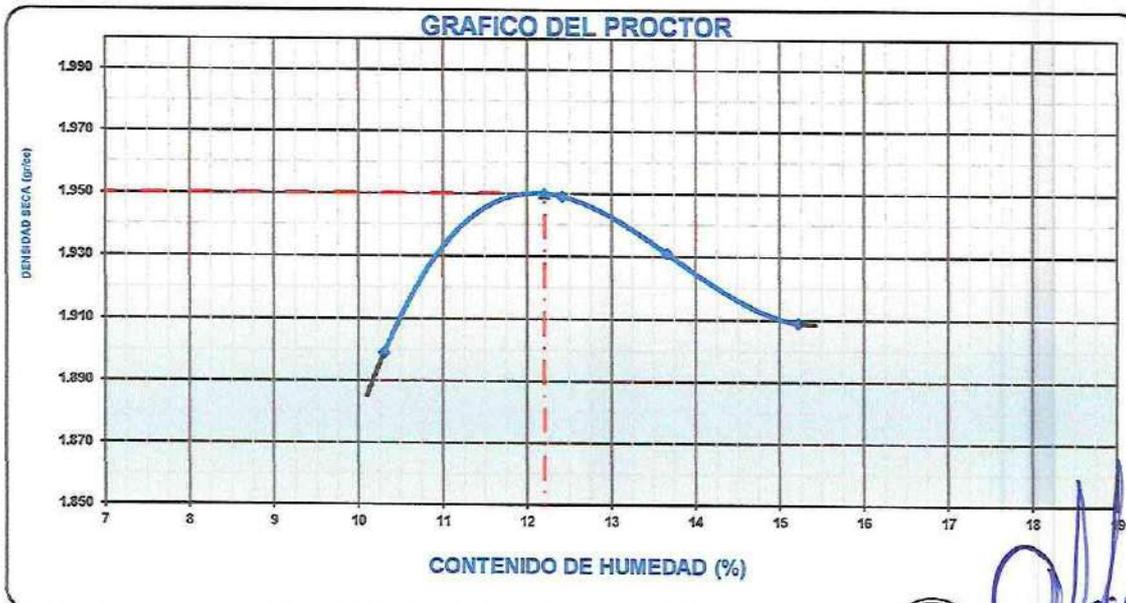
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3ª a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	Nº										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Limo arenoso de baja plasticidad	A-4	ML	10.41%	37.32%	52.27%	35.9	6.19	10.14
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*Josef Alvaro Morán Romero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 88065  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3758			
NUMERO DE ENSAYOS					1	2	3	4	
PESO SUELO + MOLDE					5735	5826	5830	5834	
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO					1977	2068	2072	2076	
PESO VOLUMETRICO HUMEDO					2.094	2.191	2.195	2.199	
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.					1	2	3	4	
PESO SUELO HUMEDO + TARA					527.90	470.80	457.60	497.50	
PESO SUELOS SECO + TARA					478.60	418.80	402.60	431.80	
PESO DE LA TARA					0.00	0.00	0.00	0.00	
PESO DE AGUA					49.30	52.00	55.00	65.70	
PESO DE SUELO SECO					478.60	418.80	402.60	431.80	
CONTENIDO DE AGUA					10.30	12.42	13.66	15.22	
PESO VOLUMETRICO SECO					1.899	1.949	1.931	1.909	
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.950 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%): 12.20				



Observaciones:



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESTISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Fecha : Oct-22
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Realizado por : Tec. E.E.M.R
MUESTRA	: M - 2	Revisado por : Ing. O.A.M.R
PROF. (m)	: 1.50 m	CALICATA : C - 3

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12190	12220	12047	12099	11514	11592
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4640	4670	4347	4399	4164	4242
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.191	2.205	2.052	2.077	1.930	1.966
Humedad (%)	12.3	12.9	12.3	13.5	12.3	13.8
Densidad seca (gr/cm3)	1.951	1.953	1.828	1.829	1.718	1.728
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	685.0	685.0	678.0	678.0	856.0	856.0
Tarro + Suelo seco (gr)	610.0	606.6	604.0	597.2	762.0	752.3
Peso del Agua (gr)	75.0	78.4	74.0	80.8	94.0	103.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	610.0	606.6	604.0	597.2	762.0	752.3
Humedad (%)	12.3	12.9	12.3	13.5	12.3	13.8
Promedio de Humedad (%)	12.3	12.9	12.3	13.5	12.3	13.8

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

### PENETRACION

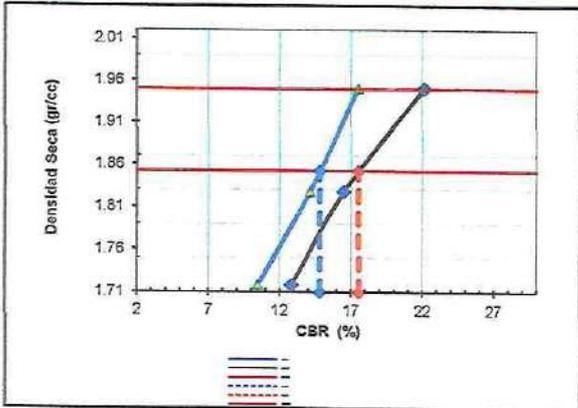
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		95	4.9			79	4.1			68	3.5		
0.050		166	8.6			99	5.1			82	4.2		
0.075		125	6.5			140	7.2			107	5.5		
0.100	70	274	14.16	12.30	17.5	218	11.3	9.92	14.1	140	7.2	7.34	10.4
0.150		365	18.9			277	14.3			227	11.7		
0.200	105.46	473	24.4	23.32	22.1	355	18.3	17.40	16.5	276	14.4	13.52	12.8
0.300		625	32.3			459	23.7			371	19.2		
0.400		750	38.8			608	31.4			500	25.0		

Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85105  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANGAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 3	
PROF. (m)	: 1.50 m		

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

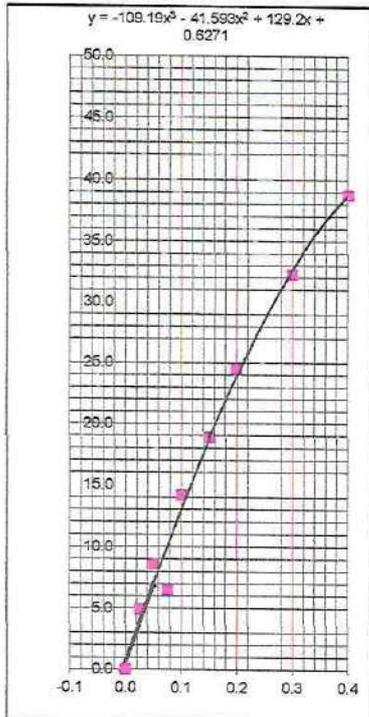


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	17.50	0.2":	22.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	14.80	0.2":	17.80

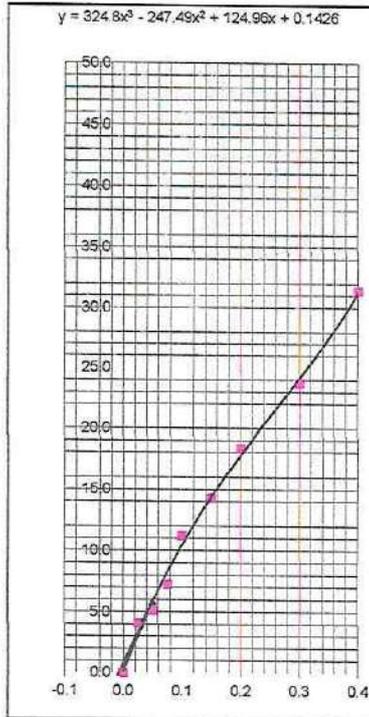
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.950	gr/cc
Optimo Humedad	12.20	%

OBSERVACIONES:

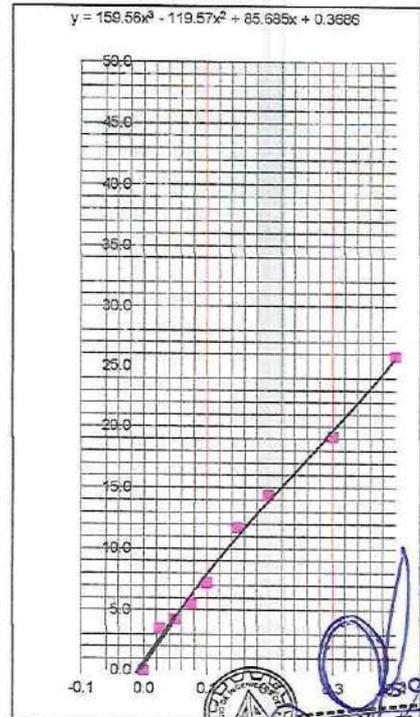
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



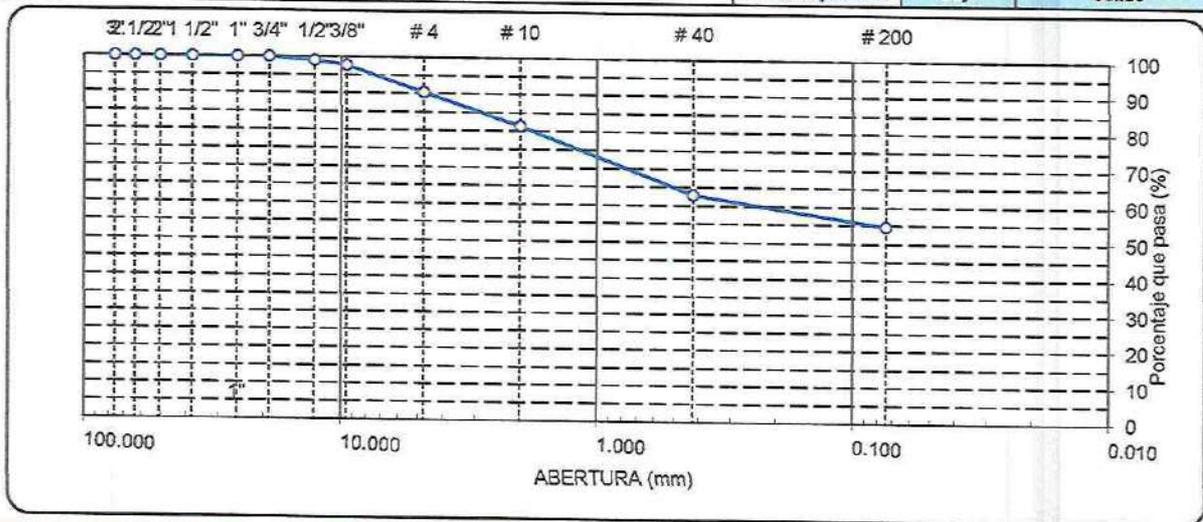
Alfredo Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85095  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 592.0 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 268.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 324.0 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 31.96 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 27.40 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 4.56 %
1/2"	12.700	5.6	1.0	1.0	99.1	CLASF. AASHTO = A-4 (4)
3/8"	9.520	7.8	1.3	2.3	97.7	CLASF. SUCS = ML
1/4"	6.350	26.1	4.4	6.7	93.3	MAX. DENS. SECA = 1.940 gr/cc
# 4	4.760	17.1	2.9	9.6	90.4	HUMEDAD OPT. = 12.70 %
# 8	2.360	48.0	8.1	17.7	82.3	CBR AL 100% 0.1" = 17.15 %
# 10	2.000	5.8	1.0	18.7	81.4	CBR AL 95% 0.1" = 13.70 %
# 16	1.190	45.2	7.6	26.3	73.7	
# 30	0.600	41.5	7.0	33.3	66.7	
# 40	0.420	21.6	3.7	37.0	63.1	
# 50	0.300	13.1	2.2	39.2	60.8	
# 100	0.149	20.4	3.4	42.6	57.4	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	16.1	2.7	45.3	54.7	% Humd. Nat. = 10.63
< # 200	FONDO	323.68	54.7	100.0		
FRACCION		591.99		0.0	0.0	
TOTAL						

Descripción suelo: Limo arenoso de baja plasticidad



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	654.89	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	592.0	
PESO DE AGUA	(g)	62.90	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	591.99	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	10.63	10.63

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 35005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

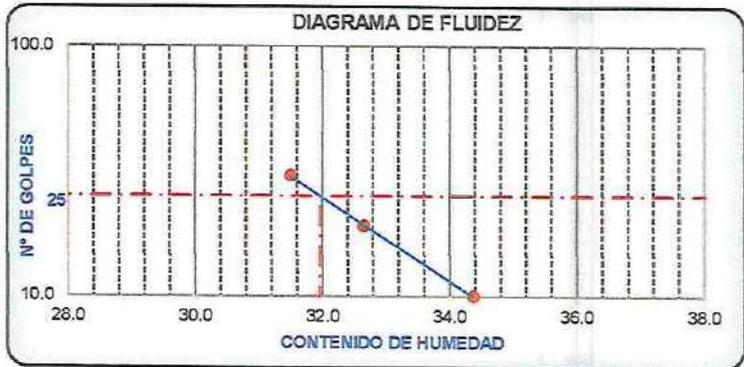
PROYECTO	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m		

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	35.82	34.66	34.11	22.89	23.96
TARRO + SUELO SECO	32.08	31.36	30.95	22.37	23.33
AGUA	3.74	3.30	3.16	0.52	0.63
PESO DEL TARRO	21.20	21.25	20.92	20.47	21.03
PESO DEL SUELO SECO	10.88	10.11	10.03	1.90	2.30
% DE HUMEDAD	34.38	32.64	31.51	27.41	27.39
Nº DE GOLPES	10	19	30		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	31.96
LIMITE PLASTICO	27.40
INDICE DE PLASTICIDAD	4.56

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

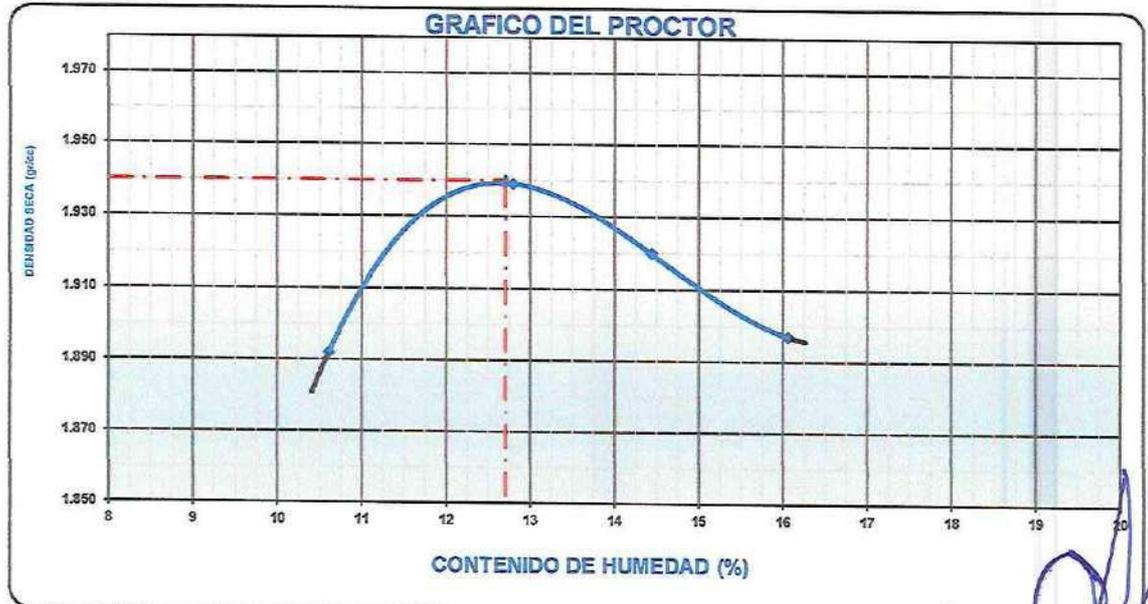
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Limo arenoso de baja plasticidad	A-4	ML	9.56%	35.77%	54.68%	32.0	4.56	10.63
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Handwritten Signature]*  
**OSCAR ALBERTO MIRÓN ROMERO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3758										
NUMERO DE ENSAYOS	1				2				3				4			
PESO SUELO + MOLDE	5734				5823				5832				5836			
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1976				2065				2074				2078			
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.093				2.188				2.197				2.201			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>																
RECIPIENTE Nro.	1				2				3				4			
PESO SUELO HUMEDO + TARA	625.60				522.80				558.00				586.80			
PESO SUELOS SECO + TARA	565.60				463.50				487.60				505.60			
PESO DE LA TARA	0.00				0.00				0.00				0.00			
PESO DE AGUA	60.00				59.30				70.40				81.20			
PESO DE SUELO SECO	565.60				463.50				487.60				505.60			
CONTENIDO DE AGUA	10.61				12.79				14.44				16.06			
PESO VOLUMETRICO SECO	1.892				1.939				1.920				1.897			
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.940 gr/cm3								HUMEDAD OPTIMA (%): 12.70							



Observaciones:



Oscar Alberto Molón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m	

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	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)	12188	12218	12042	12094	11515	11593
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4638	4668	4342	4394	4165	4243
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.190	2.204	2.050	2.075	1.930	1.966
Humedad (%)	12.8	13.5	12.7	13.9	12.8	14.4
Densidad seca (gr/cm3)	1.941	1.943	1.820	1.821	1.711	1.719
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	695.0	695.0	694.0	694.0	810.0	810.0
Tarro + Suelo seco (gr)	616.0	612.6	616.0	609.2	718.0	708.3
Peso del Agua (gr)	79.0	82.4	78.0	84.8	92.0	101.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	616.0	612.6	616.0	609.2	718.0	708.3
Humedad (%)	12.8	13.5	12.7	13.9	12.8	14.4
Promedio de Humedad (%)	12.8	13.5	12.7	13.9	12.8	14.4

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	0.2

**PENETRACION**

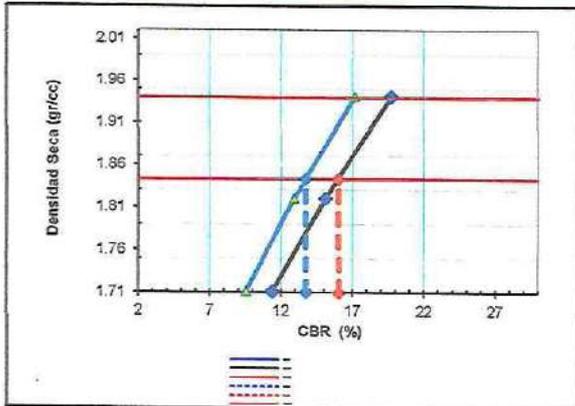
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		88	4.5			73	3.7			62	3.2		
0.050		151	7.8			91	4.7			75	3.9		
0.075		206	10.7			129	6.7			98	5.1		
0.100	70	250	12.93	12.06	17.1	200	10.3	9.07	12.9	129	6.7	6.69	9.5
0.150		334	17.2			253	13.1			207	10.7		
0.200	105.46	411	21.2	20.78	19.7	325	16.8	15.92	15.1	244	12.6	12.00	11.4
0.300		547	26.2			420	21.7			325	16.8		
0.400		680	34.1			556	28.7			437	22.6		

Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 3	
PROF. (m)	: 1.50 m		

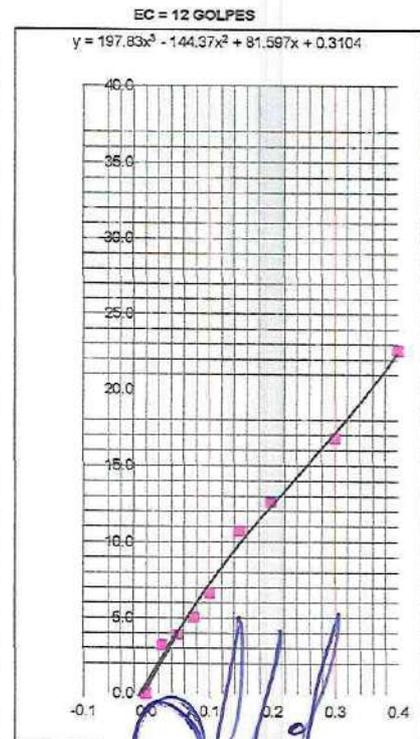
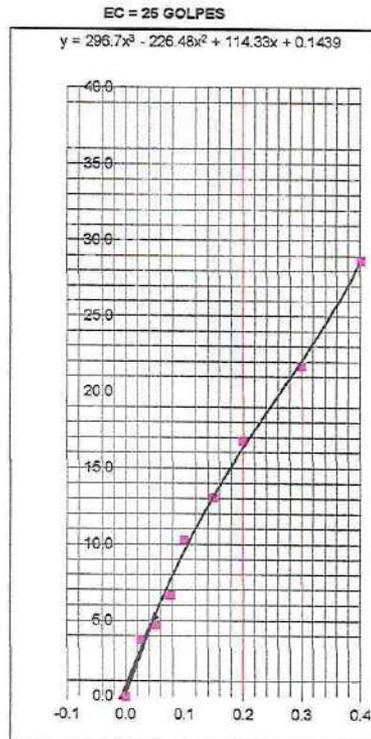
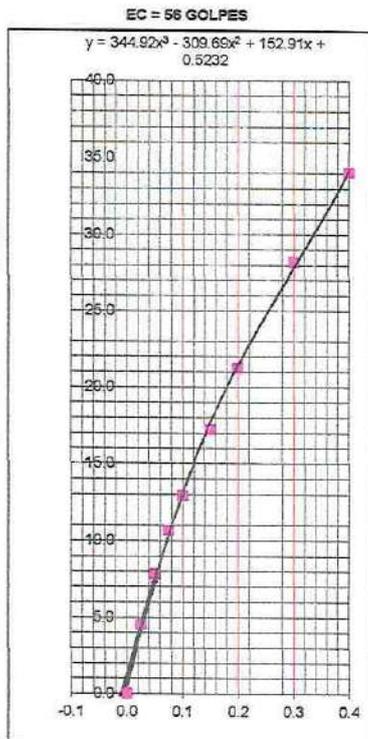
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	17.15	0.2":	19.71
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	13.70	0.2":	16.00

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.940	gr/c
Óptimo Humedad	12.70	%

OBSERVACIONES:



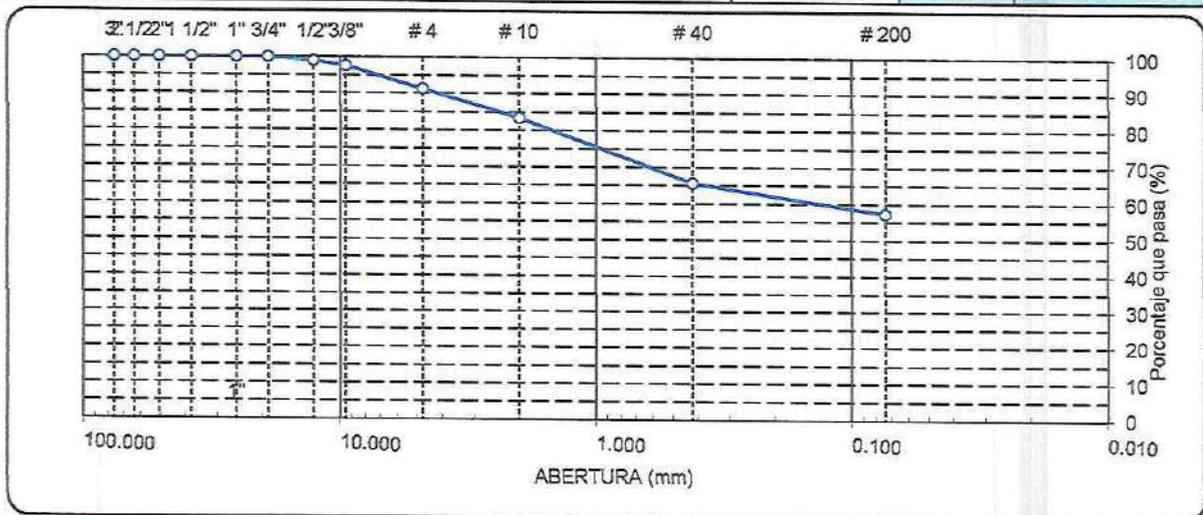
*[Signature]*  
Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 563.8 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 238.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 325.8 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 39.61 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 26.32 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 13.29 %
1/2"	12.700	5.6	1.0	1.0	99.0	CLASF. AASHTO = A-6 (6)
3/8"	9.520	7.8	1.4	2.4	97.6	CLASF. SUCS = ML
1/4"	6.350	21.6	3.8	6.2	93.8	MAX. DENS. SECA = 1.820 gr/cc
# 4	4.760	13.6	2.4	8.6	91.4	HUMEDAD OPT. = 14.80 %
# 8	2.360	39.8	7.1	15.7	84.3	CBR AL 100% 0.1" = 13.43 %
# 10	2.000	5.4	1.0	16.6	83.4	CBR AL 95% 0.1" = 9.20 %
# 16	1.190	40.9	7.3	23.9	76.1	
# 30	0.600	38.9	6.9	30.8	69.2	
# 40	0.420	20.5	3.6	34.4	65.6	
# 50	0.300	12.6	2.2	36.7	63.4	
# 100	0.149	18.6	3.3	40.0	60.1	COLOR ESTANDAR = MARRON ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	15.3	2.7	42.7	57.3	% Humd. Nat.
< # 200	FONDO	323.2	57.3	100.0		14.16
FRACCION		563.80		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 405524.9
TOTAL						Indice de consistencia = 0.1
						Coef. Curvatura = 0.1
						Pot. de expansión = Bajo
						Solido

Descripción suelo: Limo arenoso de baja plasticidad



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS	DATOS DE LA MUESTRA		PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	643.65	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	563.80	
PESO DE AGUA	(g)	79.85	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	563.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14.16	14.16

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

Oscar Alberto Miron Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

**MATERIAL** : SUBRASANTE MUESTRA PATRON Realizado por : Tec. E.E.M.R

**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 CALICATA : C - 3

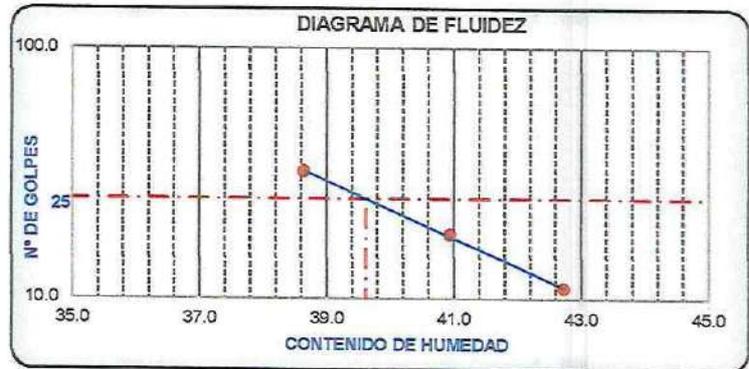
**PROF. (m)** : 1.50 m

Nº TARRO	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	33.81	33.52	34.98	22.52	23.67
TARRO + SUELO SECO	30.05	29.91	31.06	22.10	23.12
AGUA	3.76	3.61	3.92	0.42	0.55
PESO DEL TARRO	21.25	21.09	20.92	20.50	21.03
PESO DEL SUELO SECO	8.80	8.82	10.15	1.60	2.09
% DE HUMEDAD	42.73	40.93	38.64	26.30	26.34
Nº DE GOLPES	11	18	32		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	39.61
LÍMITE PASTICO	26.32
INDICE DE PLASTICIDAD	13.29

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

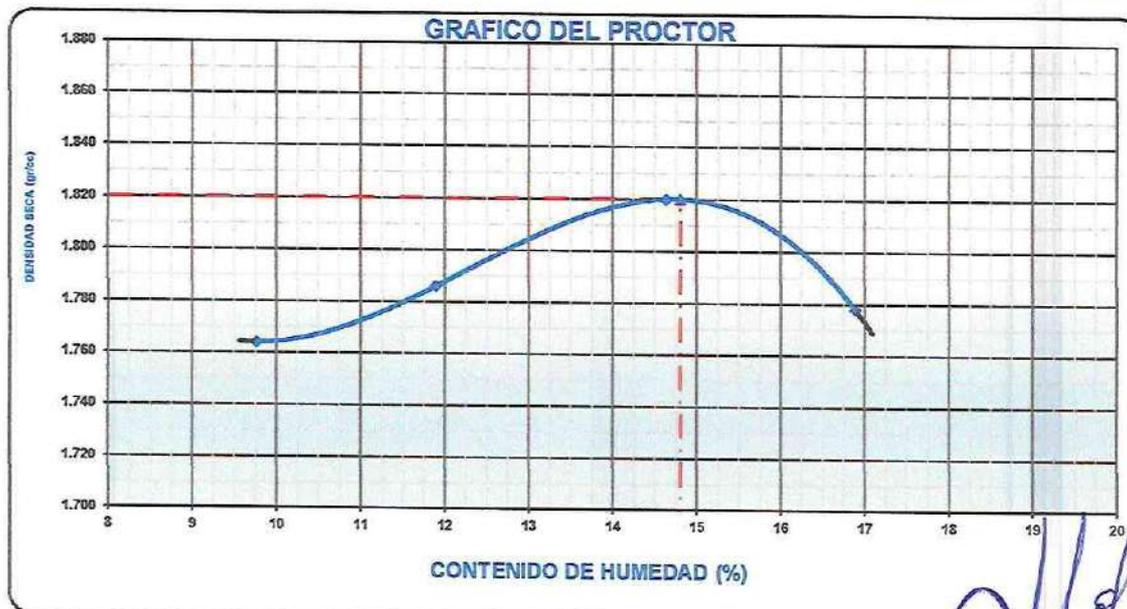
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla N° 4	Malla N° 4 a N° 200	Menor a N° 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Limo arenoso de baja plasticidad	A-6	ML	8.62%	34.05%	57.33%	39.6	13.29	14.16
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85705  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**AASHTO - T-180-D**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	4266			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	6094	6152	6236	6228					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1828	1886	1970	1962					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.936	1.998	2.087	2.078					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	551.00	574.00	470.00	526.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	502.00	513.00	410.00	450.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	49.00	61.00	60.00	76.00					
PESO DE SUELO SECO	502.00	513.00	410.00	450.00					
CONTENIDO DE AGUA	9.76	11.89	14.63	16.89					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.764	1.786	1.820	1.778					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.820 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	14.80			



Observaciones:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 3
PROF. (m)	: 1.50 m	

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11978	12008	11920	11972	11446	11524
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4428	4458	4220	4272	4096	4174
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.091	2.105	1.992	2.017	1.898	1.934
Humedad (%)	14.8	15.7	14.7	16.2	14.7	16.8
Densidad seca (gr/cm3)	1.821	1.819	1.737	1.737	1.655	1.656
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	506.6	506.6	600.4	600.4	621.5	621.5
Tarro + Suelo seco (gr)	441.2	437.8	523.7	516.9	542.0	532.3
Peso del Agua (gr)	65.4	68.8	76.7	83.5	79.5	89.2
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	441.2	437.8	523.7	516.9	542.0	532.3
Humedad (%)	14.8	15.7	14.7	16.2	14.7	16.8
Promedio de Humedad (%)	14.8	15.7	14.7	16.2	14.7	16.8

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		35	1.8			27	1.4			24	1.2		
0.050		81	4.2			66	3.4			44	2.3		
0.075		139	7.2			100	5.2			80	3.1		
0.100	70	190	9.84	9.44	13.4	148	7.6	6.74	9.6	80	4.1	3.93	5.6
0.150		250	12.9			185	9.6			104	5.4		
0.200	105.46	340	17.6	16.99	16.1	223	11.5	11.96	11.3	87	8.3	7.61	7.2
0.300		449	23.2			331	17.1			208	11.4		
0.400		603	31.2			436	22.5						

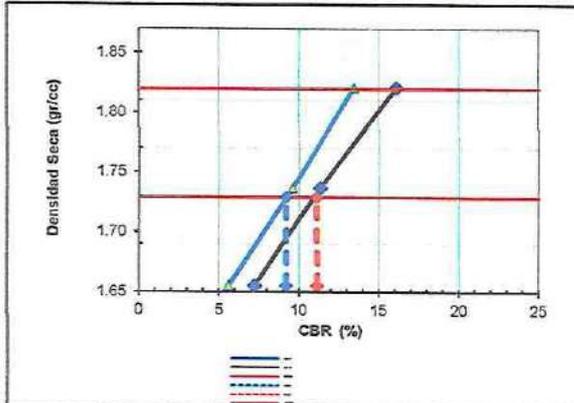


Oscar Alberto March Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85006  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		Fecha : Oct-22
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Gcorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Realizado por : Tec. E.E.M.R
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON		Revisado por : Ing. O.A.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+879 (VIA DE EVITAMIENTO)		
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 3	
PROF. (m)	: 1.50 m		

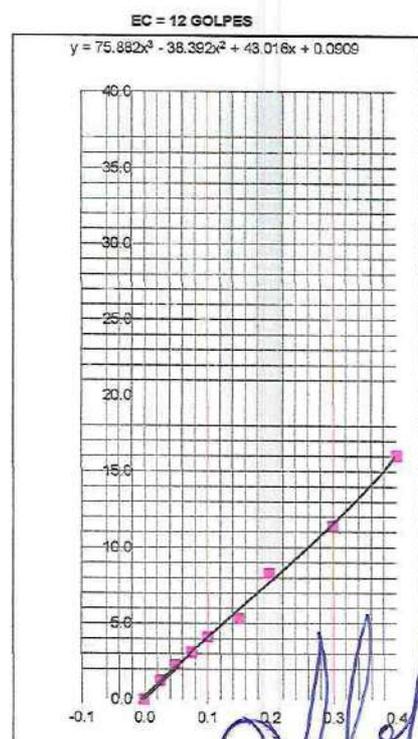
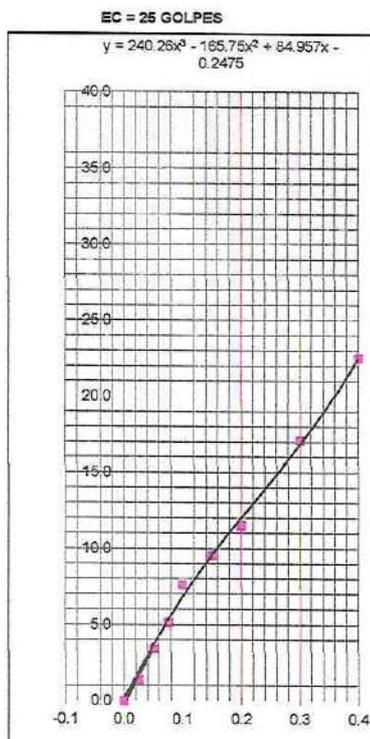
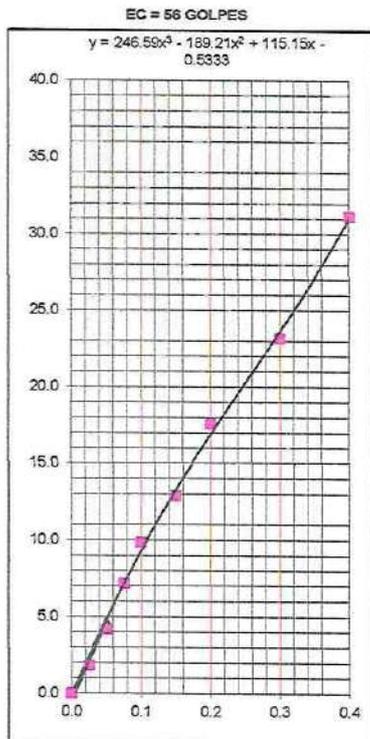
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	13.43	0.2":	16.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.20	0.2":	11.10

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.820	gr/c
Óptimo Humedad	14.80	%

OBSERVACIONES:



*Oscar Alberto Morán Romero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 35005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**CALICATA C-4**

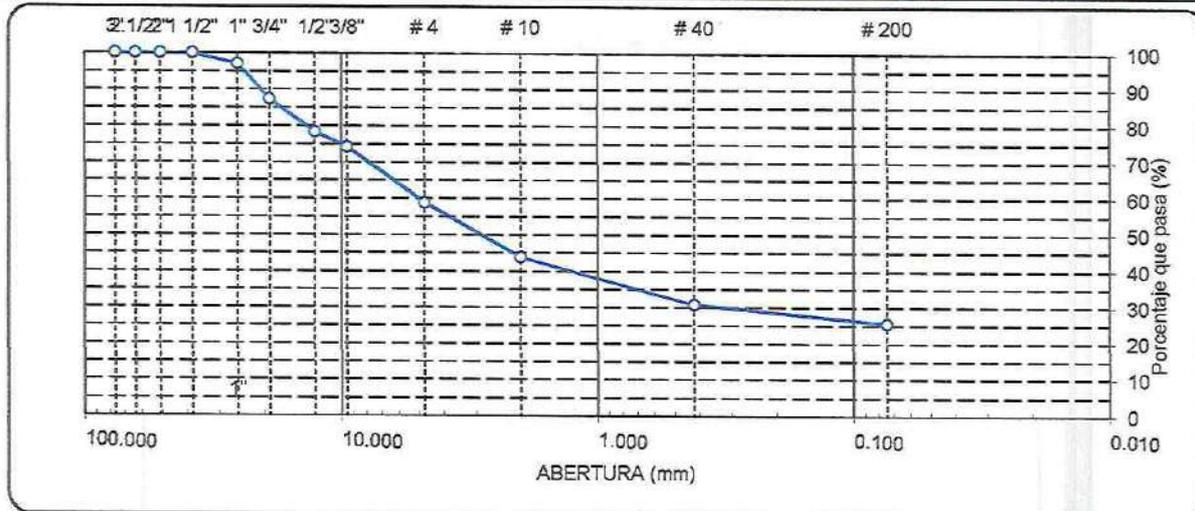
**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22  
MATERIAL : SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R  
UBICACIÓN : TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 4  
PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 1047.7 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 779.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 268.7 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 25.95 %	
1"	25.400	31.1	3.0	3.0	97.0	LIMITE PLASTICO = 21.39 %	
3/4"	19.100	100.7	9.6	12.6	87.4	INDICE PLASTICO = 4.56 %	
1/2"	12.700	95.2	9.1	21.7	78.3	CLASF. AASHTO = A-1-b (0)	
3/8"	9.520	42.9	4.1	25.8	74.3	CLASF. SUCS = GC - GM	
1/4"	6.350	90.7	8.7	34.4	65.6	MAX. DENS. SECA = 2.200 gr/cc	
# 4	4.760	68.9	6.7	41.1	58.9	HUMEDAD OPT. = 8.50 %	
# 8	2.360	147.1	14.0	55.1	44.9	CBR AL 100% 0.1" = 30.91 %	
# 10	2.000	10.7	1.0	56.2	43.9	CBR AL 95% 0.1" = 22.10 %	
# 16	1.190	70.2	6.7	62.9	37.2		
# 30	0.600	45.6	4.4	67.2	32.8		
# 40	0.420	21.0	2.0	69.2	30.8		
# 50	0.300	9.4	0.9	70.1	29.9		
# 100	0.149	31.5	3.0	73.1	26.9	COLOR ESTANDAR = MARRON ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	14.4	1.4	74.5	25.5	% Humd. Nat.	
< # 200	FONDO	267.42	25.5	100.0		7.01	
FRACCION		1,047.65		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 188018.2	
TOTAL						Indice de consistencia = 733.1	
						Coef. Curvatura = 733.1	
						Consistencia =	
Descripción suelo:	Grava limo arcillosa con arena					Pot. de expansión = Bajo	Solido



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS	DATOS DE LA MUESTRA		PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1121.05	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1047.7	
PESO DE AGUA	(g)	73.40	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1047.65	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	7.01	7.01

**Observaciones:**

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 28005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

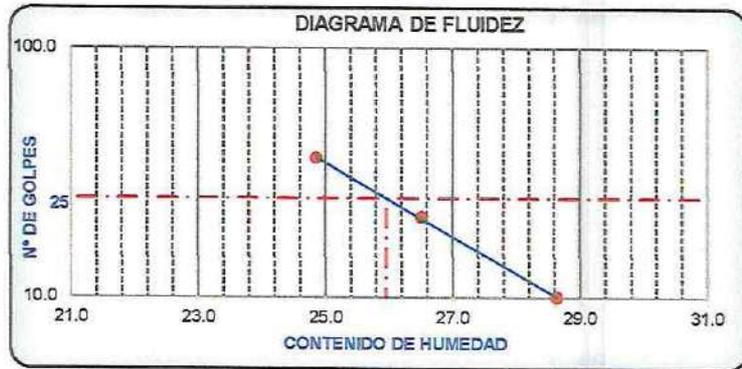
PROYECTO	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m	

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20
TARRO + SUELO HUMEDO	35.20	34.99	34.11	24.15	24.40
TARRO + SUELO SECO	32.13	32.08	31.48	23.42	23.83
AGUA	3.07	2.91	2.63	0.73	0.57
PESO DEL TARRO	21.41	21.10	20.90	20.00	21.15
PESO DEL SUELO SECO	10.72	10.98	10.58	3.42	2.68
% DE HUMEDAD	28.64	26.50	24.86	21.35	21.44
Nº DE GOLPES	10	21	36		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	25.95
LIMITE PLASTICO	21.39
INDICE DE PLASTICIDAD	4.56

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

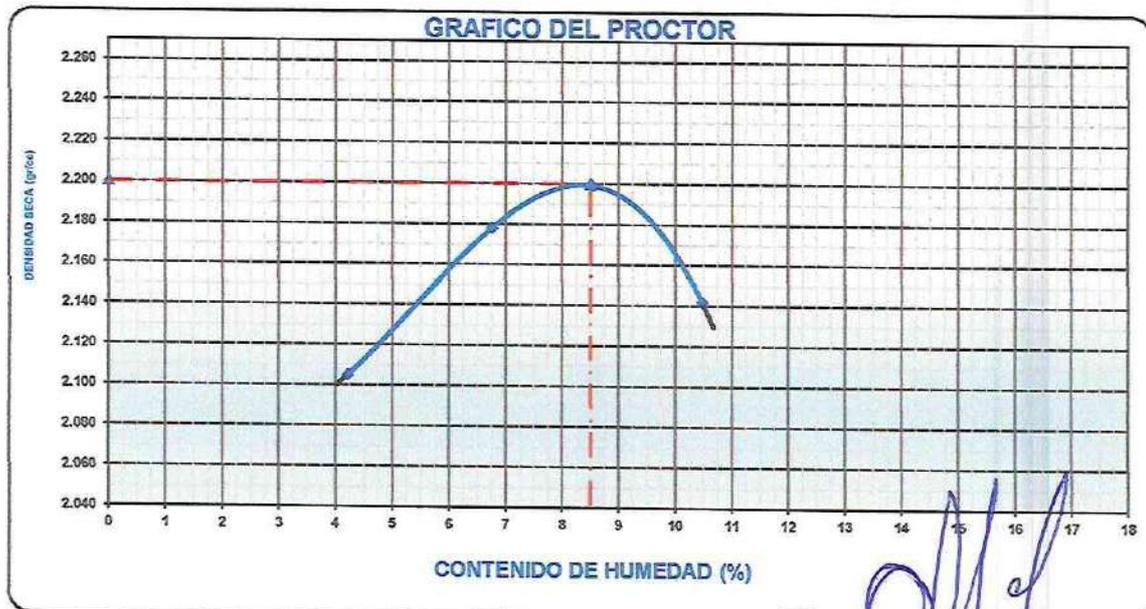
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Grava limo arcillosa con arena	A-1-b	GC - GM	41.08%	33.39%	25.53%	26.0	4.56	7.01
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85006  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2124				PESO DEL MOLDE (gr.) :	6756			
NUMERO DE ENSAYOS									
	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	11415	11694	11825	11782					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4859	4938	5069	5026					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.194	2.325	2.387	2.366					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	692.00	742.00	674.00	633.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	664.00	695.00	621.00	573.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	28.00	47.00	53.00	60.00					
PESO DE SUELO SECO	664.00	695.00	621.00	573.00					
CONTENIDO DE AGUA	4.22	6.76	8.53	10.47					
PESO VOLUMETRICO SECO	2.105	2.178	2.198	2.142					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.200 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	8.50			



Observaciones:



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85036  
Especialista en Mecánica de Suelos

## ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANGAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 4	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	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)	12610	12640	12505	12557	12024	12102
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	5060	5090	4805	4857	4674	4752
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.369	2.403	2.269	2.293	2.166	2.202
Humedad (%)	8.6	9.1	8.6	9.7	8.5	10.0
Densidad seca (gr/cm3)	2.201	2.202	2.090	2.091	1.996	2.002
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	698.0	698.0	748.0	748.0	778.0	778.0
Tarro + Suelo seco (gr)	643.0	639.6	689.0	682.2	717.0	707.3
Peso del Agua (gr)	55.0	58.4	59.0	65.8	61.0	70.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	643.0	639.6	689.0	682.2	717.0	707.3
Humedad (%)	8.6	9.1	8.6	9.7	8.5	10.0
Promedio de Humedad (%)	8.6	9.1	8.6	9.7	8.5	10.0

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.210	0.2

### PENETRACION

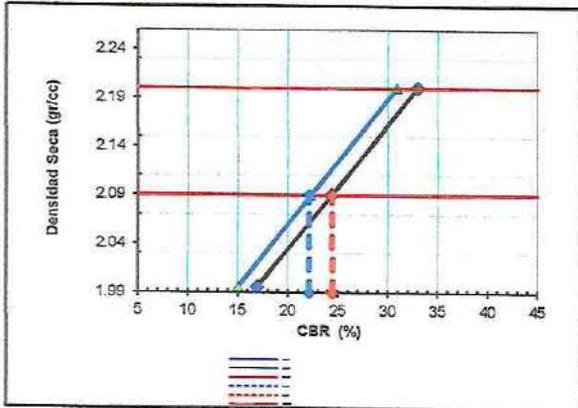
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		119	6.1			150	7.8			101	5.2		
0.050		297	15.3			242	12.6			162	8.4		
0.075		398	20.6			298	15.4			196	10.1		
0.100	70	422	21.81	21.73	30.9	307	15.9	15.66	22.3	206	10.6	10.56	15.0
0.150		554	28.6			424	21.9			289	14.9		
0.200	105.46	707	36.5	34.78	33.0	534	27.6	25.67	24.3	376	19.4	17.86	16.9
0.300		808	41.8			617	31.9			444	22.9		
0.400		877	45.3			676	34.9			490	23.8		

Oscar Alberto Moron Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIF N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALIGATA : C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m	

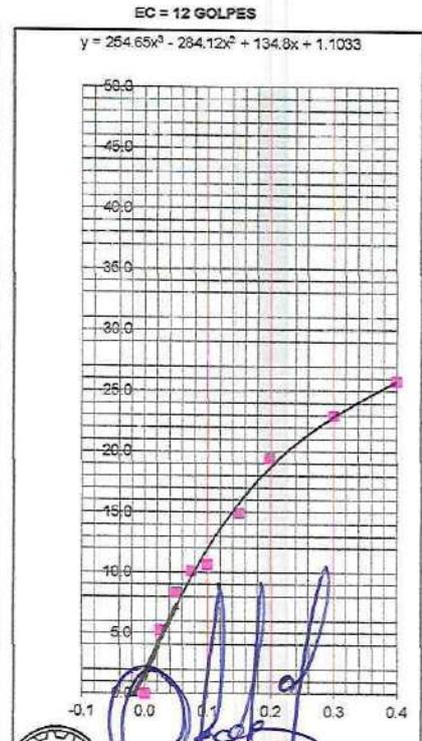
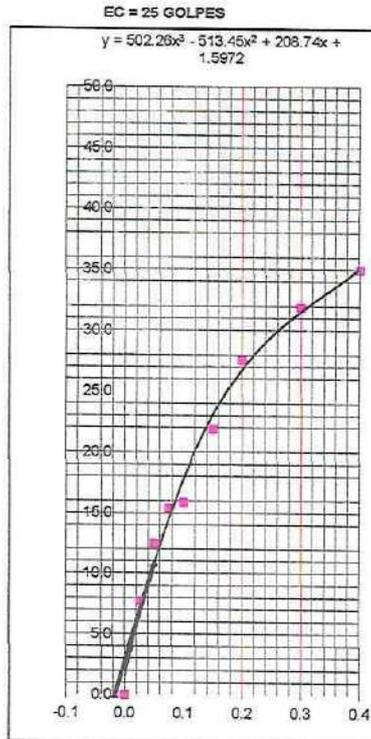
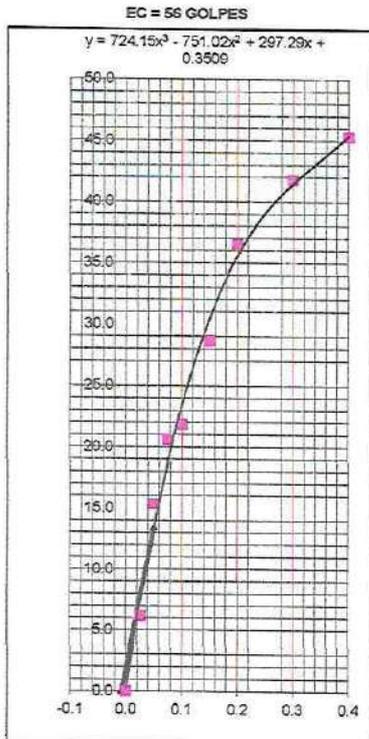
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	30.91	0.2":	32.98
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	22.10	0.2":	24.40

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.200	gr/c
Optimo Humedad	8.50	%

OBSERVACIONES:



Oscar Alberto Marón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

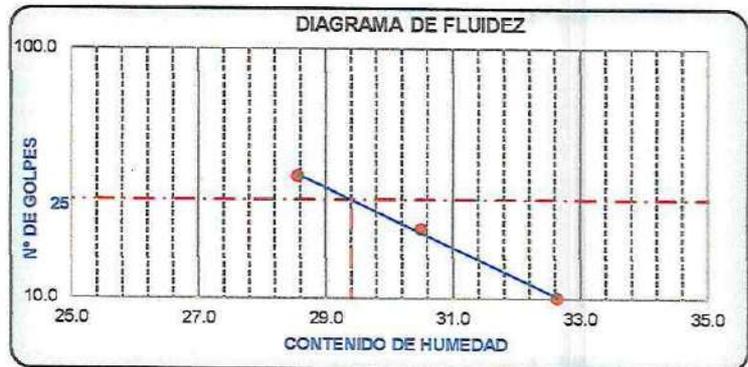
PROYECTO	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VÍA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m	

Nº TARRO	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PASTICO	
	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15
TARRO + SUELO HUMEDO	40.89	40.11	37.66	25.19	23.89
TARRO + SUELO SECO	36.05	35.68	34.05	24.18	23.49
AGUA	4.84	4.43	3.61	1.01	0.40
PESO DEL TARRO	21.22	21.15	21.41	20.00	21.85
PESO DEL SUELO SECO	14.83	14.53	12.64	4.18	1.64
% DE HUMEDAD	32.64	30.49	28.58	24.16	24.41
Nº DE GOLPES	10	19	31		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LIQUIDO	29.39
LÍMITE PLASTICO	24.28
INDICE DE PLASTICIDAD	5.11

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

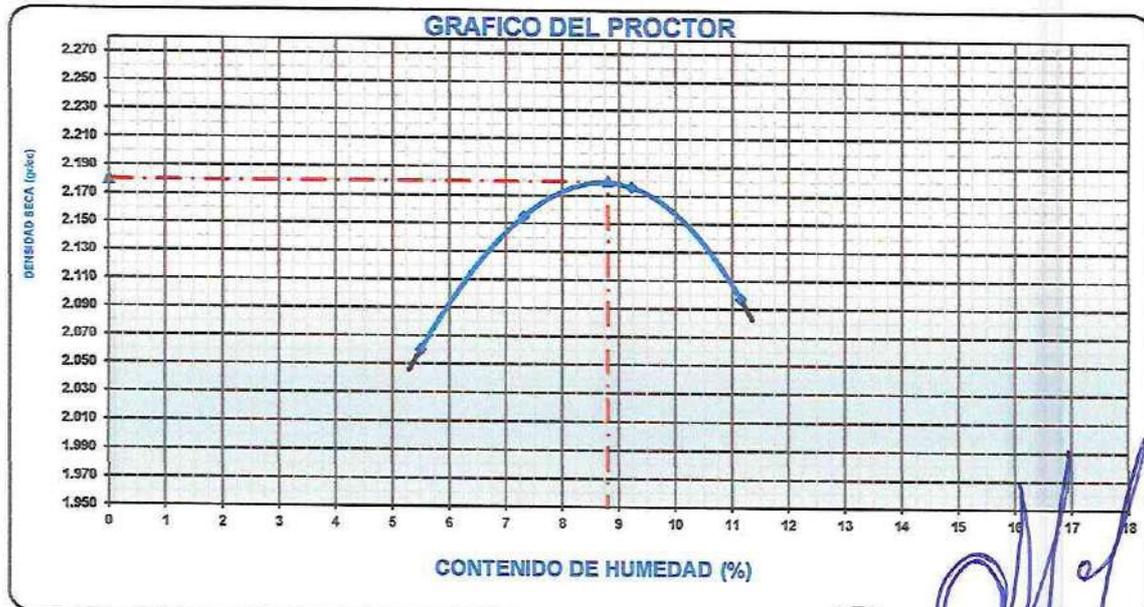
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	LL.	LP.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40		1.50 m	Grava limosa con arena	A-2-4	GM	41.67%	31.73%	26.61%	29.4	5.11	7.32
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2124				PESO DEL MOLDE (gr.)	6758			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	11375	11671	11805	11709					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4817	4913	5047	4951					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.174	2.313	2.376	2.331					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	787.00	716.90	696.80	598.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	746.00	668.00	638.00	538.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	41.00	48.90	58.80	60.00					
PESO DE SUELO SECO	746.00	668.00	638.00	538.00					
CONTENIDO DE AGUA	5.50	7.32	9.22	11.15					
PESO VOLUMETRICO SECO	2.060	2.155	2.176	2.097					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.180 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	8.80			



Observaciones:



Oscar Alberto Mibrón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85008  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

## ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"					
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos				Fecha : Oct-22	
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO				Realizado por : Tec. E.E.M.R	
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)				Revisado por : Ing. O.A.M.R	
MUESTRA	: M - 2		CALICATA : C - 4			
PROF. (m)	: 1.50 m					

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	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)	12578	12608	12548	12600	11975	12053
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	5028	5058	4848	4900	4625	4703
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.374	2.388	2.289	2.314	2.143	2.179
Humedad (%)	8.9	9.3	8.9	9.9	8.7	10.2
Densidad seca (gr/cm3)	2.181	2.185	2.103	2.106	1.971	1.978
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	897.0	897.0	798.0	798.0	798.0	798.0
Tarro + Suelo seco (gr)	824.0	820.6	733.0	726.2	734.0	724.3
Peso del Agua (gr)	73.0	76.4	65.0	71.8	64.0	73.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	824.0	820.6	733.0	726.2	734.0	724.3
Humedad (%)	8.9	9.3	8.9	9.9	8.7	10.2
Promedio de Humedad (%)	8.9	9.3	8.9	9.9	8.7	10.2

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	0.2

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		154	8.0			114	5.9			80	4.1		
0.050		256	13.2			215	11.1			160	8.3		
0.075		309	16.0			279	14.4			208	10.7		
0.100	70	332	17.16	17.41	24.8	316	16.3	15.29	21.7	230	11.9	11.62	16.5
0.150		460	23.8			374	19.3			293	15.1		
0.200	105.46	652	33.7	29.49	28.0	580	30.0	26.63	25.3	543	22.9	20.51	19.4
0.300		732	37.8			673	34.8			529	27.3		
0.400		903	46.7			768	39.7			633	32.7		

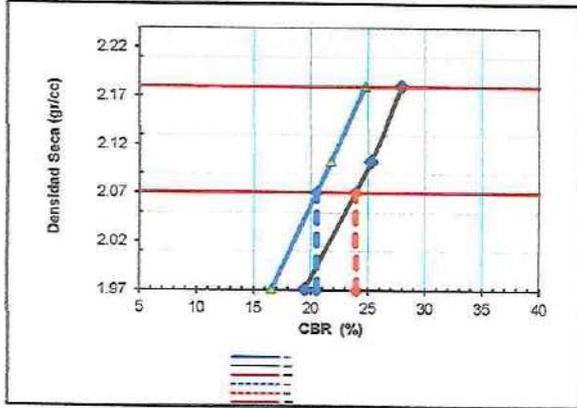


Oscar Alberto Morón Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85008  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C -4	
PROF. (m)	: 1.50 m		

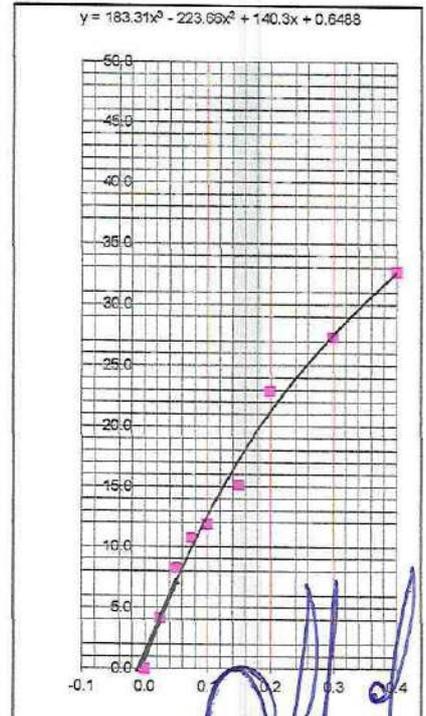
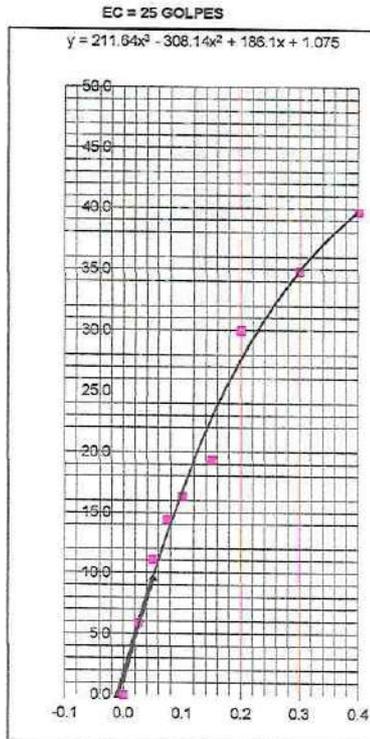
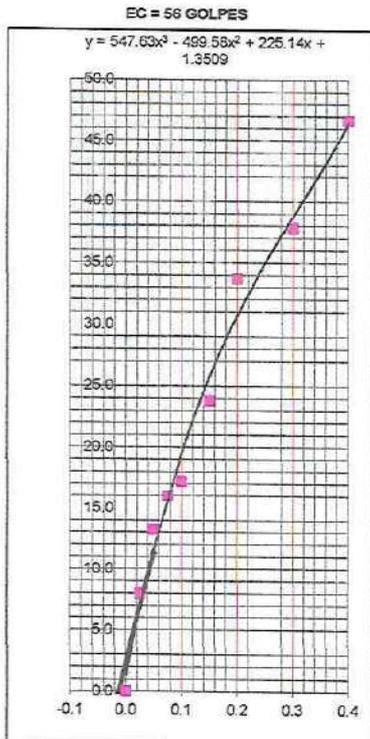
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 24.76	0.2": 27.97
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 20.50	0.2": 23.90

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.180	gr/c
Óptimo Humedad	8.80	%

OBSERVACIONES:



*[Signature]*  
Oscar Alberto Marón Romero  
INGENIERO CIVIL  
C.P. N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

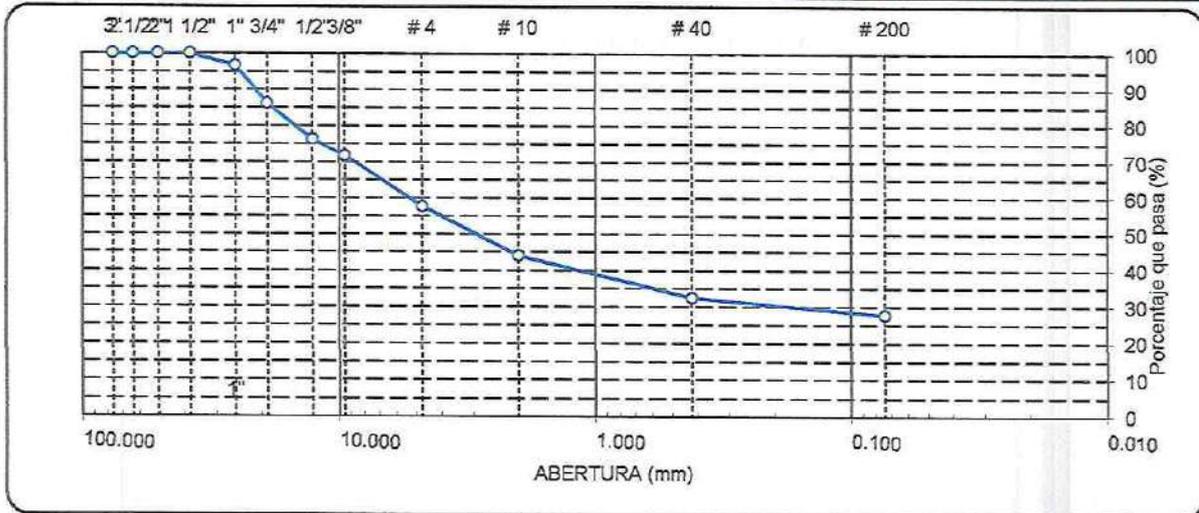
**MATERIAL** : SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R

**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 **CALICATA** : C - 4

**PROF. (m)** : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 956.6 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 690.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 266.6 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 28.23 %	
1"	25.400	31.1	3.3	3.3	96.8	LIMITE PLASTICO = 23.91 %	
3/4"	19.100	100.7	10.5	13.8	86.2	INDICE PLASTICO = 4.32 %	
1/2"	12.700	95.2	10.0	23.7	76.3	CLASF. AASHTO = A-2-4 (0)	
3/8"	9.520	42.9	4.5	28.2	71.8	CLASF. SUCS = GM	
1/4"	6.350	76.2	8.0	35.2	63.8	MAX. DENS. SECA = 2.150 gr/cc	
# 4	4.760	58.6	6.1	42.3	57.7	HUMEDAD OPT. = 9.00 %	
# 8	2.360	120.7	12.6	54.9	45.1	CBR AL 100% 0.1" = 17.81 %	
# 10	2.000	9.5	1.0	55.9	44.1	CBR AL 95% 0.1" = 14.80 %	
# 16	1.190	56.4	5.9	61.8	38.2		
# 30	0.600	37.1	3.9	65.7	34.3		
# 40	0.420	17.3	1.8	67.5	32.5		
# 50	0.300	7.7	0.8	68.3	31.7		
# 100	0.149	25.8	2.7	71.0	29.0	COLOR ESTANDAR = MARRON ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	11.6	1.2	72.2	27.8	% Humd. Nat. = 7.67	
< # 200	FONDO	265.9	27.8	100.0			
<b>FRACCION TOTAL</b>		<b>956.55</b>		<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>Coef. Uniformidad = 2133634.5</b>	
						<b>Coef. Curvatura = 2805.8</b>	
						<b>Indice de consistencia =</b>	
						<b>Consistencia =</b>	
<b>Descripción suelo:</b>	Grava limosa con arena					<b>Pot. de expansión =</b>	Bajo Solido



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS	DATOS DE LA MUESTRA		PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1029.95	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	956.6	
PESO DE AGUA	(g)	73.40	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	956.55	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	7.67	7.67

**Observaciones:**

La muestra fue proporcionada por el solicitante

*[Signature]*  
Oscar Alberto Marón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
Especialista en Mecánica de Suelos

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

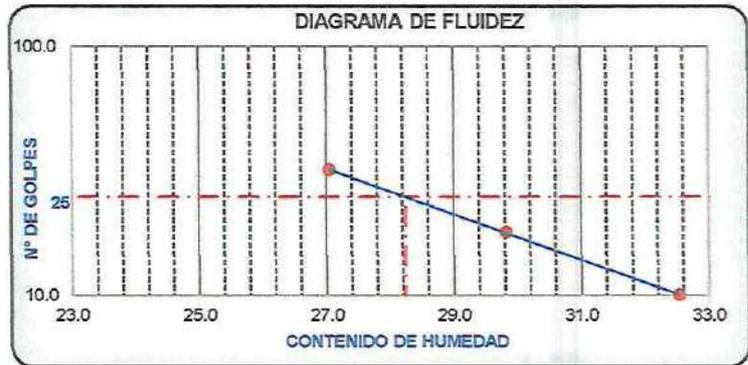
PROYECTO	: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m	

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-06	T-07	T-08	T-09	T-10
TARRO + SUELO HUMEDO	37.05	37.92	40.10	23.85	24.20
TARRO + SUELO SECO	33.11	34.16	35.95	23.14	23.74
AGUA	3.94	3.76	4.15	0.71	0.46
PESO DEL TARRO	21.00	21.56	20.61	20.17	21.82
PESO DEL SUELO SECO	12.11	12.61	15.34	2.98	1.92
% DE HUMEDAD	32.54	29.82	27.05	23.87	23.96
Nº DE GOLPES	10	18	32		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	28.23
LIMITE PLASTICO	23.91
INDICE DE PLASTICIDAD	4.32

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	LL.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Grava limosa con arena	A-2-4	GM	42.30%	29.90%	27.79%	28.2	4.32	7.67
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

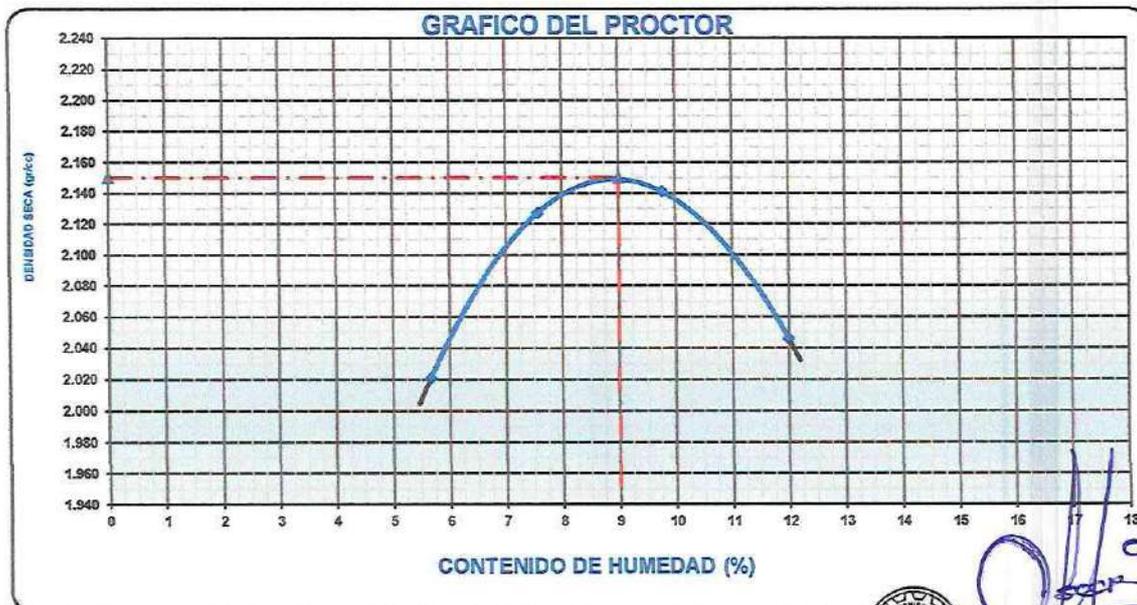


Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**AASHTO - T-180-D**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2124				PESO DEL MOLDE (gr.)	6760			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	11296	11619	11752	11626					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	4536	4859	4992	4866					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	2.136	2.288	2.350	2.291					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	533.60	698.00	717.80	682.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	505.00	648.90	653.90	609.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	28.60	49.10	63.90	73.00					
PESO DE SUELO SECO	505.00	648.90	653.90	609.00					
CONTENIDO DE AGUA	5.66	7.57	9.77	11.99					
PESO VOLUMETRICO SECO	2.021	2.127	2.141	2.046					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	2.150 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	9.00			



Observaciones:


  
**Oscar Alberto Morón Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 35005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESTISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Gcorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m	
		Fecha : Oct-22
		Realizado por : Tec. E.E.M.R
		Revisado por : Ing. O.A.M.R

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	12525	12555	12436	12488	11917	11995
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4975	5005	4736	4788	4567	4645
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	2.349	2.363	2.236	2.261	2.116	2.152
Humedad (%)	9.1	9.6	9.0	10.0	9.0	10.4
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	2.152	2.156	2.051	2.056	1.941	1.949
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	896.0	896.0	857.0	857.0	847.0	847.0
Tarro + Suelo seco (gr)	821.0	817.6	786.0	779.2	777.0	767.3
Peso del Agua (gr)	75.0	78.4	71.0	77.8	70.0	79.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	821.0	817.6	786.0	779.2	777.0	767.3
Humedad (%)	9.1	9.6	9.0	10.0	9.0	10.4
Promedio de Humedad (%)	9.1	9.6	9.0	10.0	9.0	10.4

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		112	5.8			87	4.5			73	3.8		
0.050		186	9.6			147	7.6			109	5.6		
0.075		220	11.4			176	9.1			129	6.7		
0.100	70	244	12.61	12.53	17.8	196	10.1	10.64	15.1	143	7.4	8.90	12.7
0.150		340	17.6			313	16.2			273	14.1		
0.200	105.46	470	24.3	21.83	20.7	390	20.2	19.00	18.0	337	17.4	15.71	14.9
0.300		548	28.3			481	24.9			370	19.1		
0.400		622	32.1			533	27.5			432	22.3		

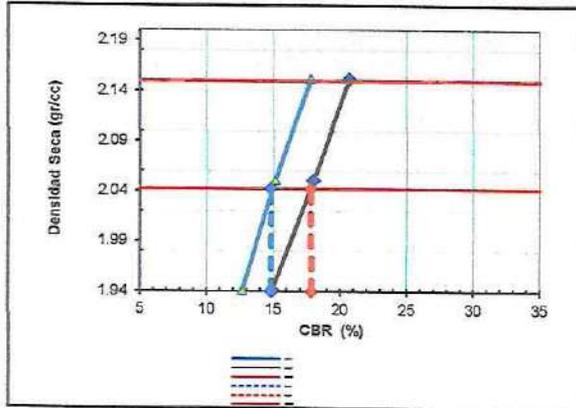


Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ASANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m	

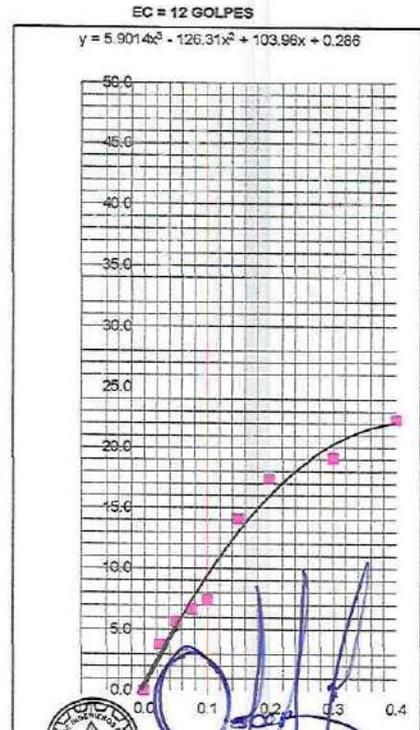
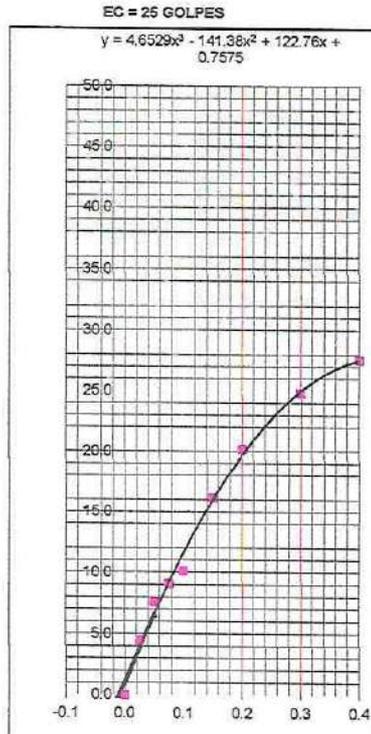
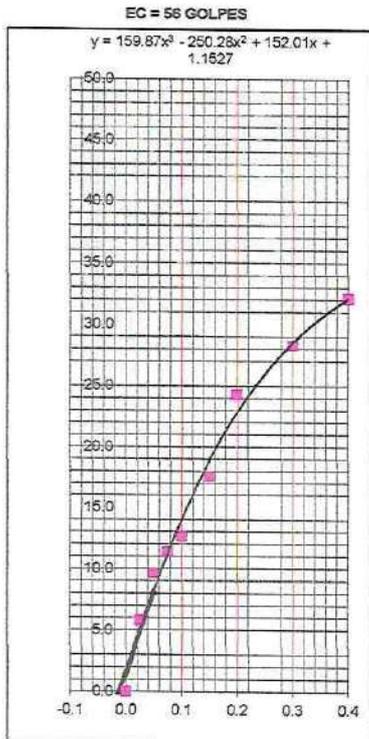
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 17.81	0.2": 20.70
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 14.80	0.2": 17.80

Datos del Proctor		
Densidad Seca	2.150	gr/cc
Optimo Humedad	9.00	%

OBSERVACIONES:



Oscar Alberto Moron Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE Realizado por : Tec. E.E.M.R

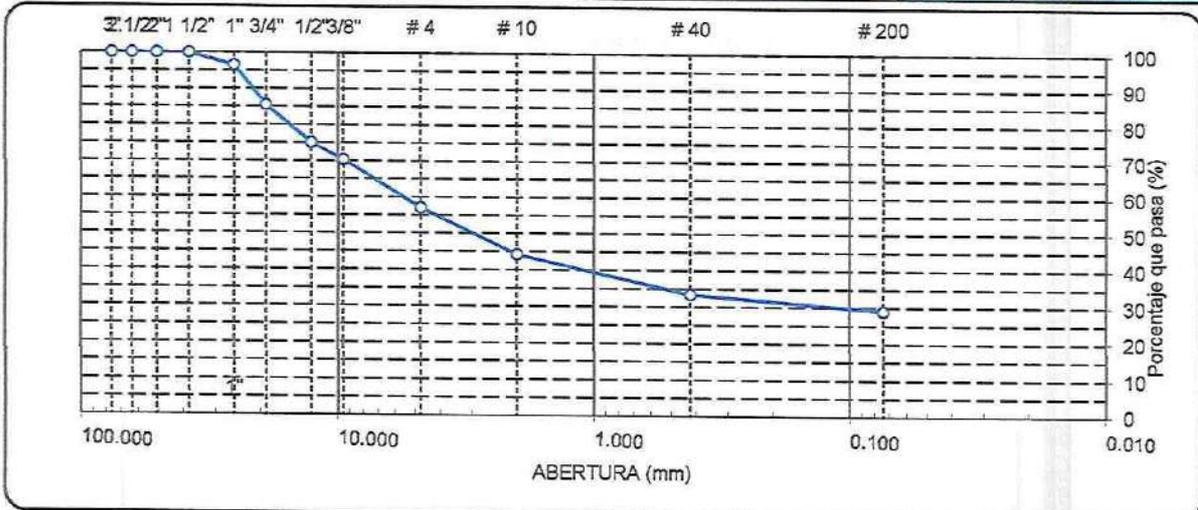
UBICACIÓN : TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 4

PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 911.0 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 644.5 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 266.5 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 38.27 %
1"	25.400	31.1	3.4	3.4	96.6	LIMITE PLASTICO = 25.70 %
3/4"	19.100	100.7	11.1	14.5	85.5	INDICE PLASTICO = 12.57 %
1/2"	12.700	95.2	10.5	24.9	75.1	CLASF. AASHTO = A-2-6 (1)
3/8"	9.520	42.9	4.7	29.6	70.4	CLASF. SUCS = GM
1/4"	6.350	69.0	7.6	37.2	62.8	MAX. DENS. SECA = 1.700 gr/cc
# 4	4.760	52.9	5.8	43.0	57.0	HUMEDAD OPT. = 12.50 %
# 8	2.360	107.6	11.8	54.8	45.2	CBR AL 100% 0.1" = 13.97 %
# 10	2.000	8.8	1.0	55.8	44.2	CBR AL 95% 0.1" = 10.80 %
# 16	1.190	49.5	5.4	61.2	38.8	
# 30	0.600	32.9	3.6	64.8	35.2	
# 40	0.420	15.4	1.7	66.5	33.5	
# 50	0.300	6.9	0.8	67.3	32.7	
# 100	0.149	22.9	2.5	69.8	30.2	COLOR ESTANDAR = MARRON ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	10.2	1.1	70.9	29.1	% Humd. Nat. = 12.06
< # 200	FONDO	265.1	29.1	100.0		
FRACCION TOTAL		911.00		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 11389793.3
						Indice de consistencia
						Coef. Curvatura = 6295.1
						Consistencia
						Pot. de expansión = Bajo
						Solido

Descripción suelo: Grava limosa con arena



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1020.90	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	911.00	
PESO DE AGUA	(g)	109.90	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	911.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	12.06	12.06

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alfredo Marón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
Especialista en Mecánica de Suelos

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

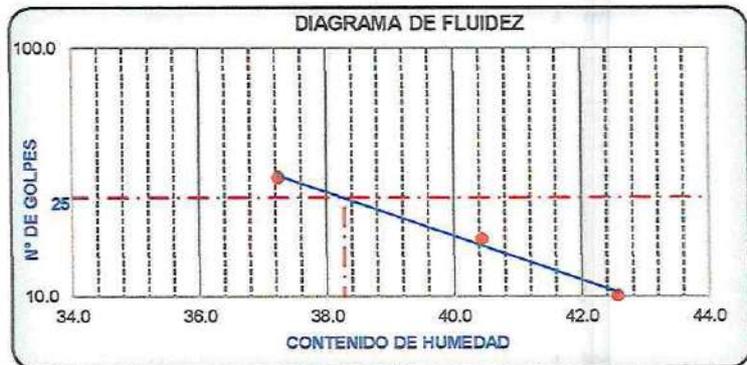
PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"  
 TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22  
 MATERIAL : SUBRASANTE Realizado por : Tec. E.E.M.R  
 UBICACIÓN : TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R  
 MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 4  
 PROF. (m) : 1.50 m

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05
Nº TARRO					
TARRO + SUELO HUMEDO	31.58	34.09	36.25	22.41	22.82
TARRO + SUELO SECO	28.03	30.18	32.01	22.08	22.31
AGUA	3.55	3.91	4.24	0.33	0.51
PESO DEL TARRO	19.69	20.51	20.63	20.83	20.27
PESO DEL SUELO SECO	8.34	9.67	11.39	1.25	2.04
% DE HUMEDAD	42.57	40.43	37.24	26.40	25.00
Nº DE GOLPES	10	17	30		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	38.27
LIMITE PASTICO	25.70
INDICE DE PLASTICIDAD	12.57

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

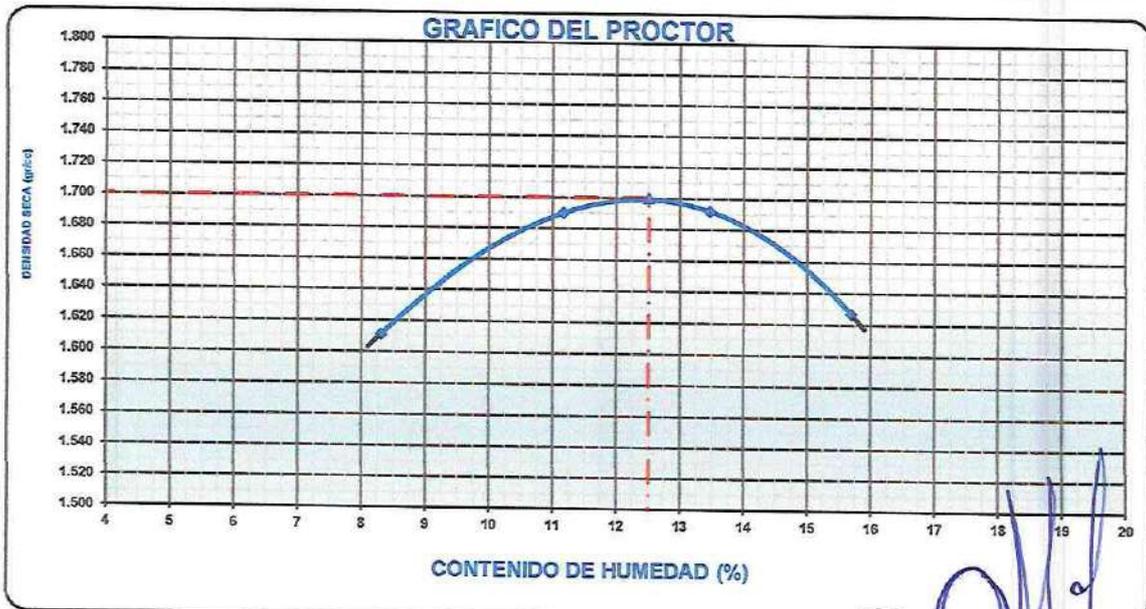
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3ª a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Grava limosa con arena	A-2-6	GM	43.00%	27.90%	29.10%	38.3	12.57	12.06
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 8500  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 4
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	2124				PESO DEL MOLDE (gr.)	6755			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	10461	10745	10832	10754					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	3706	3990	4077	3999					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.745	1.879	1.919	1.883					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	610.60	678.90	720.60	659.90					
PESO SUELOS SECO + TARA	563.80	610.70	635.10	570.40					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	46.80	68.20	85.50	89.50					
PESO DE SUELO SECO	563.80	610.70	635.10	570.40					
CONTENIDO DE AGUA	8.30	11.17	13.48	15.69					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.611	1.690	1.692	1.627					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.700 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	12.50			



Observaciones:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
Especialista en Mecánica de Suelos

## ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"					
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos				Fecha : Oct-22	
MATERIAL	: SUBRASANTE				Realizado por : Tec. E.E.M.R	
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 4+552 (VIA DE EVITAMIENTO)				Revisado por : Ing. O.A.M.R	
MUESTRA	: M - 2		CALICATA : C - 4			
PROF. (m)	: 1.50 m					

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	1		2		3	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11500	11530	11396	11448	10805	10883
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	3950	3980	3696	3748	3455	3533
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.865	1.879	1.745	1.770	1.601	1.637
Humedad (%)	9.6	10.1	9.6	10.5	9.6	10.9
Densidad seca (gr/cm3)	1.702	1.707	1.592	1.602	1.460	1.477
Tarro Nº	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	879.0	879.0	915.0	915.0	967.0	967.0
Tarro + Suelo seco (gr)	802.0	798.6	835.0	828.2	882.0	872.3
Peso del Agua (gr)	77.0	80.4	80.0	86.8	85.0	94.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	802.0	798.6	835.0	828.2	882.0	872.3
Humedad (%)	9.6	10.1	9.6	10.5	9.6	10.9
Promedio de Humedad (%)	9.6	10.1	9.6	10.5	9.6	10.9

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION		DIAL		EXPANSION	
			mm	%	mm	%	mm	%	mm	%				
											mm	%	mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.000	0.0	0.000	0.0	
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	0.010	
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	0.070	
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	0.170	
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	0.210	

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		105	5.4			70	3.6			28	1.4		
0.050		147	7.6			100	5.2			46	2.4		
0.075		176	9.1			131	6.8			60	3.1		
0.100	70	206	10.65	9.83	14.0	146	7.5	7.08	10.1	84	4.3	4.33	6.2
0.150		252	13.0			182	9.4			114	5.9		
0.200	105.46	374	19.3	16.73	15.9	291	15.0	13.00	12.5	192	9.5	8.86	8.4
0.300		410	21.2			342	17.7			240	11.2		
0.400		470	24.3			390	20.2						



Oscar Alberto Moron Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**CALICATA C-5**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

AASHTO T-11, T-27 Y T-38

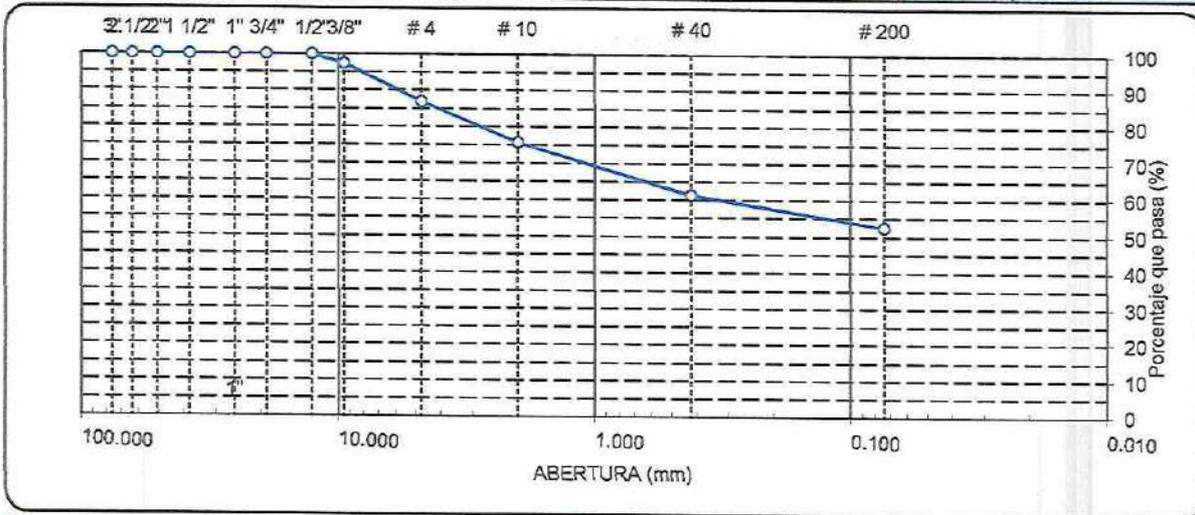
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Gcorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22  
MATERIAL : SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R  
UBICACIÓN : TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 5  
PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 769.4 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 364.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 405.4 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 35.14 %	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 24.17 %	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 10.97 %	
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO = A-6 (4)	
3/8"	9.520	19.8	2.6	2.6	97.4	CLASF. SUCS = ML	
1/4"	6.350	39.5	5.1	7.7	92.3	MAX. DENS. SECA = 1.770 gr/cc	
# 4	4.760	41.1	5.4	13.1	87.0	HUMEDAD OPT. = 14.00 %	
# 8	2.380	72.6	9.4	22.5	77.5	CBR AL 100% 0.1" = 17.01 %	
# 10	2.000	14.0	1.8	24.3	75.7	CBR AL 95% 0.1" = 12.10 %	
# 16	1.190	51.4	6.7	31.0	69.0		
# 30	0.600	36.0	4.7	35.7	64.3		
# 40	0.420	22.8	3.0	38.6	61.4		
# 50	0.300	15.5	2.0	40.6	59.4		
# 100	0.149	31.7	4.1	44.8	55.2	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	20.8	2.7	47.5	52.5	% Humd. Nat.	
< # 200	FONDO	404.11	52.5	100.0		12.97	
FRACCION TOTAL		769.35		0.0	0.0		
						Coef. Uniformidad = 265826.1	Indice de consistencia
						Coef. Curvatura = 0.1	Consistencia
						Pot. de expansión = Bajo	Solido

Descripción suelo: Limo arenoso de baja plasticidad



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216 , MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS	DATOS DE LA MUESTRA		PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	869.15		
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	769.4		
PESO DE AGUA (g)	99.80		
PESO DEL TARRO (g)			
PESO DEL SUELO SECO (g)	769.35		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	12.97		12.97

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

*Cesar Alberto Morán Romero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

**MATERIAL** : SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R

**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 CALICATA : C - 5

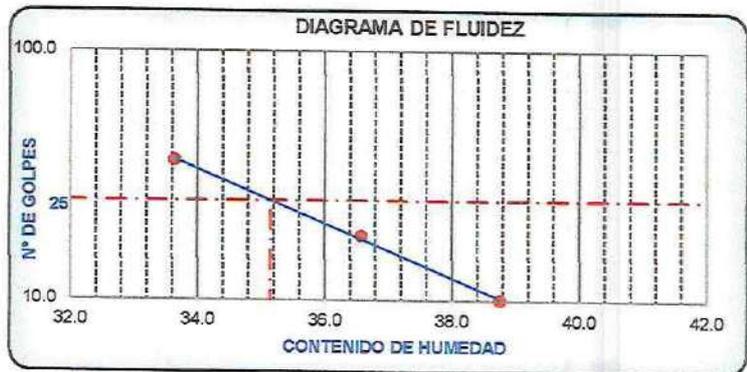
**PROF. (m)** : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20
TARRO + SUELO HUMEDO	33.33	34.98	33.92	23.49	24.57
TARRO + SUELO SECO	29.90	31.29	30.62	22.88	23.91
AGUA	3.43	3.69	3.30	0.63	0.66
PESO DEL TARRO	21.05	21.20	20.81	20.28	21.15
PESO DEL SUELO SECO	8.85	10.09	9.81	2.58	2.76
% DE HUMEDAD	38.76	36.57	33.64	24.42	23.92
Nº DE GOLPES	10	18	36		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	35.14
LIMITE PLASTICO	24.17
INDICE DE PLASTICIDAD	10.97

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

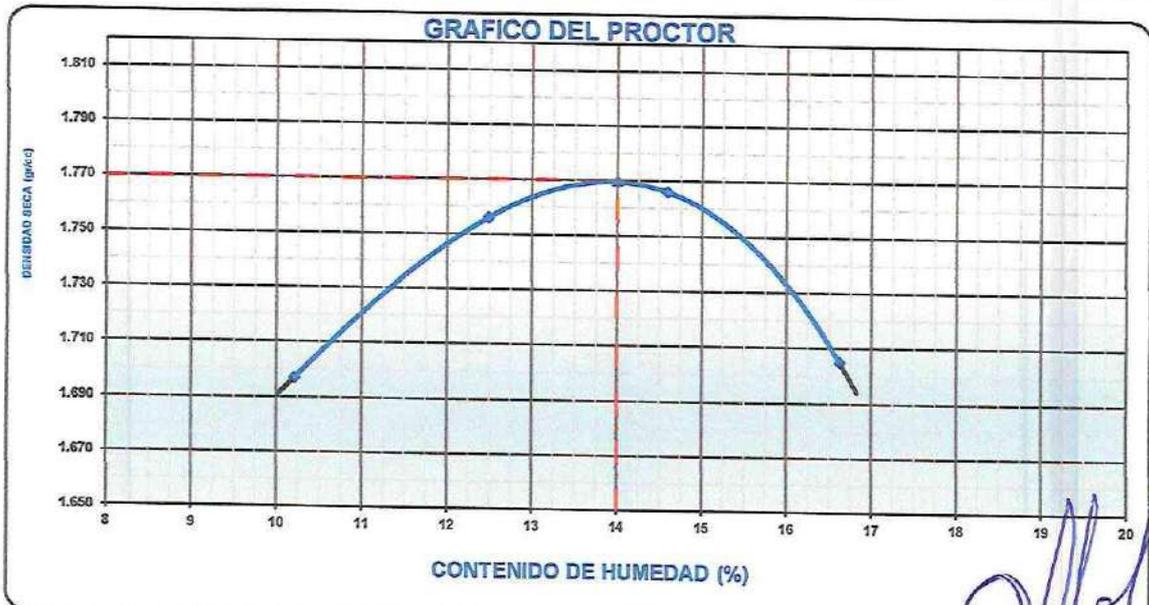
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Limo arenoso de baja plasticidad	A-6	ML	13.05%	34.42%	52.53%	35.1	10.97	12.97
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

**Oscar Alfredo Moron Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 185035  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 5
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3760			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	5526	5625	5670	5637					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1766	1865	1910	1877					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.871	1.976	2.023	1.988					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	499.80	493.60	541.90	481.90					
PESO SUELOS SECO + TARA	453.50	438.80	472.90	413.20					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	46.30	54.80	69.00	68.70					
PESO DE SUELO SECO	453.50	438.80	472.90	413.20					
CONTENIDO DE AGUA	10.21	12.49	14.59	16.63					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.897	1.766	1.766	1.705					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.770 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	14.00			



Observaciones:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Fecha : Oct-22
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)	Realizado por : Tec. E.E.M.R
MUESTRA	: M - 2	Revisado por : Ing. O.A.M.R
PROF. (m)	: 1.50 m	CALICATA : C - 5

Molde N°	1		2		3	
	5		5		5	
N° Capa	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)	11825	11855	11756	11808	11242	11320
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4275	4305	4056	4108	3892	3970
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.018	2.033	1.915	1.940	1.804	1.840
Humedad (%)	14.0	14.7	13.9	15.2	14.1	16.2
Densidad seca (gr/cm3)	1.770	1.772	1.681	1.684	1.582	1.583
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	660.2	660.2	697.0	697.0	596.0	596.0
Tarro + Suelo seco (gr)	579.0	575.6	611.8	605.0	522.6	512.9
Peso del Agua (gr)	81.2	84.6	85.2	92.0	73.4	83.1
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	579.0	575.6	611.8	605.0	522.6	512.9
Humedad (%)	14.0	14.7	13.9	15.2	14.1	16.2
Promedio de Humedad (%)	14.0	14.7	13.9	15.2	14.1	16.2

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.210	0.2

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
		0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0
0.025		48	2.5			29	1.5			21	1.1		
0.050		119	6.1			68	3.5			59	3.0		
0.075		180	9.3			115	5.9			81	4.2		
0.100	70	235	12.14	11.96	17.0	160	8.3	8.52	12.1	100	5.5	5.05	7.2
0.150		329	17.0			240	12.4			132	6.8		
0.200	105.46	410	21.2	21.05	20.0	299	15.5	15.32	14.5	192	9.9	9.54	9.0
0.300		530	27.4			375	19.4			259	13.4		
0.400		625	32.3			440	22.7			313	16.4		

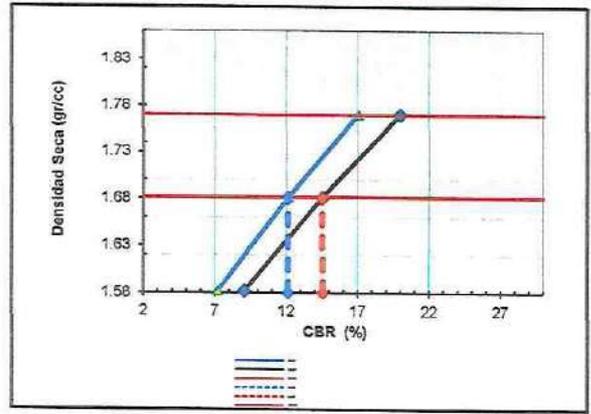


Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALIGATA : C - 5	
PROF. (m)	: 1.50 m		

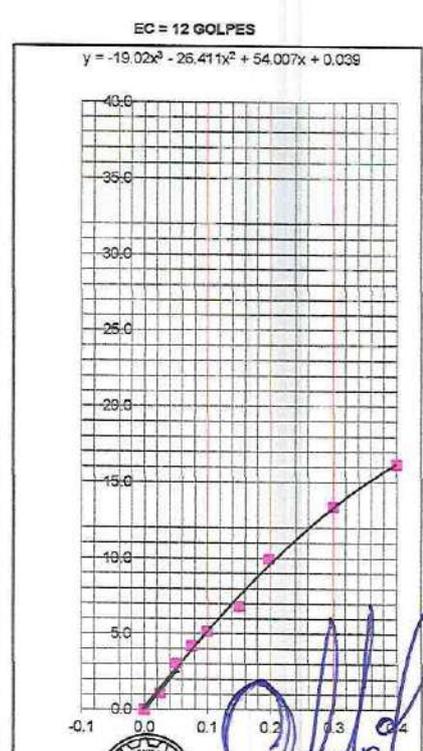
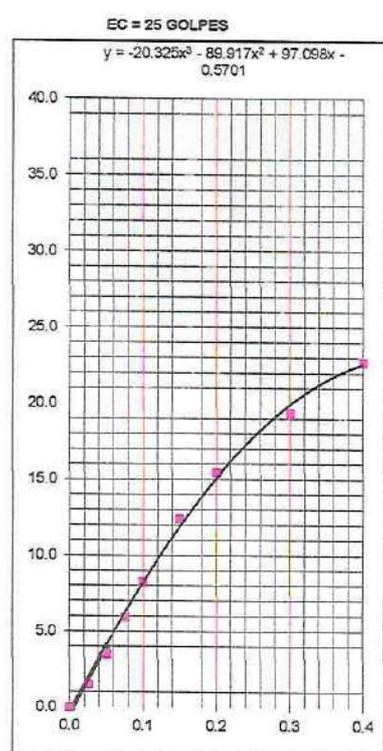
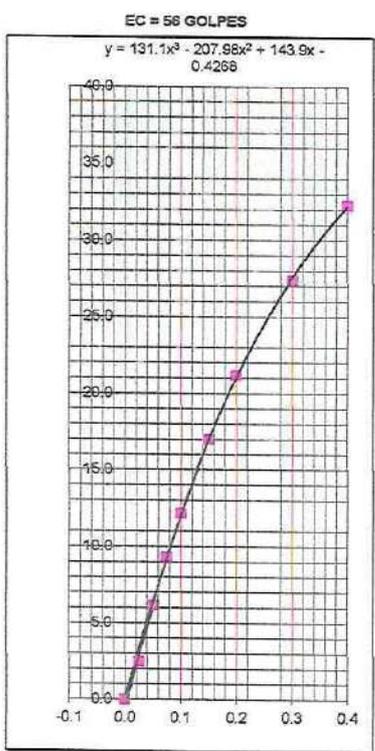
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	17.01	0.2":	19.86
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	12.10	0.2":	14.50

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.770	gr/c
Optimo Humedad	14.00	%

OBSERVACIONES:



*[Signature]*  
**Oscar Alberto Morán Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

AASHTO T-11, T-27 Y T-88

PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R

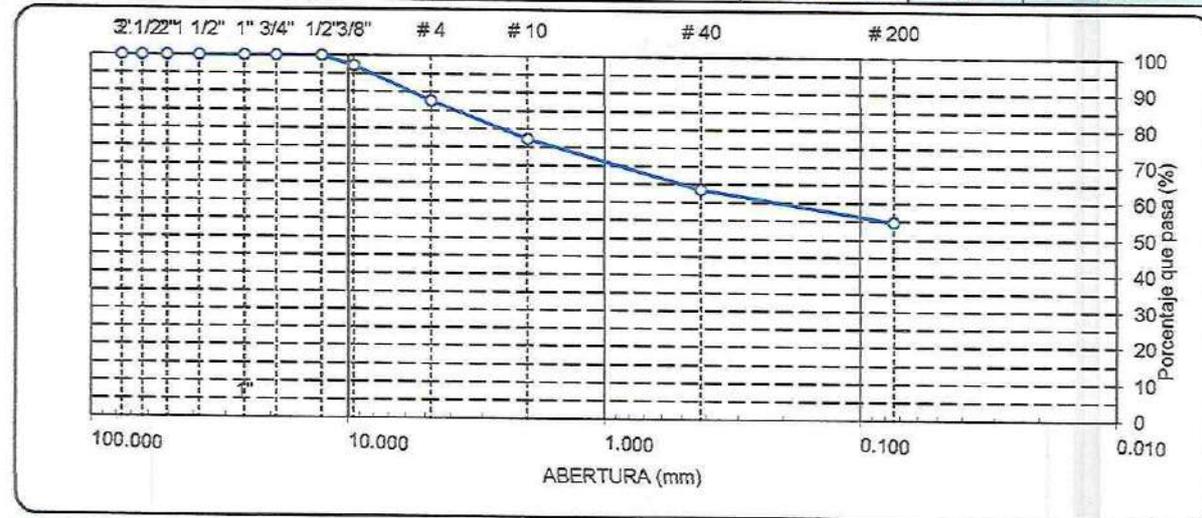
UBICACIÓN : TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 5

PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 735.9 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 328.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 407.9 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 39.75 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 24.61 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 15.14 %
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO = A-6 (6)
3/8"	9.520	19.8	2.7	2.7	97.3	CLASF. SUCS = CL
1/4"	6.350	34.1	4.6	7.3	92.7	MAX. DENS. SECA = 1.750 gr/cc
# 4	4.760	37.0	5.0	12.4	87.6	HUMEDAD OPT. = 14.60 %
# 8	2.360	63.0	8.6	20.9	79.1	CBR AL 100% 0.1" = 15.22 %
# 10	2.000	13.5	1.8	22.8	77.2	CBR AL 95% 0.1" = 12.40 %
# 16	1.190	46.3	6.3	29.1	70.9	
# 30	0.600	32.8	4.5	33.5	66.5	
# 40	0.420	21.4	2.9	36.4	63.6	
# 50	0.300	14.8	2.0	38.5	61.5	
# 100	0.149	29.6	4.0	42.5	57.5	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	19.8	2.7	45.2	54.8	% Humd. Nat.
<# 200	FONDO	403.5	54.8	100.0		13.56
FRACCION TOTAL		735.90		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 360570
						Indice de consistencia
						Coef. Curvatura = 0.1
						Consistencia
						Pot. de expansión = Bajo
						Solido

Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216 , MTC E 108 - 2000)

DATOS DE LA MUESTRA		PROMEDIO
Nº ENSAYOS		
Nº TARRO		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	835.70	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	735.9	
PESO DE AGUA (g)	99.80	
PESO DEL TARRO (g)		
PESO DEL SUELO SECO (g)	735.90	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.56	

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

**MATERIAL** : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R

**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 CALICATA : C - 5

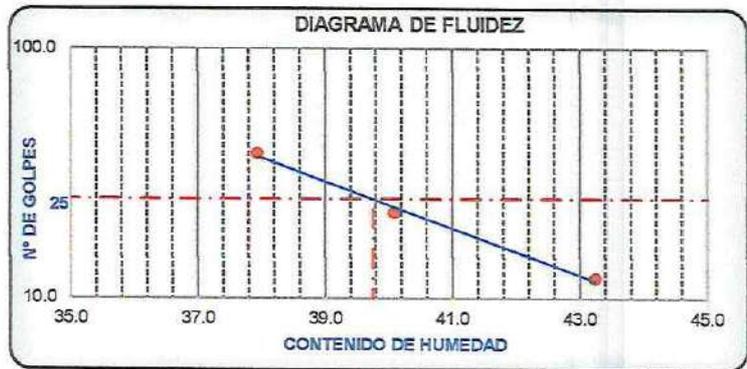
**PROF. (m)** : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15
TARRO + SUELO HUMEDO	36.72	33.84	35.45	25.13	23.74
TARRO + SUELO SECO	32.05	29.88	31.60	24.36	23.29
AGUA	4.67	3.96	3.85	0.77	0.45
PESO DEL TARRO	21.25	20.00	21.45	21.25	21.45
PESO DEL SUELO SECO	10.80	9.88	10.15	3.11	1.84
% DE HUMEDAD	43.24	40.08	37.93	24.76	24.46
Nº DE GOLPES	12	22	38		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	39.75
LIMITE PLASTICO	24.61
INDICE DE PLASTICIDAD	15.14

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

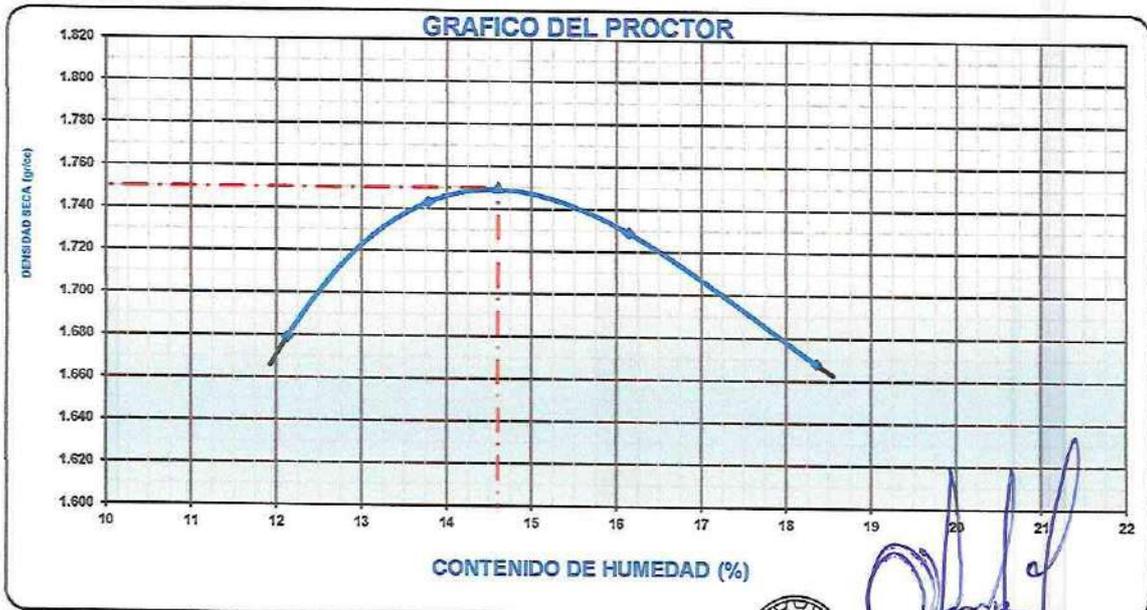
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3' a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-6	CL	12.38%	32.81%	54.84%	39.7	15.14	13.56
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

**Oscar Roberto Martín Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R.
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 5
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.) :	4269			
NUMERO DE ENSAYOS									
	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	6046	6141	6165	6133					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1777	1872	1896	1864					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.882	1.983	2.008	1.975					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	521.60	617.50	482.80	546.90					
PESO SUELOS SECO + TARA	465.20	542.70	415.70	462.10					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	56.40	74.80	67.10	84.80					
PESO DE SUELO SECO	465.20	542.70	415.70	462.10					
CONTENIDO DE AGUA	12.12	13.78	16.14	18.35					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.679	1.743	1.728	1.668					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.750 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	14.60			



Observaciones:



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 5
PROF. (m)	: 1.50 m	

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	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)	11804	11834	11868	11720	11120	11198
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4254	4284	3968	4020	3770	3848
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.008	2.023	1.873	1.898	1.747	1.783
Humedad (%)	14.6	15.3	14.7	16.3	14.6	16.5
Densidad seca (gr/cm3)	1.752	1.754	1.633	1.632	1.524	1.531
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	625.0	625.0	569.3	569.3	698.0	698.0
Tarro + Suelo seco (gr)	545.4	542.0	496.3	489.5	609.0	599.3
Peso del Agua (gr)	79.6	83.0	73.0	79.8	89.0	98.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	545.4	542.0	496.3	489.5	609.0	599.3
Humedad (%)	14.6	15.3	14.7	16.3	14.6	16.5
Promedio de Humedad (%)	14.6	15.3	14.7	16.3	14.6	16.5

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

**PENETRACION**

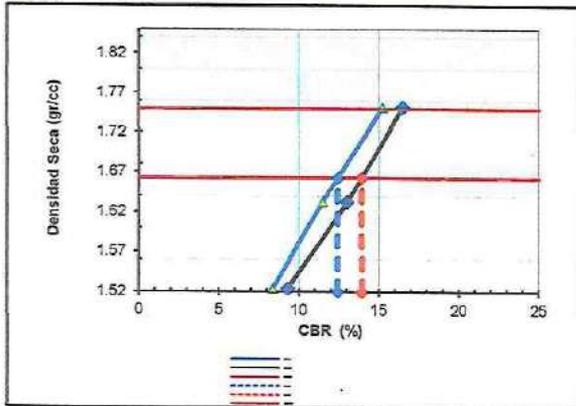
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		52	2.7			48	2.5			44	2.3		
0.050		105	5.4			89	4.6			65	3.4		
0.075		167	8.6			135	7.0			86	4.4		
0.100	70	214	11.06	10.70	15.2	178	9.2	8.06	11.5	114	5.9	5.87	8.4
0.150		292	15.1			214	11.1			173	8.9		
0.200	105.46	343	17.7	17.39	16.5	263	13.6	13.70	18.0	197	10.2	9.80	9.3
0.300		419	21.7			358	18.5			246	12.9		
0.400		528	27.3			429	22.2			296	15.6		

Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85405  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECIGLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 3+464 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 5
PROF. (m)	: 1.50 m	

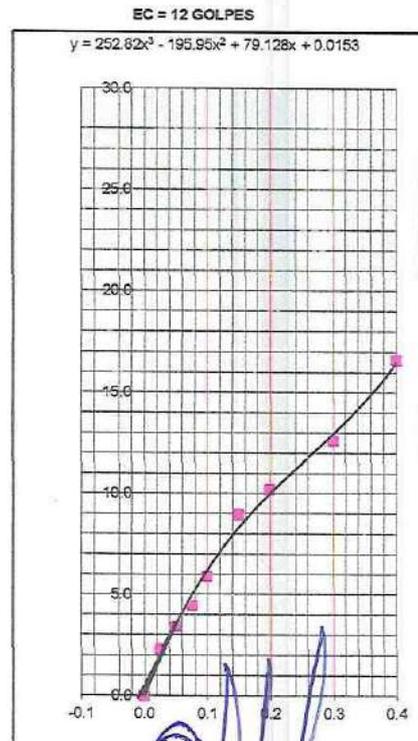
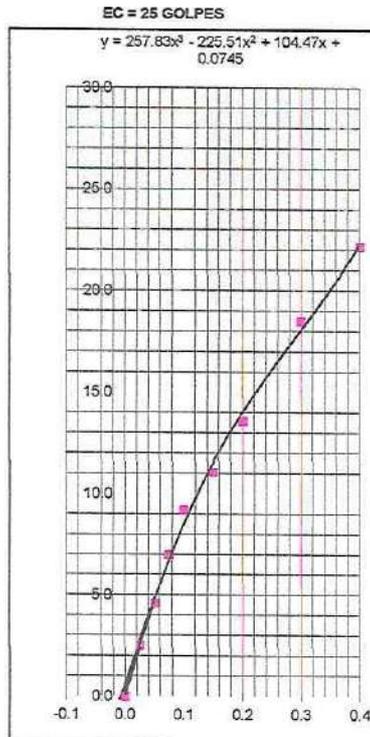
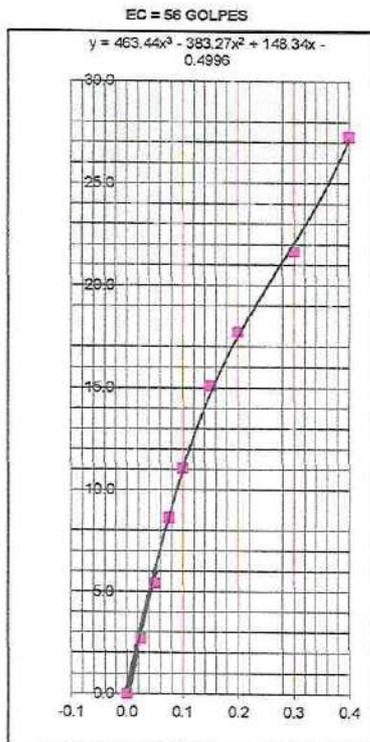
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	15.22	0.2":	16.49
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	12.40	0.2":	13.90

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.750	gr/cc
Optimo Humedad	14.60	%

OBSERVACIONES:

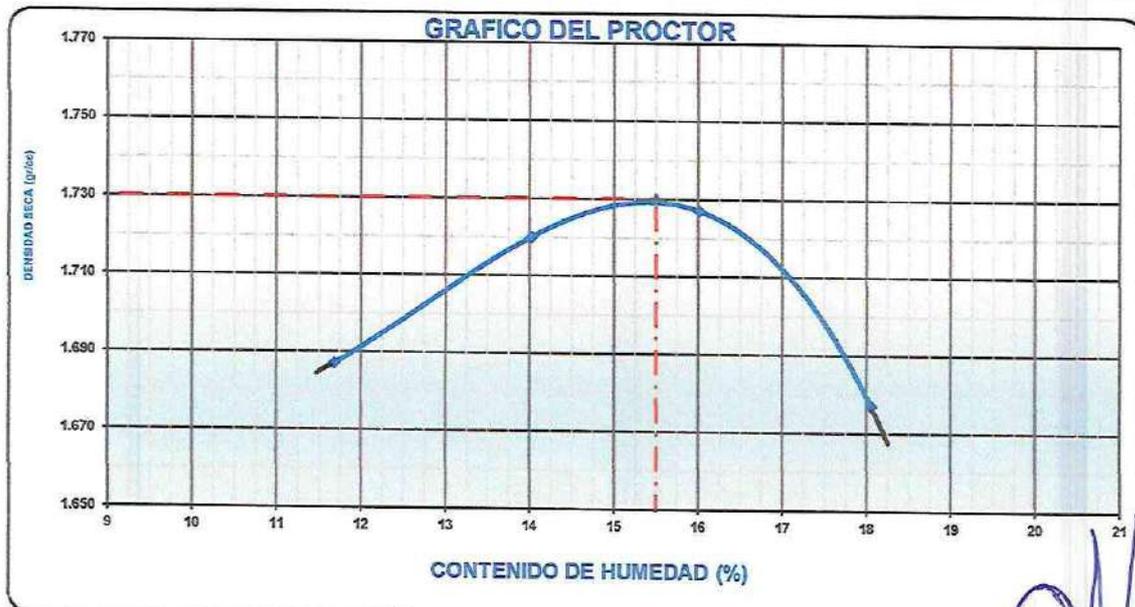


Oscar Alfredo Marín Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 5
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3756			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	5535	5607	5647	5625					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1779	1851	1891	1869					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.885	1.961	2.003	1.980					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	576.60	489.60	470.90	504.80					
PESO SUELOS SECO + TARA	516.30	429.40	405.90	427.60					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	60.30	60.20	65.00	77.20					
PESO DE SUELO SECO	516.30	429.40	405.90	427.60					
CONTENIDO DE AGUA	11.68	14.02	16.01	18.05					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.687	1.720	1.727	1.677					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.730 gr/cm <sup>3</sup>				HUMEDAD OPTIMA (%):	15.50			



Observaciones:



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85008  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 5	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde Nº	1		2		3	
Nº Capa	5		5		5	
Golpes por capa Nº	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11780	11810	11712	11764	11179	11257
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4230	4260	4012	4064	3829	3907
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.997	2.011	1.894	1.919	1.774	1.810
Humedad (%)	15.4	16.1	15.4	16.8	15.6	17.2
Densidad seca (gr/cm3)	1.730	1.732	1.641	1.643	1.535	1.545
Tarro Nº	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	679.8	679.8	678.3	678.3	823.5	823.5
Tarro + Suelo seco (gr)	588.9	585.5	587.6	580.8	712.5	702.8
Peso del Agua (gr)	90.9	94.3	90.7	97.5	111.0	120.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	588.9	585.5	587.6	580.8	712.5	702.8
Humedad (%)	15.4	16.1	15.4	16.8	15.6	17.2
Promedio de Humedad (%)	15.4	16.1	15.4	16.8	15.6	17.2

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE Nº 1				MOLDE Nº 2				MOLDE Nº 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		54	2.8			50	2.6			35	1.8		
0.050		94	4.9			63	3.3			42	2.2		
0.075		128	6.6			88	4.5			56	2.9		
0.100	70	156	8.01	7.41	10.5	125	6.5	5.68	8.1	73	3.8	3.77	5.4
0.150		205	10.6			180	8.3			117	6.0		
0.200	105.46	251	13.0	12.77	12.1	205	10.6	10.13	9.6	156	7.0	6.74	6.4
0.300		338	17.5			275	14.2			82	9.4		
0.400		407	21.0			351	18.1			245	12.5		

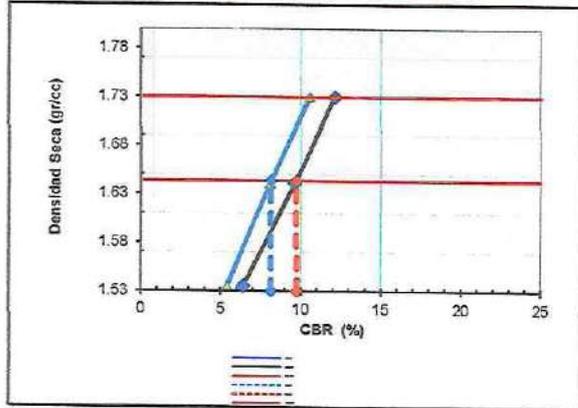


Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85006  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 5% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 5	
PROF. (m)	: 1.50 m		

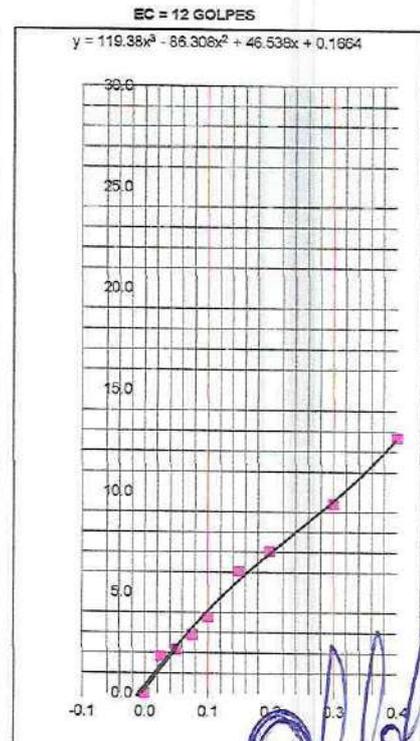
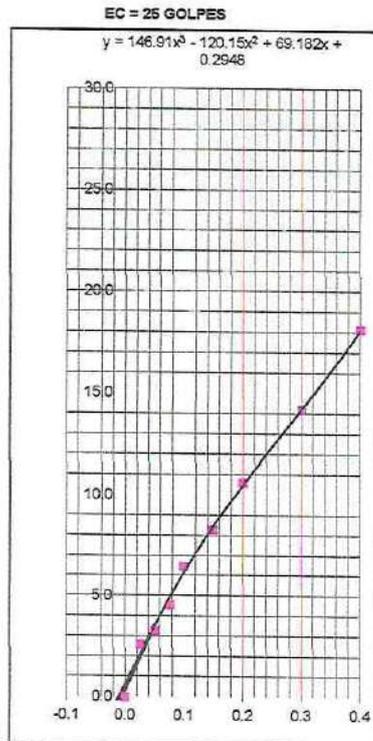
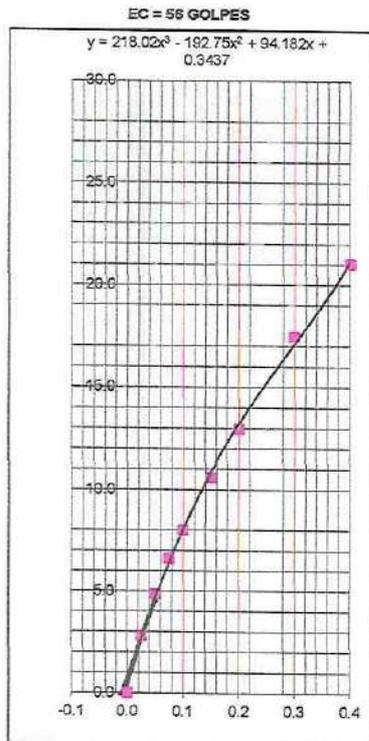
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	10.54	0.2":	12.11
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	8.10	0.2":	9.70

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.730	gr/cc
Óptimo Humedad	15.50	%

OBSERVACIONES:

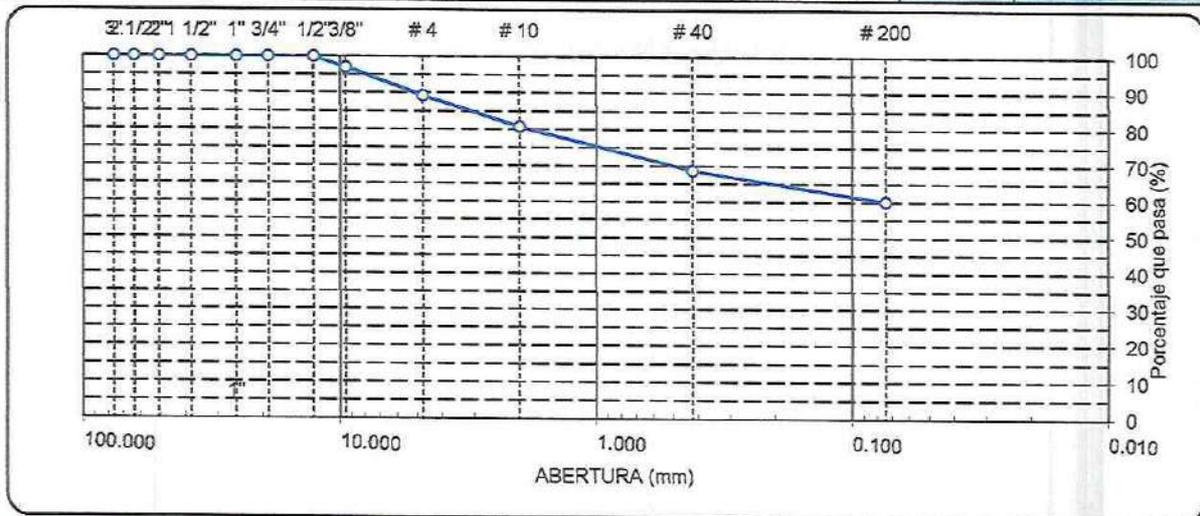


Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 95405  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 5
PROF. (m)	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 669.0 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 265.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 404.0 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 40.90 %	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 27.94 %	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 12.96 %	
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO = A-5 (6)	
3/8"	9.520	19.8	3.0	3.0	97.0	CLASF. SUCS = ML	
1/4"	6.350	23.5	3.5	6.5	93.5	MAX. DENS. SECA = 1.710 gr/cc	
# 4	4.760	28.7	4.3	10.8	89.2	HUMEDAD OPT. = 15.90 %	
# 8	2.360	43.6	6.5	17.3	82.7	CBR AL 100% 0.1" = 8.53 %	
# 10	2.000	12.6	1.9	19.2	80.8	CBR AL 95% 0.1" = 6.00 %	
# 16	1.190	36.2	5.4	24.6	75.4		
# 30	0.800	26.7	4.0	28.6	71.4		
# 40	0.420	18.7	2.8	31.4	68.6		
# 50	0.300	13.6	2.0	33.4	66.6		
# 100	0.149	25.4	3.8	37.2	62.8	COLOR ESTANDAR = TARRON ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	17.8	2.7	39.9	60.2	% Humd. Nat. = 14.92	
<# 200	FONDO	402.4	60.2	100.0			
FRACCION		669.00		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 516929.6	
TOTAL						Indice de consistencia = 0.1	
						Consistencia =	
Descripción suelo:	Limo arenoso de baja plasticidad				Pot. de expansión	Bajo	Solido



HUMEDAD NATURAL			
(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)			
DATOS DE LA MUESTRA			
Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	768.80	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	669.00	
PESO DE AGUA	(g)	99.80	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	669.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14.92	14.92

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante

Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 35005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE MUESTRA PATRON      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 5

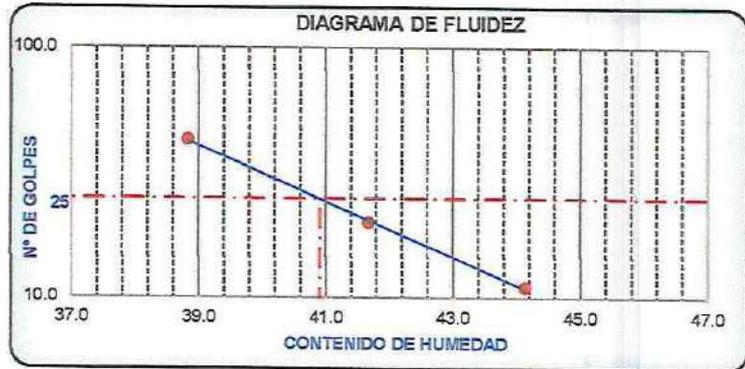
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05
TARRO + SUELO HUMEDO	33.63	36.52	32.85	23.20	23.01
TARRO + SUELO SECO	29.38	31.72	29.34	22.71	22.42
AGUA	4.25	4.80	3.51	0.49	0.59
PESO DEL TARRO	19.75	20.20	20.30	20.95	20.33
PESO DEL SUELO SECO	9.63	11.52	9.04	1.76	2.09
% DE HUMEDAD	44.13	41.67	38.83	27.84	28.04
Nº DE GOLPES	11	20	43		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	40.90
LIMITE PLASTICO	27.94
INDICE DE PLASTICIDAD	12.96

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

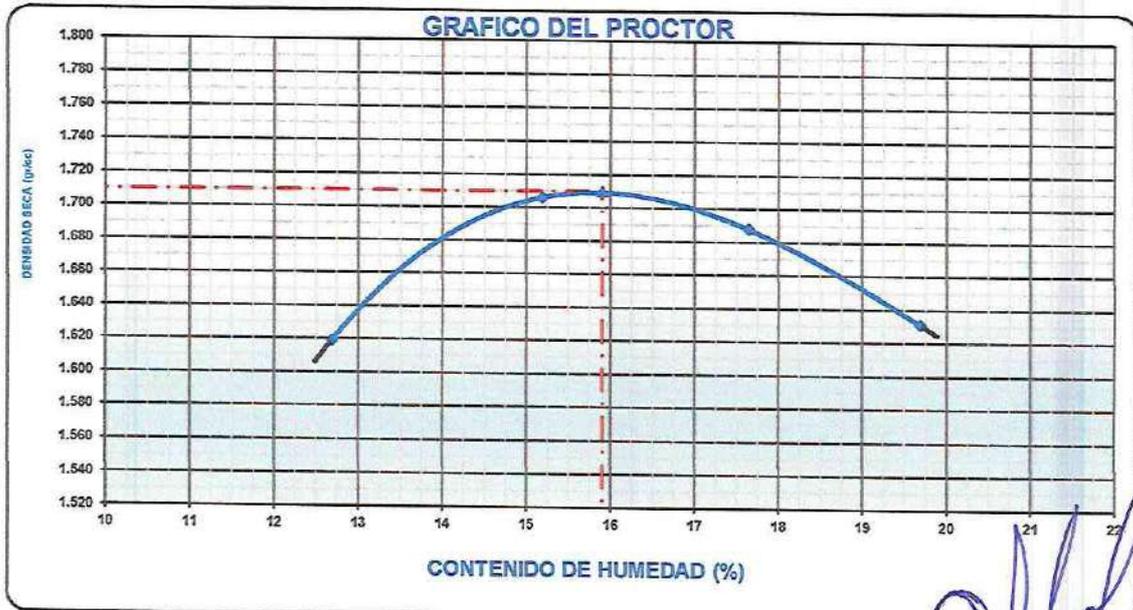
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40		1.50 m	Limo arenoso de baja plasticidad	A-6	ML	10.76%	29.09%	60.15%	40.9	12.96	14.92
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*Oscar Alberto Molina Romero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 5
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	4266			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	5988	6121	6141	6109					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1722	1855	1875	1843					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.824	1.985	1.986	1.952					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	596.00	569.50	496.80	494.90					
PESO SUELOS SECO + TARA	528.90	494.40	422.30	413.50					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	67.10	75.10	74.50	81.40					
PESO DE SUELO SECO	528.90	494.40	422.30	413.50					
CONTENIDO DE AGUA	12.69	15.19	17.64	19.69					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.619	1.706	1.688	1.631					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.710 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	15.90			



Observaciones:



Oscar Alberto Moron Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 89005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 5	
PROF. (m)	: 1.50 m		

Cond. de la muestra	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11747	11777	11710	11762	11178	11256
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4197	4227	4010	4062	3828	3906
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.982	1.996	1.893	1.918	1.774	1.810
Humedad (%)	15.8	16.6	15.9	17.5	15.9	17.8
Densidad seca (gr/cm3)	1.711	1.712	1.633	1.632	1.531	1.536
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	591.8	591.8	590.8	590.8	678.6	678.6
Tarro + Suelo seco (gr)	510.9	507.5	509.6	502.8	585.6	575.9
Peso del Agua (gr)	80.9	84.3	81.2	88.0	93.0	102.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	510.9	507.5	509.6	502.8	585.6	575.9
Humedad (%)	15.8	16.6	15.9	17.5	15.9	17.8
Promedio de Humedad (%)	15.8	16.6	15.9	17.5	15.9	17.8

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

**PENETRACION**

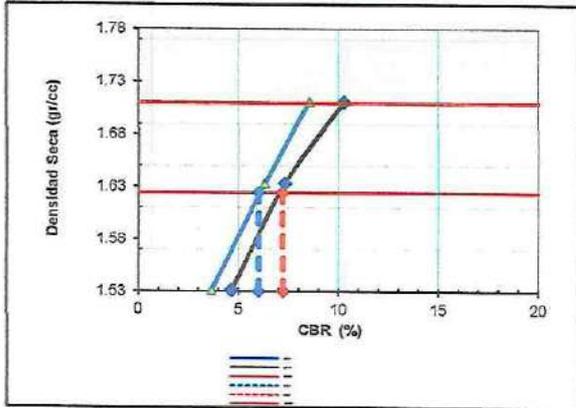
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		22	1.1			17	0.9			15	0.8		
0.050		52	2.7			46	2.4			28	1.4		
0.075		93	4.8			70	3.6			39	2.0		
0.100	70	120	6.20	5.99	8.5	95	4.9	4.43	6.3	52	2.7	2.56	3.6
0.150		157	8.1			120	6.2			67	3.5		
0.200	105.46	217	11.2	10.85	10.3	144	7.4	7.70	7.5	104	5.4	4.91	4.7
0.300		289	14.9			211	10.9			130	6.5		
0.400		385	19.9			278	14.4			160	8.0		

Oscar  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURIMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 7+400 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 5	
PROF. (m)	: 1.50 m		

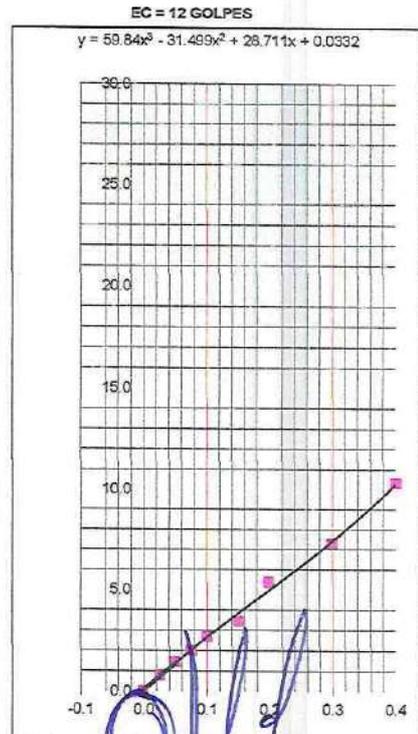
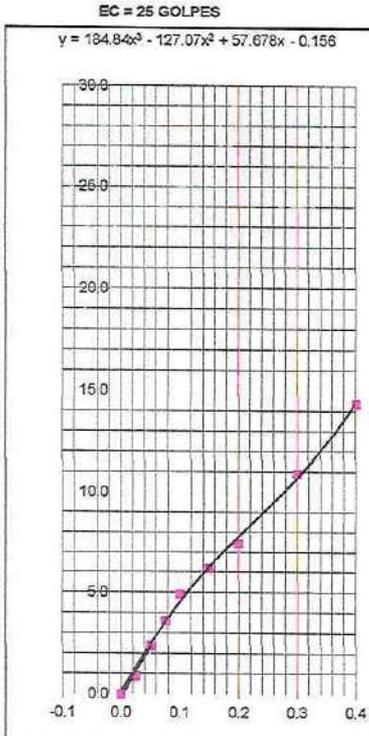
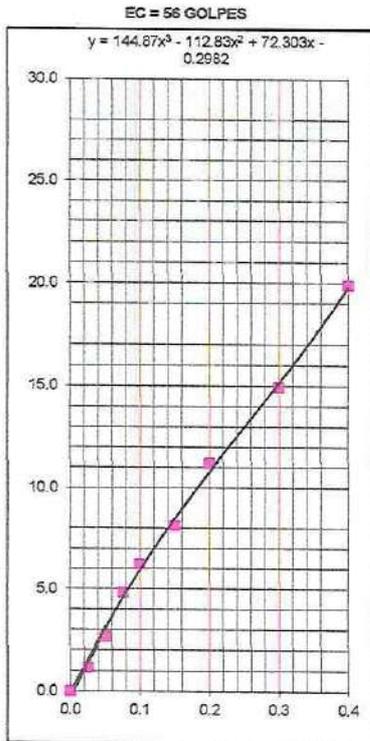
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	8.53	0.2":	10.28
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	6.00	0.2":	7.20

Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.710	gr/cc
Optimo Humedad	15.90	%

OBSERVACIONES:



*Oscar Alberto Merón Romero*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85908  
Especialista en Mecánica de Suelos

**CALICATA C-6**



**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

**MATERIAL** : SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R

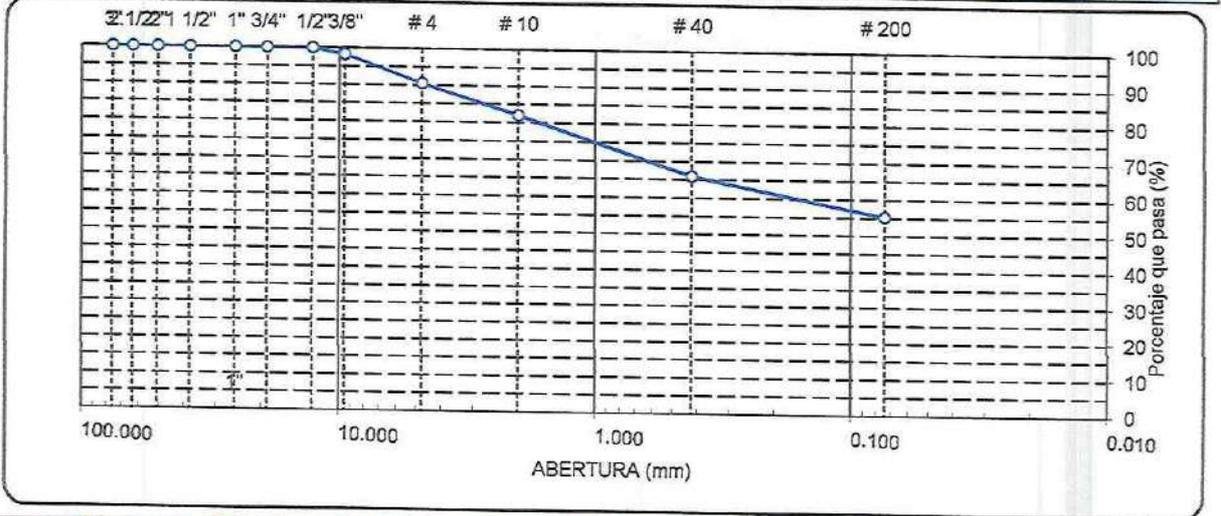
**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M-2 CALICATA : C-6

**PROF. (m)** : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 624.5 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 278.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 346.5 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 34.72 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 24.43 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 10.29 %
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO = A-4 (5)
3/8"	9.520	10.6	1.7	1.7	98.3	CLASF. SUCS = ML
1/4"	6.350	25.6	4.1	5.8	94.2	MAX. DENS. SECA = 1.750 gr/cc
# 4	4.760	23.5	3.8	9.6	90.5	HUMEDAD OPT. = 14.90 %
# 8	2.360	41.4	6.6	16.2	83.8	CBR AL 100% 0.1" = 15.08 %
# 10	2.000	11.0	1.8	17.9	82.1	CBR AL 95% 0.1" = 11.30 %
# 16	1.190	42.9	6.9	24.8	75.2	
# 30	0.600	28.4	4.7	29.5	70.5	
# 40	0.420	28.8	4.6	34.1	65.9	
# 50	0.300	20.2	3.2	37.3	62.7	
# 100	0.149	22.0	3.5	40.9	59.1	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	24.0	3.8	44.7	55.3	
<# 200	FONDO	345.19	55.3	100.0		% Humd. Nat. = 13.61
FRACCION TOTAL		624.45		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 9199.9 <span style="margin-left: 20px">Indice de consistencia</span>
						Coef. Curvatura = 0.2 <span style="margin-left: 20px">Consistencia</span>
						Pot. de expansión = Bajo <span style="margin-left: 20px">Solido</span>

Descripción suelo: **Limo arenoso de baja plasticidad**



**HUMEDAD NATURAL**  
 (NORMA ASTM D 2216 , MTC E 108 - 2000)

DATOS DE LA MUESTRA		PROMEDIO
Nº ENSAYOS		
Nº TARRO		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO (g)	709.45	
PESO TARRO + SUELO SECO (g)	624.5	
PESO DE AGUA (g)	85.00	
PESO DEL TARRO (g)		
PESO DEL SUELO SECO (g)	624.45	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	13.61	

**Observaciones:**

La muestra fue proporcionada por el solicitante

**Oscar Alberto Marón Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 15005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 6

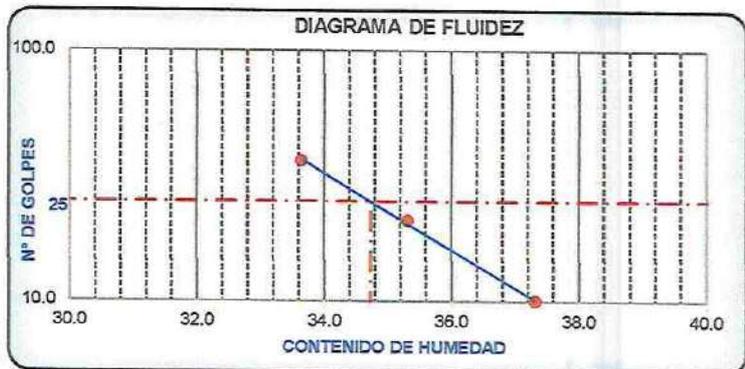
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20
TARRO + SUELO HUMEDO	34.13	35.14	33.94	24.06	24.44
TARRO + SUELO SECO	30.64	31.49	30.62	23.31	23.83
AGUA	3.49	3.65	3.32	0.75	0.61
PESO DEL TARRO	21.30	21.15	20.75	20.22	21.35
PESO DEL SUELO SECO	9.34	10.34	9.87	3.09	2.48
% DE HUMEDAD	37.31	35.30	33.64	24.27	24.60
Nº DE GOLPES	10	21	36		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	34.72
LIMITE PASTICO	24.43
INDICE DE PLASTICIDAD	10.29

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

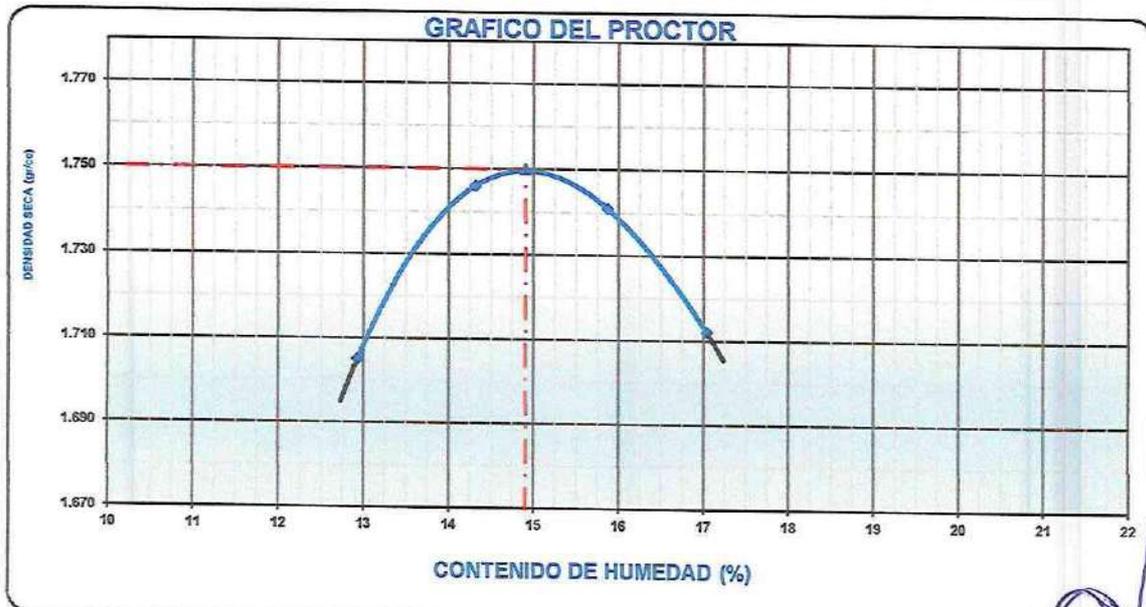
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50			Limo arenoso de baja plasticidad	A-4	ML	9.55%	35.17%	56.28%	34.7	10.29	13.61
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50		1.50 m									

Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85405  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO REICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 6
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	4262			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	6080	6146	6166	6154					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1818	1884	1904	1892					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.926	1.996	2.017	2.004					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	524.00	511.90	532.20	632.00					
PESO SUELOS SECO + TARA	464.00	447.80	459.30	540.00					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	60.00	64.10	72.90	92.00					
PESO DE SUELO SECO	464.00	447.80	459.30	540.00					
CONTENIDO DE AGUA	12.93	14.31	15.87	17.04					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.705	1.746	1.741	1.712					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.750 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	14.90			



Observaciones:



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85006  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

### ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESTISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 6	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	5		5		5	
N° Capa	56		25		12	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11805	11835	11717	11769	11224	11302
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4255	4285	4017	4069	3874	3952
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	2.009	2.023	1.897	1.921	1.795	1.831
Humedad (%)	14.8	15.7	14.8	16.6	14.8	16.6
Densidad seca (gr/cm3)	1.750	1.749	1.652	1.647	1.563	1.570
Tarro N°	-		-		-	
Tarro + Suelo húmedo (gr)	529.0	529.0	511.0	511.0	713.0	713.0
Tarro + Suelo seco (gr)	460.7	457.3	445.0	438.2	621.0	611.3
Peso del Agua (gr)	68.3	71.7	66.0	72.8	92.0	101.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	460.7	457.3	445.0	438.2	621.0	611.3
Humedad (%)	14.8	15.7	14.8	16.6	14.8	16.6
Promedio de Humedad (%)	14.8	15.7	14.8	16.6	14.8	16.6

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

### PENETRACION

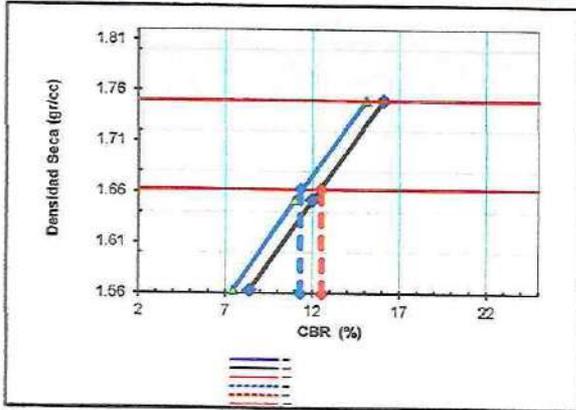
PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		58	3.0			74	3.8			50	2.6		
0.050		145	7.5			119	6.1			80	4.1		
0.075		194	10.0			147	7.6			97	5.0		
0.100	70	206	10.65	10.60	15.1	151	7.8	7.71	11.0	102	5.3	5.22	7.4
0.150		270	14.0			209	10.8			143	7.4		
0.200	105.46	345	17.8	16.96	16.1	263	13.6	12.65	12.0	186	9.6	8.64	8.4
0.300		394	20.4			304	15.7			220	11.4		
0.400		428	22.1			333	17.2			247	12.8		

Oscar Alberto Miron Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85004  
 ESPECIALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

<b>PROYECTO</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. Alfredo Damiano Georisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
<b>MATERIAL</b>	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.I.E.M.R
<b>UBICACIÓN</b>	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
<b>MUESTRA</b>	: M - 2	CALICATA : C - 6	
<b>PROF. (m)</b>	: 1.50 m		

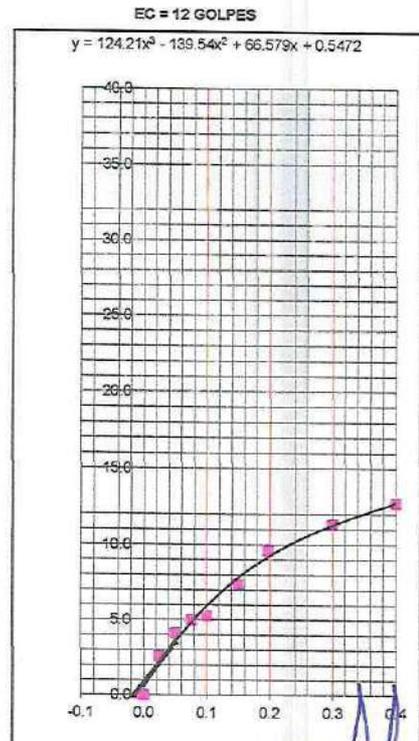
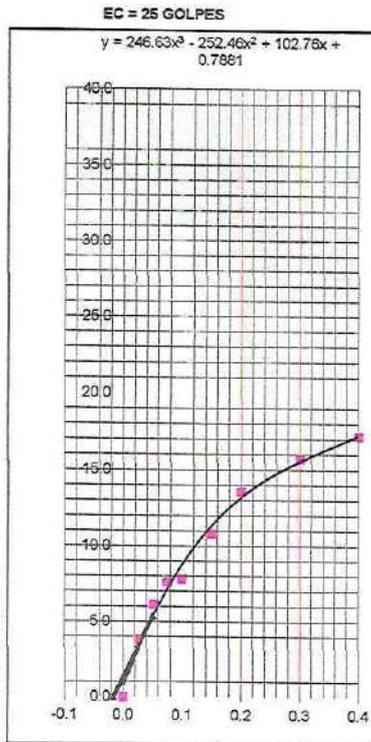
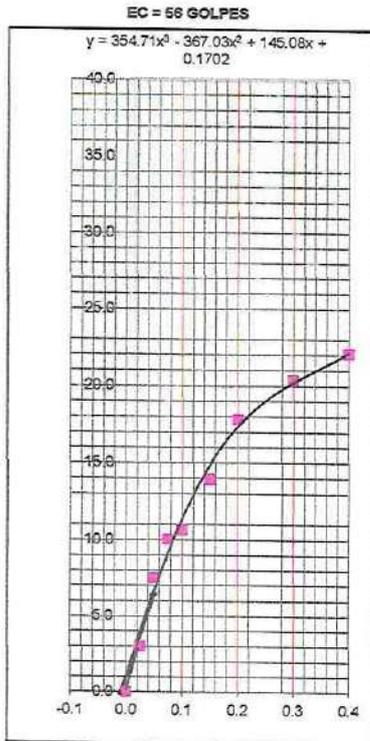
**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**



C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	15.08	0.2":	16.08
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	11.30	0.2":	12.50

<b>Datos del Proctor</b>		
Densidad Seca	1.750	gr/cc
Optimo Humedad	14.90	%

**OBSERVACIONES:**



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
CONSULTISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

**PROYECTO** "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos = Fecha : Oct-22

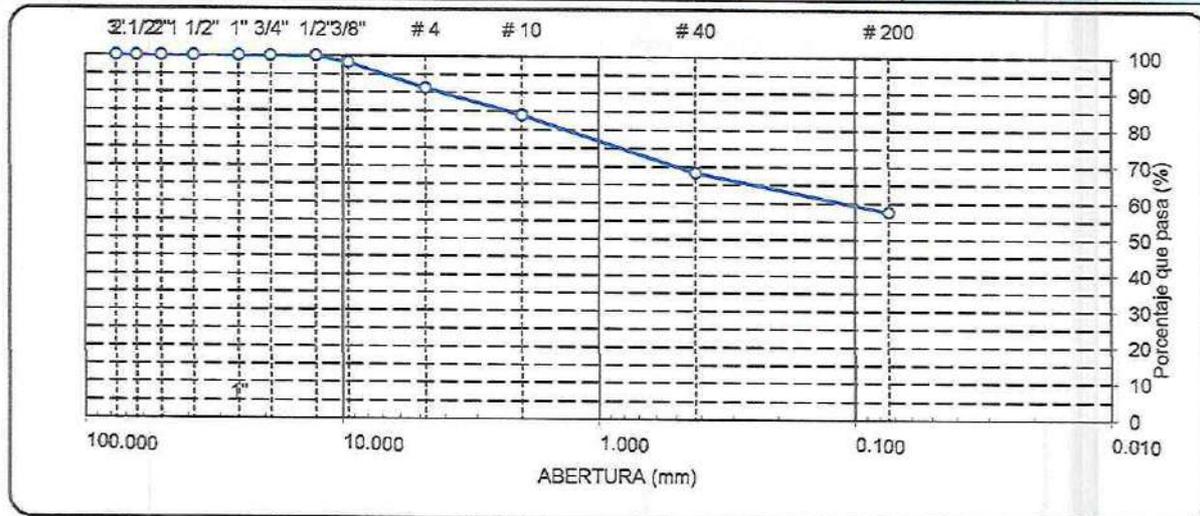
**MATERIAL** : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R

**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 CALICATA : C - 6

**PROF. (m)** : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 597.3 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 252.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 345.3 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 39.39 %	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 24.21 %	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 15.18 %	
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASH-TO = A-6 (7)	
3/8"	9.520	10.6	1.8	1.8	98.2	CLASF. SUCS = CL	
1/4"	6.350	21.2	3.6	5.3	94.7	MAX. DENS. SECA = 1.730 gr/cc	
# 4	4.760	20.1	3.4	8.7	91.3	HUMEDAD OPT. = 15.40 %	
# 8	2.380	33.5	5.6	14.3	85.7	CBR AL 100% 0.1" = 11.42 %	
# 10	2.000	10.6	1.8	16.1	83.9	CBR AL 95% 0.1" = 9.50 %	
# 16	1.190	38.8	6.5	22.6	77.4		
# 30	0.600	26.8	4.5	27.1	72.9		
# 40	0.420	27.7	4.6	31.7	68.3		
# 50	0.300	19.7	3.3	35.0	65.0		
# 100	0.149	20.3	3.4	38.4	61.6	COLOR ESTANDAR = ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	23.1	3.9	42.3	57.7	% Humd. Nat. = 14.23	
< # 200	FONDO	344.73	57.7	100.0			
FRACCION		597.30		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 8454.0	
TOTAL						Coef. Curvatura = 0.2	
Descripción suelo:	Arcilla arenosa de baja plasticidad				Pot. de expansión	Bajo	Solido
						Indice de consistencia	
						Consistencia	



**HUMEDAD NATURAL**  
(NORMA ASTM D 2216 , MTC E 106 - 2000)

DATOS DE LA MUESTRA				PROMEDIO
Nº ENSAYOS				
Nº TARRO				
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	682.30		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	597.3		
PESO DE AGUA	(g)	85.00		
PESO DEL TARRO	(g)			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	597.30		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14.23		14.23

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante

**Oscar Alberto Morán Romero**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

**PROYECTO** : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

**TESISTAS** : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

**MATERIAL** : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R

**UBICACIÓN** : TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

**MUESTRA** : M - 2 CALICATA : C - 6

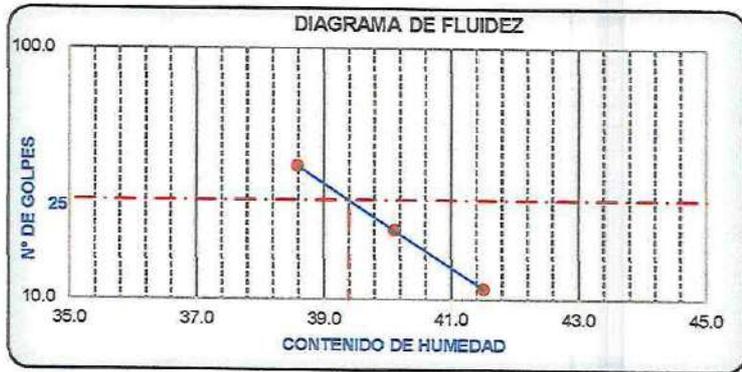
**PROF. (m)** : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15
TARRO + SUELO HUMEDO	35.69	33.98	31.98	23.23	23.49
TARRO + SUELO SECO	31.44	30.27	29.09	22.77	23.03
AGUA	4.25	3.71	2.89	0.46	0.46
PESO DEL TARRO	21.20	21.02	21.60	20.89	21.11
PESO DEL SUELO SECO	10.24	9.25	7.49	1.88	1.92
% DE HUMEDAD	41.50	40.11	38.58	24.47	23.95
Nº DE GOLPES	11	19	34		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	39.39
LIMITE PLASTICO	24.21
INDICE DE PLASTICIDAD	15.18

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

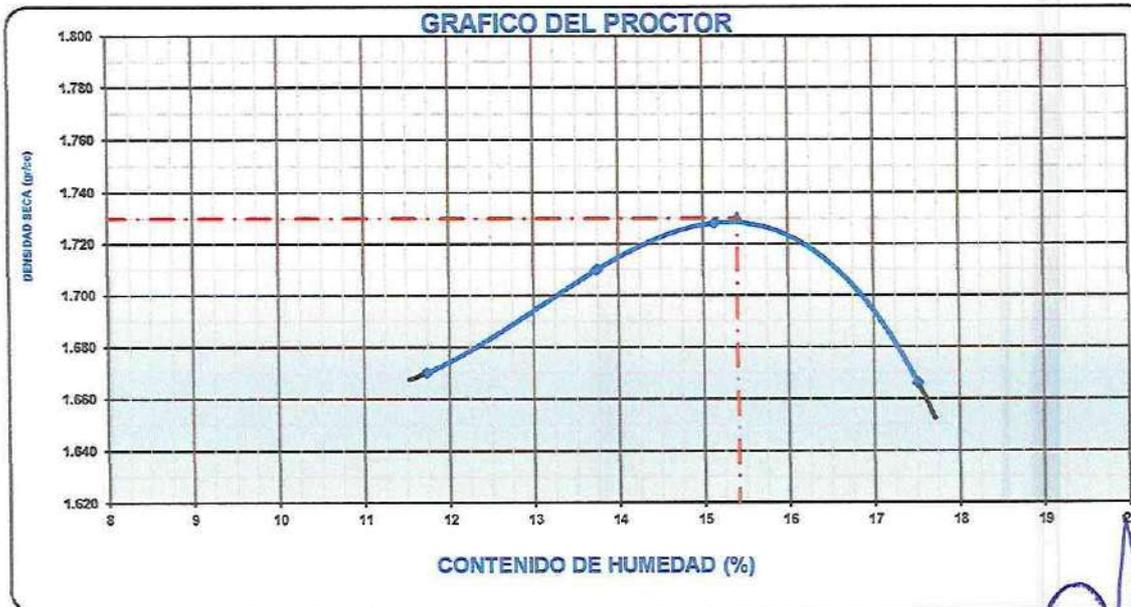
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	Nº										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-6	CL	8.70%	33.58%	57.71%	39.4	15.18	14.23
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

Oscar Alberto Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**AASHTO - T-180-D**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 6
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	4262			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	6023	6098	6140	6110					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1761	1836	1878	1848					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.865	1.945	1.989	1.958					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	489.60	497.30	547.20	531.40					
PESO SUELOS SECO + TARA	438.20	437.20	475.30	452.20					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	51.40	60.10	71.90	79.20					
PESO DE SUELO SECO	438.20	437.20	475.30	452.20					
CONTENIDO DE AGUA	11.73	13.75	15.13	17.51					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.670	1.710	1.728	1.666					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.730 gr/cm3		HUMEDAD OPTIMA (%):		15.40				



Observaciones:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 83005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
**AASHTO T-193**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESTISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 6
PROF. (m)	: 1.50 m	

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra	NO SATURADO		NO SATURADO		NO SATURADO	
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11781	11811	11768	11820	11220	11298
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4231	4261	4068	4120	3870	3948
Volumen del molde (cm <sup>3</sup> )	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm <sup>3</sup> )	1.998	2.012	1.921	1.945	1.793	1.829
Humedad (%)	15.4	16.2	15.5	17.1	15.5	17.4
Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1.731	1.731	1.663	1.662	1.553	1.558
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	569.0	569.0	596.0	596.0	672.0	672.0
Tarro + Suelo seco (gr)	493.0	489.6	516.0	509.2	582.0	572.3
Peso del Agua (gr)	76.0	79.4	80.0	86.8	90.0	99.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	493.0	489.6	516.0	509.2	582.0	572.3
Humedad (%)	15.4	16.2	15.5	17.1	15.5	17.4
Promedio de Humedad (%)	15.4	16.2	15.5	17.1	15.5	17.4

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm <sup>2</sup>	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%	Dial (div)	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		71	3.7			82	4.2			38	2.0		
0.050		119	6.1			102	5.3			76	3.9		
0.075		143	7.4			132	6.8			99	5.1		
0.100	70	153	7.91	8.03	11.4	150	7.8	6.90	9.8	109	5.6	5.51	7.8
0.150		213	11.0			177	9.1			139	7.2		
0.200	105.46	300	15.5	13.61	12.9	275	14.2	12.24	11.6	210	10.9	9.75	9.2
0.300		339	17.5			319	16.5			251	13.0		
0.400		418	21.6			364	18.8			15.5			

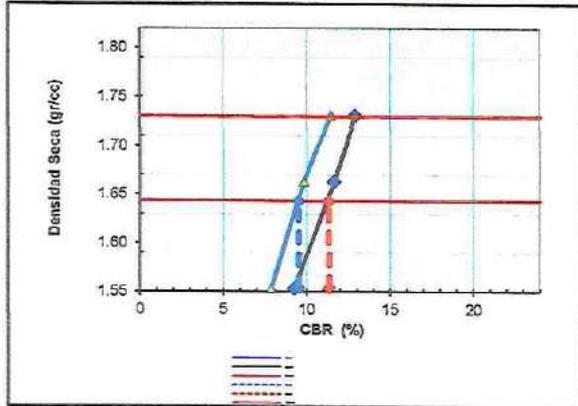


Oscar Alberto Murán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO		Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)		Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 6	
PROF. (m)	: 1.50 m		

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

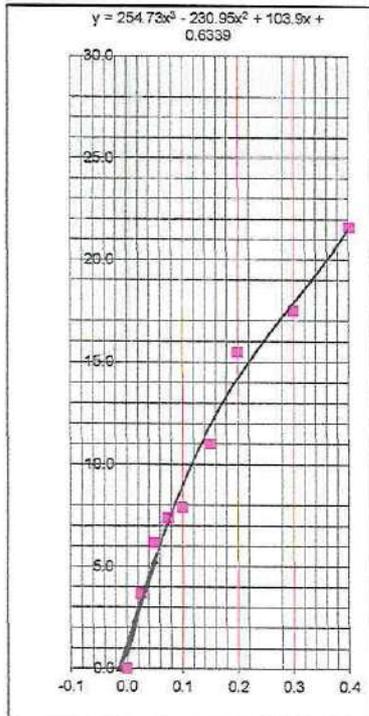


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1":	11.42	0.2":	12.91
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1":	9.50	0.2":	11.30

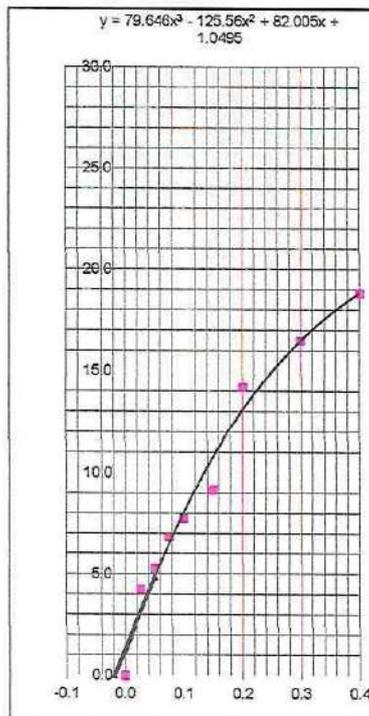
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.730	gr/cc
Óptimo Humedad	15.40	%

OBSERVACIONES:

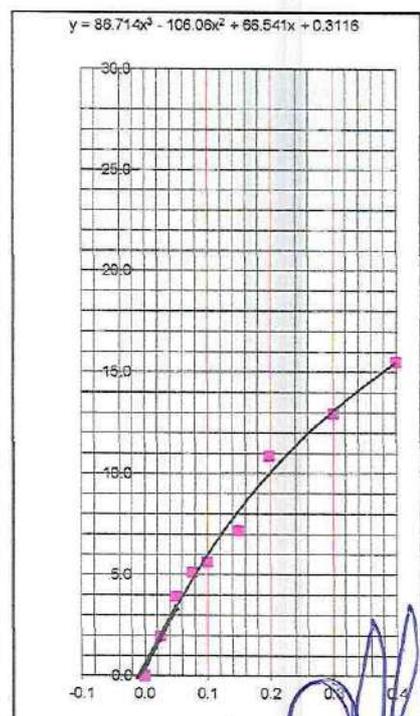
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



$y = 88.714x^3 - 108.06x^2 + 68.541x + 0.3116$



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 88005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS



**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE MUESTRA PATRON      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 6

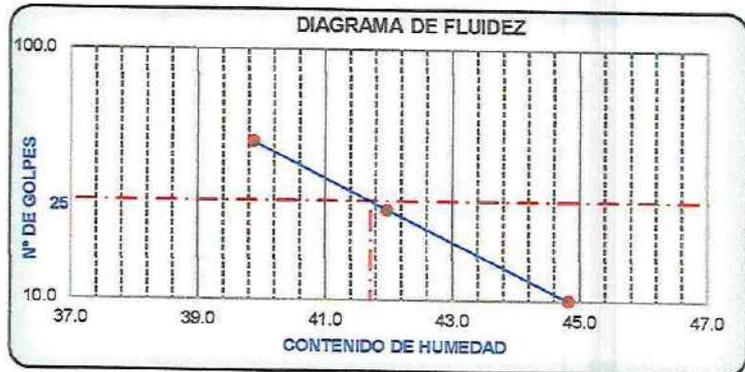
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05
TARRO + SUELO HUMEDO	35.04	36.29	34.02	24.09	23.76
TARRO + SUELO SECO	30.75	31.77	30.28	23.42	23.27
AGUA	4.29	4.52	3.74	0.67	0.49
PESO DEL TARRO	21.18	21.00	20.90	20.75	21.36
PESO DEL SUELO SECO	9.57	10.77	9.38	2.67	1.91
% DE HUMEDAD	44.83	41.97	39.87	25.09	25.64
Nº DE GOLPES	10	23	43		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	41.71
LIMITE PASTICO	25.37
INDICE DE PLASTICIDAD	16.34

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

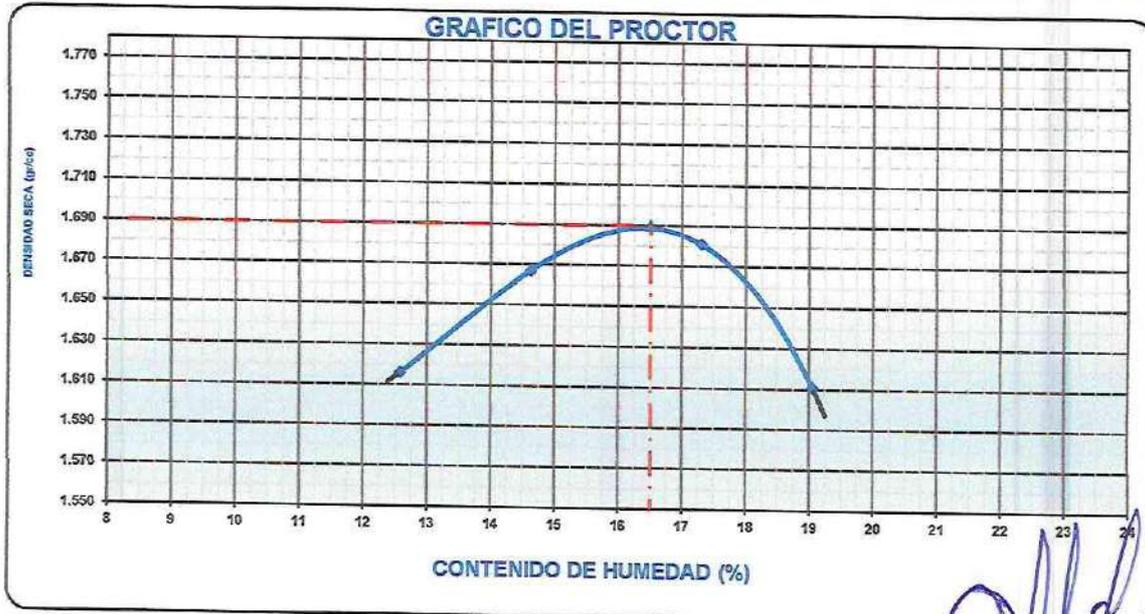
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40		1.50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-7-6	CL	6.74%	29.94%	63.31%	41.7	16.34	15.65
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Signature]*  
Oscar Alberto Molón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 6
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3755			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	5472	5559	5616	5566					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1717	1804	1861	1811					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.819	1.911	1.971	1.918					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	461.80	471.80	526.10	481.80					
PESO SUELOS SECO + TARA	410.20	411.60	448.50	404.70					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	51.60	60.20	77.60	77.10					
PESO DE SUELO SECO	410.20	411.60	448.50	404.70					
CONTENIDO DE AGUA	12.58	14.63	17.30	19.05					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.616	1.687	1.681	1.611					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.690	gr/cm3	HUMEDAD OPTIMA (%):	16.50					



Observaciones:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
Especialista en Mecánica de Suelos

## ENSAYO DE CBR AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"					
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos				Fecha : Oct-22	
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON				Realizado por : Tec. E.E.M.R	
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)				Revisado por : Ing. O.A.M.R	
MUESTRA	: M - 2		CALICATA : C - 6			
PROF. (m)	: 1.50 m					

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	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)	11718	11748	11610	11662	10975	11053
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4168	4198	3910	3962	3625	3703
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.968	1.982	1.846	1.871	1.680	1.716
Humedad (%)	16.4	17.2	16.6	18.3	16.6	18.8
Densidad seca (gr/cm3)	1.691	1.692	1.583	1.582	1.441	1.445
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	569.0	569.0	569.0	569.0	623.8	623.8
Tarro + Suelo seco (gr)	489.0	485.6	488.0	481.2	535.0	525.3
Peso del Agua (gr)	80.0	83.4	81.0	87.8	88.8	98.5
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	489.0	485.6	488.0	481.2	535.0	525.3
Humedad (%)	16.4	17.2	16.6	18.3	16.6	18.8
Promedio de Humedad (%)	16.4	17.2	16.6	18.3	16.6	18.8

### EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2	0.2

### PENETRACION

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		50	2.6			34	1.8			14	0.7		
0.050		70	3.6			49	2.5			23	1.2		
0.075		84	4.3			64	3.3			30	1.6		
0.100	70	98	5.06	4.68	6.7	71	3.7	3.48	4.9	42	2.2	2.17	3.1
0.150		120	6.2			89	4.6			57	2.9		
0.200	105.48	178	9.2	7.96	7.5	144	7.4	6.39	6.1	96	5.0	4.43	4.2
0.300		195	10.1			167	8.6			120	6.2		
0.400		224	11.6			190	9.8			147	7.6		

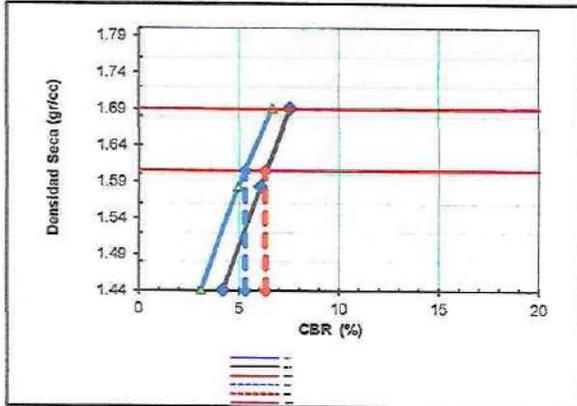


**Oscar Alberto Morán Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"	
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE MUESTRA PATRON	Realizado por : Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 9+000 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 6
PROF. (m)	: 1.50 m	

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

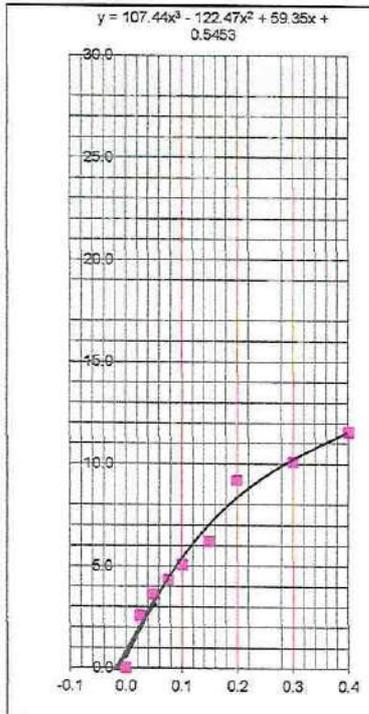


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 6.66	0.2": 7.55
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 5.30	0.2": 6.30

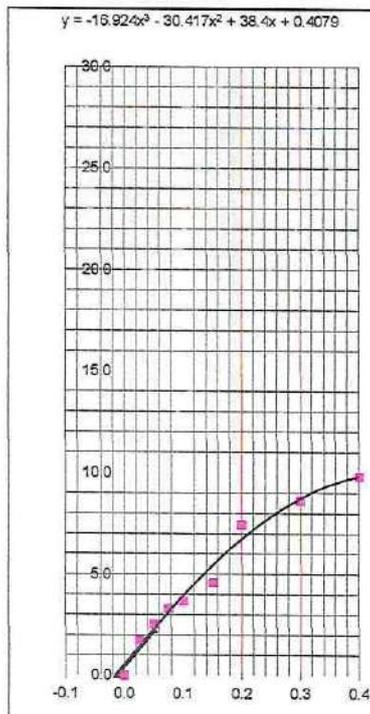
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.690	gr/c
Óptimo Humedad	16.50	%

OBSERVACIONES:

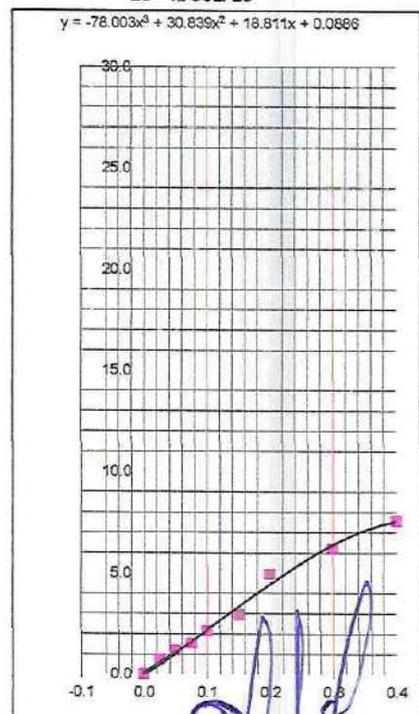
EC = 56 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85405  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

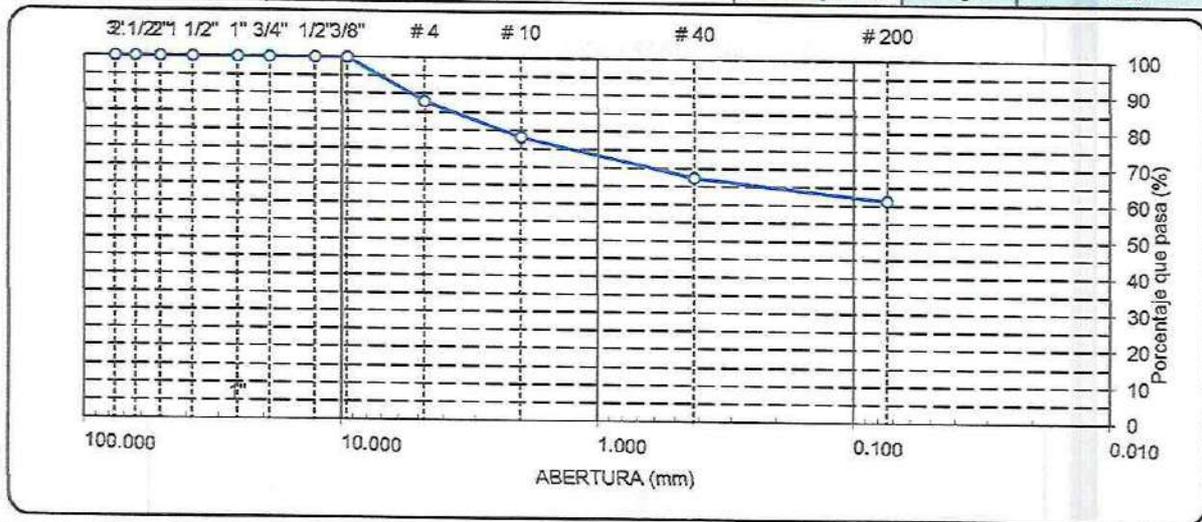
**CALICATA C-7**

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**

AASHTO T-11, T-27 Y T-88

<b>PROYECTO</b>	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
<b>TESISTAS</b>	: Bach. Alfredo Damiano Corcoroncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	<b>Fecha</b>	: Oct-22
<b>MATERIAL</b>	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	<b>Realizado por</b>	: Tec. E.E.M.R
<b>UBICACIÓN</b>	: TRAMO: KM: 10+700 (VIA DE EVITAMIENTO)	<b>Revisado por</b>	: Ing. O.A.M.R
<b>MUESTRA</b>	: M - 2	<b>CALICATA</b>	: C - 7
<b>PROF. (m)</b>	: 1.50 m		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 724.5 gr	
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 278.0 gr	
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 446.5 gr	
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 32.75 %	
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 23.55 %	
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 9.20 %	
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO = A-4 (6)	
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS = ML	
1/4"	6.350	43.6	6.0	6.0	94.0	MAX. DENS. SECA = 1.760 gr/cc	
# 4	4.760	43.8	6.1	12.1	87.9	HUMEDAD OPT. = 12.30 %	
# 8	2.360	58.0	7.3	19.4	80.6	CBR AL 100% 0.1" = 13.97 %	
# 10	2.000	17.7	2.4	21.8	78.2	CBR AL 95% 0.1" = 10.80 %	
# 16	1.190	33.9	4.7	26.5	73.5		
# 30	0.600	25.9	3.6	30.1	69.9		
# 40	0.420	18.3	2.5	32.6	67.4		
# 50	0.300	12.6	1.7	34.4	65.7		
# 100	0.149	18.2	2.5	36.9	63.1	COLOR ESTANDAR = MARRON ROJIZO OSCURO	
# 200	0.074	12.6	1.7	38.6	61.4	% Humd. Nat.	
< # 200	FONDO	444.90	61.4	100.0		11.08	
<b>FRACCION</b>		724.50		0.0	0.0		
<b>TOTAL</b>							
<b>Descripción suelo:</b> Limo arenoso de baja plasticidad						<b>Coef. Uniformidad</b> = 542408031.5	<b>Indice de consistencia</b>
						<b>Coef. Curvatura</b> = 0.0	<b>Consistencia</b>
						<b>Pot. de expansión</b> = Bajo	<b>Sólido</b>



HUMEDAD NATURAL		
(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)		
DATOS DE LA MUESTRA		
<b>Nº ENSAYOS</b>		
<b>Nº TARRO</b>		<b>PROMEDIO</b>
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	804.80
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	724.5
PESO DE AGUA	(g)	80.30
PESO DEL TARRO	(g)	
PESO DEL SUELO SECO	(g)	724.50
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	11.08

**Observaciones:**

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 10+700 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 7

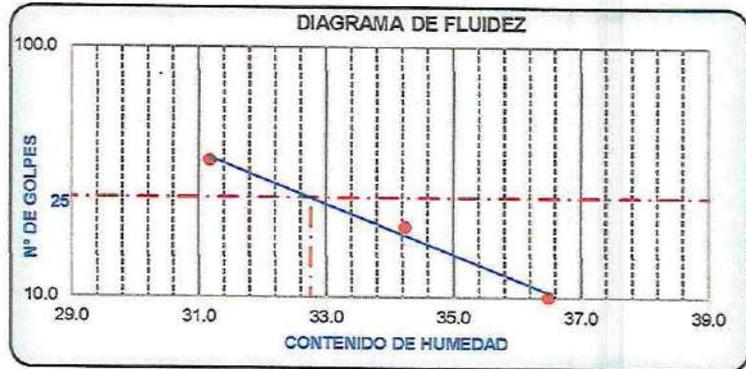
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-16	T-17	T-18	T-19	T-20
TARRO + SUELO HUMEDO	34.35	35.90	33.18	24.14	24.32
TARRO + SUELO SECO	30.92	32.10	30.25	23.50	23.70
AGUA	3.43	3.80	2.93	0.64	0.62
PESO DEL TARRO	21.52	21.00	20.85	20.80	21.05
PESO DEL SUELO SECO	9.40	11.10	9.40	2.70	2.65
% DE HUMEDAD	36.49	34.23	31.17	25.70	23.40
Nº DE GOLPES	10	19	35		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	32.75
LIMITE PLASTICO	23.55
INDICE DE PLASTICIDAD	9.20

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

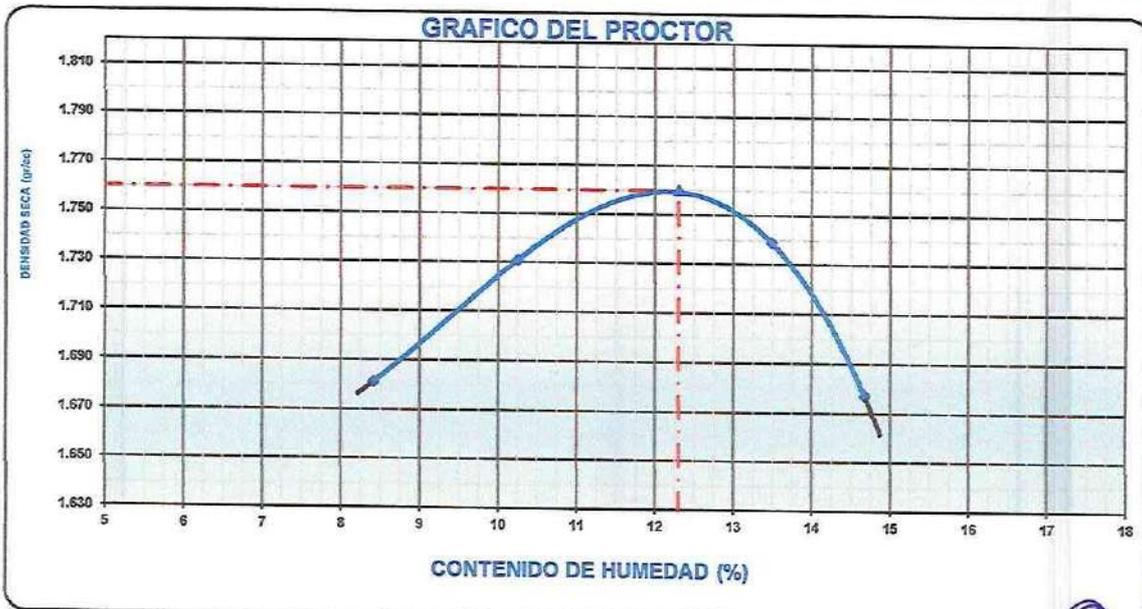
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Limo arenoso de baja plasticidad	A-4	ML	12.08%	26.53%	61.41%	32.7	9.20	11.08
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Signature]*  
Oscar Alfonso Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 185095  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
**AASHTO - T-180-D**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 10+700 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 7
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm3)	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	3762			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	5482	5564	5625	5577					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1720	1802	1863	1815					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.822	1.909	1.974	1.923					
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	502.60	474.30	536.80	561.80					
PESO SUELOS SECO + TARA	463.60	430.20	473.00	489.90					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	39.00	44.10	63.80	71.90					
PESO DE SUELO SECO	463.60	430.20	473.00	489.90					
CONTENIDO DE AGUA	8.41	10.25	13.49	14.68					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.681	1.731	1.739	1.677					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.760 gr/cm3				HUMEDAD OPTIMA (%):	12.30			



Observaciones:

  
**Oscar Alberto Morán Romero**  
 INGENIERO CIVIL  
 N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
**AASHTO T-193**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha : Oct-22	
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO	Realizado por : Tec. E.E.M.R	
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 10+700 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por : Ing. O.A.M.R	
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 7	
PROF. (m)	: 1.50 m		

	1		2		3	
	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO
Molde N°	1		2		3	
N° Capa	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Cond. de la muestra						
Peso molde + suelo húmedo (gr)	11742	11772	11639	11691	11090	11168
Peso de molde (gr)	7550	7550	7700	7700	7350	7350
Peso del suelo húmedo (gr)	4192	4222	3939	3991	3740	3818
Volumen del molde (cm3)	2118	2118	2118	2118	2158	2158
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.979	1.993	1.860	1.884	1.733	1.769
Humedad (%)	12.4	13.0	12.3	13.4	12.3	14.4
Densidad seca (gr/cm3)	1.760	1.764	1.656	1.661	1.543	1.546
Tarro N°	-	-	-	-	-	-
Tarro + Suelo húmedo (gr)	729.6	729.6	793.0	793.0	576.0	576.0
Tarro + Suelo seco (gr)	649.0	645.6	706.0	699.2	513.0	503.3
Peso del Agua (gr)	80.6	84.0	87.0	93.8	63.0	72.7
Peso del tarro (gr)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Peso del suelo seco (gr)	649.0	645.6	706.0	699.2	513.0	503.3
Humedad (%)	12.4	13.0	12.3	13.4	12.3	14.4
Promedio de Humedad (%)	12.4	13.0	12.3	13.4	12.3	14.4

**EXPANSION**

FECHA	HORA	TIEMPO Hr.	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				mm	%		mm	%		mm	%
Oct-22	8:30 a. m.	0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	0.0	0.000	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	24	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	1.0	0.010	0.0
Oct-22	8:30 a. m.	48	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	7.0	0.070	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	72	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	17.0	0.170	0.1
Oct-22	8:30 a. m.	96	0.0	0.00	0.0	0.0	0.00	0.0	21.0	0.210	0.2

**PENETRACION**

PENETRACION pulg	CARGA STAND. kg/cm2	MOLDE N° 1				MOLDE N° 2				MOLDE N° 3			
		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION		CARGA		CORRECCION	
		Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%	Dial (div)	kg/cm2	kg/cm2	%
0.000		0.0	0.0			0.0	0.0			0.0	0.0		
0.025		39	2.0			25	1.3			20	1.0		
0.050		98	5.1			58	3.0			51	2.6		
0.075		148	7.6			96	5.1			70	3.6		
0.100	70	193	9.97	9.82	14.0	136	7.0	7.24	10.3	86	4.4	4.33	6.2
0.150		270	14.0			204	10.5			114	5.9		
0.200	105.46	336	17.4	17.27	16.4	254	13.1	13.01	12.3	165	8.5	8.19	7.8
0.300		435	22.5			319	16.5			223	11.5		
0.400		513	26.5			374	19.3			269	13.9		

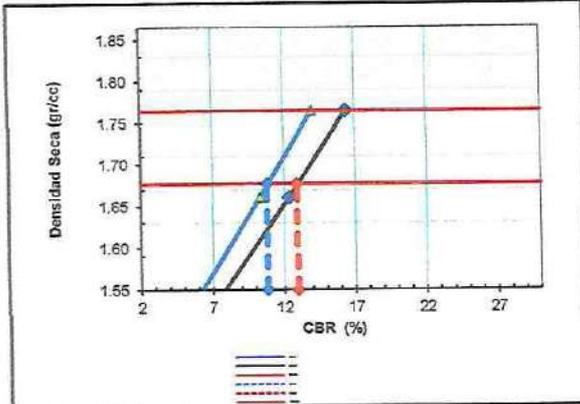


Oscar Alberto Morán Romero  
**INGENIERO CIVIL**  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CBR**  
AASHTO T-193

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022"		Fecha : Oct-22
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damián Coorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos		Realizado por : Tec. E.E.M.R
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 15 % CONCRETO RECICLADO		Revisado por : Ing. O.A.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 10+700 (VIA DE EVITAMIENTO)		
MUESTRA	: M - 2	CALICATA : C - 7	
PROF. (m)	: 1.50 m		

**GRAFICO DE PENETRACION DE CBR**

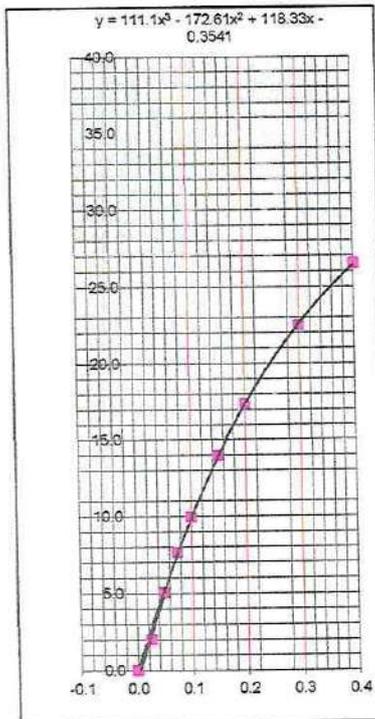


C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%)	0.1": 13.97	0.2": 16.37
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%)	0.1": 10.80	0.2": 12.90

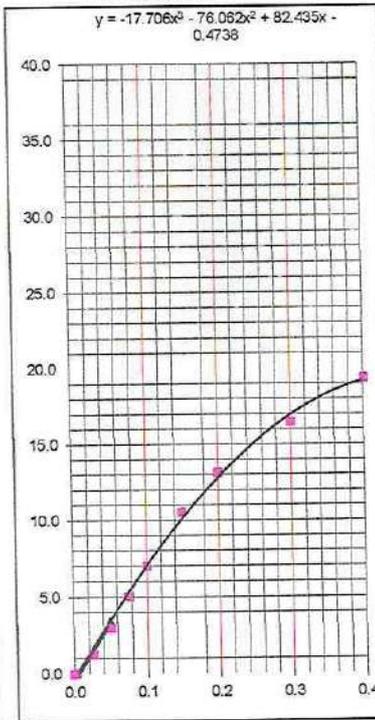
Datos del Proctor		
Densidad Seca	1.760	gr/c
Óptimo Humedad	12.30	%

OBSERVACIONES:

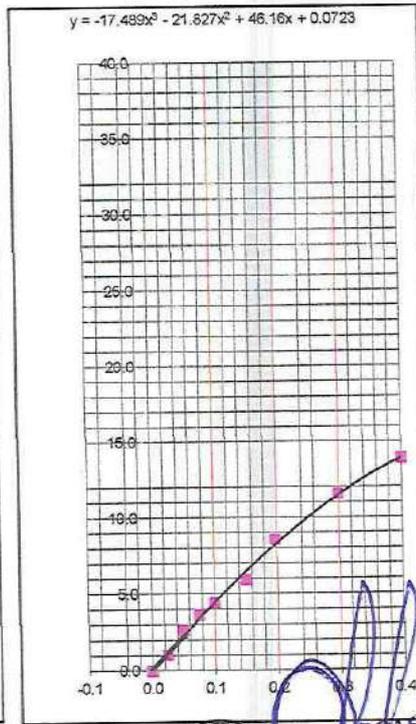
EC = 55 GOLPES



EC = 25 GOLPES



EC = 12 GOLPES



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
Especialista en Mecánica de Suelos

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

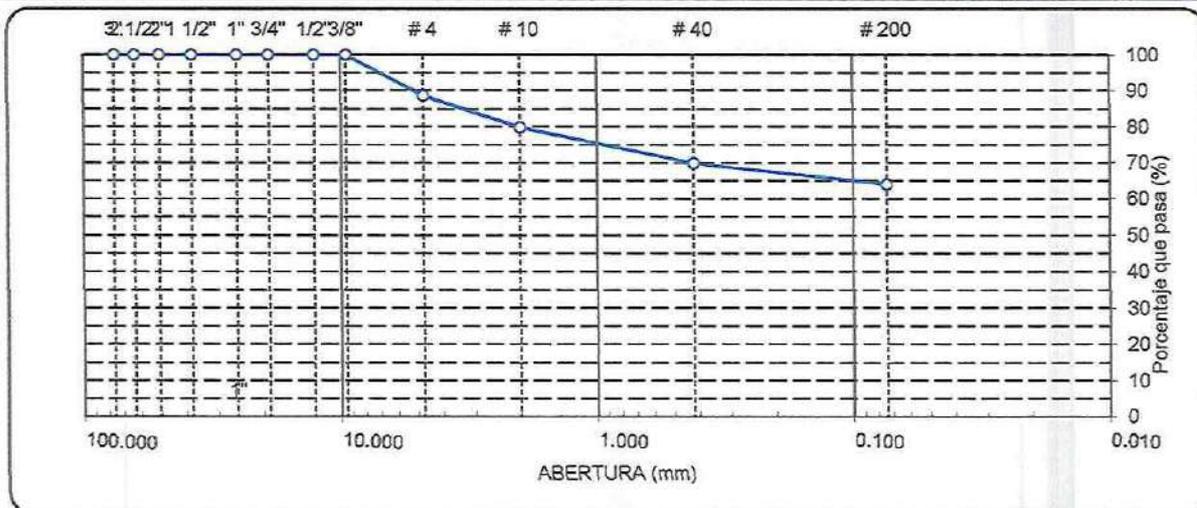
PROYECTO "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Corisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22  
 MATERIAL : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO Realizado por : Tec. E.E.M.R  
 UBICACIÓN : TRAMO: KM: 10+700 (VIA DE EVITAMIENTO) Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2 CALICATA : C - 7  
 PROF. (m) : 1.50 m

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 693.0 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 247.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 446.0 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = 41.08 %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = 23.81 %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = 17.27 %
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO = A-7-6 (S)
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS = CL
1/4"	6.350	38.6	5.6	5.6	94.4	MAX. DENS. SECA = 1.740 gr/cc
# 4	4.760	38.9	5.8	11.3	88.7	HUMEDAD OPT. = 15.60 %
# 8	2.360	43.9	6.3	17.7	82.3	CBR AL 100% 0.1" = 12.68 %
# 10	2.000	47.3	6.8	20.2	79.8	CBR AL 55% 0.1" = 10.60 %
# 16	1.190	29.1	4.2	24.4	75.6	
# 30	0.600	22.9	3.3	27.7	72.3	
# 40	0.420	17.1	2.5	30.1	69.9	
# 50	0.300	11.9	1.7	31.9	68.2	
# 100	0.149	16.3	2.4	34.2	65.8	COLOR ESTANDAR = MARRON ROJIZO OSCURO
# 200	0.074	11.7	1.7	35.9	64.1	% Humd. Nat.
< # 200	FONDO	444.3	64.1	100.0		14.72
FRACCION TOTAL		693.00		0.0	0.0	Coef. Uniformidad = 983417940
						Coef. Curvatura = 0.0
						Pot. de expansión = Bajo
						Indice de consistencia = Consistencia
						Solido

Descripción suelo: Arcilla arenosa de baja plasticidad



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS	DATOS DE LA MUESTRA		PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	795.00	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	693.0	
PESO DE AGUA	(g)	102.00	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	693.00	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	14.72	14.72

**Observaciones:**

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Marón Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG**  
**AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos      Fecha : Oct-22

MATERIAL : SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO      Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : TRAMO: KM: 10+700 (VIA DE EVITAMIENTO)      Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 2      CALICATA : C - 7

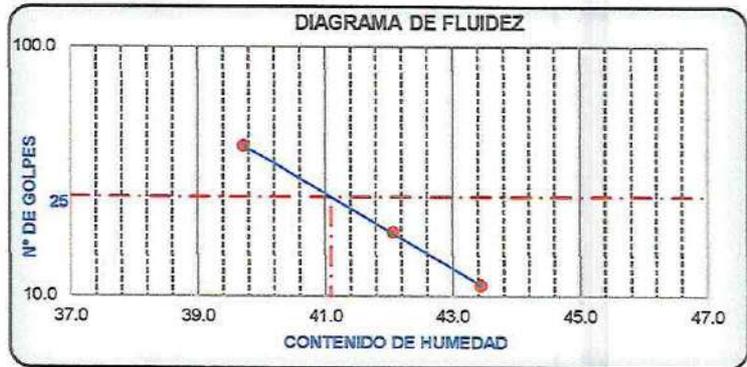
PROF. (m) : 1.50 m

Nº TARRO	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO	
	T-11	T-12	T-13	T-14	T-15
TARRO + SUELO HUMEDO	35.96	34.17	34.17	24.65	25.01
TARRO + SUELO SECO	31.49	30.04	30.54	24.05	24.28
AGUA	4.47	4.13	3.63	0.60	0.73
PESO DEL TARRO	21.20	20.22	21.40	21.50	21.25
PESO DEL SUELO SECO	10.29	9.82	9.14	2.55	3.03
% DE HUMEDAD	43.44	42.06	39.72	23.53	24.09
Nº DE GOLPES	11	18	40		

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	41.08
LIMITE PLASTICO	23.81
INDICE DE PLASTICIDAD	17.27

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

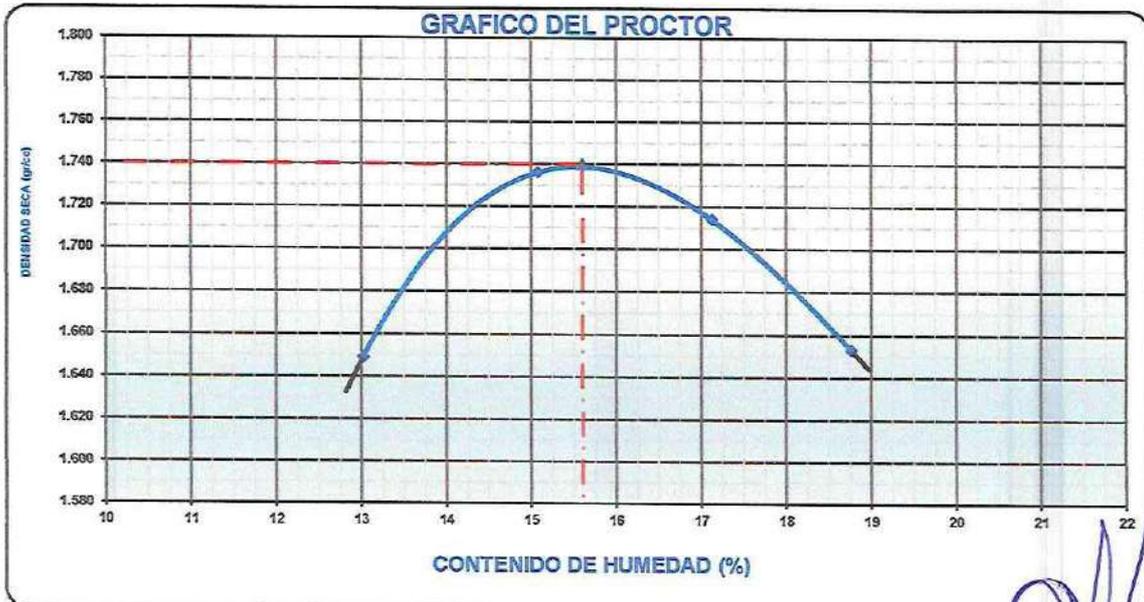
PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10		0.30 m	ORGANICO								
0.20											
0.30											
0.40											
0.50		1.50 m	Arcilla arenosa de baja plasticidad	A-7-S	CL	11.33%	24.56%	64.11%	41.1	17.27	14.72
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50											

*[Handwritten Signature]*  
Oscar Alberto March Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 85009  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO**  
AASHTO - T-180-D

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ram	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: SUBRASANTE+ 10% CONCRETO RECICLADO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: TRAMO: KM: 10+700 (VIA DE EVITAMIENTO)	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 2	CALICATA	: C - 7
PROF. (m)	: 1.50 m		

VOLUMEN DEL MOLDE (cm <sup>3</sup> )	944				PESO DEL MOLDE (gr.)	4269			
NUMERO DE ENSAYOS	1	2	3	4					
PESO SUELO + MOLDE	6028	6155	6164	6122					
PESO SUELO HUMEDO COMPACTADO	1759	1886	1895	1853					
PESO VOLUMETRICO HUMEDO	1.883	1.998	2.007	1.963					
CONTENIDO DE HUMEDAD									
RECIPIENTE Nro.	1	2	3	4					
PESO SUELO HUMEDO + TARA	526.90	528.90	508.90	487.90					
PESO SUELOS SECO + TARA	466.20	459.60	434.50	410.80					
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00	0.00					
PESO DE AGUA	60.70	69.30	74.40	77.10					
PESO DE SUELO SECO	466.20	459.60	434.50	410.80					
CONTENIDO DE AGUA	13.02	15.08	17.12	18.77					
PESO VOLUMETRICO SECO	1.649	1.736	1.714	1.653					
DENSIDAD MAXIMA SECA:	1.740	gr/cm <sup>3</sup>	HUMEDAD OPTIMA (%):	15.60					



Observaciones:



Oscar Alberto Miron Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85003  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

## ANEXO 9.

### Resultados de análisis granulométrico de residuos de concreto (RC).



**ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA**

## CONCRETO RECICLADO

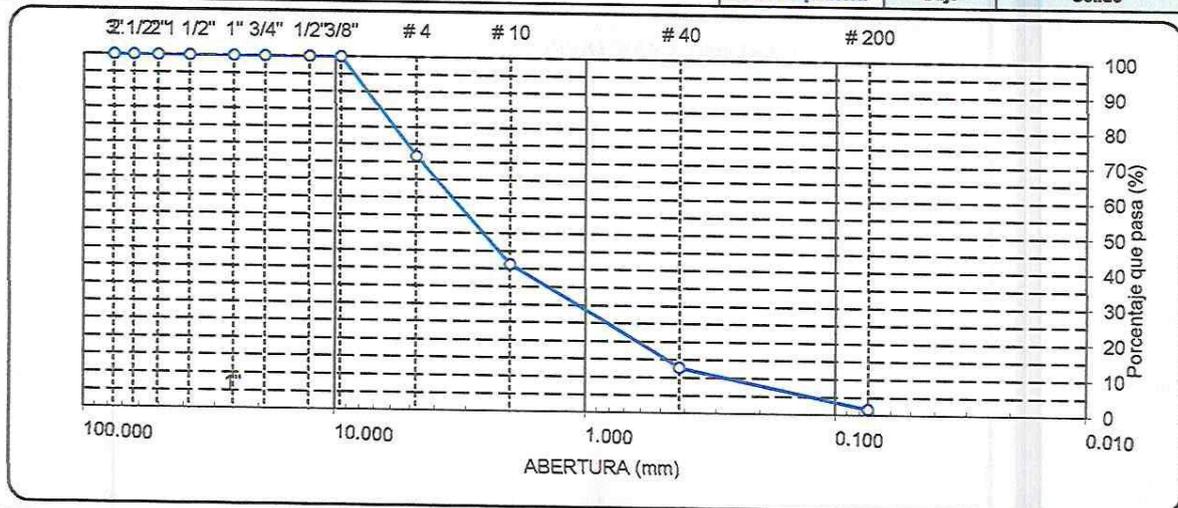
### CLASIFICACION

**ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO**  
**AASHTO T-11, T-27 Y T-88**

PROYECTO	"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"		
TESISTAS	: Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos	Fecha	: Oct-22
MATERIAL	: RESIDUO DE CONCRETO	Realizado por	: Tec. E.E.M.R
UBICACIÓN	: ABANCAY, ABANCAY, APURIMAC	Revisado por	: Ing. O.A.M.R
MUESTRA	: M - 1		
PROF. (m)			

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO TOTAL = 1327.8 gr
2 1/2"	63.500	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO LAVADO = 1305.0 gr
2"	50.800	0.0	0.0	0.0	100.0	PESO FINO = 22.8 gr
1 1/2"	38.100	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE LIQUIDO = NP %
1"	25.400	0.0	0.0	0.0	100.0	LIMITE PLASTICO = NP %
3/4"	19.100	0.0	0.0	0.0	100.0	INDICE PLASTICO = NP %
1/2"	12.700	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. AASHTO = A-1-a (0)
3/8"	9.520	0.0	0.0	0.0	100.0	CLASF. SUCS = SW
1/4"	6.350	211.31	15.9	15.9	84.1	
# 4	4.760	164.69	12.4	28.3	71.7	
# 8	2.360	384.21	28.9	57.3	42.8	
# 10	2.000	18.81	1.4	58.7	41.3	
# 16	1.190	201.01	15.1	73.8	26.2	
# 30	0.600	123.17	9.3	83.1	16.9	
# 40	0.420	54.00	4.1	87.2	12.8	
# 50	0.300	24.65	1.9	89.0	10.98	
# 100	0.149	83.37	6.3	95.3	4.7	
# 200	0.074	39.95	3.0	98.3	1.7	
< # 200	FONDO	22.62	1.7	100.0		% Humd. Nat. 0.00
FRACCION		1,327.80		0.0	0.0	Coef. Uniformidad 13.3
TOTAL						Coef. Curvatura 1.9
						Pot. de expansión Bajo
						Indice de consistencia
						Consistencia
						Solida

Descripción suelo: Arena bien gradada con grava



**HUMEDAD NATURAL**

(NORMA ASTM D 2216, MTC E 108 - 2000)

**DATOS DE LA MUESTRA**

Nº ENSAYOS			PROMEDIO
Nº TARRO			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	1327.80	
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	1327.80	
PESO DE AGUA	(g)	0.00	
PESO DEL TARRO	(g)		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	1327.80	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	0.00	0.00

Observaciones:

La muestra fue proporcionada por el solicitante



Oscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 38005  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYOS DE LÍMITES DE ATTERBERG  
 AASHTO T-89 Y T-90**

PROYECTO : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos Fecha : Oct-22

MATERIAL : RESIDUO DE CONCRETO Realizado por : Tec. E.E.M.R

UBICACIÓN : ABANCAY, ABANCAY, APURIMAC Revisado por : Ing. O.A.M.R

MUESTRA : M - 1

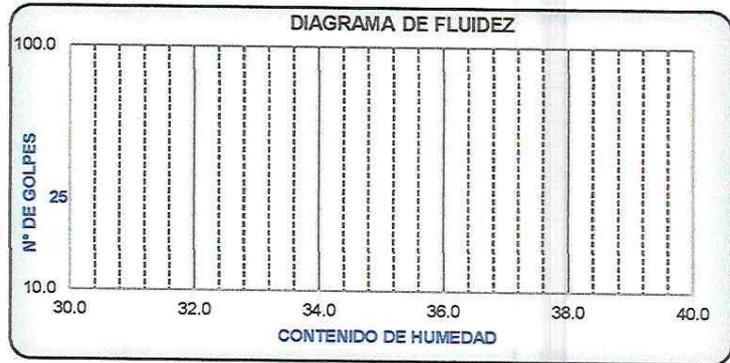
PROF. (m)

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PASTICO		
Nº TARRO						
TARRO + SUELO HUMEDO						
TARRO + SUELO SECO						
AGUA						
PESO DEL TARRO						
PESO DEL SUELO SECO						
% DE HUMEDAD						
Nº DE GOLPES						

CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	NP
LIMITE PLASTICO	NP
INDICE DE PLASTICIDAD	NP

MATERIAL PASANTE DE LA MALLA Nº 40

**Observaciones:**  
 La muestra fue proporcionada por el solicitante



**PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LA CALICATA**

PROFUNDIDAD	GRAFICO	ESTRATO Espesor (CM.)	CARACTERISTICAS GEOTECNICAS	CLASIFICACION		GRANULOMETRIA			LIMITES		HUMEDAD NATURAL
				AASHTO	SUCS	Malla 3" a Malla Nº 4	Malla Nº 4 a Nº 200	Menor a Nº 200	L.L.	I.P.	
0.00	NF										
0.10											
0.20											
0.30											
0.40											
0.50											
0.60											
0.70											
0.80											
0.90											
1.00											
1.10											
1.20											
1.30											
1.40											
1.50		VARIABLE									

Oscar Alvarado Morán Romero  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP Nº 85005  
 ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**ANEXO 10.**

**Cuadros estadísticos de resultados de estudio de suelos.**



**ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS**  
**ASESORAMIENTO TECNICO EN MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y GEOTECNIA**

**CUADROS  
ESTADISTICOS DE  
RESULTADOS**



PROYECTO DE INVERSIÓN.  
UBICACIÓN

CUADRO ESTADÍSTICO DE RESULTADOS OBTENIDOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

"ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANGAY - APURÍMAC, 2022"  
DISTRITO DE ABANGAY-ABANGAY-APURÍMAC

TESISTAS Bach. Alfredo Domiano Ccoficoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos

Tratamiento	Calicata	Límite líquido (%) LL	LL Promedio	Límite plástico (%) LP	LP Promedio	IP Real (%) IP=LL-LP	IP (%) Promedio	Clasific. SUSC	Clasific. AASHTO	Max. Dens. Seca (g/cc)	Max. Dens. Seca (Mediana)	Optima Contenido Humedad	OCH Prometido	Chr al 100% y 0.1"	Chr al 95% y 0.1"	CBR al 95 % media	Humedad Natural (%)
0% de Concreto	C-1	39.14		24.82		14.32		CL	A-6(S)	1.720		15.20		12.31	8.50		13.42
0% de Concreto	C-2	39.29		25.16		14.13		CL	A-6(S)	1.720		16.30		9.49	7.60		16.49
0% de Concreto	C-3	39.61		26.32		13.29		ML	A-6(6)	1.820		14.80		13.43	9.20		14.16
0% de Concreto	C-4	38.27		25.70		12.57		GM	A-2-6(6)	1.700		12.50		13.97	10.80		12.06
0% de Concreto	C-5	40.90	39.93	27.94	25.60	12.96	14.34	CL	A-6(6)	1.710	1.714	15.90	15.52	8.53	6.00	7.02	14.92
0% de Concreto	C-6	41.71		25.37		16.34		CL	A-7-6(6)	1.690		16.50		6.66	5.30		15.65
0% de Concreto	C-7	42.24		25.02		17.22		CL	A-7-6(10)	1.660		16.80		6.99	5.10		16.19
0% de Concreto	C-8	42.98		25.52		17.46		CL	A-7-6(10)	1.650		16.70		5.98	4.90		16.44
0% de Concreto	C-9	35.27		24.54		10.73		ML	A-6(S)	1.760		15.00		7.23	5.80		13.90
5% de Concreto	C-1	37.70		24.68		13.02		SC	A-6(4)	1.950		13.35		16.33	13.00		12.78
5% de Concreto	C-2	38.86		24.95		13.91		CL	A-6(S)	1.860		14.54		14.54	12.50		15.71
5% de Concreto	C-3	31.96		27.40		4.56		ML	A-4(4)	1.940		12.70		17.15	13.70		10.63
5% de Concreto	C-4	28.23		23.91		4.32		GM	A-2-4(0)	2.150		9.00		17.81	14.80		7.67
5% de Concreto	C-5	40.21	37.22	24.84	24.99	15.37	12.23	CL	A-6(7)	1.730	1.836	15.50	14.22	10.54	8.10	10.30	14.21
5% de Concreto	C-6	40.40		24.79		15.61		CL	A-6(8)	1.710		16.00		8.91	7.30		14.91
5% de Concreto	C-7	41.56		24.29		17.27		CL	A-7-6(9)	1.700		16.00		8.74	6.80		15.42
5% de Concreto	C-8	41.89		25.53		16.36		CL	A-7-6(9)	1.690		16.20		8.17	6.70		15.66
5% de Concreto	C-9	34.14		24.49		9.65		ML	A-4(S)	1.79		14.70		10.90	9.80		13.24
10% de Concreto	C-1	36.49		24.04		12.45		SC	A-6(3)	1.970		12.90		18.94	15.40		12.20
10% de Concreto	C-2	37.78		24.49		13.29		SC	A-6(3)	1.890		14.34		16.47	14.10		14.99
10% de Concreto	C-3	35.91		29.72		6.19		ML	A-4(4)	1.950		12.70		17.50	14.80		10.14
10% de Concreto	C-4	29.39		24.28		5.11		GM	A-2-4(4)	2.180		8.80		24.76	20.50		7.32
10% de Concreto	C-5	39.75	37.00	24.61	24.97	15.14	12.03	CL	A-6(6)	1.750	1.862	14.60	13.76	15.22	15.86	13.21	13.56
10% de Concreto	C-6	39.39		24.21		15.18		CL	A-6(7)	1.730		15.40		11.42	9.50		14.23
10% de Concreto	C-7	41.08		23.81		17.27		CL	A-7-6(9)	1.740		15.60		12.68	10.60		14.72
10% de Concreto	C-8	40.25		25.25		15.00		CL	A-6(8)	1.720		15.80		11.36	9.60		14.94
10% de Concreto	C-9	32.98		24.32		8.66		ML	A-4(4)	1.830		14.20		14.40	12.00		12.64
15% de Concreto	C-1	34.62		23.97		10.65		SM	A-6(2)	1.980		12.50		21.82	15.90		11.67
15% de Concreto	C-2	35.99		24.33		11.66		SM	A-6(3)	1.900		13.85		20.04	14.80		14.34
15% de Concreto	C-3	29.94		22.04		7.90		ML	A-4(3)	1.970		11.80		18.06	15.10		9.70
15% de Concreto	C-4	25.95		21.39		4.56		GC-GM	A-1-b(0)	2.200		8.50		30.91	22.10		7.01
15% de Concreto	C-5	35.14	32.77	24.17	23.60	10.97	9.17	CL	A-6(4)	1.770	1.901	14.00	12.81	17.01	12.10	13.92	12.97
15% de Concreto	C-6	34.72		24.43		10.29		ML	A-4(S)	1.750		14.90		15.08	11.30		13.61
15% de Concreto	C-7	32.75		23.55		9.20		ML	A-4(6)	1.760		12.30		13.97	10.80		11.08
15% de Concreto	C-8	33.74		24.76		8.98		ML	A-4(6)	1.940		13.50		14.03	10.50		11.29
15% de Concreto	C-9	32.08		23.74		8.34		ML	A-4(3)	1.840		13.90		17.05	12.70		12.09

CUADRO RESUMEN DEL PORCENTAJE OPTIMO DE CONCRETO RECICLADO

C.B.R. AL 100% DE M.D.S. (%) Promedio	0.1" :	18.00	% CONCRETO	13.50
C.B.R. AL 95% DE M.D.S. (%) Promedio	0.1" :	14.10	% CONCRETO	13.50



Óscar Alberto Morón Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85007  
ESPECIALISTAS EN MECÁNICA S.L.O.

*[Handwritten signature]*

**GRAFICO DEFINITIVO DE LA COMPARACION DE RESULTADOS  
CBR VS CONCRETO RECICLADO**

PROYECTO DE INVESTIG. : "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TRAMO : VIA DE EVITAMIENTO

MATERIAL : Sub rasante combinado con concreto reciclado

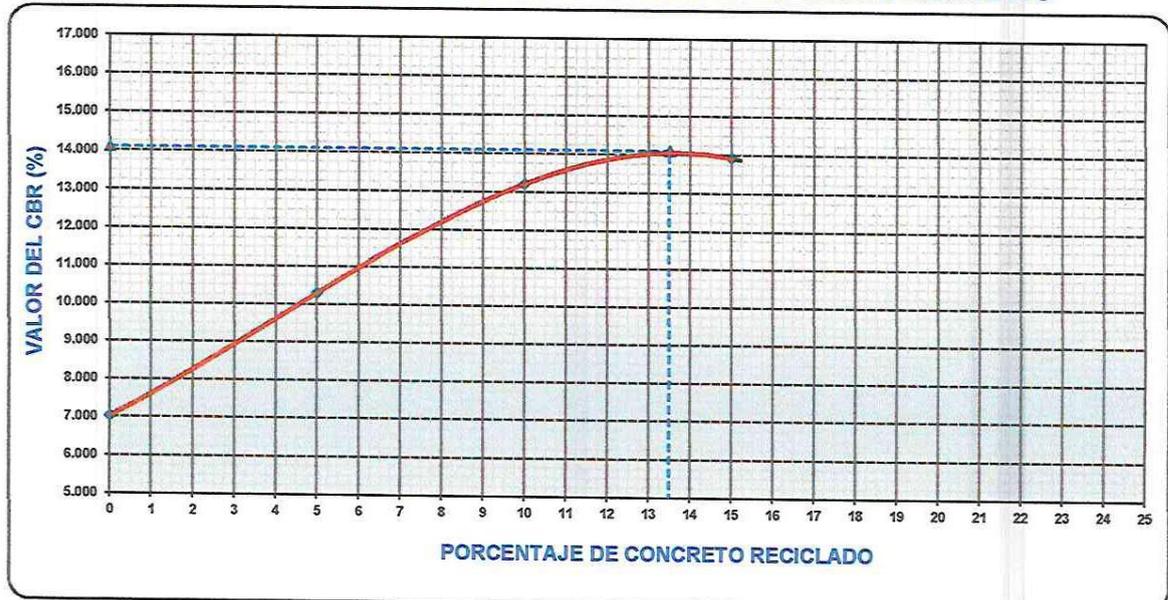
UBICACIÓN : DISTRITO DE ABANCAY-ABANCAY-APURIMAC

TESISTAS : Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos

Fecha : Oct-22  
Realizado por : Tesistas  
Revisado por : Ing. O.A.M.R

VALORES PROMEDIO DE CBR Y PORCENTAJE DE CONCRETO RECICLADO AL 95 % MAXIMA DENSIDAD SECA Y 0.10" DE PENETRACION					
PORCENTAJE DE CONCRETO RECICLADO	0.00	5.00	10.00	15.00	15.00
VALORES PROMEDIO DE CBR	7.022	10.300	13.211	13.922	13.922
<b>VALOR DE CBR DETERMINADO</b>	<b>14.10</b>		<b>CONCRETO (%):</b>		<b>13.50</b>

**GRAFICO DE LA EVALUACION DEL VALOR CBR VS CONCRETO RECICLADO**



Observaciones:



Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 95105  
ESPECIALISTA EN MECANICA DE SUELOS

**GRAFICO DEFINITIVO DE LA COMPARACION DE RESULTADOS  
CBR VS CONCRETO RECICLADO**

PROYECTO DE INVESTIG. "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

TRAMO VIA DE EVITAMIENTO

MATERIAL Sub rasante combinado con concreto reciclado

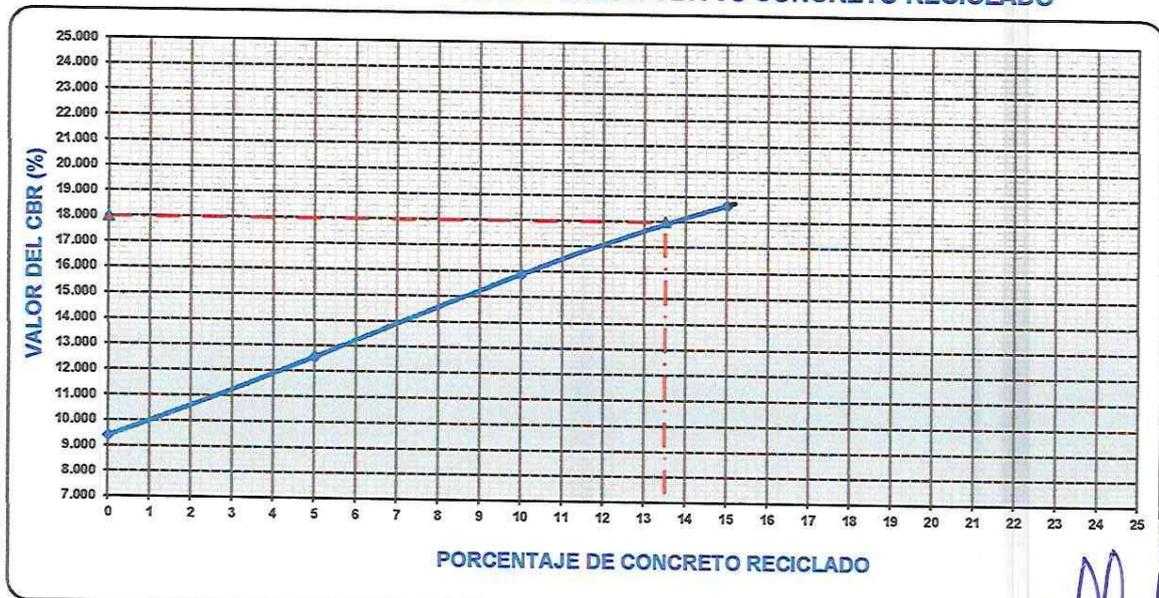
UBICACIÓN DISTRITO DE ABANCAY-ABANCAY-APURIMAC

TESISTAS Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos

Fecha : Oct-22  
Realizado por : Tesistas  
Revisado por : Ing. O.A.M.R

VALORES PROMEDIO DE CBR Y PORCENTAJE DE CONCRETO RECICLADO AL 95 % MAXIMA DENSIDAD SECA Y 0.10" DE PENETRACION					
PORCENTAJE DE CONCRETO RECICLADO	0.00	5.00	10.00	15.00	15.00
VALORES PROMEDIO DE CBR	9.399	12.566	15.861	18.663	18.663
<b>VALOR DE CBR DETERMINADO</b>	<b>18.00</b>		<b>CONCRETO (%):</b>		<b>13.50</b>

**GRAFICO DE LA EVALUACION DEL VALOR CBR VS CONCRETO RECICLADO**



Observaciones:

  
Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
Nº 850 DE  
Especialista en Mecánica de Suelos

**CUADRO ESTADISTICO DE VALORES DEL MODULO DE REACCION Y MODULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE**

PROYECTO DE INVESTIG. "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022"

UBICACIÓN DISTRITO DE ABANCAY-ABANCAY-APURIMAC

TESTISTAS Bach. Alfredo Damiano Ccorisoncco, Judith Espinoza Salas y Enrique Alvarado Ramos

Tratamiento	Calicata	Clasific. SUSC	Clasific. AASHTO	Max. Dens. Seca (gr/cc)	Humedad Optima	Cbr al 95% y 0.1"	Modulo Ksr (Pci)	Modulo Mr (Psi)	Modulo (Mr) Promedio
0% de Concreto	C-1	CL	A-6 (5)	1.720	15.20	8.50	51.34	10,051	8,817
0% de Concreto	C-2	CL	A-6 (5)	1.720	16.30	7.60	48.79	9,356	
0% de Concreto	C-3	ML	A-6 (6)	1.820	14.80	9.20	53.15	10,573	
0% de Concreto	C-4	GM	A-2-6 (0)	1.700	12.50	10.80	56.47	11,716	
0% de Concreto	C-5	CL	A-6 (6)	1.710	15.90	6.00	43.40	8,043	
0% de Concreto	C-6	CL	A-7-6 (8)	1.690	16.50	5.30	40.57	7,429	
0% de Concreto	C-7	CL	A-7-6 (10)	1.660	16.80	5.10	39.70	7,248	
0% de Concreto	C-8	CL	A-7-6 (10)	1.650	16.70	4.90	38.79	7,065	
0% de Concreto	C-9	ML	A-6 (5)	1.760	15.00	5.80	42.63	7,870	
5% de Concreto	C-1	SC	A-6 (4)	1.950	13.35	13.00	60.50	13,192	11,250
5% de Concreto	C-2	CL	A-6 (5)	1.860	14.54	12.50	59.57	12,865	
5% de Concreto	C-3	ML	A-4 (4)	1.940	12.70	13.70	61.84	13,642	
5% de Concreto	C-4	GM	A-2-4 (0)	2.150	9.00	14.80	63.97	14,334	
5% de Concreto	C-5	CL	A-6 (7)	1.730	15.50	8.10	50.25	9,746	
5% de Concreto	C-6	CL	A-6 (8)	1.710	16.00	7.30	47.87	9,118	
5% de Concreto	C-7	CL	A-7-6 (9)	1.700	16.00	6.80	46.26	8,714	
5% de Concreto	C-8	CL	A-7-6 (9)	1.690	16.20	6.70	45.92	8,631	
5% de Concreto	C-9	ML	A-4 (5)	1.790	14.70	9.80	54.59	11,010	
10% de Concreto	C-1	SC	A-6 (3)	1.970	12.90	15.40	65.14	14,703	13,240
10% de Concreto	C-2	SC	A-6 (4)	1.890	14.34	14.10	62.60	13,896	
10% de Concreto	C-3	ML	A-4 (4)	1.950	12.20	14.80	63.97	14,334	
10% de Concreto	C-4	GM	A-2-4 (4)	2.180	8.80	20.50	75.48	17,657	
10% de Concreto	C-5	CL	A-6 (6)	1.750	14.60	12.40	59.38	12,799	
10% de Concreto	C-6	CL	A-6 (7)	1.730	15.40	9.50	53.88	10,793	
10% de Concreto	C-7	CL	A-7-6 (9)	1.740	15.60	10.60	56.12	11,577	
10% de Concreto	C-8	CL	A-6 (8)	1.720	15.80	9.60	54.12	10,865	
10% de Concreto	C-9	ML	A-4 (4)	1.830	14.20	12.00	58.64	12,533	
15% de Concreto	C-1	SM	A-6 (2)	1.980	12.50	15.90	66.13	15,007	13,696
15% de Concreto	C-2	SM	A-6 (3)	1.900	13.85	14.80	63.97	14,334	
15% de Concreto	C-3	ML	A-4 (3)	1.970	11.80	15.10	64.55	14,519	
15% de Concreto	C-4	GC-GM	A-1-b (0)	2.200	8.50	22.10	78.80	18,527	
15% de Concreto	C-5	CL	A-6 (4)	1.770	14.00	12.10	58.82	12,600	
15% de Concreto	C-6	ML	A-4 (5)	1.750	14.90	11.30	57.36	12,060	
15% de Concreto	C-7	ML	A-4 (6)	1.760	12.30	10.80	56.47	11,716	
15% de Concreto	C-8	ML	A-4 (6)	1.940	13.50	10.50	55.95	11,507	
15% de Concreto	C-9	ML	A-4 (3)	1.840	13.90	12.70	59.94	12,996	

MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE (Ksr)	
Si : CBR ≤ 10 % de Subrasante	Ksr = 2.55 + 52.5*Log CBR
Si : CBR > 10 % de Subrasante	Ksr = 46 + 9.08*(Log CBR)^4.34

MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr)	
CBR % de Subrasante	Mr (psi) = 2555 x CBR0.64

Oscar Alberto Morán Romero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 85005  
ESPECIALISTA EN MECÁNICA DE SUELOS

ANEXO 11.

Memoria de cálculo de diseño de paquete estructural (pavimento flexible).



Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 1

**FACTORES PARA HALLAR EL ESPESOR DEL PAVIMENTO**

1. Z<sub>R</sub> = Desviación Estandar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

R = 95%

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z<sub>R</sub>)

Z<sub>r</sub> = -1.645

2. S<sub>o</sub> = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (S <sub>o</sub> )	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

Recomendación Guía AASHTO :

0.40 ó 0.50

S<sub>o</sub> = 0.45

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P<sub>i</sub>) y el índice de serviciabilidad final o terminal de diseño (P<sub>t</sub>).

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Serviciabilidad Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
P <sub>i</sub> =	índice de serviciabilidad inicial (4,5 para pavimentos rígidos y 4.0 para pavimentos flexibles)
P <sub>t</sub> =	Índice de serviciabilidad final, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

P<sub>o</sub> = 4.00

P<sub>t</sub> = 2.50

ΔPSI = P<sub>i</sub> - P<sub>t</sub>

REEMPLAZANDO VALORES

ΔPSI = 1.50

4. m<sub>i</sub> = Coeficiente de drenaje (Base y Subbase)

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	Agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO - 1993

m<sub>2</sub> = 1.00 Base  
 m<sub>3</sub> = 1.00 Subbase

5. M<sub>r</sub> = Módulo de reacción

COMPONENTE	CBR (%)	M <sub>r</sub> (psi)= 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	M <sub>r</sub> (Mpa)= 2555 x CBR <sup>0.65</sup>
SUBRASANTE	7.02	8,893	61.31
BASE GRANULAR	100	48,685	335.66
SUBBASE GRANULAR	40	27,084	186.73
CARPETA ASFALTICA		450,000	3102.60



Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 1  
 6. W18 =Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = W_{18} \left[ \frac{(1 + g)^t - 1}{g} \right]$$

Se determino de la recomendación de la Guía AASHTO 93 para una vía local considerada según el tráfico  $T_{P1}$

W18 =	3.00E+06
-------	----------

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	
$Log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot Log(SN + 1) - 0.20 +$	$\frac{Log \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot Log M_R - 8.07$
A	B

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	3.00E+06
Zr	-1.645
So	0.45
ΔPSI	1.50
Mr (SR)	8,892.97
Mr (Base)	48,684.52
Mr (Subbase)	27,083.78
m2	1.00
m3	1.00



SN	4.30
----	------

COLOCAR VALORES (SN) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN BASICA DE DISEÑO PARTA PAVIMENTO FLEXIBLE

IGUALDAD PARA LA ECUACION	
A =	6.477
B =	6.499

**CUMPLE**

7. SNR = Numero Estructura requerido

Numero estructural que representa el espesor total de la estructura del pavimento a colocar y debe ser tranformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituiran Aunque es la incógnita a determinar, se deberá tomar del manual el espesor de la carpeta asfaltica (6 cm).

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Asi mismo:

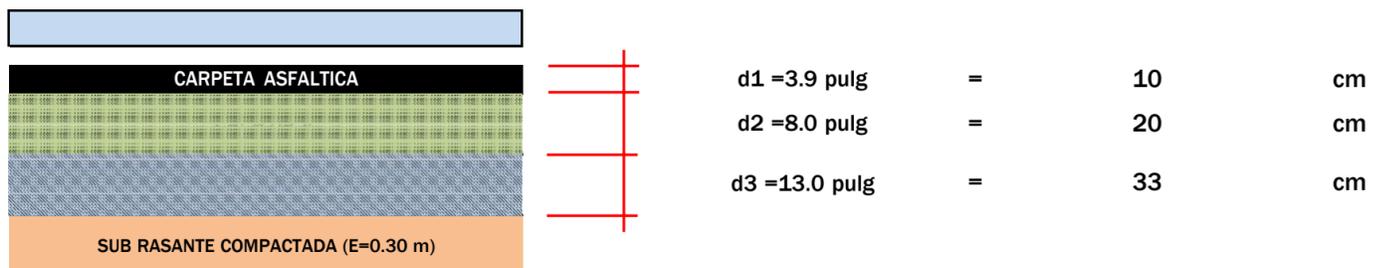
$a_1 =$	0.432 pulg <sup>-1</sup>	Carpeta asfáltica en caliente	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_2 =$	0.132 pulg <sup>-1</sup>	Base granular CBR 80% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_3 =$	0.119 pulg <sup>-1</sup>	Subbase granular CBR 40% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$d_1 =$	3.94 pulg	Espesor de la carpeta asfaltica	
$d_2 =$	8.00 pulg	Espesor de la base	
$d_3 =$	13.00 pulg	Espesor de la Subbase	

Reemplazamos en:

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Obtenemos

4.30	=	4.31	<b>CUMPLE</b>
------	---	------	---------------





Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 2

**FACTORES PARA HALLAR EL ESPESOR DEL PAVIMENTO**

1. Z<sub>R</sub> = Desviación Estandar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

R = 95%

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z<sub>R</sub>)

Z<sub>r</sub> = -1.645

2. S<sub>o</sub> = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (S <sub>o</sub> )	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

Recomendación Guía AASHTO :

0.40 ó 0.50

S<sub>o</sub> = 0.45

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P<sub>i</sub>) y el índice de serviciabilidad final o terminal de diseño (P<sub>t</sub>).

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Serviciabilidad Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
P <sub>i</sub> =	índice de serviciabilidad inicial (4,5 para pavimentos rígidos y 4.0 para pavimentos flexibles)
P <sub>t</sub> =	Índice de serviciabilidad final, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

P<sub>o</sub> = 4.00

P<sub>t</sub> = 2.50

ΔPSI = P<sub>i</sub> - P<sub>t</sub>

REEMPLAZANDO VALORES

ΔPSI = 1.50

4. m<sub>i</sub> = Coeficiente de drenaje (Base y Subbase)

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	Agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO - 1993

m<sub>2</sub> = 1.00 Base  
m<sub>3</sub> = 1.00 Subbase

5. Mr = Módulo de reacción

COMPONENTE	CBR (%)	Mr(ψ)= 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	Mr(Mpa)= 2555 x CBR <sup>0.65</sup>
SUBRASANTE	7.02	8,893	61.31
BASE GRANULAR	100	48,685	335.66
SUBBASE GRANULAR	40	27,084	186.73
CARPETA ASFALTICA		450,000	3102.60



Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 2  
 6. W18 =Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = W_{18} \left[ \frac{(1 + g)^t - 1}{g} \right]$$

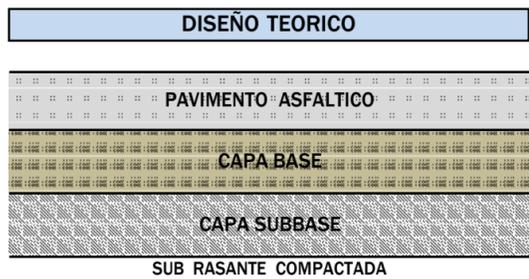
Se determino de la recomendación de la Guía AASHTO 93 para una vía local considerada según el tráfico  $T_{P1}$

W18 =	3.00E+06
-------	----------

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	
$Log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot Log(SN + 1) - 0.20 +$	$\frac{Log \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot Log M_R - 8.07$
A	B

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	3.00E+06
Zr	-1.645
So	0.45
ΔPSI	1.50
Mr (SR)	8,892.97
Mr (Base)	48,684.52
Mr (Subbase)	27,083.78
m2	1.00
m3	1.00



SN	4.30
----	------

COLOCAR VALORES (SN) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN BASICA DE DISEÑO PARTA PAVIMENTO FLEXIBLE

IGUALDAD PARA LA ECUACION	
A =	6.477
B =	6.499

**CUMPLE**

7. SNR = Numero Estructura requerido

Numero estructural que representa el espesor total de la estructura del pavimento a colocar y debe ser tranformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituiran Aunque es la incógnita a determinar, se deberá tomar del manual el espesor de la carpeta asfaltica (6 cm).

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Asi mismo:

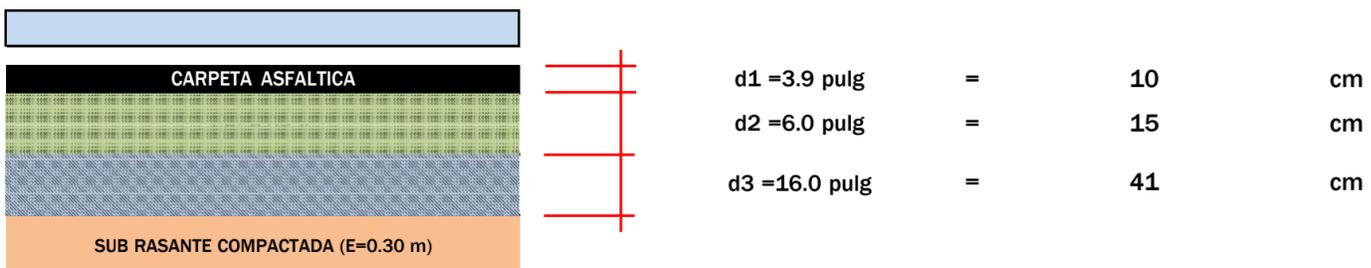
$a_1 =$	0.432 pulg <sup>-1</sup>	Carpeta asfáltica en caliente	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_2 =$	0.132 pulg <sup>-1</sup>	Base granular CBR 80% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_3 =$	0.119 pulg <sup>-1</sup>	Subbase granular CBR 40% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$d_1 =$	3.94 pulg	Espesor de la carpeta asfaltica	
$d_2 =$	6.00 pulg	Espesor de la base	
$d_3 =$	16.00 pulg	Espesor de la Subbase	

Reemplazamos en:

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Obtenemos

4.30	=	4.40	<b>CUMPLE</b>
------	---	------	---------------





# DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 93

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 3

## FACTORES PARA HALLAR EL ESPESOR DEL PAVIMENTO

1. Z<sub>R</sub> = Desviación Estandar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

R = 95%

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z<sub>R</sub>)

Z<sub>r</sub> = -1.645

2. S<sub>o</sub> = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (S <sub>o</sub> )	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

Recomendación Guía AASHTO :

0.40 ó 0.50

S<sub>o</sub> = 0.45

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P<sub>i</sub>) y el índice de serviciabilidad final o terminal de diseño (P<sub>t</sub>).

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Serviciabilidad Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
P <sub>i</sub> =	índice de serviciabilidad inicial (4,5 para pavimentos rígidos y 4.0 para pavimentos flexibles)
P <sub>t</sub> =	Índice de serviciabilidad final, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

P<sub>o</sub> = 4.00

P<sub>t</sub> = 2.50

ΔPSI = P<sub>i</sub> - P<sub>t</sub>

REEMPLAZANDO VALORES

ΔPSI = 1.50

4. m<sub>i</sub> = Coeficiente de drenaje (Base y Subbase)

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	Agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO - 1993

m<sub>2</sub> = 1.00 Base

m<sub>3</sub> = 1.00 Subbase

5. M<sub>r</sub> = Módulo de reacción

COMPONENTE	CBR (%)	Mr(psi)= 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	Mr(Mpa)= 2555 x CBR <sup>0.65</sup>
SUBRASANTE	7.02	8,893	61.31
BASE GRANULAR	100	48,685	335.66
SUBBASE GRANULAR	40	27,084	186.73
CARPETA ASFALTICA		450,000	3102.60



Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 3  
 6. W18 =Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = W_{18} \left[ \frac{(1 + g)^t - 1}{g} \right]$$

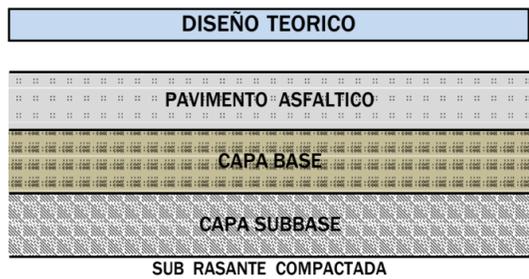
Se determino de la recomendación de la Guía AASHTO 93 para una vía local considerada según el tráfico  $T_{P1}$

W18 =	3.00E+06
-------	----------

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	
$Log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot Log(SN + 1) - 0.20 +$	$\frac{Log \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot Log M_R - 8.07$
A	B

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	3.00E+06
Zr	-1.645
So	0.45
ΔPSI	1.50
Mr (SR)	8,892.97
Mr (Base)	48,684.52
Mr (Subbase)	27,083.78
m2	1.00
m3	1.00



SN	4.30
----	------

COLOCAR VALORES (SN) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN BASICA DE DISEÑO PARTA PAVIMENTO FLEXIBLE

IGUALDAD PARA LA ECUACION	
A =	6.477
B =	6.499

**CUMPLE**

7. SNR = Numero Estructura requerido

Numero estructural que representa el espesor total de la estructura del pavimento a colocar y debe ser tranformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituiran Aunque es la incógnita a determinar, se deberá tomar del manual el espesor de la carpeta asfaltica (6 cm).

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Asi mismo:

$a_1$ =	0.432 pulg <sup>-1</sup>	Carpeta asfáltica en caliente	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_2$ =	0.132 pulg <sup>-1</sup>	Base granular CBR 80% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_3$ =	0.119 pulg <sup>-1</sup>	Subbase granular CBR 40% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$d_1$ =	3.94 pulg	Espesor de la carpeta asfaltica	
$d_2$ =	20.00 pulg	Espesor de la base	
$d_3$ =	0.00 pulg	Espesor de la Subbase	

Reemplazamos en:

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Obtenemos

4.30	=	4.34	<b>CUMPLE</b>
------	---	------	---------------



d1 =3.9 pulg	=	10	cm
d2 =20.0 pulg	=	51	cm
d3 =0.0 pulg	=	0	cm



# DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 93

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 1

## FACTORES PARA HALLAR EL ESPESOR DEL PAVIMENTO

1. Z<sub>R</sub> = Desviación Estandar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

R = 95%

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z<sub>R</sub>)

Z<sub>r</sub> = -1.645

2. S<sub>o</sub> = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (S <sub>o</sub> )	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

Recomendación Guía AASHTO :

0.40 ó 0.50

S<sub>o</sub> = 0.45

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P<sub>i</sub>) y el índice de serviciabilidad final o terminal de diseño (P<sub>t</sub>).

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Serviciabilidad Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
P <sub>i</sub> =	índice de serviciabilidad inicial (4,5 para pavimentos rígidos y 4.0 para pavimentos flexibles)
P <sub>t</sub> =	Índice de serviciabilidad final, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

P<sub>o</sub> = 4.00

P<sub>t</sub> = 2.50

ΔPSI = P<sub>i</sub> - P<sub>t</sub>

REEMPLAZANDO VALORES

ΔPSI = 1.50

4. m<sub>i</sub> = Coeficiente de drenaje (Base y Subbase)

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	Agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO - 1993

m<sub>2</sub> = 1.00 Base

m<sub>3</sub> = 1.00 Subbase

5. M<sub>r</sub> = Módulo de reacción

COMPONENTE	CBR (%)	Mr(ksi)= 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	Mr(Mpa)= 2555 x CBR <sup>0.65</sup>
SUBRASANTE	14.10	13,896	95.81
BASE GRANULAR	100	48,685	335.66
SUBBASE GRANULAR	40	27,084	186.73
CARPETA ASFALTICA		450,000	3102.60



Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 1  
 6. W18 =Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = W_{18} \left[ \frac{(1 + g)^t - 1}{g} \right]$$

Se determino de la recomendación de la Guía AASHTO 93 para una vía local considerada según el tráfico  $T_{P1}$

W18 =	3.00E+06
-------	----------

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	
$Log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot Log(SN + 1) - 0.20 +$	$\frac{Log \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot Log M_R - 8.07$
A	B

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	3.00E+06
Zr	-1.645
So	0.45
ΔPSI	1.50
Mr (SR)	13,896.04
Mr (Base)	48,684.52
Mr (Subbase)	27,083.78
m2	1.00
m3	1.00



SN	3.60
----	------

COLOCAR VALORES (SN) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN BASICA DE DISEÑO PARTA PAVIMENTO FLEXIBLE

IGUALDAD PARA LA ECUACION	
A =	6.477
B =	6.485

**CUMPLE**

7. SNR = Numero Estructura requerido

Numero estructural que representa el espesor total de la estructura del pavimento a colocar y debe ser tranformado al espesor efectcivo de cada una de las capas que lo constituiran Aunque es la incógnita a determinar, se deberá tomar del manual el espesor de la carpeta asfaltica (6 cm).

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Asi mismo:

$a_1 =$	0.432 pulg <sup>-1</sup>	Carpeta asfáltica en caliente	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_2 =$	0.132 pulg <sup>-1</sup>	Base granular CBR 80% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_3 =$	0.119 pulg <sup>-1</sup>	Subbase granular CBR 40% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$d_1 =$	3.94 pulg	Espesor de la carpeta asfaltica	
$d_2 =$	8.00 pulg	Espesor de la base	
$d_3 =$	8.00 pulg	Espesor de la Subbase	

Reemplazamos en:

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Obtenemos

3.60	=	3.71	<b>CUMPLE</b>
------	---	------	---------------



d1 = 3.9 pulg	=	10	cm
d2 = 8.0 pulg	=	20	cm
d3 = 8.0 pulg	=	20	cm



# DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 93

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 2

## FACTORES PARA HALLAR EL ESPESOR DEL PAVIMENTO

1. Z<sub>R</sub> = Desviación Estandar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

R = 95%

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z<sub>R</sub>)

Z<sub>r</sub> = -1.645

2. S<sub>o</sub> = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (S <sub>o</sub> )	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

Recomendación Guía AASHTO : 0.40 ó 0.50

S<sub>o</sub> = 0.45

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P<sub>i</sub>) y el índice de serviciabilidad final o terminal de diseño (P<sub>t</sub>).

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Serviciabilidad Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
P <sub>i</sub> =	índice de serviciabilidad inicial (4,5 para pavimentos rígidos y 4.0 para pavimentos flexibles)
P <sub>t</sub> =	Índice de serviciabilidad final, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

P<sub>o</sub> = 4.00

P<sub>t</sub> = 2.50

ΔPSI = P<sub>i</sub> - P<sub>t</sub>

REEMPLAZANDO VALORES

ΔPSI = 1.50

4. m<sub>i</sub> = Coeficiente de drenaje (Base y Subbase)

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	Agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO - 1993

m<sub>2</sub> = 1.00 Base

m<sub>3</sub> = 1.00 Subbase

5. M<sub>r</sub> = Módulo de reacción

COMPONENTE	CBR (%)	Mr(psi)= 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	Mr(Mpa)= 2555 x CBR <sup>0.65</sup>
SUBRASANTE	14.10	13,896	95.81
BASE GRANULAR	100	48,685	335.66
SUBBASE GRANULAR	40	27,084	186.73
CARPETA ASFALTICA		450,000	3102.60



Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 2  
 6. W18 =Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = W_{18} \left[ \frac{(1 + g)^t - 1}{g} \right]$$

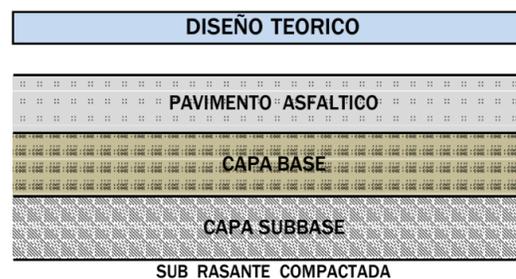
Se determino de la recomendación de la Guía AASHTO 93 para una vía local considerada según el tráfico  $T_{P1}$

W18 =	3.00E+06
-------	----------

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	
$Log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot Log(SN + 1) - 0.20 +$	$\frac{Log \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot Log M_R - 8.07$
A	B

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	3.00E+06
Zr	-1.645
So	0.45
ΔPSI	1.50
Mr (SR)	13,896.04
Mr (Base)	48,684.52
Mr (Subbase)	27,083.78
m2	1.00
m3	1.00



SN	3.60
----	------

COLOCAR VALORES (SN) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN BASICA DE DISEÑO PARTA PAVIMENTO FLEXIBLE

IGUALDAD PARA LA ECUACION	
A =	6.477
B =	6.485

**CUMPLE**

7. SNR = Numero Estructura requerido

Numero estructural que representa el espesor total de la estructura del pavimento a colocar y debe ser tranformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituiran Aunque es la incógnita a determinar, se deberá tomar del manual el espesor de la carpeta asfaltica (6 cm).

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Asi mismo:

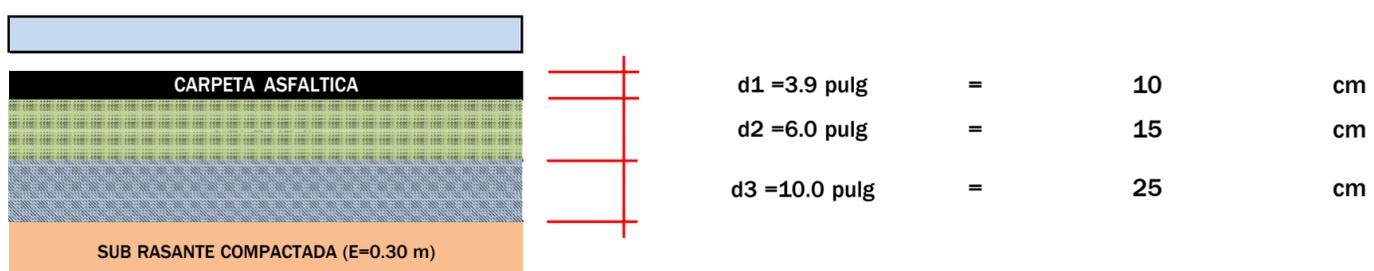
$a_1 =$	0.432 pulg <sup>-1</sup>	Carpeta asfáltica en caliente	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_2 =$	0.132 pulg <sup>-1</sup>	Base granular CBR 80% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_3 =$	0.119 pulg <sup>-1</sup>	Subbase granular CBR 40% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$d_1 =$	3.94 pulg	Espesor de la carpeta asfaltica	
$d_2 =$	6.00 pulg	Espesor de la base	
$d_3 =$	10.00 pulg	Espesor de la Subbase	

Reemplazamos en:

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Obtenemos

3.60	=	3.69	<b>CUMPLE</b>
------	---	------	---------------





# DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE METODO AASHTO 93

Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 3

## FACTORES PARA HALLAR EL ESPESOR DEL PAVIMENTO

1. Z<sub>R</sub> = Desviación Estandar Normal.

NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

**R = 95%**

DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Z<sub>R</sub>)

**Z<sub>r</sub> = -1.645**

2. S<sub>o</sub> = Desviación Normal del Error Estandar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)

DESVIACION ESTANDAR (S <sub>o</sub> )	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RIGIDO
0.44 - 0.49	0.34 - 0.39

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

Recomendación Guía AASHTO : 0.40 ó 0.50

**S<sub>o</sub> = 0.45**

3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial (P<sub>i</sub>) y el índice de serviciabilidad final o terminal de diseño (P<sub>t</sub>).

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Serviciabilidad Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal.
P <sub>i</sub> =	índice de serviciabilidad inicial (4,5 para pavimentos rígidos y 4.0 para pavimentos flexibles)
P <sub>t</sub> =	Índice de serviciabilidad final, para el cual AASHTO maneja en su versión 1993 valores de 3.0, 2.5 y 2.0, recomendando 2.5 ó 3.0 para caminos principales y 2.0 para secundarios.

Fuente: En base a datos de la Guía AASHTO - 1993

**P<sub>o</sub> = 4.00**

**P<sub>t</sub> = 2.50**

**ΔPSI = P<sub>i</sub> - P<sub>t</sub>**

REEMPLAZANDO VALORES

**ΔPSI = 1.50**

4. m<sub>i</sub> = Coeficiente de drenaje (Base y Subbase)

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
	Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy Pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

CALIDAD DE DRENAJE	TIEMPO EN QUE TARDA EL AGUA EN SER EVACUADA
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy Pobre	Agua no evacua

Fuente: Guía AASHTO - 1993

**m<sub>2</sub> = 1.00** Base  
**m<sub>3</sub> = 1.00** Subbase

5. Mr = Módulo de reacción

COMPONENTE	CBR (%)	Mr(psi)= 2555 x CBR <sup>0.64</sup>	Mr(Mpa)= 2555 x CBR <sup>0.65</sup>
SUBRASANTE	<b>14.10</b>	13,896	95.81
BASE GRANULAR	100	48,685	335.66
SUBBASE GRANULAR	40	27,084	186.73
CARPETA ASFALTICA		450,000	3102.60



Proyecto: "ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY - APURÍMAC, 2022".  
 Tesistas : BACH. ALFREDO DAMIANO CCORISONCCO Y JUDITH ESPINOZA SALAS  
 Tramo : VIA EVITAMIENTO ABANCAY  
 Caracterización: CBR PROMEDIO MUESTRAS PATRON 3  
 6. W18 =Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = W_{18} \left[ \frac{(1 + g)^t - 1}{g} \right]$$

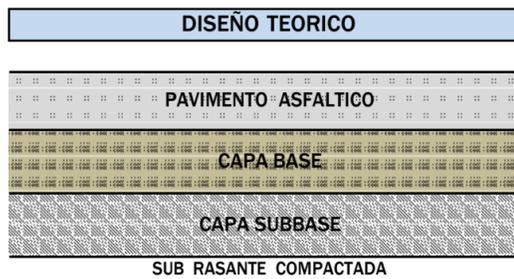
Se determino de la recomendación de la Guia AASHTO 93 para una via local considerada según el trafico  $T_{P1}$

W18 =	3.00E+06
-------	----------

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACION BASICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE	
$Log W_{18} = Z_R \cdot S_0 + 9.36 \cdot Log(SN + 1) - 0.20 +$	$\frac{Log \frac{(\Delta PSI)}{4.2 - 1.5}}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \cdot Log M_R - 8.07$
A	B

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
W18	3.00E+06
Zr	-1.645
So	0.45
ΔPSI	1.50
Mr (SR)	13,896.04
Mr (Base)	48,684.52
Mr (Subbase)	27,083.78
m2	1.00
m3	1.00



SN	3.60
----	------

COLOCAR VALORES (SN) PARA HALLAR UNA APROXIMACIÓN DE IGUALDAD DE LA ECUACIÓN BASICA DE DISEÑO PARTA PAVIMENTO FLEXIBLE

IGUALDAD PARA LA ECUACION	
A =	6.477
B =	6.485

**CUMPLE**

7. SNR = Numero Estructura requerido

Numero estructural que representa el espesor total de la estructura del pavimento a colocar y debe ser tranformado al espesor efectivo de cada una de las capas que lo constituiran Aunque es la incógnita a determinar, se deberá tomar del manual el espesor de la carpeta asfaltica (6 cm).

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = coeficientes estructurales de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $d_1, d_2, d_3$  = espesores (en centímetros) de las capas: superficial, base y subbase, respectivamente  
 $m_2, m_3$  = coeficientes de drenaje para las capas de base y subbase, respectivamente

Asi mismo:

$a_1 =$	0.432 pulg <sup>-1</sup>	Carpeta asfáltica en caliente	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_2 =$	0.132 pulg <sup>-1</sup>	Base granular CBR 80% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$a_3 =$	0.119 pulg <sup>-1</sup>	Subbase granular CBR 40% al 100% MDS	Cuadro 12.13 (Manual de suelos)
$d_1 =$	3.94 pulg	Espesor de la carpeta asfaltica	
$d_2 =$	15.00 pulg	Espesor de la base	
$d_3 =$	0.00 pulg	Espesor de la Subbase	

Reemplazamos en:

$$SNR = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot d_3 \cdot m_3$$

Obtenemos

3.60	=	3.68	<b>CUMPLE</b>
------	---	------	---------------



d1 = 3.9 pulg	=	10	cm
d2 = 15.0 pulg	=	38	cm
d3 = 0.0 pulg	=	0	cm







<i>Analisis de costos unitarios sin adicionar residuos de concreto a la subrasante (Patron 3)</i>						
PROYECTO DE TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022						
	<b>1.0</b>	<b>SUBRASANTE</b>				
<b>Partida</b>	<b>1.1</b>	<b>PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE (E=0.30)</b>				
<b>Rendimiento</b>	M2/DIA	3,000.00			<b>Costo unitario directo por: M2</b>	<b>2.77</b>
		<b>Descripcion recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
		<b>Mano de obra</b>				
		CAPATAZ	HH	1.00	0.0027	28.62
		OFICIAL	HH	1.00	0.0027	20.22
		PEON	HH	4.00	0.0107	18.27
						<b>0.33</b>
		<b>Equipo</b>				
		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5%	0.33
		RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	HM	1.00	0.0027	280.00
		MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	1.00	0.0027	300.00
		CAMION CISTERNA	HM	1.00	0.0027	135.00
						<b>1.92</b>
		<b>Subpartidas</b>				
		AGUA PARA LA OBRA (OCH = 15 %)	M3		0.0300	17.50
						<b>0.53</b>
	<b>2.0</b>	<b>PAVIMENTO</b>				
<b>Partida</b>	<b>2.1</b>	<b>BASE GRANULAR (E=0.51 m)</b>				
<b>Rendimiento</b>	M3/DIA	357.00			<b>Costo unitario directo por: m3</b>	<b>62.29</b>
		<b>Descripcion recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>
		<b>Mano de obra</b>				
		CAPATAZ	HH	1.00	0.0224	28.62
		OFICIAL	HH	1.00	0.0224	20.22
		PEON	HH	4.00	0.0896	18.27
						<b>2.73</b>
		<b>Equipos</b>				
		HERRAMIENTAS MANUALES	% M.O.		5%	2.73
		RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOP 101-135 HP 10-12T	HM	1.00	0.0224	280.00
		MOTONIVELADORA 145 - 150 HP	HM	1.00	0.0224	300.00
		CAMION CISTERNA	HM	1.00	0.0224	135.00
						<b>16.16</b>
		<b>Subpartidas</b>				
		AGUA PARA LA OBRA (OCH = 8 %)	M3		0.0800	17.500
		MATERIAL GRANULAR P/ SUB BASE	M3		1.2000	35.000
						<b>43.40</b>

<b>PRESUPUESTO SIN ADICIONAR RESIDUOS DE CONCRETO A LA SUBRASANTE (PATRÓN 3)</b>									
PROYECTO DE TESIS: ESTABILIZACIÓN DE SUELO ARCILLOSO CON RESIDUOS DE CONCRETO, PARA EL MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE EN LA VÍA DE EVITAMIENTO, PROVINCIA DE ABANCAY – APURÍMAC, 2022									
<b>PRESUPUESTO PATRON PARA CONFORMACION DE SUBRASANTE SUBBASE Y BASE EN PAVIMENTO (1 KM)</b>									
<b>Item</b>	<b>Descripcion</b>	<b>UND.</b>	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Altura</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio</b>	<b>Parcial</b>	
<b>1.00</b>	<b>SUBRASANTE</b>								
1.1	PERFILADO Y COMPACTACIÓN SUBRASANTE (E=0.30)	M2	1000	7.20		7,200.00	2.77	<b>19,965.91</b>	
<b>2.00</b>	<b>PAVIMENTO</b>								
2.1	BASE GRANULAR (E=0.51 m)	M3	1000	7.20	0.51	3,672.00	62.29	<b>228,732.97</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE SUBRASANTE, SUBBASE Y BASE POR 1 KM Y ANCHO DE CALZADA 7.20 M</b>								<b>248,698.88</b>
	<b>TOTAL PRESUPUESTO DE SUBRASANTE, SUBBASE Y BASE POR M2 DE CALZADA</b>								<b>34.54</b>





