UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Influencia de proporción y tamaño de partículas PET para estabilización de suelos del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, 2023”

TESIS PARA OBTENER EL

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores:

Bach. Mercedes Delgado, Manuel Enrique

Bach. Zeta Valiente, Carlos Eduardo

Asesor:

Dra. Fernández Mantilla, Jenisse Del Rocio

Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

Nuevo Chimbote – Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

" Influencia de proporción y tamaño de partículas PET para estabilización de suelos del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, 2023"

TESIS PARA OBTENER EL

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

REVISADO Y APROBADO POR:

Dra. Jenisse Del Rocio Fernández Mantilla

DNI: 33264434

Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

" Influencia de proporción y tamaño de partículas PET para estabilización de suelos del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, 2023"

TESIS PARA OBTENER EL

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS:

Ms. Ing. Luz Esther Álvarez Asto
Presidente
DNI: 32968961
Código ORCID: 0000-0001-6491-6569

Dr. Atilio Rubén Lopez Carranza
Secretario
DNI: 32965940
Código ORCID: 0000-0002-3631-2001

Dra. Jenisse Del Rocio Fernández Mantilla
Integrante
DNI: 33264434
Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 16 días del mes de julio del año dos mil veinticinco, siendo las 10:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 265-2025-UNS-CFI, con fecha 09.06.2025, integrado por los siguientes docentes: **Ms. Luz Esther Álvarez Asto** (Presidente), **Dr. Atilio Rubén López Carranza** (Secretario), **Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla** (Integrante), **Mg. Marco Antonio Cerna Vásquez** (Accesitario), en base a la Resolución Decanal Nº 435-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE 2023"**, presentado por los Bachilleres **MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE con cód. N° 0201713013 y ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO con cód. N° 0201713046,** quienes fueron asesorados por la docente **Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla** según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 625-2023-UNS-FI, de fecha 28.08.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	17	Bueno

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 16 de julio de 2025.

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Presidente

Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario

Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla
Integrante

UNS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 16 días del mes de julio del año dos mil veinticinco, siendo las 10:00 horas, en el Laboratorio de Topografía del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución Nº 265-2025-UNS-CFI, con fecha 09.06.2025, integrado por los siguientes docentes: **Ms. Luz Esther Álvarez Asto** (Presidente), **Dr. Atilio Rubén López Carranza** (Secretario), **Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla** (Integrante), **Mg. Marco Antonio Cerna Vásquez** (Accesitario), en base a la Resolución Decanal Nº 435-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: **"INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE 2023"**, presentado por los Bachilleres **MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE con cód. N° 0201713013 y ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO con cód. N° 0201713046,** quienes fueron asesorados por la docente **Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla** según lo establece la T. Resolución Decanal Nº 625-2023-UNS-FI, de fecha 28.08.2023.

El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	17	Bueno

Siendo las 11:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 16 de julio de 2025.

Ms. Luz Esther Álvarez Asto
Presidente

Dr. Atilio Rubén López Carranza
Secretario

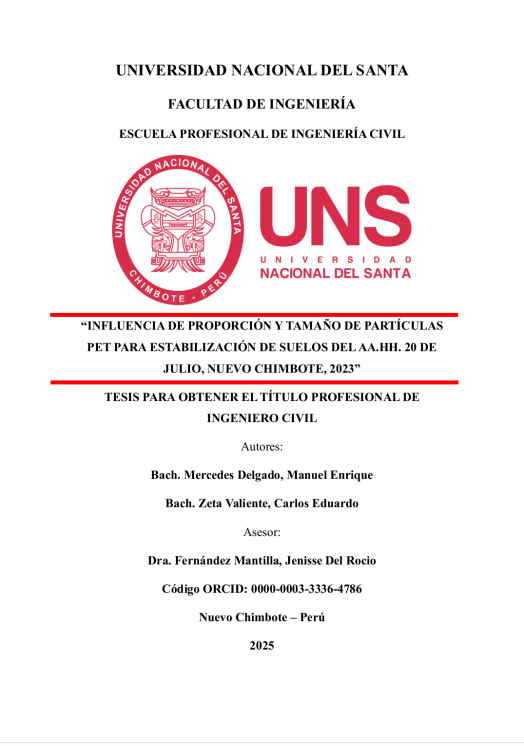
Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla
Integrante

Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega:	MANUEL MERCEDES DELGADO
Título del ejercicio:	proyectos
Título de la entrega:	INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET ...
Nombre del archivo:	INFORME_DE_TESIS_-_MERCEDES_ZETA_3.pdf
Tamaño del archivo:	21.33M
Total páginas:	364
Total de palabras:	53,752
Total de caracteres:	258,961
Fecha de entrega:	30-ago-2025 09:56p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega:	2663768322



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

UNS UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA

"INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Autores:

Bach. Mercedes Delgado, Manuel Enrique

Bach. Zeta Valiente, Carlos Eduardo

Asesor:

Dra. Fernández Mantilla, Jenisse Del Rocio

Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

Nuevo Chimbote – Perú

2025

Derechos de autor 2025 Turnitin. Todos los derechos reservados.

INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023”

INFORME DE ORIGINALIDAD

21%	21%	5%	11%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

18%

★ hdl.handle.net

Fuente de Internet

Excluir citas	Activo	Excluir coincidencias	< 15 words
Excluir bibliografía	Activo		

DEDICATORIA

En cada momento de mi vida a nuestro Dios amoroso, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia, me van a faltar páginas para agradecerle por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante, bendiciéndome y dándome fuerzas para concluir mis metas trazadas sin desfallecer.

Por ser los pilares más importantes, a mis padres Oscar, Dolly, Manuel y hermanos quienes con su amor, paciencia, trabajo, honradez y esfuerzo me han permitido cumplir hoy un objetivo más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

En memoria de quien fue una de las personas más importantes en mi vida, esta tesis también está dedicada a mí abuela Dula Esther, que durante el último año de su vida me dio todo su apoyo moral e incondicional y partió creyendo en esta meta.

Manuel Mercedes Delgado.

DEDICATORIA

A Dios, fuente de sabiduría y guía constante. En la incertidumbre fuiste luz, y en cada decisión, serenidad. Gracias por sostenerme desde el inicio de mi postulación hasta la culminación de esta etapa. Esta obra es fruto de tu gracia. A Ti, Señor, todo honor y gratitud eterna.

A mi madre, fue una pieza fundamental de apoyo, invisible pero esencial, como la raíz que sostiene el árbol sin ser vista.

A mi padre, que siempre creyó en el talento de su hijo mayor, guiándome desde la infancia con amor y rigor, para tomar decisiones firmes y sabias en cada paso de mi vida.

A mis hermanos Robinson Michael y Darwin Willian, deseo que se sientan tan orgullosos de mí como yo lo estoy de ustedes, por ser mi fuerza en los momentos más difíciles. A Wilson, Catheryne, Lucero y Brisa, anhelo ser la huella que les inspire a alcanzar sus propias metas.

A mi enamorada Angela Cruz, aunque llegaste al final de la carrera, me diste el empujón invisible que me impulsó a seguir. Con una competencia sana, aprendimos que, al juntar nuestras fuerzas, somos como dos ríos que se encuentran, imparables en su cauce.

Carlos Eduardo Zeta Valiente.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a los Ingenieros Victor Herrera, Dalí Herrera y familiares, de verdad mil gracias por las enseñanzas de sus valiosos conocimientos que hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada uno de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo y amistad.

Agradecer a todos mis familiares por su cariño, apoyo incondicional, consejos y palabras de aliento las cuales hicieron de mí una mejor persona durante todo este proceso y han sido un soporte muy fuerte en momentos de angustia y desesperación. Siempre los llevo en mi corazón.

A todos mis compañeros, profesionales y cada una de las personas que me acompañaron y me acompañan en el recorrido laborioso, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad, que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento que de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

Agradecer a mi asesora Dr. Jenisse Fernández Mantilla por la ayuda durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo, por haberme guiado a través de su experiencia, consejos y correcciones hoy puedo culminar este proyecto.

Manuel Mercedes Delgado.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios por otorgarme salud y sabiduría, permitiéndome culminar con éxito mi carrera profesional. Gracias, Señor, por mantener con vida y en buena salud a mi familia, quienes fueron mi refugio y fuerza inquebrantable, sosteniéndome con su amor y apoyo a lo largo de cada desafío.

Agradezco a mis profesores, desde mi profesora de primaria, Elena Aurora Tavera Pinedo, quien fue como una segunda madre y creyó en mí cuando aún no lo hacía; a los docentes de secundaria y de CEPUNS, en especial a Iván Saavedra, Aliaga Marín Artemio y al profesor Martín Depaz por su apoyo cuando necesité una beca. También, al profesor Frank Evangelista Anaya, quien siempre será recordado. Que Dios lo tenga en su gloria.

Agradezco también a todos los técnicos del laboratorio GEOMG S.A.C., en especial a Martín Córdova y Everth Reyes, por los valiosos conocimientos que me brindaron, al Ing. Kevin Albarrán, quien, como un hermano mayor, me enseñó y guio en todos los aspectos relacionados con Suelos, Concreto y Asfalto. Por último, pero no menos importante, al Ing. Jorge Morillo, dueño y gerente general de GEOMG S.A.C., a quien agradezco por la confianza depositada en mí, y por permitirme formar parte de su empresa mientras aún era estudiante universitario.

Agradezco sinceramente a mi asesora, Dr. Jenisse Fernández Mantilla, por su invaluable guía, sabiduría y apoyo constante, que fueron clave para la culminación exitosa de este proyecto.

Carlos Eduardo Zeta Valiente.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA vii

AGRADECIMIENTOS ix

ÍNDICE DE TABLAS xvii

ÍNDICE DE FIGURAS xxiii

ÍNDICE DE ANEXOS xxv

ÍNDICE DE ECUCACIONES xxvi

RESUMEN xxvii

ABSTRACT xxviii

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN 1

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 1

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 4

1.2.1 PROBLEMA GENERAL 4

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS 4

1.3 OBJETIVOS 5

1.3.1 OBJETIVO GENERAL 5

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 5

1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS 5

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 6

1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA 6

1.5.2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA 6

1.5.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL 6

1.5.4 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL 7

1.5.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN 7

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 9

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 9

2.1.1 INTERNACIONAL 9

2.1.2 NACIONAL 10

2.1.3 LOCAL 11

2.2 MARCO CONCEPTUAL 12

2.2.1 TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET) 12

2.2.2 SUELO 15

2.2.3 SUBRASANTE 15

2.2.4 PAVIMENTO 16

2.2.5 ESTABILIZACIÓN 16

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 16

2.3.1 AGENTE ESTABILIZADOR 16

2.3.2 PROPIEDADES FÍSICAS 16

2.3.3 PROPIEDADES MECÁNICAS 17

2.3.4 ARENAS 17

2.3.5 CALICATAS 17

2.3.6 CARRETERA 17

2.3.7 COMPACTACIÓN 17

2.3.8 CONTENIDO DE HUMEDAD 17

2.3.9 CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO 17

2.3.10 SATURACIÓN 18
2.3.11 INMERSIÓN 18
2.3.12 CAPACIDAD ADMISIBLE 18
2.3.13 MARCO NORMATIVO 18
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA 21
3.1 ENFOQUE 21
3.2 MÉTODO 21
3.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN 21
3.2.2 ALCANCE DE INVESTIGACIÓN 21
3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 21
3.4 POBLACIÓN 22
3.5 MUESTRA 22
3.6 MUESTREO 24
3.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN 24
3.7.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN 24
3.7.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN 24
3.8 UNIDAD DE ANÁLISIS 25
3.9 VARIABLES DE ESTUDIO 25
3.9.1 VARIABLE INDEPENDIENTE 25
3.9.2 VARIABLE DEPENDIENTE 25
3.10 OPERACIONALIZACIÓN O CATEGORIZACIÓN DE LA VARIABLE 25
3.10.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE 25

3.10.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE 25

3.11 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 29

3.11.1 DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE. . 29

3.11.2 IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, CON LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS PET DE TAMAÑO MÁXIMO DE 4.75 MM RETENIDOS EN LOS TAMICES N°10, N°16, N°20 EN PORCENTAJES DE 2%, 4% Y 6%. 30

3.11.3 DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET QUE MEJORARÁ LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE..... 31

3.12 PROCEDIMIENTO 31

3.12.1 OBTENCIÓN DEL MATERIAL DE ESTUDIO..... 31

3.12.2 DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE. . 32

3.12.3 IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, CON LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS PET DE TAMAÑO MÁXIMO DE 4.75 MM RETENIDOS EN LOS TAMICES N°10, N°16, N°20 EN PORCENTAJES DE 2%, 4% Y 6%. 62

3.12.4 DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET QUE MEJORARÁ LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE..... 110

3.13 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS..... 110

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES 113

4.1 ANÁLISIS E INTERPRESTACION DE RESULTADOS 113

4.1.1 DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE. 113

4.1.2 IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, CON LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS PET DE TAMAÑO MÁXIMO DE 4.75

MM RETENIDOS EN LOS TAMICES N°10, N°16, N°20 EN PORCENTAJES DE 2%, 4% Y 6%. 126

4.1.3 DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET QUE MEJORARÁ LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE 139

4.2 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS 148

4.3 DISCUSIONES 155

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 160

5.1 CONCLUSIONES 160

5.2 RECOMENDACIONES 162

6. CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS 164

7. CAPÍTULO VII: ANEXOS 171

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Muestras tomadas en campo. 32

Tabla 2: Contenido de Humedad de muestras obtenidas en campo. 35

Tabla 3: Abertura de los tamices 36

Tabla 4: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-01 37

Tabla 5: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-02 38

Tabla 6: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-03 39

Tabla 7: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-04 40

Tabla 8: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-05 41

Tabla 9: Límite Líquido de las muestras de suelo del AA.HH. 20 de Julio. 42

Tabla 10: Límite Plástico de las muestras de suelo del AA.HH. 20 de Julio. 43

Tabla 11: Gravedad específico de los sólidos del suelo del AA.HH. 20 de Julio. 45

Tabla 12: Densidad del suelo del AA.HH. 20 de Julio 46

Tabla 13: Cantidad de muestra para ensayo de corte directo. 48

Tabla 14: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 49

Tabla 15: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-02 49

Tabla 16: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01 50

Tabla 17: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-02 51

Tabla 18: Cantidad de muestra para ensayo de Proctor modificado. 54

Tabla 19: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-03. 55

Tabla 20: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-04. 55

Tabla 21: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05. 55

Tabla 22: Cantidad de muestra para ensayo de CBR. 59

Tabla 23: Toma de lecturas en ensayo CBR para la calicata C-03. 59

Tabla 24: Toma de lecturas en ensayo CBR para la calicata C-04. 60

Tabla 25: Toma de lecturas en ensayo CBR para la calicata C-05. 61

Tabla 26: Contenido de Humedad de la calicata C-01 + PET 64

Tabla 27: Contenido de Humedad de la calicata C-05 + PET 64

Tabla 28: Abertura de los tamices 65

Tabla 29: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-01 + PET de tamaño de partícula N°10 66

Tabla 30: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-01 + PET de tamaño de partícula N°16 67

Tabla 31: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-01 + PET de tamaño de partícula N°20 68

Tabla 32: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-05 + PET de tamaño de partícula N°10 69

Tabla 33: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-05 + PET de tamaño de partícula N°16 70

Tabla 34: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-05 + PET de tamaño de partícula N°20 71

Tabla 35: Límite Líquido de la calicata C-01 + Partículas PET. 72

Tabla 36: Límite Líquido de la calicata C-01 + Partículas PET. 73

Tabla 37: Límite Plástico de la calicata C-01 + Partículas PET. 74

Tabla 38: Límite Líquido de la calicata C-05 + Partículas PET. 74

Tabla 39: Gravedad específica de Partículas PET. 75

Tabla 40: Cantidad de muestra para ensayo de corte directo + PET. 77

Tabla 41: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°10 – 2%. 78

Tabla 42: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°10 – 4%. 78

Tabla 43: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°10 – 6%. 79

Tabla 44: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°16 – 2%. 79

Tabla 45: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°16 – 4%. 80

Tabla 46: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°16 – 6%. 80

Tabla 47: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°20 – 2%. 81

Tabla 48: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°20 – 4%. 81

Tabla 49: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°20 – 6%. 82

Tabla 50: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°10 – 2%. 83

Tabla 51: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°10 – 4%. 84

Tabla 52: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°10 – 6%. 85

Tabla 53: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°16 – 2%. 86

Tabla 54: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°16 – 4%. 87

Tabla 55: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°16 – 6%. 88

Tabla 56: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°20 – 2%. 89

Tabla 57: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°20 – 4%. 90

Tabla 58: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°20 – 6%. 91

Tabla 59: Cantidad de muestra para ensayo de Proctor modificado en combinaciones. 93

Tabla 60: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°10-2%. 94

Tabla 61: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°10-4%. 94

Tabla 62: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°10-6%. 95

Tabla 63: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°16-2%. 95

Tabla 64: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°16-4%. 95

Tabla 65: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°16-6%. 95

Tabla 66: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°20-2%. 96

Tabla 67: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°20-4%. 96

Tabla 68: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°20-6%. 96

Tabla 69: Cantidad de muestra para ensayo de CBR en combinaciones. 100

Tabla 70: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°10-2%. 101

Tabla 71: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°10-4%. 102

Tabla 72: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°10-6%. 103

Tabla 73: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°16-2%. 104

Tabla 74: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°16-4%. 105

Tabla 75: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°16-6%. 106

Tabla 76: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°20-2%. 107

Tabla 77: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°20-4%. 108

Tabla 78: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°20-6%. 109

Tabla 79: Resultados de la capacidad ultima admisible del suelo y de las combinaciones de tamaño y proporción de partículas PET. 149

Tabla 80: Resultados del análisis de datos en C-01, de la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales. 150

Tabla 81: Resultados del CBR al 95% de la M.D.S. al 0.1" de penetración del suelo y de las combinaciones de tamaño y proporción de partículas PET. 152

Tabla 82: Resultados del análisis de datos en C-05, de la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales. 153

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Contenido de humedad del Suelo del AA.HH. 20 de Julio. 114

Figura 2: Curvas granulométricas del Suelo del AA.HH. 20 de Julio. 116

Figura 3: Límite líquido del suelo del AA.HH. 20 de Julio. 117

Figura 4: Límite plástico del suelo del AA.HH. 20 de Julio. 117

Figura 5: Gravedad específica de los sólidos del suelo del AA.HH. 20 de Julio. 118

Figura 6: Densidad insitu del suelo del AA.HH. 20 de Julio. 119

Figura 7: Resultados del ensayo de Corte Directo del suelo del AA.HH. 20 de Julio.. 120

Figura 8: Capacidad neta última de carga del suelo del AA.HH. 20 de Julio. 121

Figura 9: Máxima Densidad Seca del suelo del AA.HH. 20 de Julio..... 123

Figura 10: Valores de C.B.R. al 95% (0.1") del suelo del AA.HH. 20 de Julio. 125

Figura 11: Contenido de humedad de las combinaciones del suelo C-01 + PET. 127

Figura 12: Contenido de humedad de las combinaciones del suelo C-05 + PET. 127

Figura 13: Curva granulométrica del suelo C-01 + partículas PET. 129

Figura 14: Curva granulométrica del suelo C-05 + partículas PET. 130

Figura 15: Límite líquido del suelo C-01 + partículas PET. 131

Figura 16: Límite líquido del suelo C-05 + partículas PET. 131

Figura 17: Límite plástico del suelo C-01 + partículas PET. 132

Figura 18: Límite plástico del suelo C-05 + partículas PET. 132

Figura 19: Gravedad específica de las partículas PET. 133

Figura 20: Ángulo de fricción del suelo C-01 + PET. 134

Figura 21: Cohesión del suelo C-01 + PET. 134

Figura 22: Capacidad Neta Última de carga del suelo C-01 + partículas PET..... 135

Figura 23: Máxima Densidad Seca del suelo C-05 + Partículas PET. 136

Figura 24: Óptimo Contenido de Humedad de las combinaciones del suelo C-05 + PET. 137

Figura 25: C.B.R. al 95% (0.1") M.D.S. de las combinaciones del suelo C-05 + PET.138

Figura 26: Comparación de los resultados del contenido de humedad de la calicata C-01 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%. 140

Figura 27: Comparación de los resultados del contenido de humedad de la calicata C-05 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%. 141

Figura 28: Comparación de los resultados del análisis granulométrico de la calicata C-01 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%. 143

Figura 29: Comparación de los resultados del análisis granulométrico de la calicata C-05 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%. 144

Figura 30: Comparación de los resultados del corte directo de la calicata C-01 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%. 146

Figura 31: Comparación de los resultados del C.B.R. de la calicata C-05 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%. 147

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 01: ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL MATERIAL PROPIO. 171

ANEXO 02: ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL MATERIAL LUEGO DE ADICIONAR PET. 212

ANEXO 03: FICHA TÉCNICA DEL PET..... 312

ANEXO 04: HOJA TÉCNICA DE LA ARENA PARA ENSAYO DE DENSIDAD... 314

ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO 316

ÍNDICE DE ECUCACIONES

Ecuación 1: Contenido de humedad 34

Ecuación 2: Porcentaje retenido en cada tamiz 37

Ecuación 3: Gravedad especifica de los sólidos 44

Ecuación 4: Densidad del suelo 46

Ecuación 5: Volumen del hoyo en el suelo 46

Ecuación 6: Densidad seca del suelo 48

Ecuación 7: Corrección de área del molde en corte directo 52

Ecuación 8: Esfuerzo de corte 52

RESUMEN

La presente investigación determinó la influencia de la proporción y tamaño de partículas de PET (plástico triturado de botellas residuales) en la estabilización de suelos del AA.HH. 20 de Julio, distrito de Nuevo Chimbote.

Se realizaron cinco calicatas en la zona de estudio y ensayos físicos y mecánicos a las muestras más representativas, bajo normas CE-010, E-050, MTC y ASTM. Se empleó un diseño cuasi-experimental, clasificando el PET en tamaños N°10, N°16 y N°20, y proporciones de 2%, 4% y 6%.

Se evaluaron propiedades del suelo como granulometría, limite líquido y limite plástico, contenido de humedad, ángulo de fricción, cohesión, C.B.R. y capacidad admisible. La metodología permitió comparar el comportamiento del suelo antes y después de la adición de PET, el cual evidenció su potencial para mejorar sus propiedades.

Los resultados indicaron que el uso de partículas PET aumentó las propiedades en los suelos del AA.HH 20 de Julio. Para cimentaciones, la mejor dosificación fue 6% de PET tamaño N°16, incrementando el ángulo de fricción de 32,8° a 40,7°, con capacidad neta última de carga de 2,74 kg/cm² a 8,39 kg/cm². Para pavimentaciones, 6% de PET tamaño N°10 elevó el C.B.R. de 11% a 24,3%.

Se concluyó que el uso de partículas PET influyó significativamente en el suelo del AA.HH. 20 de Julio.

Palabras Clave: Partículas PET, Estabilización, Suelos.

ABSTRACT

This research determined the influence of the proportion and particle size of PET (crushed plastic from waste bottles) on soil stabilization in the AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote District.

Five test pits were conducted in the study area, and the most representative samples were subjected to physical and mechanical testing under CE-010, E-050, MTC, and ASTM standards. A quasi-experimental design was used, classifying PET into sizes #10, #16, and #20, and proportions of 2%, 4%, and 6%.

Soil properties such as particle size distribution, liquid and plastic limits, moisture content, friction angle, cohesion, CBR, and admissible capacity were evaluated. The methodology allowed for a comparison of soil behavior before and after the addition of PET, which demonstrated its potential for improving its properties. The results indicated that the use of PET particles increased the properties of the soils in the AA. HH. 20 de Julio. For foundations, the best dosage was 6% PET size No. 16, increasing the friction angle from 32.8° to 40.7°, with a net ultimate bearing capacity of 2.74 kg/cm² to 8.39 kg/cm². For paving, 6% PET size No. 10 increased the CBR from 11% to 24.3%.

It was concluded that the use of PET particles positively influenced the soil in the AA.HH. 20 de Julio.

Keywords: PET particles, Stabilization, Soils.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El uso de suelos de baja capacidad portante en proyectos de infraestructura representó un riesgo considerable para la estabilidad y durabilidad de cimentaciones y pavimentos. En muchos casos, se ejecutaron zapatas aisladas, losas de cimentación o pavimentos flexibles sobre sustratos que no cumplían con las condiciones geotécnicas adecuadas, lo cual generó asentamientos diferenciales, fisuración estructural y fallas prematuras (Das, 2022). Esta problemática se agravó cuando la subrasante presentó bajo valor de CBR, alta humedad natural o deficiente compactación, ya que dichas condiciones condujeron a deformaciones irreversibles, aparición de baches, fatiga estructural e inestabilidad funcional. (Little & Nair , 2009).

A nivel internacional, se documentaron múltiples casos de afectación estructural por ejecutar cimentaciones sobre suelos sin una caracterización adecuada. En Colombia, por ejemplo, la expansión urbana sobre depósitos mal graduados en la Sabana de Bogotá y el Valle de Aburrá generó patologías estructurales por asentamientos diferenciales en suelos de baja resistencia. Estos provocaron fisuras en muros, columnas y desviaciones estructurales detectadas pocos años después de la construcción (Vicente Amórtegui & Erasmo Garzón, 2024). En la vía Amagá–El Cinco, en Antioquia, el tránsito sobre suelos aluviales no estabilizados derivó en hundimientos localizados y deformaciones severas en la carpeta asfáltica (Vargas, y otros, s.f.).

En el contexto nacional, la situación fue particularmente crítica en las zonas urbanas informales de la costa peruana. La ocupación desordenada de terrenos arenosos y de baja cohesión generó un problema geotécnico estructural con elevada vulnerabilidad sísmica. Estos suelos, al carecer de cohesión y presentar bajos valores de CBR, no solo fallaron frente a cargas de tránsito, sino que además amplificaron las ondas sísmicas, elevando el riesgo de licuación y colapso de viviendas (Ruiz & Aurelio, 2022). En la región Piura, los pavimentos construidos sobre suelos

sin tratamiento previo manifestaron fallas severas, como ahuellamiento y fisuración por fatiga en forma de "piel de cocodrilo", debido a la incapacidad del suelo para disipar tensiones transmitidas por cargas cíclicas (Lindasol, 2023).

En el ámbito local, el centro poblado de Tangay, ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote (provincia del Santa, Áncash), presentó suelos predominantemente constituidos por arenas limosas (SM) y arenas mal graduadas (SP). Estos materiales ofrecieron baja cohesión y limitada capacidad de soporte, lo cual generó condiciones desfavorables tanto para cimentaciones superficiales como para estructuras viales. Esta condición se tradujo en la aparición de fisuras en viviendas, hundimientos en pavimentos y pérdida progresiva de funcionalidad de la infraestructura urbana (Lesly, 2021). Si bien estudios previos en zonas como en el AA.HH. Tierra Prometida (CERVERA, 2018). registraron una capacidad portante de 1.74 kg/cm² a 3 metros de profundidad, estos estos datos no pueden extrapolarse sin verificación, debido a posibles diferencias litológicas entre zonas colindantes. Esta incertidumbre subrayó la necesidad de realizar estudios experimentales para mejorar las propiedades del suelo local, sobre todo en contextos urbanos con alta exposición a cargas estáticas y dinámicas.

Las causas de esta problemática fueron múltiples y se entrelazaron en distintos niveles. Por un lado, el crecimiento urbano desordenado, impulsado por factores socioeconómicos, empujó a numerosos pobladores a ocupar suelos de baja calidad geotécnica y alto riesgo. Por otro lado, existió una carencia sistemática de estudios de mecánica de suelos, ya sea por falta de fiscalización municipal o por las limitaciones económicas que enfrentaron las familias, lo cual dificultó una adecuada evaluación técnica del terreno. Esta combinación de factores generó consecuencias graves: fallas estructurales prematuras, interrupciones funcionales en obras viales y edificaciones, elevados costos de reparación, y un entorno urbano de alta

vulnerabilidad sísmica que expuso la vida de los habitantes a un riesgo constante (Ruiz & Aurelio, 2022).

En ese contexto, esta investigación propone evaluar la influencia del suelo del AA. HH. 20 de Julio mediante la incorporación de partículas PET recicladas en diferentes tamaños (N.º 10, 16 y 20) y proporciones (2 %, 4 % y 6 %). A través de ensayos como corte directo y CBR, se obtendrán parámetros como resistencia al corte, cohesión y ángulo de fricción, fundamentales para el diseño de cimentaciones y pavimentos. El objetivo no solo es validar una alternativa sostenible para estabilizar suelos, sino también proporcionar información técnica clara que pueda ser aprovechada por los propios pobladores, quienes se encuentran en una etapa inicial de consolidación urbana. Al conocer con precisión las características del terreno y las posibles mejoras con adición de PET, se promueve una autoconstrucción más segura, responsable y alineada con principios de ingeniería sostenible. De este modo, la tesis representa una herramienta técnica accesible que contribuye al desarrollo urbano ordenado de zonas emergentes como este asentamiento humano.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cómo influye la proporción y tamaño de partículas PET para la estabilización de suelos del AA. HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son las propiedades físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote?
- ¿Cuáles son las características físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, con la adición de partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6%?
- ¿Cuál es la dosificación óptima de proporción y tamaño de partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6% que mejorará las propiedades físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la influencia de la Proporción y Tamaño de partículas PET para estabilización de suelos en AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las propiedades físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.
- Identificar las características físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, con la adición de partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6%.
- Establecer la dosificación óptima de proporción y tamaño de partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6% que mejorará las propiedades físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.

1.4 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

La proporción y el tamaño de partículas PET influye significativamente en la estabilización de suelos en AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.

1.5 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.5.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La presente investigación aportó al cuerpo de conocimientos en la ingeniería geotécnica mediante la generación de evidencia científica sobre la estabilización de suelos con materiales reciclados, en este caso, partículas de PET. Se fundamentó en principios mecánicos del comportamiento de suelos y en la aplicación de métodos experimentales normalizados, los cuales permitieron analizar variables fundamentales como la humedad, índice de plasticidad, granulometría, peso específico, densidad insitu, cohesión, ángulo de fricción, capacidad portante, máxima densidad seca, optimo contenido de humedad y CBR. El estudio contribuyó al desarrollo teórico de soluciones sostenibles, ofreciendo una base para investigaciones futuras que integren materiales alternativos en el mejoramiento de suelos en zonas urbanas en expansión.

1.5.2 JUSTIFICACIÓN TÉCNICA

El crecimiento acelerado del AA.HH. 20 de Julio en Nuevo Chimbote evidencia una necesidad urgente de caracterización geotécnica del suelo local, dada la ausencia de estudios previos. La falta de datos confiables sobre su capacidad portante puede conllevar a diseños estructurales inadecuados o costosos. Esta tesis ofreció un análisis detallado de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, evaluando el efecto de la adición de PET reciclado en diferentes tamaños y proporciones, lo que permitió establecer criterios técnicos confiables para el diseño de cimentaciones y obras viales en la zona. El enfoque metodológico aseguró resultados reproducibles y aplicables en contextos similares.

1.5.3 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

El estudio respondió a una necesidad directa de la población del AA.HH. 20 de Julio, ya que proporciona herramientas para garantizar obras seguras y duraderas en un contexto urbano en expansión. La caracterización adecuada del suelo permitió prevenir fallas estructurales que

podrían poner en riesgo a los habitantes. Asimismo, al introducir una solución de bajo costo basada en residuos reciclados, se promovió la equidad en el acceso a infraestructura segura, alineando los resultados del estudio con el desarrollo urbano sostenible y la mejora de la calidad de vida de los residentes.

1.5.4 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

La incorporación de partículas recicladas de tereftalato de polietileno (PET) como aditivo estabilizador abordó directamente el problema de acumulación de residuos plásticos. Esta investigación promovió una alternativa sostenible al uso de estabilizantes convencionales como el cemento, reduciendo el impacto ambiental derivado de su producción. Al evaluar la viabilidad del PET como estabilizador, el estudio fomentó la reutilización de materiales de desecho, alineándose con los principios de economía circular y sostenibilidad ambiental, sin comprometer el desempeño geotécnico del suelo intervenido.

1.5.5 IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

El valor de esta investigación radica en su capacidad para integrar conocimientos científicos con aplicaciones prácticas en el contexto de la ingeniería geotécnica. Su aporte trasciende el análisis de laboratorio, al generar criterios que pueden ser replicados en otras zonas con condiciones similares. Asimismo, amplía el campo de estudio sobre materiales alternativos sostenibles, aportando datos experimentales que fortalecen futuras líneas de investigación en mejoramiento de suelos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1 INTERNACIONAL

Cardoso, Andres y Rojas, Emerson (2023). En su investigación titulada: "MEJORAR LA CAPACIDAD DE SOPORTE DE LA SUBRASANTE DE UNA VÍA DE SEGUNDO ORDEN EN EL MUNICIPIO DE SUÁREZ, TOLIMA, A TRAVÉS DE LA UTILIZACIÓN DE MATERIAL RECICLADO PET (POLIETILENO TEREFTALATO)" a través de una investigación experimental tuvo como objetivo evaluar el comportamiento del material reciclado PET como aditivo estabilizante para mejorar la capacidad de soporte de la subrasante de la vía de segundo orden que comunica los municipios de Suárez y Purificación, Tolima, en la vereda Batatas, sector El Boquerón. Posteriormente, realizaron los ensayos in situ y laboratorio, correspondientes a: Contenido de humedad, Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR, y sus respectivos análisis. Se adicionó hojuelas de PET, en porcentajes de 5% y 10%. arrojando resultados que en ambos suelos aplicando el 5% de PET, aporta mayor capacidad de soporte aumentando hasta un 87,61%.

Celi Yanchapanta Kevin (2021). En su tesis de nombre "ESTABILIZACIÓN DE SUELOS GRANULARES DE SUBRASANTE CON FINOS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET), POLIPROPILENO (PP) Y POLIETILENO (PE)" a través de un método experimental tuvo como objetivo analizar la capacidad de soporte (CBR) de suelos de subrasante mediante la adición de finos de tereftalato de polietileno (PET), polipropileno (PP) y polietileno (PE) con el fin de conseguir una mayor estabilidad. Se realizó la extracción de 3 muestras representativas de suelos granulares localizados en las parroquias de Montalvo, Juan Benigno Vela e Izamba del cantón Ambato en Ecuador. Posteriormente se realizaron los ensayos de Contenido de humedad, Densidad de campo, Gravedad específica, Granulometría, Límites de Atterberg, Proctor modificado y CBR. Para las muestras de ensayos Proctor y CBR, se adicionó

PET, PP, PE en porcentajes de 3%, 6%, 9%, 12% y 15% para comparar con la muestra sin adición. Concluyó, que, al añadir finos de Tereftalato de Polietileno (PET), Polipropileno (PP) y Polietileno (PE) a la subrasante natural el valor de CBR incrementa hasta un 6.9%, consiguiendo de esta manera una estabilización de la subrasante de 57% al añadir el 3.6% (Izamba), 4.2% (Juan Benigno Vela) y 7.8% (Montalvo) a su muestra seca con relación al peso.

2.1.2 NACIONAL

Pacheco Lindasol y Vera Linet (2023). En la tesis: "ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023". A través de esta investigación aplicada tuvo como objetivo fundamental analizar la influencia de la dosificación de 1 %, 2.5%. 5% y 7% de polietileno de tereftalato reciclado (PET) en la estabilización de suelos arenosos a nivel de subrasante en pavimentos. Se recolectó el material de 8 calicatas de la carretera de Tercera clase ubicada en la Prolongación Av. 1 de Alto Trujillo, con una longitud aproximada de 3.7 km. Se realizaron ensayos clasificación de suelo, límites de Atterberg, ensayos de compactación como Proctor modificado y CBR para el suelo natural y al suelo con adición de PET. Concluyendo que con la adición de PET en 1 %, 2.5 %, 5 % y 7 % mejorando las propiedades mecánicas del suelo arenoso, se obtuvo un CBR al 95 % de la máxima densidad seca de 6.55 %, 10.76 %, 17.38 % y 7.78 % en comparación con el suelo natural que arrojó 5.95 %, mejorando hasta un 192.1%

Astorayme Leo y Ramón Franco (2021). En la tesis "ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL SUELO ARCILLOSO REFORZADO CON PET PARA OBRAS GEOTÉCNICAS, PROVENIENTE DE BOTELLAS PLÁSTICAS RECICLADAS, EN ELDISTRITO DE RICURICOCHA -TARAPOTO" el tipo de investigación fue descriptivo y tuvo como objetivo de evaluar comportamiento mecánico de un suelo arcilloso mezclado con PET triturado al 5%, 10% y 20% en la provincia de Tarapoto, y

de esa manera determinar su influencia del comportamiento mecánico de dichos suelos. Se llevaron a cabo ensayos de Proctor estándar (densidad – humedad), corte directo (ángulo de fricción y cohesión), limite líquido, limite plástico y granulometría; y por último el análisis de los resultados. Concluyendo que con 5% de PET muestra un incremento de la resistencia al corte en 10% bajo un esfuerzo normal de 1.0 kg/cm2, la mezcla con 10% de PET muestra un menor incremento de 4%. Sin embargo, la mezcla con 20% de PET presentó un incremento de 6%, 21% y 22% bajo un esfuerzo normal de 0.5 kg/cm2, 1.0 kg/cm2 y 2.0 kg/cm2, respectivamente.

2.1.3 LOCAL

Mariños Daniela y Pérez Lesly (2021). En su tesis de pregrado "EFECTO DE LA ADICIÓN DE POLÍMEROS RECICLADOS PET EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA SUBRASANTE DEL AA. HH LAS FLORES (KM 3) - C.P. TANGAY, NUEVO CHIMBOTE – 2021". la cual presenta una investigación Aplicada, tuvo como objetivo determinar la influencia de al adicionar polímeros PET reciclados para la mejora de las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante. Adicionando polímeros PET, en porcentajes de 7%, 11% y 13 % en peso, a la muestra extraída mediante calicatas a una profundidad de 1.50 m, en las progresiva Km 6+200 – Km 9+200, la cual es de trocha carrozable. Realizaron ensayos de laboratorio como: Proctor y CBR mediante las normas de ASTM y MTC. Los autores llegaron a la conclusión de que el índice de CBR más alto se logró al agregar un 11% de polímeros PET al suelo natural, obteniendo un aumento del 63% y 64% en comparación con el valor obtenido del suelo natural.

Aquino Hans y Miranda Bryan (2021). Ambos autores de la tesis titulada "ESTABILIZACIÓN DE PISTA NO PAVIMENTADA USANDO PET RECICLADO EN EL ASENTAMIENTO HUMANO SANTA ROSA DEL SUR – NUEVO CHIMBOTE – ANCASH - 2021". A través de una investigación Aplicada y un enfoque Cuantitativo, tuvo como objetivo determinar la influencia del PET reciclado en la estabilización del suelo en el Asentamiento Humano Santa Rosa del Sur – Nuevo Chimbote. Se obtuvieron muestras en 12 puntos (calicatas) de la zona usando como referencia la norma CE 010 "Pavimentos Urbanos", luego realizaron los ensayos de "Análisis Granulométrico" (MTC E-107), "Determinación del contenido de Humedad de un Suelo" (MTC E-108), "Límites de Atterberg" (MTC E-111), "Ensayo de Proctor Modificado" (MTC E-115), "Ensayo de CBR" (MTC E-132), y se determinó que el porcentaje optimo del PET para adicionar al suelo patrón es de 5% el cual aumento un 288.3% en su CBR, concluyendo que, si es aplicable estabilizar el suelo con material de PET reciclado, pero teniendo en cuenta y respetando la adición correcta.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 TEREFTALATO DE POLIETILENO (PET)

El PET, o tereftalato de polietileno, es un tipo de polímero que se utiliza comúnmente en la fabricación de plásticos. Es conocido por su resistencia, ligereza y durabilidad. Se utiliza principalmente para producir botellas de bebidas, envases de alimentos y textiles, entre otros productos (Envaselia, 2023).

a. Propiedades y características

- Alta resistencia al desgaste: Esta propiedad es relevante si el PET reciclado se utiliza como parte de una mezcla de suelo para mejorar su resistencia a la abrasión o al desgaste bajo condiciones de carga.

- Muy buen coeficiente de deslizamiento: Este aspecto puede influir en la fricción interna del suelo, especialmente si se utiliza PET reciclado en mezclas con suelos para mejorar su comportamiento en términos de estabilidad y resistencia al corte.
- Buena resistencia química y térmica: En la estabilización de suelos, la resistencia química y térmica del PET reciclado podría ser beneficiosa, especialmente en ambientes con alta variabilidad térmica o exposición a sustancias químicas que puedan afectar la estabilidad del suelo.
- Muy buena barrera a CO2, aceptable barrera a O2 y humedad: Esta propiedad es importante si el PET reciclado se utiliza en suelos para controlar la humedad o mejorar la retención de gases en suelos, lo que puede afectar el comportamiento físico y mecánico del material.
- Reciclable, aunque tiende a disminuir su viscosidad con la historia térmica: Si se utiliza PET reciclado en mezclas de suelos, es importante entender cómo las propiedades del PET cambian con el tiempo y el reciclaje, especialmente si las condiciones térmicas o el proceso de reciclaje afectan su rendimiento en el suelo.
- Excelentes propiedades mecánicas: El PET reciclado tiene propiedades mecánicas que podrían mejorar las características de carga y resistencia en suelos, particularmente en términos de compresión, tensión o resistencia al corte.
- Biorientable, cristalizable y liviano: Estas propiedades pueden ser importantes si el PET reciclado se utiliza para modificar la estructura del suelo, haciéndolo más ligero y posiblemente más fácil de manejar durante la construcción o la estabilización del terreno.

b. Reciclaje PET

El reciclaje del PET empezó en 1975 y hoy en día es el plástico más reciclado en todo el mundo. Se puede reciclar por completo y utilizar de muchas maneras, como para hacer nuevas botellas,

ropa de polar, fibras, alfombras, envases de PET o incluso ropa deportiva, como los uniformes de fútbol creados por Nike para la Copa Mundial de la FIFA en Brasil 2014.

Algunos estudios han demostrado que, al reciclar el PET, se puede mejorar aún más su impacto ecológico, que ya es positivo. Además, producir una tonelada de PET reciclado limpio en lugar de PET virgen ahorra 14,067 kWh de energía y reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en 6,700 kg (Brandt & Pilz, 2021).

El uso de PET reciclado para estabilizar suelos es una práctica que puede ganar atención en el ámbito de la ingeniería civil y la construcción debido a sus beneficios medioambientales y técnicos (Bisma Khalid, Fahad Alshawmar, 2024).

c. Tipos de PET Reciclado (rPET)

- rPET Post-consumo: Proviene de productos usados, como botellas y envases. Se utiliza en nuevas botellas, envases, y textiles.
- rPET Post-industrial: Se origina de residuos generados en la fabricación de PET. Se usa en productos industriales y textiles.
- rPET de Alta Calidad: Es reciclado para cumplir con los estándares de seguridad alimentaria. Se utiliza para nuevas botellas de alimentos y bebidas.
- rPET de Baja Calidad: Proviene de residuos más contaminados y se usa en aplicaciones técnicas como textiles y componentes de construcción.
- rPET Biodegradable: Mezclado con aditivos biodegradables, se usa en productos de un solo uso con menor impacto ambiental.
- rPET Biorientado (rBOPET): PET reciclado estirado en dos direcciones, usado en envases de alta resistencia y películas para embalaje.

2.2.2 SUELO

En términos de Ingeniería Civil, el suelo se considera un material complejo y no consolidado que se origina a partir de la descomposición de las rocas debido a la intemperie. Las partículas que componen el suelo pueden variar en tamaño, desde pequeñas como centímetros hasta grandes rocas. Este material abarca componentes como rocas, arena, arcilla, grava y limo. Todas las edificaciones se fundamentan en el suelo, y para diseñar estructuras que sean seguras y resistentes, se establecen diversas propiedades, teorías y métodos relacionados con el comportamiento del suelo (Constructivo, 2023).

a. Comportamiento Físico

Se relaciona con las características observables del suelo, como su textura, estructura y composición. Estas propiedades afectan cómo el suelo se comporta bajo diferentes condiciones, como la carga aplicada y la presencia de agua.

b. Comportamiento Mecánico

Se refiere a la capacidad del suelo para soportar cargas y deformarse sin fallar. Esto incluye la resistencia al corte, que es crucial para determinar la estabilidad de las estructuras, y la compresibilidad, que indica cómo el suelo se compacta bajo carga.

2.2.3 SUBRASANTE

La subrasante es la superficie preparada de una carretera después de haber realizado las labores de corte y relleno durante el movimiento de tierras. Esta capa sirve de soporte para la construcción de la estructura del pavimento o la aplicación del afirmado. La subrasante es la base sobre la que se asienta el pavimento y constituye una parte del prisma de la carretera, localizada entre el terreno natural nivelado y la estructura del pavimento (Finanzas, 2015).

2.2.4 PAVIMENTO

El pavimento se construye mediante diferentes capas, cada una con un rol específico para mantener el suelo en buen estado. Estas capas tienen el propósito de crear una superficie duradera y segura para el tránsito de vehículos, así como de transferir las cargas al suelo que se encuentra debajo. Para su diseño y construcción, es esencial entender la mecánica de suelos y las cargas que tendrán que soportar para asegurar su eficacia y durabilidad a lo largo del tiempo (Safoura Salehi, Mhrdad ArashPour, Ross Guppy, 2021).

2.2.5 ESTABILIZACIÓN

El término estabilización del suelo abarca diversas técnicas físicas, químicas, mecánicas o biológicas, así como combinaciones de ellas, destinadas a modificar un suelo natural para fines de ingeniería. Este proceso tiene como objetivo mejorar las propiedades del suelo, aumentando su capacidad de carga, resistencia a la tracción y desempeño en subsuelos, arenas y materiales de desecho. La estabilización se aplica cuando el suelo bajo una estructura no es lo suficientemente adecuada para soportar la carga. Estos métodos ayudan a disminuir la permeabilidad y compresibilidad del suelo, incrementan su resistencia al corte y a la flexión, y son fundamentales para controlar el asentamiento en proyectos de carreteras y obras de construcción (Geopolymer Solutions , 2023).

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1 AGENTE ESTABILIZADOR

Un producto estabilizador de suelo es un material que se combina con el suelo con el fin de potenciar sus características y comportamiento. Para su aplicación, es necesario combinar de manera íntima y uniforme con el suelo que se va a tratar. (Sanchez, 2023)

2.3.2 PROPIEDADES FÍSICAS

Se refiere a todos los atributos índices del terreno, que facilitan su clasificación. (García, 2024)

2.3.3 PROPIEDADES MECÁNICAS

Se refieren a las que inciden en su resistencia y habilidad para transmitir y resistir fuerzas o deformidades. Dentro de estas se incluyen: Ángulo de fricción, Presión de expansión, Capacidad Portante. (Torres, 2023)

2.3.4 ARENAS

La arena consiste en fragmentos dispersos de tamaño reducido de rocas y minerales. (Távara, 2023)

2.3.5 CALICATAS

Una calicata es un método de exploración que implica el análisis de un terreno a través de una excavación o perforación de profundidad baja o media con el fin de recolectar muestras de tierra**.** (Avilés, 2024)

2.3.6 CARRETERA

Es un camino de transporte de propiedad y uso público, proyectado y edificado principalmente para permitir el tránsito de vehículos. (Padilla, 2024)

2.3.7 COMPACTACIÓN

El proceso de compactación del suelo ocurre cuando la porosidad del suelo disminuye y se consolida, obstaculizando así la circulación de agua y aire. (Perez, 2024)

2.3.8 CONTENIDO DE HUMEDAD

Es el volumen de agua presente en el terreno, tanto en su superficie como en sus poros, podría manifestarse como un porcentaje. (Chavez, 2023)

2.3.9 CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

El contenido de humedad óptimo puede referirse a la humedad ideal de compactación en un suelo. (Chavez, 2023)

2.3.10 SATURACIÓN

Se refiere al nivel de agua del suelo cuando casi todos los espacios se encuentran repleto de agua. (Rodriguez, 2023)

2.3.11 INMERSIÓN

La inmersión hace referencia a la acción de incorporar o incorporar algo en un fluido, en este caso el agua. (Tarazona, 2024)

2.3.12 CAPACIDAD ADMISIBLE

Es la carga máxima que puede soportar un terreno bajo un asentamiento controlado y aceptable. (Nuñes, 2024)

2.3.13 MARCO NORMATIVO

a. Manual de ensayo de Materiales – Ministerio de Transporte y Comunicaciones

El "Manual de Ensayo de Materiales", creado por el Ministerio de Transporte y Comunicaciones de Perú, que obtuvo su aprobación en 2016 mediante el RD-N°18-2016-2016-MTC/14, se expone en cinco apartados y detalla 133 métodos de ensayo, centrado en la valoración de suelos y otros materiales pertinentes al transporte. Este informe es crucial para asegurar la calidad de los materiales empleados en proyectos de infraestructura y vial. Es aconsejable revisar el manual oficial para adquirir datos precisos y al día.

b. NT. CE 020 Estabilización de Suelos y Taludes – Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

La Norma Técnica CE 020 para la Estabilización de Suelos y Taludes, emitida por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, dicta las medidas técnicas esenciales para incrementar la resistencia de los suelos y la estabilidad de los taludes a través de técnicas adecuadas de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones (D.S. N° 017-2012-VIVIENDA).

c. Manual de carreteras – Especificaciones Técnica Generales para la Construcción – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

El "Manual de Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción" constituye un componente esencial de los manuales de carreteras dictados por el Reglamento Nacional del Ministerio de Transportes y Comunicaciones en Perú. Este manual se renueva regularmente, siendo la versión RD N° 22-2013 la versión RD N° 22-2013.

d. Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

El "Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones es una obra que orienta el diseño y la edificación de vías y caminos, centrándose en elementos como la categorización de terrenos, la valoración geológica y las especificaciones técnicas para pavimentos. Este manual es un componente de las directrices para garantizar la calidad y seguridad de las infraestructuras de carreteras.

e. N. E - 050 Suelos y Cimentaciones

La Norma Técnica E.050 "Suelos y Cimentaciones" establece las pruebas y procesos vinculados con el comportamiento del suelo y las estructuras de cimentación, que va con las evaluaciones de carga y deben ser realizadas previamente por un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS).

f. NORMATIVA ASTM

La normativa ASTM en suelos y cimentaciones define procedimientos técnicos para la clasificación, prueba y diseño de suelos y cimentaciones en la ingeniería geotécnica. Estas normativas se mantienen constantemente actualizadas, garantizando la calidad, seguridad y eficiencia de las construcciones. Aseguran uniformidad, precisión y buenas prácticas en proyectos de infraestructura.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE

Esta investigación tuvo un enfoque **CUANTITATIVO** porque se evaluó de forma objetiva a sus variables, registrando sus valores mediante el uso de instrumentos técnicos para la recopilación de datos.

3.2 MÉTODO

3.2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de tipo **APLICADA**, ya que se orientó a emplear conocimientos técnicos de la ingeniería civil para mejorar el comportamiento geotécnico del suelo natural del AA.HH. 20 de Julio mediante una técnica alternativa de estabilización con partículas PET.

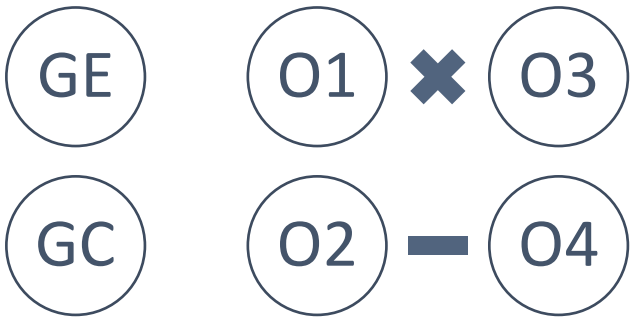
3.2.2 ALCANCE DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación fue tipo **EXPLICATIVA**, ya que se evaluó el efecto que tiene la adición de partículas PET recicladas, en diferentes proporciones y tamaños, sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo natural del AA.HH. 20 de Julio, en el distrito de Nuevo Chimbote.

3.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La investigación fue de naturaleza **CUASI-EXPERIMENTAL** ya que se manipularon de manera controlada las variables independientes (proporción y tamaño de partículas PET) para evaluar sus efectos sobre las propiedades físicas y mecánicas del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

Diseño Cuasi-experimental



Donde:

- GE: grupo experimental
- GC: grupo control
- x: estímulo
- -: ausencia de estímulo
- O1 y O2: observaciones de la variable dependiente pre estímulo
- O3 y O4: observaciones de la variable dependiente post estímulo

3.4 POBLACIÓN

La población estuvo conformada por la totalidad del suelo natural del AA.HH. 20 de Julio, ubicado en el distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, departamento de Áncash. Sin embargo, debido a restricciones logísticas y de acceso a propiedades privadas, el estudio se realizó en los suelos ubicados específicamente en vías locales del AA.HH. 20 de Julio.

3.5 MUESTRA

La muestra de estudio estuvo conformada por el suelo extraído de cinco (05) puntos de exploración estratégicos, denominados calicatas (C-01 a C-05). De este conjunto, se seleccionaron muestras alteradas obtenidas a profundidades específicas, según el objetivo del análisis:

- Para el análisis con fines de cimentación, se extrajeron una muestra de la calicata C-01 y C-02 a una profundidad de 3.00 metros.
- Para el análisis con fines de pavimentación, se extrajo una muestra de la calicata C-03, C-04 y C-05 a una profundidad de 1.50 metros.

El tamaño de la muestra, n=5, no se basó en un cálculo estadístico, sino en el criterio de saturación teórica y representatividad. Se determinó que cinco puntos de exploración, distribuidos en el área de estudio, eran suficientes para:

- Capturar la Variabilidad: Evaluar si el perfil del suelo era homogéneo o si existían variaciones significativas en el subsuelo del asentamiento.
- Alcanzar la Saturación: Tras la excavación de las cinco calicatas se observó una notable consistencia en el perfil estratigráfico (predominancia de arenas mal graduadas). Esto sugirió que la adición de más puntos de exploración probablemente no aportaría información nueva o sustancialmente diferente para los fines de la presente investigación.

El AA.HH. 20 de Julio se ubica sobre una llanura costera de origen eólico y marino, típica del distrito de Nuevo Chimbote, conformada por depósitos cuaternarios de arenas finas sueltas y limos con escasa consolidación.

La topografía del sector es regularmente plana, con una altitud aproximada de 15 m.s.n.m., condición que limita parcialmente el drenaje natural de las aguas superficiales. De acuerdo con la planificación urbana, la zona mantiene una zonificación de uso residencial con densidad media (RDM).

El clima en el AA.HH. 20 de Julio es árido cálido, caracterizado por una elevada humedad atmosférica y precipitaciones prácticamente nulas, con la excepción de eventos extraordinarios asociados al Fenómeno El Niño. Dentro de estas condiciones, es notable la frecuente y densa cubierta de nubes bajas, particularmente durante los meses de otoño e invierno. Asimismo, el régimen de vientos es un elemento dominante, con brisas marinas constantes provenientes del suroeste que incrementan su velocidad por las tardes. Estos vientos no solo influyen en la temperatura local, sino que constituyen un agente geológico activo, responsable del transporte y depósito continuo de partículas finas de arena sobre la superficie del área de estudio.

3.6 MUESTREO

Se optó por un muestreo no probabilístico por conveniencia en lugar de un método probabilístico (aleatorio) por razones de eficiencia y efectividad para los objetivos de esta investigación geotécnica. Un muestreo aleatorio podría haber asignado puntos de exploración en lugares inaccesibles (dentro de viviendas), inseguros (cerca de redes de servicios) o sobre zonas no representativas (rellenos de desmonte).

3.7 CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para sistematizar la aplicación del muestreo por juicio y asegurar la validez de las muestras, se establecieron las siguientes reglas de selección:

3.7.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Geográficos: Puntos ubicados dentro de los límites del AA.HH. "20 de Julio".
- De Accesibilidad: Zonas localizadas en vías locales, libres de interferencias de servicios públicos (agua, desagüe, etc.) y seguras para la excavación manual.
- De Representatividad: Puntos que a simple vista no presentaban anomalías como desmonte o contaminación, sugiriendo que el suelo a excavar sería característico de la zona.

3.7.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- De Ubicación: Se descartó cualquier punto localizado dentro de una propiedad privada, jardines, bermas o sobre veredas.
- De Condición Superficial: Se excluyeron áreas con presencia de basura o material orgánico.
- Estratigráficos: Se descartaron las capas superficiales de afirmado o material de base granular preexistente. La muestra se obtuvo siempre del suelo natural subyacente a estas capas.

3.8 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis estuvo constituida por el suelo natural del AA.HH. 20 de Julio, ensayado en laboratorio y adicionalmente 18 combinaciones de proporción (2%, 4%, 6%) y tamaño de partículas PET (N°10, N°16, N°20): 9 para cimentación y 9 para pavimentación, de acuerdo a las condiciones técnicas definidas para cada tipo de intervención.

3.9 VARIABLES DE ESTUDIO

3.9.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Proporción y tamaño de partículas PET.

3.9.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Estabilización del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.

3.10 OPERACIONALIZACIÓN O CATEGORIZACIÓN DE LA VARIABLE

3.10.1 DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LA VARIABLE

a. Variables Independientes

- Tamaño de Partículas PET: Tamaño específico del material plástico (PET) obtenido mediante la trituración de botellas recicladas.
- Proporción de Partículas PET: Cantidad específica de material plástico (PET) obtenido de la trituración de botellas recicladas.

b. Variable Dependiente

Estabilización suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote: Proceso en el que un suelo va adquiriendo suficiente resistencia como para no sufrir grandes deformaciones ni desgastes excesivos a través del tiempo.

3.10.2 DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LA VARIABLE

a. Variables Independientes

- Tamaño de Partículas PET: Se clasificaron las partículas PET de tamaño máximo de

4.75 mm y retenidas en los tamices N°10, N°16, N°20 aplicadas en laboratorio.

- Proporción de Partículas PET: Se incorporaron partículas de PET reciclado en proporciones de 2%, 4% y 6% sobre el peso seco total de la muestra de suelo.

b. Variable Dependiente

Estabilización del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote: Se identificará las propiedades físicas y mecánicas del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote. Posteriormente se analizarán las propiedades físicas y mecánicas al adicionar partículas PET en 2%, 4% y 6% de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20.

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
TITULO	**PROBLEMA**	**OBJETIVOS**	**HIPOTESIS**	**VARIABLES**
"INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTICULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	**GENERAL**	**GENERAL**	**GENERAL**	**INDEPENDIENTE**
	¿Cómo influye la proporción y tamaño de partículas PET para la estabilización de suelos del AA. HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote?	Evaluar la influencia de la Proporción y Tamaño de partículas PET para estabilización de suelos en AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote	El tamaño y proporción de partículas PET influye positivamente en la estabilización de suelos en AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.	PROPORCION Y TAMAÑO DE PARTICULAS PET
	ESPECÍFICOS	**ESPECÍFICOS**	**ESPECÍFICOS**	**DEPENDIENTE**
	¿Cuáles son las propiedades físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote?	Determinar las propiedades físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.	-	ESTABILIZACIÓN DEL SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE
	¿Cuáles son las características físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, con la adición de partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6%?	Identificar las características físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, con la adición de partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6%.		
	¿Cuál es la dosificación óptima de proporción y tamaño de partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6% que mejorará las propiedades físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote?	Determinar la dosificación óptima de proporción y tamaño de partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6% que mejorará las propiedades físicas (clasificación de suelos, contenido de humedad) y mecánicas (Proctor modificado, CBR, expansión, límites de consistencia, corte directo) del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.		

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
VARIABLES	**DEFINICIÓN CONCEPTUAL**	**DEFINICIÓN OPERACIONAL**	**DIMENCIÓN**	**INDICADOR**	**INSTRUMENTO DE MEDICION**	**ESCALA DE MEDICIÓN**
INDEPENDIENTE						
PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTICULAS PET	Tamaño especifico de material plasticos transparente obtenido de la trituración de botellas recicladas (Ecoembes,2021).	Se clasificaron las partículas PET de tamaño maximo de 4.75 mm y retenidas en los tamices N°10, N°16, N°20 aplicadas en laboratorio.	Propiedades Físicas	Tamaño nominal de malla ASTM	Juego de tamices normalizados ASTM E11 : N°4,N°10, N°16, N°20	Razón
	Cantidad especifica de material plasticos transparente obtenido de la trituración de botellas recicladas (Ecoembes,2021).	Se incorporaron particulas PET reciclado en proporciones de 2%, 4% y 6% sobre el peso seco total de la muestra de suelo.	Propiedades Físicas	Porcentaje de adición	Balanza de precisión de laboratorio	
DEPENDIENTE						
ESTABILIZACIÓN DEl SUELO DEL AA.HH. 20 DE JULIO.	Proceso en el que un suelo va adquiriendo suficiente resistencia como para no sufrir grandes deformaciones ni desgastes excesivos a través del tiempo (Rivera, 2020).	Se identificará las propiedades físicas y mecánicas del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote. Posteriormente se analizarán las propiedades fisicas y mecánicas al adicionar particulas PET en 2%, 4% y 6% de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20.	Propiedades Físicas	Granulometrá, gravedad específica, densidad seca, humedad,	Ensayo de analisis granulometrico (ASTM D6913 / D6913M - 17). Ensayo de Limite liquido y limite plastico (ASTM D4318 - 17). Ensayo de contenido de humedad (ASTM D2216- 19). Ensayo de cono de arena (ASTM D1556/D1556M-15e1). Ensayo de corte directo (ASTM D3080/D3080M-23). Ensayo de gravedad específica(ASTM D854-14). Ensayo Proctor modificado ASTM D1557-12(2021). Ensayo CBR (ASTM D1883-21).	Razón
			Propiedades Mécanicas	CBR(%), ángulo de fricción, cohesión, capacidad portante		

3.11 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.11.1 DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE.

a. Técnicas

Ensayos de laboratorio

b. Instrumentos

- MTC E 105 – Obtención en laboratorio de muestras representativas (cuarteo).
- MTC E 108 – Determinación del contenido de humedad de un suelo.
- ASTM D6913/D6913M-17 – Métodos de prueba estándar para la distribución del tamaño de partículas(gradación) de suelos mediante análisis de tamiz.
- MTC E 110 – Determinación del límite líquido de los suelos.
- MTC E 111 – Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)
- ASTM D854-14 – Método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo.
- ASTM D1556/D1556M-15e1 – Método de prueba estándar para la densidad y el peso unitario del suelo en el lugar mediante el método del cono de arena
- ASTM D3080/D3080M-23 – Método de prueba estándar para la prueba de corte directo de suelos en condiciones de drenaje consolidado
- ASTM D1557-12(2021) – Métodos de prueba estándar para las características de compactación utilizando un esfuerzo modificado del suelo en laboratorio (56 000 ft lbf/ft3 (2700 kn-m/m3))
- ASTM D1883-21 – Método de prueba estándar para la relación de carga de california

(CBR) de suelos compactados en laboratorio.

3.11.2 IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, CON LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS PET DE TAMAÑO MÁXIMO DE 4.75 MM RETENIDOS EN LOS TAMICES N°10, N°16, N°20 EN PORCENTAJES DE 2%, 4% Y 6%.

a. Técnicas

Ensayos de laboratorio

b. Instrumentos

- MTC E 108 – Determinación del contenido de humedad de un suelo.
- ASTM D6913/D6913M-17 – Métodos de prueba estándar para la distribución del tamaño de partículas(gradación) de suelos mediante análisis de tamiz.
- MTC E 110 – Determinación del límite líquido de los suelos.
- MTC E 111 – Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)
- ASTM D854-14 – Método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo.
- ASTM D3080/D3080M-23 – Método de prueba estándar para la prueba de corte directo de suelos en condiciones de drenaje consolidado
- ASTM D1557-12(2021) – Métodos de prueba estándar para las características de compactación utilizando un esfuerzo modificado del suelo en laboratorio (56 000 ft lbf/ft3 (2700 kn-m/m3)).

3.11.3 DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET QUE MEJORARÁ LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE.

a. Técnicas

Método de análisis de datos de laboratorio.

b. Instrumentos

Programa Microsoft Excel.

3.12 PROCEDIMIENTO

3.12.1 OBTENCIÓN DEL MATERIAL DE ESTUDIO

a. Obtención de fibras PET reciclado

Para la obtención de las fibras de polietileno tereftalato (PET) reciclado de 4.75 mm de tamaño máximo se obtuvieron en calidad de compra de la empresa PETISA, se hizo el pedido a esta empresa debido a que venden fibras PET reciclado triturado.

Las fibras de PET reciclado obtenidas de 4.75 mm de tamaño máximo se tuvieron que tamizar mediante las mallas Nº10, Nº16 y Nº20.

En base a revisión bibliográfica se optó por trabajar con incorporaciones de 2%, 4%, 6%.

b. Obtención del suelo

A través de las mediciones en campo y el plano de ubicación del AA.HH. 20 de Julio, determinamos que el AA.HH. 20 de Julio se encuentra compuesta por dos manzanas de 60 lotes cada una, cada lote con medidas de 6 metros y 18 metros, la manzana A' y la manzana B', dos calles perimetrales y una calle dentro del AA.HH. 20 de Julio.

- Área de edificaciones: 14688 m2
- Área de pavimentación: 5370.3 m2

c. Muestreo

Las muestras fueron tomadas en campo, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1: Muestras tomadas en campo.

TOMA DE MUESTRAS EN CAMPO					
Profundidad (m)	CALICATA				
	C-01	C-02	C-03	C-04	C-05
0.00 - 0.20	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01
0.20 - 1.50	M-02	M-02	M-02	M-02	M-02
1.50 - 3.00	M-03	M-03			

3.12.2 DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE.

a. MTC E 105 – Obtención de muestras representativas en laboratorio (cuarteo).

Con el propósito de asegurar que la muestra extraída en el laboratorio refleje fielmente las características de la muestra recibida, se realizó este ensayo siguiendo los procedimientos establecidos para la obtención adecuada de la cantidad requerida.

Equipos y materiales:

- Cuarteador o instrumento para separar muestras.
- Cucharón metálico.
- Varilla metálica.

Procedimiento:

- La muestra, de aproximadamente 20 kg, se colocó sobre una superficie firme, plana y libre de impurezas.
- Se mezcló completamente y se repitió el proceso cuatro veces para formar un montículo con forma de cono.
- El montículo cónico se extendió cuidadosamente y se niveló para obtener una base circular.
- El material fue dividido en cuatro partes iguales, retirando dos porciones diagonales.
- Finalmente, las dos partes restantes se mezclaron de forma sucesiva, repitiendo este procedimiento hasta alcanzar la cantidad de muestra necesaria.

b. MTC E 108 – Determinación del contenido de humedad de un suelo.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular el contenido de humedad de las muestras de suelos extraídas del AA. HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, expresado como porcentaje de su peso seco.

Equipos y materiales:

- Horno de secado: Se requiere un horno de secado con control de temperatura, que mantenga una temperatura de 110 ± 5 ºC.
- Balanzas: Deben tener una capacidad adecuada y las siguientes precisiones: 0,01 g para muestras que pesen menos de 200 g y 0,1 g para muestras de más de 200 g.
- Recipientes: Se necesitan recipientes adecuados, fabricados con materiales resistentes a la corrosión y que no varíen de peso con el continuo calentamiento o enfriamiento.

- Utensilios para manipulación de recipientes: Se debe utilizar guantes, pinzas o un soporte adecuado para mover y manejar los recipientes calientes una vez que se han secado.

Procedimiento:

- Primero, se determinó el peso inicial de los recipientes empleados.
- Luego, se añadió las muestras representativas de suelo (400-500 gramos) a los recipientes y se calculó el peso del recipiente y del material húmedo con una balanza.
- Después los recipientes con las muestras húmedas se introducen en el horno y se dejaron secar a una temperatura de 110 ± 5 °C durante un período de 24 horas.
- Luego de haber transcurrido el tiempo de secado, se retiraron los recipientes del horno con la ayuda de guantes y se pesan en la balanza.

Cálculos en gabinete:

Ecuación 1: Contenido de humedad

$$W = \frac{MRMH - MRMS}{MRMS - MR} x100$$

Donde:

- W= Contenido de Humedad en %
- MRMH = Masa del Recipiente con Muestra de suelo Húmeda, en gramos.
- MRMS= Masa del Recipiente con Muestra de suelo Secada del horno, en gramos.
- MR= Masa del Recipiente, en gramos.

Tabla 2: Contenido de Humedad de muestras obtenidas en campo.

CONTENIDO DE HUMEDAD				
Calicata	Muestra	Masa del recipiente	Masa del Recipiente con Muestra de suelo Húmeda	Masa del Recipiente con Muestra de suelo Secada del horno
C-01	M-01	305.2	1050.0	1017.2
C-01	M-02	106.0	628.2	622.6
C-01	M-03	105.8	562.8	558.3
C-02	M-01	305.6	1550.0	1501.2
C-02	M-02	107.0	549.5	539.9
C-02	M-03	221.6	652.3	647.5
C-03	M-01	304.8	1572.0	1526.1
C-03	M-02	86.7	643.1	637.8
C-04	M-01	301.5	1439.5	1392.9
C-04	M-02	82.1	605.0	599.2
C-05	M-01	304.3	1430.8	1386.1
C-05	M-02	104.8	613.9	603.3

c. ASTM D6913/D6913M-17 – Métodos de prueba estándar para la distribución del tamaño de partículas(gradación) de suelos mediante análisis de tamiz.

Este ensayo se llevó a cabo con el propósito de determinar la distribución de tamaños de las partículas presentes en el suelo del AA. HH 20 de Julio, Nuevo Chimbote.

Equipos y materiales:

- Se utilizará una balanza con una precisión del 0,1% respecto al peso de la muestra
- Recipientes de aluminio.
- 1 brocha.
- Tamices de mallas para análisis granulométrico

Tabla 3: Abertura de los tamices

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75000
2"	50800
1 1/2"	38100
1"	25400
3/4"	19000
3/8"	9500
N° 4	4760
N° 10	2000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 100	0,150
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Procedimiento:

- Después del secado, del contenido de humedad, se pesó la muestra y luego se tamizó primero por el tamiz N°4, para separar las gravas del material pasante el tamiz. En nuestro caso, después de una inspección visual, al ser una arena, no se necesitó lavar la muestra.
- Pasamos la muestra por los tamices (N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°100, N°140, N°200 y fondo).
- Finalmente, se pesó el material que pasó por cada tamiz.

Cálculos en gabinete:

- Se determinó el porcentaje retenido de cada tamiz mediante la fórmula:

Ecuación 2: Porcentaje retenido en cada tamiz

$$\%Retenido = \frac{Masa\ retenida\ en\ el\ tamiz}{Masa\ total} x100$$

Tabla 4: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-01

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913

Tamiz	Abertura	Calicata C-01 / Muestra M-01		Calicata C-01 / Muestra M-02		Calicata C-01 / Muestra M-03	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	2.1	97.9	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	5.7	92.2	0.0	100.0	0.0	100.0
3/4"	19000	3.9	88.3	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9500	13.4	74.9	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 4	4760	11.4	63.5	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 10	2000	13.3	50.2	0.1	99.9	0.2	99.8
N° 20	0.840	9.3	40.9	6.8	93.2	2.3	97.5
N° 40	0.425	4.2	36.7	29.2	64.0	6.5	91.0
N° 60	0.260	5.7	31.0	9.4	54.6	51.0	40.0
N° 100	0.150	11.5	19.5	37.8	16.8	25.9	14.1
N° 140	0.106	7.6	11.9	12.3	4.5	10.3	3.9
N° 200	0.075	2.1	9.8	2.8	1.8	2.3	1.5
CZ	-	9.8	0.0	1.8	0.0	1.5	0.0

Tabla 5: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-02

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913

Tamiz	Abertura	Calicata C-02 / Muestra M-01		Calicata C-02 / Muestra M-02		Calicata C-02 / Muestra M-03	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	1.7	98.3	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	6.5	91.7	0.0	100.0	0.0	100.0
3/4"	19000	4.1	87.7	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9500	13.0	74.7	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 4	4760	10.5	64.2	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 10	2000	16.6	47.7	0.2	99.8	0.1	99.9
N° 20	0.840	9.0	38.6	7.4	92.5	3.5	96.4
N° 40	0.425	5.5	33.1	25.5	66.9	10.0	86.4
N° 60	0.260	6.1	27.1	12.6	54.3	46.3	40.0
N° 100	0.150	10.5	16.6	34.4	19.9	27.3	12.7
N° 140	0.106	5.8	10.8	14.8	5.1	5.8	6.9
N° 200	0.075	3.4	7.4	3.5	1.6	4.9	2.1
CZ	-	7.4	0.0	1.6	0.0	2.1	0.0

Tabla 6: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-03

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913

Tamiz	Abertura	Calicata C-03 / Muestra M-01		Calicata C-03 / Muestra M-02	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	2.3	97.7	0.0	100.0
1"	25400	4.8	92.9	0.0	100.0
3/4"	19000	4.3	88.7	0.0	100.0
3/8"	9500	13.8	74.9	0.0	100.0
N° 4	4760	9.1	65.8	0.0	100.0
N° 10	2000	14.1	51.6	0.1	99.9
N° 20	0.840	11.9	39.7	1.6	98.2
N° 40	0.425	4.9	34.8	15.6	82.6
N° 60	0.260	5.4	29.4	5.8	76.8
N° 100	0.150	10.5	18.9	29.2	47.6
N° 140	0.106	9.2	9.7	31.7	15.8
N° 200	0.075	2.8	7.0	10.5	5.3
CZ	-	7.0	0.0	5.3	0.0

Tabla 7: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-04

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913

Tamiz	Abertura	Calicata C-04 / Muestra M-01		Calicata C-04 / Muestra M-02	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	5.5	94.5	0.0	100.0
3/4"	19000	9.1	85.4	0.0	100.0
3/8"	9500	20.4	65.0	0.0	100.0
N° 4	4760	9.3	55.7	0.0	100.0
N° 10	2000	10.5	45.3	0.1	99.9
N° 20	0.840	11.4	33.9	4.8	95.1
N° 40	0.425	4.7	29.2	17.8	77.3
N° 60	0.260	5.0	24.2	7.1	70.2
N° 100	0.150	8.2	16.0	39.3	30.9
N° 140	0.106	7.2	8.8	21.7	9.2
N° 200	0.075	2.5	6.3	6.4	2.7
CZ	-	6.3	0.0	2.7	0.0

Tabla 8: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-05

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913

Tamiz	Abertura	Calicata C-05 / Muestra M-01		Calicata C-05 / Muestra M-02	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	2.2	97.8	0.0	100.0
1"	25400	6.0	91.8	0.0	100.0
3/4"	19000	2.6	89.2	0.0	100.0
3/8"	9500	14.2	75.0	0.0	100.0
N° 4	4760	9.2	65.9	0.0	100.0
N° 10	2000	12.3	53.6	0.2	99.8
N° 20	0.840	13.0	40.6	7.2	92.6
N° 40	0.425	6.5	34.0	33.9	58.7
N° 60	0.260	5.5	28.5	13.4	45.3
N° 100	0.150	4.7	23.8	24.4	20.9
N° 140	0.106	9.9	13.9	14.3	6.6
N° 200	0.075	4.8	9.1	4.7	1.9
CZ	-	9.1	0.0	1.9	0.0

d. MTC E 110 – Determinación del límite líquido de los suelos.

El suelo del AA. HH. 20 de Julio, en su inspección visual, al ser arena no tiene límite liquido debido a la ausencia de partículas finas. Las partículas grandes de la arena no tienen cohesión entre sí, lo que impide que se forme un estado líquido al agregar agua. Esto fue comprobado en el ensayo cuando se trató de determinar el límite liquido del suelo.

Tabla 9: Límite Líquido de las muestras de suelo del AA.HH. 20 de Julio.

Calicata	Muestra	Límite Líquido
C-01	M-01	NP
C-01	M-02	NP
C-01	M-03	NP
C-02	M-01	NP
C-02	M-02	NP
C-02	M-03	NP
C-03	M-01	NP
C-03	M-02	NP
C-04	M-01	NP
C-04	M-02	NP
C-05	M-01	NP
C-05	M-02	NP

e. MTC E 111 – Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)

El suelo del AA. HH. 20 de Julio, al ser una arena compuesta por partículas grandes, presenta una cohesión mínima entre las partículas. Esto impide la formación de una masa plástica, por lo que las arenas no tienen un límite plástico, ya que no alcanzan un estado plástico al aumentar su contenido de agua. Esto fue comprobado en el ensayo cuando se trató de determinar el límite plástico del suelo.

Tabla 10: Límite Plástico de las muestras de suelo del AA.HH. 20 de Julio.

Calicata	Muestra	Límite Plástico
C-01	M-01	NP
C-01	M-02	NP
C-01	M-03	NP
C-02	M-01	NP
C-02	M-02	NP
C-02	M-03	NP
C-03	M-01	NP
C-03	M-02	NP
C-04	M-01	NP
C-04	M-02	NP
C-05	M-01	NP
C-05	M-02	NP

f. ASTM D854-14: Método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular la gravedad especifica del suelo del AA.HH. 20 de Julio, dato importante que servirá el en cálculo del Proctor modificado.

Equipos y materiales:

- Horno de secado: Se requiere un horno de secado con control de temperatura, que mantenga una temperatura de 110 ± 5 ºC.
- Balanzas: Deben tener una capacidad adecuada y las siguientes precisiones: 0,01 g para muestras que pesen menos de 200 g y 0,1 g para muestras de más de 200 g.
- Recipientes: Se necesitan recipientes adecuados, fabricados con materiales resistentes a la corrosión y que no varíen de peso con el continuo calentamiento o enfriamiento.

- Utensilios para manipulación de recipientes: Se debe utilizar guantes, pinzas o un soporte adecuado para mover y manejar los recipientes calientes una vez que se han secado.
- 1 Fiola de vidrio volumétrica de 500ml.
- Agua Destilada en gotero
- Embudo

Procedimiento:

- Secar una muestra representativa de suelo en el horno, luego enfriar a temperatura ambiente donde el porcentaje de humedad de la muestra sea mínima.
- Calibrar la fiola, mediante el llenado de agua destilada, de manera que llegue hasta la marca de llenado de la fiola y pesar en la balanza.
- Luego de calibrar la fiola, vaciar 2/3 del agua destilada de la fiola, luego mediante el uso del embudo, introducir la muestra del suelo seco, y con un trapo industrial frotar la parte inferior de la fiola para así expulsar los vacíos dentro de la fiola y la muestra, mientras se llena nuevamente con el agua destilada hasta la marca de llenado de la fiola ayudado del gotero.
- Finalmente, pesar la fiola llena con la muestra.

Cálculos en gabinete:

- Se determinó la gravedad específica de cada muestra a evaluar del suelo del AA. HH. 20 de Julio.

Ecuación 3: Gravedad especifica de los sólidos

$$Gs = \frac{muestra\ del\ suelo}{(\ muestra\ de\ suelo + fiola\ llena\ de\ agua) - masa\ de\ fiola\ con\ muestra}$$

Tabla 11: Gravedad específico de los sólidos del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

Gravedad específica de los sólidos del suelo.				
Calicata / Muestra	Ensayo	Masa de la muestra	Masa de fiola llena de agua	Masa de fiola + muestra
C-03 / M-02	E-01	500.0	667.0	983.0
	E-02	500.0	667.0	983.5
C-04 / M-02	E-01	500.0	667.0	982.4
	E-02	500.0	667.0	982.1
C-05 / M-02	E-01	500.0	667.0	981.9
	E-02	500.0	667.0	982.1

g. ASTM D1556/D1556M-15e1: Método de prueba estándar para la densidad y el peso unitario del suelo en el lugar mediante el método del cono de arena.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular el hallar la densidad in situ del suelo del AA. HH. 20 de Julio, dato importante que servirá en el ensayo Corte Directo.

Equipos y materiales:

- Un cono de densidades
- Plataforma de cono de arena
- Arena para densidad calibrada
- Cuchara
- Brocha
- Bolsa

Procedimiento:

- Una vez realizada la calicata a una profundidad determinada (1.50 m), se colocó el plato del cono (plataforma) y se extrajo la muestra del suelo con ayuda de la cuchara y brocha, se colocó el material en una bolsa y se pesó.
- Se pesó el cono con arena de densidad calibrada, y se lo colocó boca abajo en plato, luego se quitó el seguro de la válvula del cono y se dejó caer la arena.
- Cuando se visualizó que la arena ya no disminuye su altura dentro del cono, se cierra la válvula del cono, se levantó el cono y se pesó.

Cálculos en gabinete:

- Se determinó la densidad in situ del suelo del AA. HH. 20 de Julio

Ecuación 4: Densidad del suelo

$$densidad\ del\ suelo = \frac{masa\ de\ suelo\ \ extraida}{volumen\ del\ hoyo\ en\ el\ suelo}$$

Ecuación 5: Volumen del hoyo en el suelo

$$volumen\ del\ hoyo\ en\ el\ suelo = \frac{masa\ inicial\ del\ cono - masa\ final\ del\ cono}{densidad\ de\ la\ arena\ calibrada}$$

Tabla 12: Densidad del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

Densidad del suelo			
Calicata / Muestra	Masa de suelo extraído (g)	Masa inicial de cono de arena (g)	Masa final del cono de arena (g)
C-01 / M-03	4502	8001	2855
C-02 / M-03	4557	8000	2881

h. ASTM D3080/D3080M-23: Método de prueba estándar para la prueba de corte directo de suelos en condiciones de drenaje consolidado.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular el ángulo de fricción y la cohesión del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

Equipos y materiales:

- Equipo de Corte Directo
- Muestra de Suelo
- Espátula
- Balanza eléctrica de 0.01g de precisión.

Procedimiento:

- Se colocó la muestra en el equipo de corte directo, en este caso al ser una arena se colocó directamente en la máquina ya que no se puede moldear, con la masa determinada por el volumen del recipiente y la densidad in situ.
- Se aseguró la muestra con los pernos de la máquina de corte directo y se calibro el nivel de la máquina para poder agregar las pesas.
- Se saturó la muestra por un periodo de 15 minutos mientras se le aplica la carga normal determinada por las variaciones de las pesas. (3 variaciones). Se anota en el lector cuadrante la deformación al inicio de colocar las pesas
- Al transcurrir los 15 minutos, se anota el valor del lector cuadrante.
- Se puso en funcionamiento la máquina de corte directo para que haga su corte horizontal.
- Se anotó las lecturas de la máquina, los datos deben ser registrados en desplazamientos laterales relativos de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, y posteriormente cada dos desplazamientos laterales relativos hasta finalizar el examen

Cálculos en gabinete:

- Calculamos la cantidad de muestra a emplear en el ensayo, en este caso, la cantidad de suelo total para usar en el ensayo de corte directo es suficiente con la muestra de suelo extraída del ensayo "Método de prueba estándar para la densidad y el peso unitario del suelo en el lugar mediante el método del cono de arena".

Tabla 13: Cantidad de muestra para ensayo de corte directo.

CALICATA	Cantidad x molde	N° Moldes	Cantidad Total
C-01	120.3	3	360.96
C-02	122.7	3	368.16

- Cálculo del contenido de humedad.
- Cálculo de densidad húmeda.
- Cálculo de densidad seca mediante el valor obtenido de la densidad húmeda.

Ecuación 6: Densidad seca del suelo

$$DSS = \frac{DHS}{1 + \frac{W}{100}}$$

Donde:

- DSS = Densidad Seca del Suelo, en gr/cm3.
- DHS= Densidad Húmeda del Suelo, en gr/cm3.
- W= Contenido de Humedad en %

- Anotamos los datos iniciales para cada ensayo.

Tabla 14: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01

DATOS INICIALES - CALICATA C-01				
MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1**	**2**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.3	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.6	279.6	279.6
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm^2)	36	36	36
Humedad	(%)	1.07	1.02	1.05
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.615	1.616	1.615

Tabla 15: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-02

DATOS INICIALES - CALICATA C-02				
MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1**	**2**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	282	282	282
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm^2)	36	36	36
Humedad	(%)	1.09	1.16	1.15
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.664	1.664	1.664
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.647	1.645	1.646

- Anotamos las lecturas de deformación para cada ensayo.

Tabla 16: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	5.69	0.0300	7.53	0.0300	8.94
0.10	0.0600	7.00	0.0600	9.78	0.0600	12.14
0.20	0.1200	8.25	0.1200	12.19	0.1200	17.49
0.35	0.2100	9.46	0.2100	14.78	0.2100	23.70
0.50	0.3000	10.16	0.3000	16.69	0.3000	28.40
0.75	0.4500	10.89	0.4500	18.94	0.4500	34.47
1.00	0.6000	11.48	0.6000	20.48	0.6000	38.74
1.25	0.7500	11.80	0.7500	21.27	0.7500	41.41
1.50	0.9000	11.91	0.9000	21.83	0.9000	43.42
1.75	1.0500	11.99	1.0500	22.06	1.0500	44.58
2.00	1.2000	12.03	1.2000	22.11	1.2000	45.12
2.25	1.3500	12.05	1.3500	22.17	1.3500	45.48
2.50	1.5000	12.11	1.5000	22.24	1.5000	45.62
2.75	1.6500	12.15	1.6500	22.14	1.6500	45.83
3.00	1.8000	12.08	1.8000	22.05	1.8000	45.59
3.50	2.1000	11.94	2.1000	21.88	2.1000	45.16
4.00	2.4000	11.74	2.4000	-	2.4000	44.10
4.50	2.7000	-	2.7000	-	2.7000	-
5.00	3.0000	-	3.0000	-	3.0000	-
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

Tabla 17: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-02

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-02						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.85	0.0300	6.84	0.0300	9.12
0.10	0.0600	6.75	0.0600	9.14	0.0600	13.08
0.20	0.1200	8.53	0.1200	12.84	0.1200	18.54
0.35	0.2100	9.81	0.2100	16.24	0.2100	25.14
0.50	0.3000	10.53	0.3000	18.44	0.3000	30.43
0.75	0.4500	11.44	0.4500	20.00	0.4500	36.47
1.00	0.6000	12.11	0.6000	20.94	0.6000	40.39
1.25	0.7500	12.43	0.7500	21.57	0.7500	43.36
1.50	0.9000	12.65	0.9000	22.34	0.9000	45.61
1.75	1.0500	12.80	1.0500	22.78	1.0500	47.41
2.00	1.2000	12.88	1.2000	23.05	1.2000	48.56
2.25	1.3500	12.90	1.3500	23.17	1.3500	48.80
2.50	1.5000	12.93	1.5000	23.24	1.5000	48.88
2.75	1.6500	12.95	1.6500	23.25	1.6500	48.89
3.00	1.8000	12.88	1.8000	23.15	1.8000	48.64
3.50	2.1000	12.75	2.1000	22.97	2.1000	48.05
4.00	2.4000	12.60	2.4000	22.700	2.4000	47.13
4.50	2.7000	-	2.7000	-	2.7000	-
5.00	3.0000	-	3.0000	-	3.0000	-
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

- Calculamos el valor de la carga aplicada, usando la ecuación de corrección de la máquina, en este caso 0.9976X+0.0768.
- La carga es aplicada a un área de la muestra la cual, conforme aumenta el desplazamiento horizontal en este caso es la lectura de deformación, disminuye el área donde se aplica.

Ecuación 7: Corrección de área del molde en corte directo

$$Ac = (LM - DH) * L.M$$

Donde:

- Ac = Área corregida, cm^2.
- LM = Lado del molde, mm.
- DH= Desplazamiento Horizontal, mm.

- Calculamos el esfuerzo de corte de cada muestra

Ecuación 8: Esfuerzo de corte

$$Esfuerzo\ de\ corte = \frac{Carga\ corregida}{Área\ corregida}$$

i. ASTM D1557-12(2021): Métodos de prueba estándar para las características de compactación utilizando un esfuerzo modificado del suelo en laboratorio (56 000 ft lbf/ft3 (2700 kn-m/m3))

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular la relación entre el óptimo contenido de humedad y el peso unitario seco del suelo del AA. HH 20 de Julio.

Equipos y materiales:

- Ensamblaje del Molde: Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en este ensayo.
- Pisón Manual: El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de 19,0 ± 1,6 mm (¾ ± 1/16 pulg) y espaciados a 90º.
- Balanza: Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.
- Regla: Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas).
- Tamices ó Mallas: De 19,0 mm (¾ pulg), 9,5 mm (⅜ pulg) y 4,75mm (Nº4), conforme a los requisitos de las especificaciones ASTM E11.

Procedimiento:

- Se selecciono el método conforme a la normativa dada, ya que al considerarse que va a evaluar el suelo por completo para realizar un CBR, la normativa ASTM indica usar Método C para evaluar todo el material usando corrección. En este caso, no necesita corrección sobre el tamiz ¾'' ya que la granulometría no indicó masa retenida en ese tamiz.

- Se pesa aproximadamente 6 kilogramos de muestra, para un molde, al cual se le añadirá un porcentaje de agua. Se realizaron 4 moldes con una variación de 2% de contenido de humedad entre ellos.
- Se compactó cada espécimen o molde en cinco capas de 56 golpes cada una, asegurándose de que cada capa tuviera un espesor uniforme.
- Se pesó el molde con la muestra de suelo húmeda.
- Se extrae una muestra del molde para determinar el contenido de humedad del espécimen

Cálculos en gabinete:

- Se determinó la cantidad de muestra a emplear en el ensayo Proctor modificado, en este caso, es suficiente con la muestra de suelo extraída de las calicatas.

Tabla 18: Cantidad de muestra para ensayo de Proctor modificado.

CALICATA	Cantidad x molde	N° Moldes	Cantidad Total
C-01	6000	4	24000
C-02	6000	4	24000
C-03	6000	4	24000

- Se determinó la densidad húmeda del suelo de muestra de prueba

$$densidad\ húmeda\ del\ suelo = \frac{masa\ de\ suelo\ húmeda}{volumen\ del\ molde} \ldots (4)$$

- Se determinó el contenido de humedad de cada muestra de prueba

$$DSS = \frac{DHS}{1 + \frac{W}{100}}$$

Donde:

- DSS = Densidad Seca del Suelo, en gr/cm3.

- DHS= Densidad Húmeda del Suelo, en gr/cm3.
- W= Contenido de Humedad en %

- Se determinó la densidad seca del suelo de cada molde

$$densidad\ seca\ del\ suelo = \frac{densidad\ humeda\ del\ suelo}{1 + contenido\ de\ humedad} \ldots (6)$$

Tabla 19: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-03.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA C-03					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.947	2.006	2.042	2.055	g/cm^3
% HUMEDAD	12.83	14.79	16.81	18.75	%
DENSIDAD SECA	1.726	1.748	1.748	1.731	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	16.925	17.138	17.142	16.971	g/cm^3

Tabla 20: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-04.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA C-04					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.981	2.054	2.106	2.091	g/cm^3
% HUMEDAD	12.02	13.88	15.98	18.36	%
DENSIDAD SECA	1.768	1.803	1.816	1.767	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.340	17.684	17.806	17.326	g/cm^3

Tabla 21: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA C-05					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.994	2.050	2.086	2.097	g/cm^3
% HUMEDAD	9.23	11.16	13.32	15.21	%
DENSIDAD SECA	1.825	1.844	1.841	1.820	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.901	18.083	18.049	17.853	g/cm^3

- Se determinó la ecuación de la función generada por los 4 moldes de muestra de suelo, a través de la solución de un sistema lineal mediante matriz de coeficientes y vector de términos independientes.
- Se determinó los valores de máximo peso unitario seco y óptimo contenido de humedad, mediante el cálculo de máximo y mínimos de la ecuación de función.

j. ASTM D1883-21: Método de prueba estándar para la relación de carga de california (CBR) de suelos compactados en laboratorio.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular valor de CBR al 95% (0.1'' de penetración)

Equipos y materiales:

- Una prensa similar a las empleadas en ensayos de compresión para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se coloca en el cabezal de la prensa y debe cumplir con las características especificadas en el numeral correspondiente.
- Tres moldes cilíndricos de metal con las siguientes especificaciones: 152,4 mm ± 0,66 mm (6 ± 0,026") de diámetro interior y 177,8 mm ± 0,46 mm (7 ± 0,018") de altura. Este molde debe incluir un collar de metal adicional de 50,8 mm (2,0") de altura y una base perforada con un espesor de 9,53 mm (3/8").
- Un disco espaciador de metal con forma circular, que tenga un diámetro exterior de 150,8 mm (5 15/16") y un espesor de 61,37 ± 0,127 mm (2,416 ± 0,005"). Este disco se utilizará como un falso fondo en el molde cilíndrico durante el proceso de compactación.
- Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).
- Aparato medidor de expansión
- Dos pesos anulares de metal, con una masa total de 4,54 ± 0,02 kg, junto con pesas

ranuradas de metal, cada una con una masa de 2,27 ± 0,02 kg.

- Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 ºC.
- Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g, respectivamente.
- Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2")

Procedimiento:

- Es necesario preparar la muestra y especímenes para su compactación siguiendo los procedimientos establecidos en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") a excepción de lo siguiente:
- Si todo el material se somete al tamiz de 19mm (3/4"), se deberá aplicar toda la graduación para preparar las muestras a compactar sin alteraciones.
- Si hay material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este deberá ser removido y sustituido por una cantidad equivalente de material que cruce el tamiz de 3⁄4 de pulgada (19 mm) y que se mantenga en el tamiz No 4 obtenido mediante la separación de segmentos de la muestra, no de cualquier otra manera empleada para ensayos.
- Se extrae la cantidad requerida para el ensayo de apisonado, que es aproximadamente 6 kg por cada molde CBR. Se pesa la base del molde, se sitúa el collar y el disco espaciador, y encima de este, se sitúa un disco de papel de filtro de igual diámetro. Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen dentro de este, empleando un método dinámico de compactación Modificada.
- En el procedimiento de inmersión, la placa perforada con un vástago se sitúa sobre la superficie de la muestra invertida, y sobre ella, los anillos requeridos para crear una sobrecarga que genere una presión igual a la generada por todas las capas de materiales

que deben estar por encima del suelo que se examina. La aproximación se mantendrá dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa.

- Se realiza la primera medición del hinchamiento, situando el trípode de medida con sus patas en los bordes del molde, de manera que el diámetro del dial se corresponda con el de la placa perforada. Se registra su lectura, el día y la hora en que ocurrió. Seguidamente, el molde es sumergido en el tanque con la sobrecarga situada, permitiendo que el agua ingrese por las partes inferiores y superiores de la muestra. La prueba se conserva bajo estas circunstancias durante 96 horas (4 días). Al concluir el periodo de inmersión, se vuelve a evaluar con el deformímetro para determinar la expansión.
- En la Penetración, se utiliza una sobrecarga adecuada para generar una intensidad de carga equivalente al peso del pavimento (con una aproximación de ± 2,27 kg) pero no inferior a 4,54 kg. Para prevenir el empuje ascendente del suelo en el orificio de las pesas de sobrecarga, es aconsejable instalar el pistón tras colocar la primera sobrecarga en la muestra.
- El pistón de penetración recibe la carga a través del gato o el mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto.

Cálculos en gabinete:

- Se determinó la cantidad de muestra a emplear en el ensayo, en este caso, la cantidad de suelo total para usar en el ensayo de CBR es suficiente con la muestra de suelo extraída de las calicatas.

Tabla 22: Cantidad de muestra para ensayo de CBR.

CALICATA	Cantidad x molde	N° Moldes	Cantidad Total
C-01	6000	3	18000
C-02	6000	3	18000
C-03	6000	3	18000

- Se determinó el esfuerzo aplicado, mediante el cálculo en la toma de lecturas para cada muestra de molde.

$$Esfuerzo = \frac{Carga\ Aplicada}{Área\ del\ piston} \quad ...(8)$$

Tabla 23: Toma de lecturas en ensayo CBR para la calicata C-03.

PENETRACIÓN - CALICATA C-03							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	21.2	16	18.4	14	4.5	3
1.270	0.050	78.9	58	64.5	47	16.7	12
1.905	0.075	185.5	136	154.5	114	35.4	26
2.540	**0.100**	**302.2**	**222**	**257.5**	**189**	**79.5**	**58**
3.175	0.125	420.2	309	357.8	263	171.1	126
3.810	0.150	529.4	389	471.1	346	264.5	194
4.445	0.175	609.2	448	561.7	413	355.4	261
5.080	**0.200**	**678.1**	**498**	**624.5**	**459**	**449.5**	**330**
6.350	0.250	761.2	560	678.2	499	561.4	413
7.620	0.300	794.8	584	696.5	512	595.0	437
10.160	0.400	-	-	-	-	-	-
12.700	0.500	-	-	-	-	-	-

Tabla 24: Toma de lecturas en ensayo CBR para la calicata C-04.

PENETRACIÓN - CALICATA C-04

PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	8.0	6	10.1	7	3.6	3
1.270	0.050	30.0	22	44.5	33	15.0	11
1.905	0.075	76.2	56	99.6	73	37.6	28
2.540	**0.100**	**153.3**	**113**	**164.7**	**121**	**73.0**	**54**
3.175	0.125	251.7	185	230.0	169	114.5	84
3.810	0.150	360.3	265	302.4	222	167.0	123
4.445	0.175	464.8	342	368.8	271	220.5	162
5.080	**0.200**	**567.4**	**417**	**422.7**	**311**	**279.7**	**206**
6.350	0.250	666.3	490	503.8	370	378.4	278
7.620	0.300	705.5	519	539.8	397	438.7	322
10.160	0.400	734.5	540	579.80	426	502.50	369
12.700	0.500	751.5	552	607.20	446	525.20	386

Tabla 25: Toma de lecturas en ensayo CBR para la calicata C-05.

PENETRACIÓN - CALICATA C-05

PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	4.4	3	4.9	4	5.5	4
1.270	0.050	15.0	11	14.7	11	15.8	12
1.905	0.075	39.9	29	41.1	30	33.3	24
2.540	**0.100**	**72.5**	**53**	**74.1**	**54**	**56.8**	**42**
3.175	0.125	119.3	88	116.1	85	87.0	64
3.810	0.150	180.9	133	165.6	122	119.3	88
4.445	0.175	253.4	186	216.3	159	155.0	114
5.080	**0.200**	**328.2**	**241**	**272.5**	**200**	**189.0**	**139**
6.350	0.250	476.8	350	373.1	274	261.1	192
7.620	0.300	587.1	432	462.6	340	329.4	242
10.160	0.400	702.5	516	571.90	420	384.50	283
12.700	0.500	773.5	569	600.10	441	407.70	300

k. Elección de muestras del suelo

Se eligió las muestras de las calicatas más desfavorables, en este caso, la que menor ángulo de fricción tuvo de las calicatas C-01 y C-02 y la que menor C.B.R tuvo de las calicatas C-03, C-04 y C-05. Se seleccionaron las muestras de la calicata C-01 y C-05.

3.12.3 IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, CON LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS PET DE TAMAÑO MÁXIMO DE 4.75 MM RETENIDOS EN LOS TAMICES N°10, N°16, N°20 EN PORCENTAJES DE 2%, 4% Y 6%.

a. MTC E 108 – Determinación del contenido de humedad de un suelo.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular el contenido de humedad de las muestras de suelos extraídas del AA. HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote adicionándole PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices n°10, n°16, n°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6%, expresado como porcentaje de su peso seco.

Equipos y materiales:

- Horno de secado: Se requiere un horno de secado con control de temperatura, que mantenga una temperatura de 110 ± 5 ºC.
- Balanzas: Deben tener una capacidad adecuada y las siguientes precisiones: 0,01 g para muestras que pesen menos de 200 g y 0,1 g para muestras de más de 200 g.
- Recipientes: Se necesitan recipientes adecuados, fabricados con materiales resistentes a la corrosión y que no varíen de peso con el continuo calentamiento o enfriamiento.
- Utensilios para manipulación de recipientes: Se debe utilizar guantes, pinzas o un soporte adecuado para mover y manejar los recipientes calientes una vez que se han secado.

Procedimiento:

- Primero, se determinó el peso inicial de los recipientes empleados.

- Luego, se añadió las muestras representativas de suelo (400-500 gramos) a los recipientes y se calculó el peso del recipiente y del material húmedo con una balanza.
- Después los recipientes con las muestras húmedas se introducen en el horno y se dejaron secar a una temperatura de 110 ± 5 °C durante un período de 24 horas.
- Luego de haber transcurrido el tiempo de secado, se retiraron los recipientes del horno con la ayuda de guantes y se pesan en la balanza.

Cálculos en gabinete:

$$W = \frac{MRMH - MRMS}{MRMS - MR} x100 \dots (1)$$

Donde:

- W= Contenido de Humedad en %

  MRMH = Masa del Recipiente con Muestra de suelo Húmeda, en gramos.
- MRMS= Masa del Recipiente con Muestra de suelo Secada del horno, en gramos.
- MR= Masa del Recipiente, en gramos.

Tabla 26: Contenido de Humedad de la calicata C-01 + PET

CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA C-01 + PET				
Adición (%)		Masa del recipiente	Masa del Recipiente con Muestra de suelo Húmeda	Masa del Recipiente con Muestra de suelo Secada del horno
Tamiz N°10	2%	105.6	635.9	630.2
(pasante N°4 -	4%	101.3	641.9	636.2
retenido N°10)	6%	103.5	654.4	648.7
Tamiz N°16	2%	103.2	633.5	627.8
(pasante N°10 -	4%	104.2	644.8	639.1
retenido N°16)	6%	105.2	656.1	650.4
Tamiz N°20	2%	102.5	632.8	627.1
(pasante N°16 -	4%	102.5	643.1	637.4
retenido N°20)	6%	102.7	653.6	647.9

Tabla 27: Contenido de Humedad de la calicata C-05 + PET

CONTENIDO DE HUMEDAD - CALICATA C-05 + PET				
Adición (%)		Masa del recipiente	Masa del Recipiente con Muestra de suelo Húmeda	Masa del Recipiente con Muestra de suelo Secada del horno
Tamiz N°10	2%	103.5	623.5	613.0
(pasante N°4 -	4%	102.8	632.8	622.3
retenido N°10)	6%	101.8	641.8	631.3
Tamiz N°16	2%	102.2	622.2	611.7
(pasante N°10 -	4%	103.2	633.2	622.7
retenido N°16)	6%	101.7	641.7	631.2
Tamiz N°20	2%	103.1	623.1	612.6
(pasante N°16 -	4%	102.6	632.6	622.1
retenido N°20)	6%	101.9	641.9	631.4

b. ASTM D6913/D6913M-17 – Métodos de prueba estándar para la distribución del tamaño de partículas(gradación) de suelos mediante análisis de tamiz.

Este ensayo se llevó a cabo con el propósito de determinar la distribución de tamaños de las partículas presentes en el suelo del AA. HH 20 de Julio, Nuevo Chimbote adicionándole PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices n°10, n°16, n°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6%.

Equipos y materiales:

- Se utilizará una balanza con una precisión del 0,1% respecto al peso de la muestra
- Recipientes de aluminio.
- 1 brocha.
- Tamices de mallas para análisis granulométrico

Tabla 28: Abertura de los tamices

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75000
2"	50800
1 1/2"	38100
1"	25400
3/4"	19000
3/8"	9500
N° 4	4760
N° 10	2000
N° 20	0,840
N° 40	0,425
N° 60	0,260
N° 100	0,150
N° 140	0,106
N° 200	0,075

Procedimiento:

- Con una muestra de suelo, 500 gramos aproximadamente, se agregaron 9 combinaciones de partículas PET tanto en proporción y tamaño.

- Pasamos la muestra por los tamices (N°4, N°10, N°20, N°40, N°60, N°100, N°140, N°200 y fondo).
- Finalmente, se pesó el material que pasó por cada tamiz.

Cálculos en gabinete:

- Se determinó el porcentaje retenido de cada tamiz mediante la fórmula:

$$\%Retenido = \frac{Masa\ retenida\ en\ el\ tamiz}{Masa\ total} x100 \ldots (2)$$

Tabla 29: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-01 + PET de tamaño de partícula N°10

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 - CALICATA C-01 + PET N°10							
Tamiz	Abertura	2%		4%		6%	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/4"	19000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9500	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 4	4760	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 10	2000	2.0	98.0	4.1	95.9	7.9	92.1
N° 20	0.840	6.7	91.3	6.6	89.3	5.3	86.8
N° 40	0.425	28.6	62.7	25.3	64.0	26.5	60.4
N° 60	0.260	9.2	53.5	8.5	55.5	9.3	51.0
N° 100	0.150	37.0	16.5	38.2	17.3	36.6	14.5
N° 140	0.106	12.1	4.4	11.3	6.0	11.3	3.2
N° 200	0.075	2.7	1.7	3.7	2.2	1.7	1.4
CZ	-	1.8	0.0	2.2	0.0	1.5	0.0

Tabla 30: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-01 + PET de tamaño de partícula N°16

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 - CALICATA C-01 + PET N°16

Tamiz	Abertura	2%		4%		6%	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/4"	19000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9500	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 4	4760	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 10	2000	0.3	99.7	0.1	99.9	0.2	99.8
N° 20	0.840	9.5	90.2	8.0	92.0	12.7	87.1
N° 40	0.425	23.3	66.9	29.2	62.7	27.4	59.7
N° 60	0.260	11.2	55.7	11.9	50.9	8.4	51.3
N° 100	0.150	38.2	17.5	33.9	17.0	34.1	17.2
N° 140	0.106	12.7	4.9	11.9	5.1	11.2	6.1
N° 200	0.075	3.9	0.9	3.9	1.2	3.3	2.8
CZ	-	0.9	0.0	1.2	0.0	2.8	0.0

Tabla 31: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-01 + PET de tamaño de partícula N°20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 - CALICATA C-01 + PET N°20

Tamiz	Abertura	2%		4%		6%	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/4"	19000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9500	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 4	4760	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 10	2000	0.3	99.8	0.0	100.0	0.2	99.8
N° 20	0.840	7.5	92.3	11.9	88.1	11.7	88.1
N° 40	0.425	21.0	71.3	33.0	55.1	27.7	60.4
N° 60	0.260	13.3	58.0	9.8	45.3	9.9	50.5
N° 100	0.150	42.4	15.6	30.0	15.3	33.2	17.3
N° 140	0.106	11.8	3.8	10.2	5.1	13.4	3.9
N° 200	0.075	2.1	1.7	3.2	2.0	2.4	1.5
CZ	-	1.7	0.0	2.0	0.0	1.5	0.0

Tabla 32: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-05 + PET de tamaño de partícula N°10

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 - CALICATA C-05 + PET N°10

Tamiz	Abertura	2%		4%		6%	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/4"	19000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9500	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 4	4760	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 10	2000	2.0	98.0	4.1	95.9	5.8	94.2
N° 20	0.840	7.0	91.0	6.1	89.8	5.3	88.9
N° 40	0.425	28.3	62.7	25.2	64.6	32.0	56.9
N° 60	0.260	9.5	53.2	11.9	52.7	12.4	44.5
N° 100	0.150	36.8	16.5	18.6	34.1	16.5	28.0
N° 140	0.106	12.5	4.0	14.4	19.7	13.4	14.5
N° 200	0.075	2.3	1.7	18.0	1.7	12.5	2.0
CZ	-	1.7	0.0	1.7	0.0	2.0	0.0

Tabla 33: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-05 + PET de tamaño de partícula N°16

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 - CALICATA C-05 + PET N°16

Tamiz	Abertura	2%		4%		6%	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/4"	19000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9500	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 4	4760	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 10	2000	0.1	99.9	0.3	99.7	0.2	99.8
N° 20	0.840	6.9	93.0	10.4	89.3	11.7	88.1
N° 40	0.425	25.7	67.2	27.7	61.6	20.0	68.1
N° 60	0.260	12.1	55.1	11.4	50.2	13.4	54.7
N° 100	0.150	22.9	32.2	23.2	27.0	25.3	29.4
N° 140	0.106	11.0	21.2	13.2	13.8	12.9	16.5
N° 200	0.075	20.3	0.9	12.0	1.8	14.8	1.7
CZ	-	1.0	0.0	1.8	0.0	1.8	0.0

Tabla 34: Análisis granulométrico por tamizado de la calicata C-05 + PET de tamaño de partícula N°20

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D6913 - CALICATA C-05 + PET N°20

Tamiz	Abertura	2%		4%		6%	
		% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa	% retenido	% que pasa
3"	75000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
2"	50800	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1 1/2"	38100	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
1"	25400	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/4"	19000	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
3/8"	9500	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 4	4760	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
N° 10	2000	0.3	99.8	0.2	99.8	0.2	99.8
N° 20	0.840	8.6	91.2	10.4	89.4	12.1	87.7
N° 40	0.425	24.9	66.3	28.0	61.4	19.6	68.1
N° 60	0.260	13.5	52.8	11.2	50.2	13.8	54.3
N° 100	0.150	22.3	30.5	23.4	26.8	24.9	29.4
N° 140	0.106	14.4	16.1	12.9	13.9	13.1	16.2
N° 200	0.075	15.4	0.7	12.2	1.8	14.5	1.7
CZ	-	0.7	0.0	1.8	0.0	1.8	0.0

c. MTC E 110 – Determinación del límite líquido de los suelos.

Las partículas PET al ser adicionadas al suelo del AA. HH. 20 de Julio, en su inspección visual, sigue siendo arena que no tiene límite liquido debido a la ausencia de partículas finas. Esto fue comprobado en el ensayo cuando se trató de determinar el límite liquido del suelo adicionándole partículas PET. Las partículas grandes de la arena no tienen cohesión entre sí, lo que impide que se forme un estado líquido al agregar agua.

Tabla 35: Límite Líquido de la calicata C-01 + Partículas PET.

LIMITE LIQUIDO - CALICATA C-01 + PET

PET	Adición (%)	LL
Tamiz N°10 *(pasante N°4 - retenido N°10)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP
Tamiz N°16 *(pasante N°10 - retenido N°16)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP
Tamiz N°20 *(pasante N°16 - retenido N°20)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP

Tabla 36: Límite Líquido de la calicata C-01 + Partículas PET.

LIMITE LIQUIDO - CALICATA C-05+ PET		
PET	Adición (%)	LL
Tamiz N°10 *(pasante N°4 - retenido N°10)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP
Tamiz N°16 *(pasante N°10 - retenido N°16)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP
Tamiz N°20 *(pasante N°16 - retenido N°20)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP

d. MTC E 111 – Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)

Las partículas PET al ser adicionadas al suelo del AA. HH., al ser una arena compuesta por partículas grandes, presenta una cohesión mínima entre las partículas. Esto impide la formación de una masa plástica, por lo que las arenas no tienen un límite plástico, ya que no alcanzan un estado plástico al aumentar su contenido de agua. Esto fue comprobado en el ensayo cuando se trató de determinar el límite plástico del suelo adicionándole partículas PET.

Tabla 37: Límite Plástico de la calicata C-01 + Partículas PET.

LIMITE PLASTICO - CALICATA C-01 + PET		
PET	Adición (%)	LL
Tamiz N°10 *(pasante N°4 - retenido N°10)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP
Tamiz N°16 *(pasante N°10 - retenido N°16)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP
Tamiz N°20 *(pasante N°16 - retenido N°20)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP

Tabla 38: Límite Líquido de la calicata C-05 + Partículas PET.

LIMITE PLASTICO - CALICATA C-01 + PET		
PET	Adición (%)	LL
Tamiz N°10 *(pasante N°4 - retenido N°10)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP
Tamiz N°16 *(pasante N°10 - retenido N°16)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP
Tamiz N°20 *(pasante N°16 - retenido N°20)*	2%	NP
	4%	NP
	6%	NP

e. ASTM D792 - Método de ensayo estándar para densidad y gravedad específica (relativa) de plásticos por el método de desplazamiento de agua.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular la gravedad especifica del PET, para luego poder hallar la gravedad especifica ponderada en el ensayo de Proctor modificado.

Tabla 39: Gravedad específica de Partículas PET.

Gravedad específica de las partículas PET			
Ensayo	Masa de la muestra	Masa de fiola llena de agua	Masa de fiola + muestra
E-01	200	667	716.4
E-02	200	667	716.6

f. ASTM D3080/D3080M-23: Método de prueba estándar para la prueba de corte directo de suelos en condiciones de drenaje consolidado.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular el ángulo de fricción y la cohesión del suelo del AA. HH. 20 de Julio.

Equipos y materiales:

- Equipo de Corte Directo
- Muestra de Suelo
- Espátula
- Balanza eléctrica de 0.01g de precisión.

Procedimiento:

- Se colocó la muestra en el equipo de corte directo, en este caso al ser una arena se colocó directamente en la máquina ya que no se puede moldear, con la masa determinada por el volumen del recipiente y la densidad insitu.

- Se aseguró la muestra con los pernos de la máquina de corte directo y se calibro el nivel de la máquina para poder agregar las pesas.
- Se saturó la muestra por un periodo de 15 minutos mientras se le aplica la carga normal determinada por las variaciones de las pesas. (3 variaciones). Se anota en el lector cuadrante la deformación al inicio de colocar las pesas
- Al transcurrir los 15 minutos, se anota el valor del lector cuadrante.
- Se puso en funcionamiento la máquina de corte directo para que haga su corte horizontal.
- Se anotó las lecturas de la máquina, los datos deben ser registrados en desplazamientos laterales relativos de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5, 3, y posteriormente cada dos desplazamientos laterales relativos hasta finalizar el examen.

Cálculos en gabinete:

- Calculamos la cantidad de muestra a emplear en el ensayo, en este caso, la cantidad de suelo total para usar en el ensayo de corte directo es suficiente con la muestra de suelo extraída del ensayo "Método de prueba estándar para la densidad y el peso unitario del suelo en el lugar mediante el método del cono de arena".

Tabla 40: Cantidad de muestra para ensayo de corte directo + PET.

CANTIDAD DE MUESTRA - CALICATA C-01 + PET					
Adición (%)		Por molde (g)		Total (g)	
		Suelo	PET	Suelo	PET
Tamiz N°10	2%	128.32	2.57	384.96	7.70
(pasante N°4 -	4%	128.32	5.13	384.96	15.40
retenido N°10)	6%	128.32	7.70	384.96	23.10
Tamiz N°16	2%	128.32	2.57	384.96	7.70
(pasante N°10 -	4%	128.32	5.13	384.96	15.40
retenido N°16)	6%	128.32	7.70	384.96	23.10
Tamiz N°20	2%	128.32	2.57	384.96	7.70
(pasante N°16 -	4%	128.32	5.13	384.96	15.40
retenido N°20)	6%	128.32	7.70	384.96	23.10
TOTAL				**3464.64**	**138.59**

- Cálculo del contenido de humedad.
- Cálculo de densidad húmeda.
- Cálculo de densidad seca mediante el valor obtenido de la densidad húmeda.

$$DSS = \frac{DHS}{1 + \frac{W}{100}} \dots (6)$$

Donde:

- DSS = Densidad Seca del Suelo, en gr/cm3.
- DHS= Densidad Húmeda del Suelo, en gr/cm3.
- W= Contenido de Humedad en %

- Anotamos los datos iniciales para cada ensayo.

Tabla 41: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°10 – 2%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°10 - 2%				
MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.00	0.95	0.99
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.616	1.617	1.616

Tabla 42: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°10 – 4%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°10 - 4%				
MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.94	0.94	0.96
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.617	1.617	1.616

Tabla 43: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°10 – 6%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°10 - 6%				
MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.91	0.86	0.88
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.617	1.618	1.618

Tabla 44: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°16 – 2%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°16 - 2%				
MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.15	1.16	1.13
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.613	1.613	1.614

Tabla 45: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°16 – 4%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°16 - 4%

MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.14	1.11	1.10
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.613	1.614	1.614

Tabla 46: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°16 – 6%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°16 - 6%

MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.09	1.04
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.615	1.614	1.615

Tabla 47: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°20 – 2%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°20 - 2%

MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.18	1.21	1.16
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.613	1.613	1.613

Tabla 48: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°20 – 4%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°20 - 4%

MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.10	1.07	1.07
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.614	1.615	1.615

Tabla 49: Datos iniciales para ensayo de corte directo en calicata C-01 + PET N°20 – 6%.

DATOS INICIALES - CALICATA C-01 + PET N°20 - 6%

MUESTRA		**1**	**2**	**3**
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	**0.5**	**1.0**	**2.0**
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.05	2.05	2.05
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.05	1.02	1.06
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.615	1.616	1.615

- Anotamos las lecturas de deformación para cada ensayo.

Tabla 50: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°10 – 2%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°10 - 2%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.52	0.0300	7.64	0.0300	13.18
0.10	0.0600	6.94	0.0600	10.84	0.0600	17.51
0.20	0.1200	8.40	0.1200	13.94	0.1200	23.41
0.35	0.2100	9.78	0.2100	16.61	0.2100	29.06
0.50	0.3000	10.66	0.3000	18.07	0.3000	33.49
0.75	0.4500	11.21	0.4500	19.25	0.4500	37.88
1.00	0.6000	11.59	0.6000	20.11	0.6000	40.98
1.25	0.7500	11.83	0.7500	20.80	0.7500	43.02
1.50	0.9000	12.01	0.9000	21.05	0.9000	44.29
1.75	1.0500	12.17	1.0500	21.34	1.0500	45.67
2.00	1.2000	12.41	1.2000	21.57	1.2000	46.53
2.25	1.3500	12.73	1.3500	21.73	1.3500	47.15
2.50	1.5000	12.91	1.5000	21.96	1.5000	47.81
2.75	1.6500	13.05	1.6500	22.21	1.6500	48.16
3.00	1.8000	13.11	1.8000	22.34	1.8000	48.16
3.50	2.1000	13.15	2.1000	22.34	2.1000	48.47
4.00	2.4000	13.16	2.4000	22.16	2.4000	48.47
4.50	2.7000	13.07	2.7000	21.93	2.7000	48.14
5.00	3.0000	12.93	3.0000	21.43	3.0000	47.75
6.00	3.6000	12.69	3.6000	-	3.6000	46.96

Tabla 51: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°10 – 4%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°10 - 4%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.11	0.0300	6.28	0.0300	13.96
0.10	0.0600	6.57	0.0600	11.01	0.0600	20.80
0.20	0.1200	8.99	0.1200	15.47	0.1200	28.17
0.35	0.2100	10.54	0.2100	18.61	0.2100	35.88
0.50	0.3000	11.37	0.3000	20.43	0.3000	39.87
0.75	0.4500	12.26	0.4500	21.04	0.4500	44.08
1.00	0.6000	12.57	0.6000	21.95	0.6000	46.41
1.25	0.7500	12.97	0.7500	22.53	0.7500	48.19
1.50	0.9000	13.24	0.9000	22.97	0.9000	49.33
1.75	1.0500	13.46	1.0500	23.11	1.0500	50.44
2.00	1.2000	13.64	1.2000	23.48	1.2000	51.06
2.25	1.3500	13.81	1.3500	23.71	1.3500	51.55
2.50	1.5000	13.94	1.5000	23.84	1.5000	51.81
2.75	1.6500	14.00	1.6500	23.95	1.6500	51.97
3.00	1.8000	14.02	1.8000	24.04	1.8000	51.97
3.50	2.1000	14.03	2.1000	24.04	2.1000	51.97
4.00	2.4000	13.91	2.4000	23.83	2.4000	51.68
4.50	2.7000	13.78	2.7000	23.56	2.7000	51.24
5.00	3.0000	13.58	3.0000	23.15	3.0000	49.85
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

Tabla 52: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°10 – 6%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°10 - 6%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.01	0.0300	6.28	0.0300	12.33
0.10	0.0600	6.54	0.0600	12.34	0.0600	18.37
0.20	0.1200	9.18	0.1200	17.43	0.1200	24.34
0.35	0.2100	10.54	0.2100	21.61	0.2100	33.35
0.50	0.3000	11.11	0.3000	23.84	0.3000	39.74
0.75	0.4500	11.87	0.4500	26.01	0.4500	46.87
1.00	0.6000	12.00	0.6000	26.65	0.6000	50.24
1.25	0.7500	12.35	0.7500	27.12	0.7500	51.55
1.50	0.9000	12.51	0.9000	27.44	0.9000	52.84
1.75	1.0500	12.68	1.0500	27.67	1.0500	53.11
2.00	1.2000	12.84	1.2000	27.81	1.2000	53.48
2.25	1.3500	12.94	1.3500	27.98	1.3500	53.71
2.50	1.5000	13.00	1.5000	28.14	1.5000	53.85
2.75	1.6500	13.08	1.6500	28.21	1.6500	53.90
3.00	1.8000	13.11	1.8000	28.24	1.8000	53.92
3.50	2.1000	12.95	2.1000	28.01	2.1000	53.95
4.00	2.4000	12.74	2.4000	27.70	2.4000	53.96
4.50	2.7000	12.41	2.7000	26.81	2.7000	53.22
5.00	3.0000	-	3.0000	-	3.0000	51.89
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

Tabla 53: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°16 – 2%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°16 - 2%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	5.35	0.0300	8.18	0.0300	13.97
0.10	0.0600	7.52	0.0600	11.51	0.0600	18.21
0.20	0.1200	9.47	0.1200	14.85	0.1200	25.41
0.35	0.2100	11.11	0.2100	17.61	0.2100	32.51
0.50	0.3000	12.03	0.3000	19.62	0.3000	37.14
0.75	0.4500	12.74	0.4500	21.23	0.4500	42.31
1.00	0.6000	13.13	0.6000	22.50	0.6000	46.04
1.25	0.7500	13.50	0.7500	23.00	0.7500	48.48
1.50	0.9000	13.81	0.9000	23.19	0.9000	50.33
1.75	1.0500	14.01	1.0500	23.51	1.0500	51.16
2.00	1.2000	14.22	1.2000	23.81	1.2000	52.02
2.25	1.3500	14.35	1.3500	24.04	1.3500	52.39
2.50	1.5000	14.44	1.5000	24.22	1.5000	52.71
2.75	1.6500	14.48	1.6500	24.40	1.6500	52.91
3.00	1.8000	14.51	1.8000	24.52	1.8000	53.07
3.50	2.1000	14.51	2.1000	24.50	2.1000	53.12
4.00	2.4000	14.42	2.4000	24.31	2.4000	53.12
4.50	2.7000	14.25	2.7000	23.91	2.7000	52.55
5.00	3.0000	14.11	3.0000	23.42	3.0000	51.29
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	48.17

Tabla 54: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°16 – 4%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°16 - 4%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	5.84	0.0300	9.28	0.0300	14.60
0.10	0.0600	8.34	0.0600	13.21	0.0600	19.77
0.20	0.1200	10.81	0.1200	18.22	0.1200	27.72
0.35	0.2100	12.57	0.2100	21.74	0.2100	36.29
0.50	0.3000	13.34	0.3000	23.84	0.3000	42.04
0.75	0.4500	14.00	0.4500	25.64	0.4500	48.57
1.00	0.6000	14.12	0.6000	27.00	0.6000	52.98
1.25	0.7500	14.25	0.7500	27.47	0.7500	55.42
1.50	0.9000	14.44	0.9000	28.27	0.9000	56.72
1.75	1.0500	14.52	1.0500	28.41	1.0500	57.51
2.00	1.2000	14.65	1.2000	28.55	1.2000	57.84
2.25	1.3500	14.71	1.3500	28.67	1.3500	58.11
2.50	1.5000	14.78	1.5000	28.72	1.5000	58.30
2.75	1.6500	14.80	1.6500	28.74	1.6500	58.03
3.00	1.8000	14.71	1.8000	28.64	1.8000	57.40
3.50	2.1000	14.49	2.1000	28.41	2.1000	56.11
4.00	2.4000	14.22	2.4000	28.17	2.4000	-
4.50	2.7000	-	2.7000	-	2.7000	-
5.00	3.0000	-	3.0000	-	3.0000	-
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

Tabla 55: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°16 – 6%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°16 - 6%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	3.85	0.0300	6.57	0.0300	9.44
0.10	0.0600	6.84	0.0600	11.54	0.0600	14.99
0.20	0.1200	9.75	0.1200	17.73	0.1200	24.38
0.35	0.2100	12.01	0.2100	21.48	0.2100	33.21
0.50	0.3000	13.34	0.3000	23.69	0.3000	39.51
0.75	0.4500	14.45	0.4500	25.34	0.4500	46.38
1.00	0.6000	14.84	0.6000	26.03	0.6000	51.22
1.25	0.7500	15.21	0.7500	26.55	0.7500	54.38
1.50	0.9000	15.55	0.9000	27.01	0.9000	56.82
1.75	1.0500	15.89	1.0500	27.23	1.0500	58.68
2.00	1.2000	16.17	1.2000	27.51	1.2000	59.19
2.25	1.3500	16.31	1.3500	27.74	1.3500	59.89
2.50	1.5000	16.41	1.5000	27.94	1.5000	60.77
2.75	1.6500	16.52	1.6500	28.06	1.6500	60.77
3.00	1.8000	16.58	1.8000	28.06	1.8000	60.77
3.50	2.1000	16.59	2.1000	27.85	2.1000	60.77
4.00	2.4000	16.48	2.4000	27.27	2.4000	58.53
4.50	2.7000	16.28	2.7000	26.38	2.7000	55.79
5.00	3.0000	16.010	3.0000	-	3.0000	53.22
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

Tabla 56: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°20 – 2%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°20 - 2%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	3.64	0.0300	6.31	0.0300	11.47
0.10	0.0600	6.09	0.0600	10.01	0.0600	17.32
0.20	0.1200	8.96	0.1200	15.22	0.1200	25.50
0.35	0.2100	10.55	0.2100	18.34	0.2100	32.88
0.50	0.3000	11.29	0.3000	19.97	0.3000	37.57
0.75	0.4500	11.85	0.4500	20.38	0.4500	42.49
1.00	0.6000	12.23	0.6000	20.67	0.6000	45.73
1.25	0.7500	12.67	0.7500	20.94	0.7500	47.61
1.50	0.9000	12.98	0.9000	21.23	0.9000	49.10
1.75	1.0500	13.22	1.0500	21.45	1.0500	49.71
2.00	1.2000	13.44	1.2000	21.66	1.2000	49.71
2.25	1.3500	13.62	1.3500	21.85	1.3500	49.71
2.50	1.5000	13.77	1.5000	22.00	1.5000	50.02
2.75	1.6500	13.86	1.6500	22.03	1.6500	50.11
3.00	1.8000	13.94	1.8000	22.03	1.8000	49.55
3.50	2.1000	13.95	2.1000	21.90	2.1000	49.08
4.00	2.4000	13.85	2.4000	21.67	2.4000	47.72
4.50	2.7000	13.67	2.7000	21.30	2.7000	-
5.00	3.0000	13.44	3.0000	-	3.0000	-
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

Tabla 57: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°20 – 4%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°20 - 4%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.22	0.0300	6.94	0.0300	13.26
0.10	0.0600	7.26	0.0600	11.05	0.0600	20.19
0.20	0.1200	10.11	0.1200	17.54	0.1200	29.84
0.35	0.2100	11.85	0.2100	21.04	0.2100	39.11
0.50	0.3000	12.24	0.3000	22.45	0.3000	43.54
0.75	0.4500	12.78	0.4500	23.33	0.4500	48.30
1.00	0.6000	12.96	0.6000	23.86	0.6000	51.85
1.25	0.7500	13.34	0.7500	24.06	0.7500	53.45
1.50	0.9000	13.71	0.9000	24.45	0.9000	54.31
1.75	1.0500	14.05	1.0500	24.70	1.0500	54.86
2.00	1.2000	14.30	1.2000	25.05	1.2000	55.23
2.25	1.3500	14.47	1.3500	25.22	1.3500	55.85
2.50	1.5000	14.64	1.5000	25.40	1.5000	56.21
2.75	1.6500	14.90	1.6500	25.65	1.6500	56.21
3.00	1.8000	15.11	1.8000	25.82	1.8000	56.21
3.50	2.1000	15.14	2.1000	25.82	2.1000	55.46
4.00	2.4000	15.01	2.4000	25.67	2.4000	54.43
4.50	2.7000	14.79	2.7000	25.42	2.7000	53.05
5.00	3.0000	14.52	3.0000	25.01	3.0000	-
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

Tabla 58: Lectura de cargas en ensayo de corte directo en la calicata C-01+ PET N°20 – 6%.

ETAPA DE COMPRESIÓN - CALICATA C-01 + PET N°20 - 6%						
MUESTRA	**1**		**2**		**3**	
Deformación (%)	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**	**Lectura Def. (mm)**	**Carga (Kg)**
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.21	0.0300	7.84	0.0300	12.62
0.10	0.0600	7.46	0.0600	12.22	0.0600	17.34
0.20	0.1200	10.00	0.1200	16.84	0.1200	24.87
0.35	0.2100	12.33	0.2100	21.02	0.2100	33.64
0.50	0.3000	13.54	0.3000	22.84	0.3000	39.69
0.75	0.4500	14.75	0.4500	23.94	0.4500	46.89
1.00	0.6000	15.21	0.6000	24.51	0.6000	51.42
1.25	0.7500	15.75	0.7500	25.00	0.7500	54.58
1.50	0.9000	16.10	0.9000	25.54	0.9000	57.99
1.75	1.0500	16.39	1.0500	25.58	1.0500	59.21
2.00	1.2000	16.62	1.2000	25.67	1.2000	59.81
2.25	1.3500	16.81	1.3500	25.85	1.3500	60.04
2.50	1.5000	16.91	1.5000	26.04	1.5000	60.04
2.75	1.6500	16.98	1.6500	26.14	1.6500	60.04
3.00	1.8000	16.98	1.8000	26.20	1.8000	60.02
3.50	2.1000	16.84	2.1000	25.81	2.1000	58.02
4.00	2.4000	16.60	2.4000	25.47	2.4000	55.88
4.50	2.7000	16.33	2.7000	24.83	2.7000	-
5.00	3.0000	-	3.0000	-	3.0000	-
6.00	3.6000	-	3.6000	-	3.6000	-

g. ASTM D1557-12(2021): Métodos de prueba estándar para las características de compactación utilizando un esfuerzo modificado del suelo en laboratorio (56 000 ft lbf/ft3 (2700 kn-m/m3))

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular la relación entre el óptimo contenido de humedad y el peso unitario seco de cada combinación del suelo + PET.

Equipos y materiales:

- Ensamblaje del Molde: Los moldes deben de ser cilíndricos hechos de materiales rígidos y con capacidad que se indican en este ensayo.
- Pisón Manual: El pisón deberá estar equipado con una guía que tenga suficiente espacio libre para que la caída del pisón y la cabeza no sea restringida. La guía deberá tener al menos 4 orificios de ventilación en cada extremo (8 orificios en total) localizados con centros de 19,0 ± 1,6 mm (¾ ± 1/16 pulg) y espaciados a 90º.
- Balanza: Una balanza de tipo GP5 que reúna los requisitos de la Especificación ASTM D 4753, para una aproximación de 1 gramo.
- Regla: Una regla recta metálica, rígida de una longitud conveniente pero no menor que 254 mm (10 pulgadas).
- Tamices ó Mallas: De 19,0 mm (¾ pulg), 9,5 mm (⅜ pulg) y 4,75mm (Nº4), conforme a los requisitos de las especificaciones ASTM E11.

Procedimiento:

- Se selecciono el método conforme a la normativa dada, ya que al considerarse que va a evaluar el suelo por completo para realizar un CBR, la normativa ASTM indica usar Método C para evaluar todo el material usando corrección. En este caso, no necesita corrección sobre el tamiz ¾'' ya que la granulometría no indicó masa retenida en ese tamiz.

- Se pesa aproximadamente 6 kilogramos de muestra, para un molde, al cual se le añadirá un porcentaje de agua. Se realizaron 4 moldes con una variación de 2% de contenido de humedad entre ellos.
- Se compactó cada espécimen o molde en cinco capas de 56 golpes cada una, asegurándose de que cada capa tuviera un espesor uniforme.
- Se pesó el molde con la muestra de suelo húmeda.
- Se extrae una muestra del molde para determinar el contenido de humedad del espécimen

Cálculos en gabinete:

- Se determinó la cantidad de muestra a emplear en el ensayo, en este caso, la cantidad de suelo total para usar no es suficiente con la muestra de suelo extraída de las calicatas, por ende, se hizo otra visita al AA.HH. 20 de Julio para extraer más muestra.

Tabla 59: Cantidad de muestra para ensayo de Proctor modificado en combinaciones.

CANTIDAD DE MATERIAL EN COMBINACIONES - PROCTOR					
Adición (%)		Por molde (g)		Total (g)	
		Suelo	PET	Suelo	PET
Tamiz N°10	2%	5000	100	20000	400
(pasante N°4 -	4%	5000	200	20000	800
retenido N°10)	6%	5000	300	20000	1200
Tamiz N°16	2%	5000	100	20000	400
(pasante N°10 -	4%	5000	200	20000	800
retenido N°16)	6%	5000	300	20000	1200
Tamiz N°20	2%	5000	100	20000	400
(pasante N°16 -	4%	5000	200	20000	800
retenido N°20)	6%	5000	300	20000	1200
TOTAL				**180000**	**7200**

- Se determinó la densidad húmeda del suelo de muestra de prueba

$$densidad\ húmeda\ del\ suelo = \frac{masa\ de\ suelo\ húmeda}{volumen\ del\ molde} \ldots (4)$$

- Se determinó la densidad seca de cada muestra de prueba

$$DSS = \frac{DHS}{1 + \frac{W}{100}} \ldots (6)$$

Donde:

- DSS = Densidad Seca del Suelo, en gr/cm3.
- DHS= Densidad Húmeda del Suelo, en gr/cm3.
- W= Contenido de Humedad en %

- Se determinó la densidad seca del suelo de cada molde

$$densidad\ seca\ del\ suelo = \frac{densidad\ humeda\ del\ suelo}{1 + contenido\ de\ humedad}$$

Tabla 60: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°10-2%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°10-2%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.936	1.994	2.024	2.030	g/cm^3
% HUMEDAD	9.04	11.27	13.13	15.12	%
DENSIDAD SECA	1.775	1.792	1.790	1.763	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.412	17.577	17.549	17.293	g/cm^3

Tabla 61: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°10-4%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°10-4%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.906	1.987	2.015	1.994	g/cm^3
% HUMEDAD	9.60	11.45	13.66	15.71	%
DENSIDAD SECA	1.739	1.783	1.772	1.724	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.057	17.483	17.382	16.903	g/cm^3

Tabla 62: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°10-6%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°10-6%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.912	1.977	1.995	1.975	g/cm^3
% HUMEDAD	9.66	11.95	13.77	15.79	%
DENSIDAD SECA	1.743	1.766	1.754	1.706	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.094	17.318	17.198	16.728	g/cm^3

Tabla 63: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°16-2%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°16-2%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.917	1.968	2.006	2.024	g/cm^3
% HUMEDAD	7.73	9.69	11.58	13.66	%
DENSIDAD SECA	1.779	1.794	1.798	1.780	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.448	17.595	17.632	17.458	g/cm^3

Tabla 64: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°16-4%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°16-4%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.908	1.958	1.995	2.005	g/cm^3
% HUMEDAD	7.97	10.05	12.07	13.93	%
DENSIDAD SECA	1.767	1.779	1.780	1.760	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.327	17.449	17.456	17.256	g/cm^3

Tabla 65: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°16-6%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°16-6%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.914	1.960	1.985	1.989	g/cm^3
% HUMEDAD	9.44	11.11	12.93	14.82	%
DENSIDAD SECA	1.749	1.764	1.758	1.732	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.154	17.299	17.237	16.989	g/cm^3

Tabla 66: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°20-2%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°20-2%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.960	2.034	2.028	1.992	g/cm^3
% HUMEDAD	9.19	11.07	13.07	14.98	%
DENSIDAD SECA	1.795	1.832	1.793	1.732	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.604	17.962	17.587	16.989	g/cm^3

Tabla 67: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°20-4%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°20-4%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.900	1.975	2.004	1.992	g/cm^3
% HUMEDAD	8.51	10.28	12.34	14.42	%
DENSIDAD SECA	1.751	1.791	1.784	1.741	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.173	17.564	17.496	17.073	g/cm^3

Tabla 68: Pesos unitarios y contenido de humedad de la calicata C-05 + PET N°20-6%.

PESOS UNITARIOS Y CONTENIDO DE HUMEDAD - C-05 + PET N°20-6%					
PRUEBA	1	2	3	4	UND
DENSIDAD HÚMEDA	1.907	1.947	1.967	1.952	g/cm^3
% HUMEDAD	9.33	10.90	13.00	14.92	%
DENSIDAD SECA	1.744	1.756	1.741	1.699	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.104	17.220	17.072	16.658	g/cm^3

h. ASTM D1883-21: Método de prueba estándar para la relación de carga de california (CBR) de suelos compactados en laboratorio.

Este ensayo se realizó con el objetivo de calcular valor de CBR al 95% (0.1'' de penetración)

Equipos y materiales:

- Una prensa similar a las empleadas en ensayos de compresión para forzar la penetración de un pistón en el espécimen. El pistón se coloca en el cabezal de la prensa y debe cumplir con las características especificadas en el numeral correspondiente.
- Tres moldes cilíndricos de metal con las siguientes especificaciones: 152,4 mm ± 0,66 mm (6 ± 0,026") de diámetro interior y 177,8 mm ± 0,46 mm (7 ± 0,018") de altura. Este molde debe incluir un collar de metal adicional de 50,8 mm (2,0") de altura y una base perforada con un espesor de 9,53 mm (3/8").
- Un disco espaciador de metal con forma circular, que tenga un diámetro exterior de 150,8 mm (5 15/16") y un espesor de 61,37 ± 0,127 mm (2,416 ± 0,005"). Este disco se utilizará como un falso fondo en el molde cilíndrico durante el proceso de compactación.
- Pisón de compactación como el descrito en el modo operativo de ensayo Proctor Modificado, (equipo modificado).
- Aparato medidor de expansión
- Dos pesos anulares de metal, con una masa total de 4,54 ± 0,02 kg, junto con pesas ranuradas de metal, cada una con una masa de 2,27 ± 0,02 kg.
- Tanque, con capacidad suficiente para la inmersión de los moldes en agua.
- Estufa, termostáticamente controlada, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 ºC.
- Balanzas, una de 20 kg de capacidad y otra de 1000 g con sensibilidades de 1 g y 0,1 g,

respectivamente.

- Tamices, de 4,76 mm (No. 4), 19,05 mm (3/4") y 50,80 mm (2")

Procedimiento:

- Es necesario preparar la muestra y especímenes para su compactación siguiendo los procedimientos establecidos en los métodos de prueba NTP 339.141 ó NTP 339.142 para la compactación de un molde de 152,4mm (6") a excepción de lo siguiente:
- Si todo el material se somete al tamiz de 19mm (3/4"), se deberá aplicar toda la graduación para preparar las muestras a compactar sin alteraciones.
- Si hay material retenido en el tamiz de 19 mm (3/4"), este deberá ser removido y sustituido por una cantidad equivalente de material que cruce el tamiz de 3⁄4 de pulgada (19 mm) y que se mantenga en el tamiz No 4 obtenido mediante la separación de segmentos de la muestra, no de cualquier otra manera empleada para ensayos.
- Se extrae la cantidad requerida para el ensayo de apisonado, que es aproximadamente 6 kg por cada molde CBR. Se pesa la base del molde, se sitúa el collar y el disco espaciador, y encima de este, se sitúa un disco de papel de filtro de igual diámetro. Una vez preparado el molde, se compacta el espécimen dentro de este, empleando un método dinámico de compactación Modificada.
- En el procedimiento de inmersión, la placa perforada con un vástago se sitúa sobre la superficie de la muestra invertida, y sobre ella, los anillos requeridos para crear una sobrecarga que genere una presión igual a la generada por todas las capas de materiales que deben estar por encima del suelo que se examina. La aproximación se mantendrá dentro de los 2,27 kg correspondientes a una pesa.
- Se realiza la primera medición del hinchamiento, situando el trípode de medida con sus patas en los bordes del molde, de manera que el diámetro del dial se corresponda con el de la placa perforada. Se registra su lectura, el día y la hora en que ocurrió.

Seguidamente, el molde es sumergido en el tanque con la sobrecarga situada, permitiendo que el agua ingrese por las partes inferiores y superiores de la muestra. La prueba se conserva bajo estas circunstancias durante 96 horas (4 días). Al concluir el periodo de inmersión, se vuelve a evaluar con el deformímetro para determinar la expansión.

- En la Penetración, se utiliza una sobrecarga adecuada para generar una intensidad de carga equivalente al peso del pavimento (con una aproximación de ± 2,27 kg) pero no inferior a 4,54 kg. Para prevenir el empuje ascendente del suelo en el orificio de las pesas de sobrecarga, es aconsejable instalar el pistón tras colocar la primera sobrecarga en la muestra.
- El pistón de penetración recibe la carga a través del gato o el mecanismo correspondiente de la prensa, con una velocidad de penetración uniforme de 1,27 mm (0,05") por minuto.

Cálculos en gabinete:

- Se determinó la cantidad de muestra a emplear en el ensayo, en este caso, la cantidad de suelo total para usar no es suficiente con la muestra de suelo extraída de las calicatas, por ende, se hizo otra visita al AA.HH. 20 de Julio para extraer más muestra.

Tabla 69: Cantidad de muestra para ensayo de CBR en combinaciones.

CANTIDAD DE MATERIAL EN COMBINACIONES - CBR					
Adición (%)		Por molde (g)		Total (g)	
		Suelo	PET	Suelo	PET
Tamiz N°10	2%	5000	100	15000	300
(pasante N°4 -	4%	5000	200	15000	600
retenido N°10)	6%	5000	300	15000	900
Tamiz N°16	2%	5000	100	15000	300
(pasante N°10 -	4%	5000	200	15000	600
retenido N°16)	6%	5000	300	15000	900
Tamiz N°20	2%	5000	100	15000	300
(pasante N°16 -	4%	5000	200	15000	600
retenido N°20)	6%	5000	300	15000	900
TOTAL				**135000**	**5400**

- Se determinó el esfuerzo aplicado, mediante el cálculo en la toma de lecturas para cada muestra de molde.

$$Esfuerzo = \frac{Carga\ Aplicada}{Área\ del\ piston} \ldots (8)$$

Tabla 70: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°10-2%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°10-2%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	22.5	17	16.4	12	8.5	6
1.270	0.050	60.4	44	40.8	30	25.5	19
1.905	0.075	143.5	105	74.8	55	51.1	38
2.540	**0.100**	**248.4**	**183**	**131.8**	**97**	**91.3**	**67**
3.175	0.125	358.8	264	198.4	146	129.8	95
3.810	0.150	470.0	345	265.7	195	168.9	124
4.445	0.175	561.5	413	330.8	243	208.8	153
5.080	**0.200**	**648.8**	**477**	**400.4**	**294**	**248.6**	**183**
6.350	0.250	804.5	591	529.8	389	326.5	240
7.620	0.300	873.2	642	618.7	455	384.6	283
10.160	0.400	942.1	692	722.2	531	463.5	341
12.700	0.500	980.1	720	753.5	554	485.0	357

Tabla 71: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°10-4%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°10-4%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	13.4	10	17.8	13	17.7	13
1.270	0.050	55.3	41	59.0	43	51.4	38
1.905	0.075	121.1	89	125.4	92	94.1	69
2.540	**0.100**	**196.3**	**144**	**230.0**	**169**	**140.1**	**103**
3.175	0.125	290.0	213	327.1	240	200.0	147
3.810	0.150	424.7	312	429.8	316	262.2	193
4.445	0.175	570.1	419	520.4	383	324.4	238
5.080	**0.200**	**690.5**	**508**	**610.6**	**449**	**390.4**	**287**
6.350	0.250	910.0	669	750.5	552	519.8	382
7.620	0.300	1054.1	775	849.3	624	615.9	453
10.160	0.400	1215.4	893	983.4	723	736.7	542
12.700	0.500	1320.1	970	1052.2	773	786.1	578

Tabla 72: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°10-6%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°10-6%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	7.8	6	7.7	6	5.4	4
1.270	0.050	36.6	27	39.6	29	25.5	19
1.905	0.075	94.3	69	98.5	72	55.0	40
2.540	**0.100**	**201.9**	**148**	**185.0**	**136**	**91.5**	**67**
3.175	0.125	323.0	237	275.4	202	141.2	104
3.810	0.150	435.1	320	370.3	272	211.8	156
4.445	0.175	549.8	404	460.3	338	290.0	213
5.080	**0.200**	**641.8**	**472**	**538.4**	**396**	**365.5**	**269**
6.350	0.250	782.2	575	660.8	486	482.2	354
7.620	0.300	885.5	651	728.9	536	565.5	416
10.160	0.400	1020.6	750	805.4	592	627.8	461
12.700	0.500	1094.6	805	844.4	621	661.4	486

Tabla 73: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°16-2%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°16-2%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	6.5	5	5.4	4	12.3	9
1.270	0.050	22.1	16	14.5	11	31.4	23
1.905	0.075	54.8	40	40.1	29	58.4	43
2.540	**0.100**	**113.6**	**84**	**84.0**	**62**	**97.5**	**72**
3.175	0.125	193.6	142	135.2	99	139.4	102
3.810	0.150	287.2	211	201.5	148	180.0	132
4.445	0.175	376.4	277	265.8	195	221.5	163
5.080	**0.200**	**457.3**	**336**	**328.8**	**242**	**260.2**	**191**
6.350	0.250	575.8	423	450.4	331	338.3	249
7.620	0.300	659.4	485	520.2	382	408.1	300
10.160	0.400	735.9	541	628.4	462	510.5	375
12.700	0.500	777.1	571	689.0	506	545.3	401

Tabla 74: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°16-4%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°16-4%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	15.4	11	10.1	7	11.5	8
1.270	0.050	65.5	48	33.3	24	24.4	18
1.905	0.075	150.0	110	78.8	58	47.4	35
2.540	**0.100**	**260.7**	**192**	**144.9**	**107**	**80.0**	**59**
3.175	0.125	375.5	276	230.0	169	120.1	88
3.810	0.150	492.2	362	310.0	228	181.7	134
4.445	0.175	608.4	447	395.5	291	240.2	177
5.080	**0.200**	**720.0**	**529**	**480.4**	**353**	**294.5**	**216**
6.350	0.250	863.3	635	640.8	471	415.5	305
7.620	0.300	951.1	699	718.5	528	522.1	384
10.160	0.400	1048.8	771	796.6	586	689.4	507
12.700	0.500	1109.5	816	843.5	620	747.7	550

Tabla 75: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°16-6%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°16-6%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	7.3	5	6.3	5	5.4	4
1.270	0.050	26.1	19	22.1	16	20.3	15
1.905	0.075	71.0	52	48.8	36	39.4	29
2.540	**0.100**	**147.7**	**109**	**109.9**	**81**	**64.7**	**48**
3.175	0.125	251.1	185	184.4	136	96.2	71
3.810	0.150	359.9	265	271.1	199	128.7	95
4.445	0.175	482.2	354	361.5	266	161.8	119
5.080	**0.200**	**597.7**	**439**	**453.9**	**334**	**196.5**	**144**
6.350	0.250	830.0	610	605.2	445	252.4	186
7.620	0.300	938.0	689	706.2	519	298.2	219
10.160	0.400	1078.1	792	832.3	612	361.2	266
12.700	0.500	1132.1	832	912.4	671	410.2	302

Tabla 76: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°20-2%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°20-2%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	24.5	18	14.3	11	15.3	11
1.270	0.050	68.9	51	41.6	31	39.5	29
1.905	0.075	149.7	110	90.6	67	68.5	50
2.540	**0.100**	**238.5**	**175**	**143.7**	**106**	**106.1**	**78**
3.175	0.125	330.1	243	195.6	144	143.1	105
3.810	0.150	408.9	301	250.4	184	181.6	133
4.445	0.175	487.9	359	306.6	225	220.2	162
5.080	**0.200**	**568.3**	**418**	**360.1**	**265**	**260.7**	**192**
6.350	0.250	705.6	519	467.6	344	345.6	254
7.620	0.300	815.1	599	560.5	412	390.5	287
10.160	0.400	941.6	692	671.1	493	425.5	313
12.700	0.500	1014.1	745	708.6	521	441.6	325

Tabla 77: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°20-4%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°20-4%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	13.5	10	8.8	6	8.7	6
1.270	0.050	42.3	31	30.4	22	24.7	18
1.905	0.075	97.4	72	61.5	45	49.2	36
2.540	**0.100**	**175.5**	**129**	**120.1**	**88**	**80.3**	**59**
3.175	0.125	275.1	202	200.1	147	117.5	86
3.810	0.150	385.6	283	277.3	204	157.6	116
4.445	0.175	503.6	370	354.4	261	202.4	149
5.080	**0.200**	**609.6**	**448**	**428.5**	**315**	**246.1**	**181**
6.350	0.250	807.6	594	573.5	422	330.1	243
7.620	0.300	953.8	701	671.3	493	397.2	292
10.160	0.400	1177.7	866	793.5	583	470.0	345
12.700	0.500	1288.3	947	842.0	619	527.1	387

Tabla 78: Toma de lecturas en ensayo CBR para la combinación suelo + PET N°20-6%.

PENETRACIÓN - COMBINACIÓN SUELO + PET N°20-6%.							
PENETRACIÓN		MOLDE N° D-01		MOLDE N° D-02		MOLDE N° D-03	
mm	pulg.	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)	lecturas Kgf	Esfuerzo PSI (sin corrección)
0	0.000	0.0	0	0.0	0	0.0	0
0.635	0.025	14.2	10	12.2	9	8.1	6
1.270	0.050	37.7	28	46.5	34	26.6	20
1.905	0.075	75.6	56	96.5	71	47.6	35
2.540	**0.100**	**139.0**	**102**	**149.0**	**110**	**71.3**	**52**
3.175	0.125	215.3	158	198.4	146	94.6	70
3.810	0.150	295.1	217	255.1	188	115.0	85
4.445	0.175	369.5	272	307.5	226	138.6	102
5.080	**0.200**	**450.5**	**331**	**360.1**	**265**	**163.2**	**120**
6.350	0.250	589.6	433	463.6	341	212.8	156
7.620	0.300	699.9	514	553.4	407	248.4	183
10.160	0.400	863.6	635	655.6	482	305.9	225
12.700	0.500	946.6	696	725.0	533	333.6	245

3.12.4 DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET QUE MEJORARÁ LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE.

a. Método de análisis de datos – Microsoft Excel.

Se realizaron Tablas comparativos entre los resultados de todos los ensayos de las 9 combinaciones que se realizaron, determinando mediante el Tabla comparativo que combinación era la óptima.

3.13 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

En la presente investigación se aplicó el método cuantitativo para procesar y analizar los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, con el objetivo de determinar de forma rigurosa la influencia de las partículas PET sobre las propiedades del suelo del AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote. Conforme a las metodologías propuestas por Hernández Sampieri, con el fin de garantizar una representación clara, precisa y técnica de los resultados se usaron:

Tablas:

Permitieron organizar los resultados obtenidos de cada ensayo (contenido de humedad, límites de consistencia, densidad seca máxima, porcentaje de expansión, CBR, cohesión y ángulo de fricción interna), tanto en el suelo natural como en las muestras modificadas con PET. Esto facilitó la comparación estructurada de los valores en función de las combinaciones de tamaño y proporción.

Gráficos de barras:

Se utilizaron para representar visualmente los cambios en las propiedades del suelo tras la incorporación del PET. Estas representaciones gráficas facilitaron la identificación de tendencias y relaciones entre variables, permitiendo una interpretación técnica del comportamiento del suelo estabilizado.

Programa Microsoft Excel:

Se utilizó como herramienta de procesamiento y análisis de datos. Con este software se realizaron cálculos automáticos, elaboración de gráficos comparativos, generación de tablas dinámicas y ejecución de análisis estadísticos básicos y avanzados.

Además, se aplicó una prueba de hipótesis mediante el método T de Student para muestras independientes con varianzas desiguales (prueba de Welch), a fin de determinar si las diferencias observadas en los resultados obtenidos para el suelo natural y las mezclas modificadas con partículas PET eran estadísticamente significativas. Esta prueba se realizó utilizando Microsoft Excel, lo cual permitió calcular automáticamente el estadístico t, los grados de libertad, el valor crítico y el valor de significancia (p). Se trabajó con un nivel de confianza del 95%, lo que implica un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$, aceptando un 5% de probabilidad de cometer un error tipo I, es decir, rechazar la hipótesis nula cuando en realidad es verdadera. La elección de esta técnica estadística se basó en la naturaleza de los datos: grupos independientes, diferente número de observaciones y varianzas no homogéneas. Esta metodología fortaleció el análisis cuantitativo, permitiendo validar de forma objetiva si la incorporación de partículas PET genera una mejora real y comprobable en las propiedades físicas y mecánicas del suelo evaluado.

La aplicación combinada de representaciones gráficas, sistematización tabular y validación estadística permitió interpretar los efectos reales de la estabilización del suelo con partículas PET. Según la metodología propuesta por Hernández Sampieri, estas técnicas cuantitativas garantizan un análisis integral que no solo describe, sino también verifica científicamente los resultados obtenidos en la investigación.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 ANÁLISIS E INTERPRESTACION DE RESULTADOS

4.1.1 DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE.

a. MTC E 108 – Determinación del contenido de humedad de un suelo.

En Figura 1 se graficó el contenido de humedad para cinco calicatas (C-01 a C-05) en tres estratos de profundidad: superficial (0.00m - 0.20m), intermedio (0.20m - 1.50m) y profundo (1.50m - 3.00m). Se determinó que AA.HH. 20 de Julio está dominado por un suelo en estado muy seco. En todas las calicatas se observó un patrón consistente: el contenido de humedad es significativamente mayor en la capa superficial (entre 3.8% y 4.6%) y disminuye drásticamente en los estratos inferiores, manteniéndose en valores muy bajos (entre 1.0% y 2.2%). Esta diferencia clara, fue porque en el estrato superficial existe la presencia de material de relleno no controlado, encontrado en campo.

El contenido de humedad a una profundidad intermedia, dada para el caso de una pavimentación en el AA.HH 20 de Julio, nos indicó que en el proceso constructivo del pavimento se deberá incluir obligatoriamente una considerable adición controlada de agua y un mezclado homogéneo para llevar el suelo a su optimo contenido de humedad antes y durante la compactación.

El contenido de humedad para el estrado profundo (1.50-3.00m), en las calicatas C-01 y C-02 donde se registraron un 1.1% y 1.0% respectivamente, se determinó una condición de humedad homogénea y seca. Con esto se pudo concluir que, el suelo presenta probablemente una alta resistencia al corte, ya que se encuentra en estado drenado, es decir, sin presencia de presiones de poro que puedan disminuir los esfuerzos efectivos responsables de su resistencia.

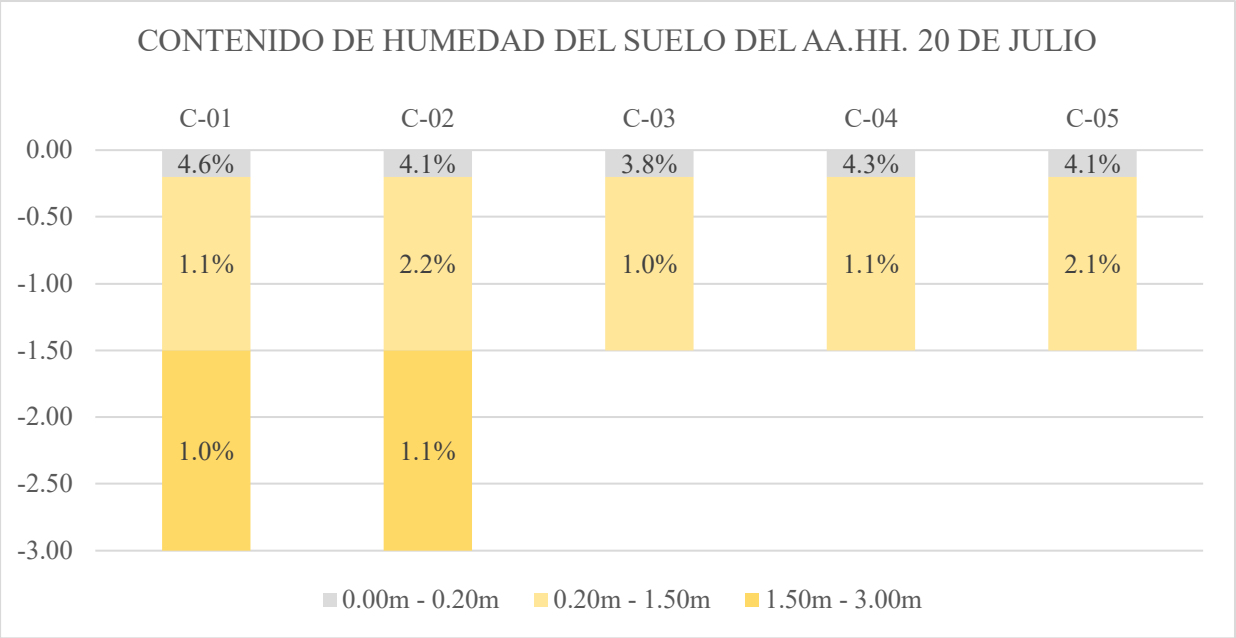


Figura 1: Contenido de humedad del Suelo del AA.HH. 20 de Julio.

b. ASTM D6913/D6913M-17 – Métodos de prueba estándar para la distribución del tamaño de partículas(gradación) de suelos mediante análisis de tamiz.

En la Figura 2, mediante las curvas granulométricas, donde se determinó que es suelo del AA.H. 20 de Julio es un suelo granular (arenas). Las curvas granulométricas muestran suelos que carecen de una gradación continua, lo que es un fuerte indicador de arenas mal gradadas.

En el estrato superficial, se encontraron suelos con contenido de finos que oscila entre 6.3% y 9.8%, por ende son arenas mal gradadas con finos, las cuales tienen una clasificación con doble símbolo, esto confirmó de manera contundente que este estrato es un material alterado o un relleno no controlado.

En el estrato intermedio, se determinó que los suelos ubicados en las calicatas C-01, C-02, C-04 y C-05 son arenas mal gradadas debido a su mínimo porcentaje de finos, en cambio en la calicata C-03 es una arena mal gradada con finos, la cual tendrá una clasificación doble. A pesar de esta variación puntual, el comportamiento general esperado para la subrasante es el de una

arena limpia y mal gradada. Se anticipó una capacidad de soporte de regular a buena, típica de suelos SP.

En el estrato profundo, se determinó que los suelos son arenas mal gradadas. La falta de finos cohesivos implicó que el suelo carece de un parámetro, le cohesión ($c \approx 0$), y su capacidad para resistir cargas dependió directamente de dos factores primordiales: el ángulo de fricción interna (φ) y, de manera crítica, su estado de compacidad.

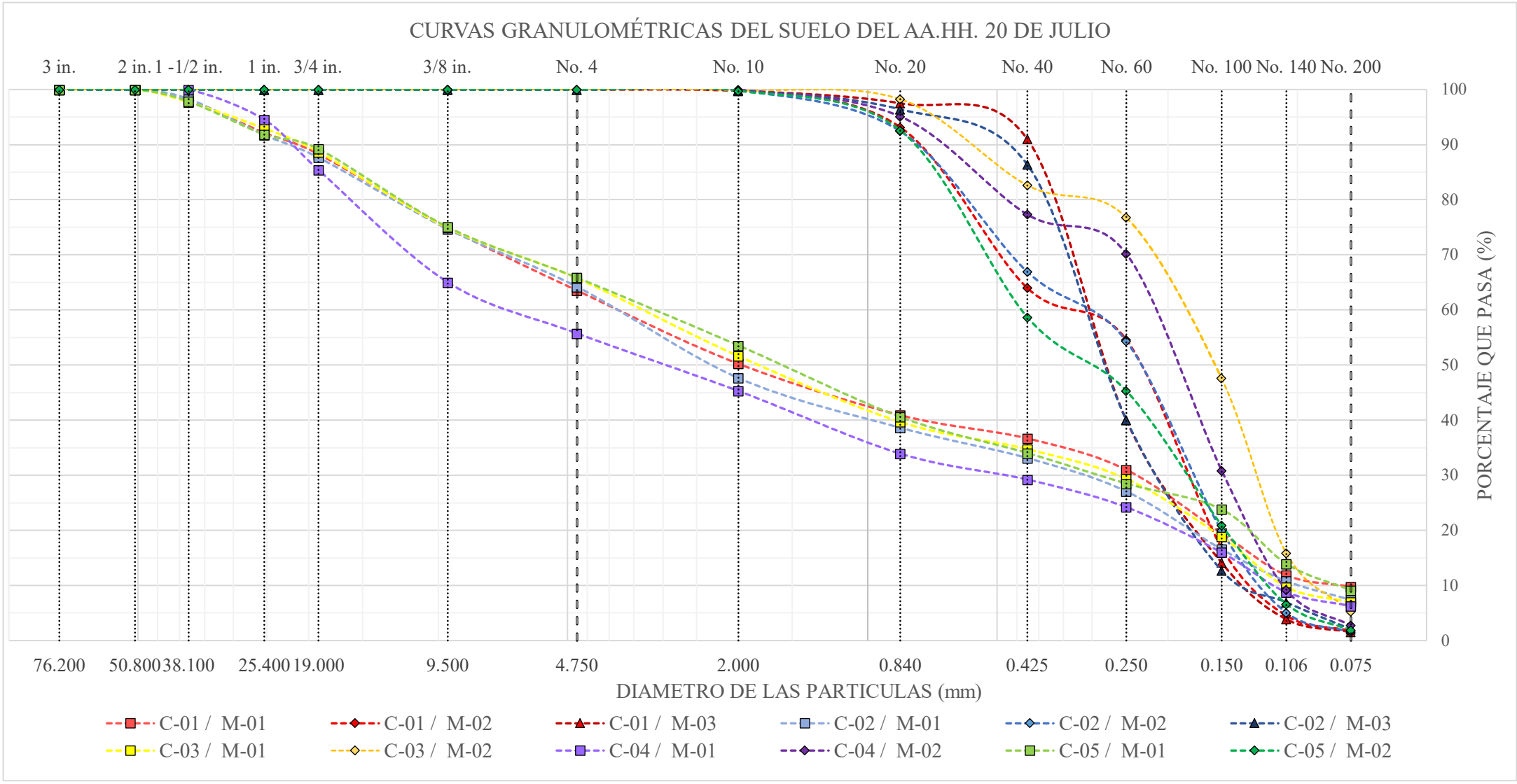


Figura 2: Curvas granulométricas del Suelo del AA.HH. 20 de Julio.

c. MTC E 110 – Determinación del límite líquido de los suelos.

En la Figura 3, se determinó que el suelo del AA.HH. 20 de Julio no presenta limites líquidos.

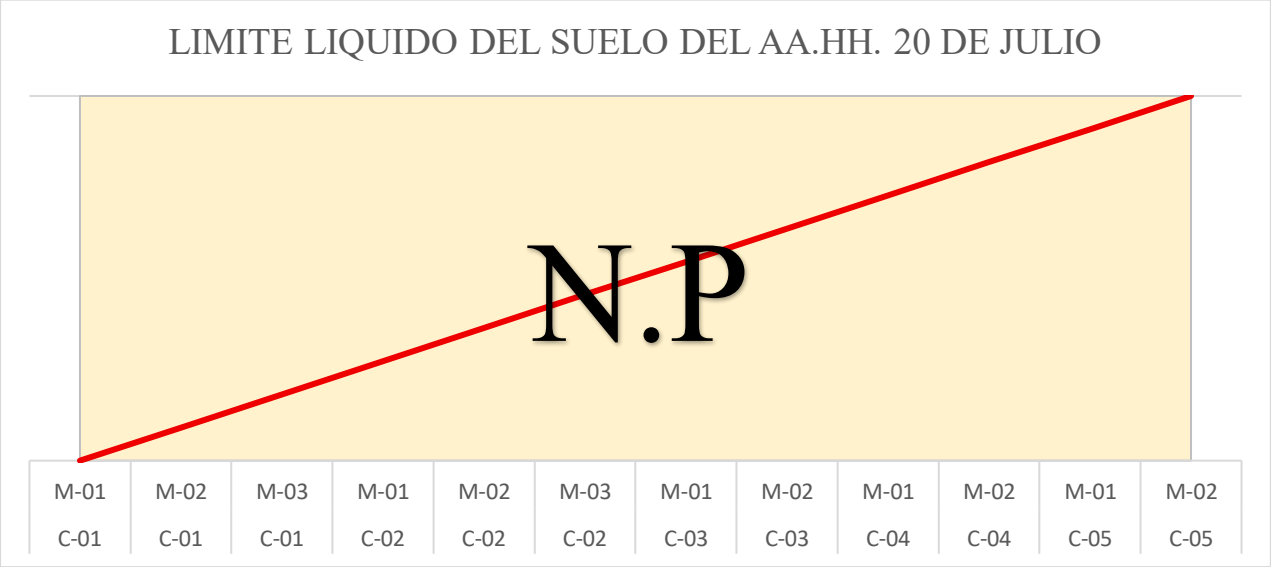


Figura 3: Límite líquido del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

d. MTC E 111 – Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)

En la Figura 4, se determinó que el suelo del AA.HH. 20 de Julio no presenta limites plásticos

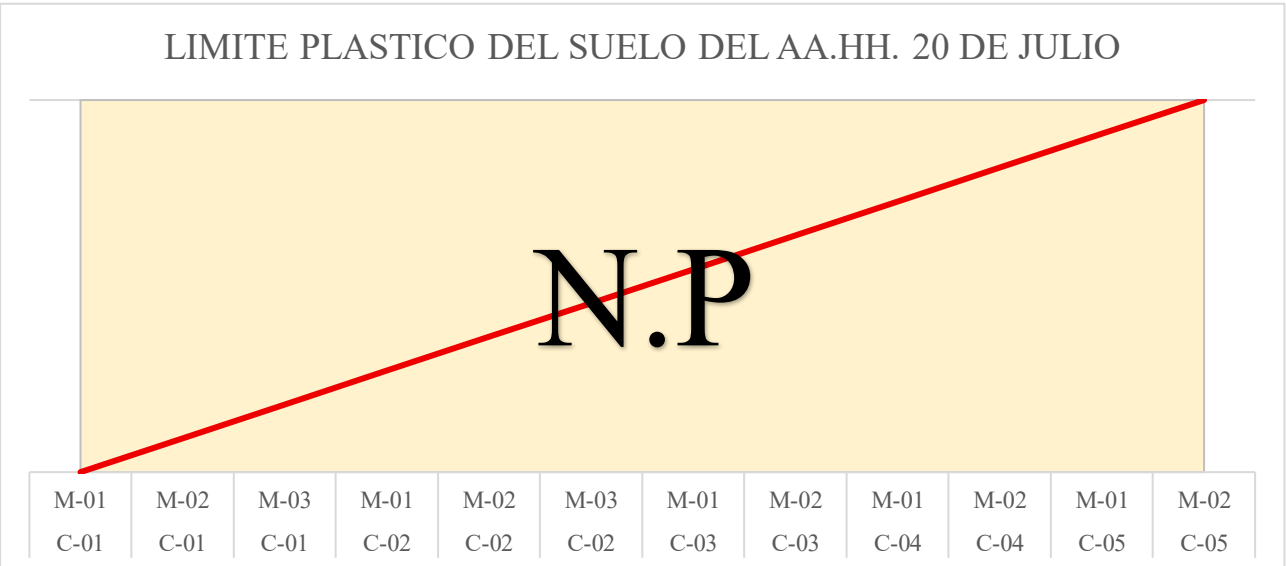


Figura 4: Límite plástico del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

e. ASTM D854-14: Método de prueba estándar para la gravedad específica de los sólidos del suelo.

En la figura 5, se determinaron los resultados obtenidos en el estrato intermedio, para las muestras recolectadas en las calicatas del AA.HH. 20 de Julio. El valor más bajo se registró en la calicata C-05 / M-02, con una gravedad específica de 2.703, mientras que el más alto correspondió a la C-03 / M-02, con 2.721.

Esta variabilidad entre calicatas se debió a diferencias mineralógicas menores en la composición del suelo, en el contenido de material de partículas finas, como es el caso de los finos en la calicata C-03 (5.3%), que estuvo compuesta por minerales más densos que las partículas de arena predominantes en el resto del AA. HH. 20 de Julio. El valor de Gs fue un dato de entrada esencial para trazar la Curva de Cero Vacíos de Aire en el gráfico de compactación. Esta curva representó el límite teórico de densidad que puede alcanzar el suelo para un contenido de humedad dado.

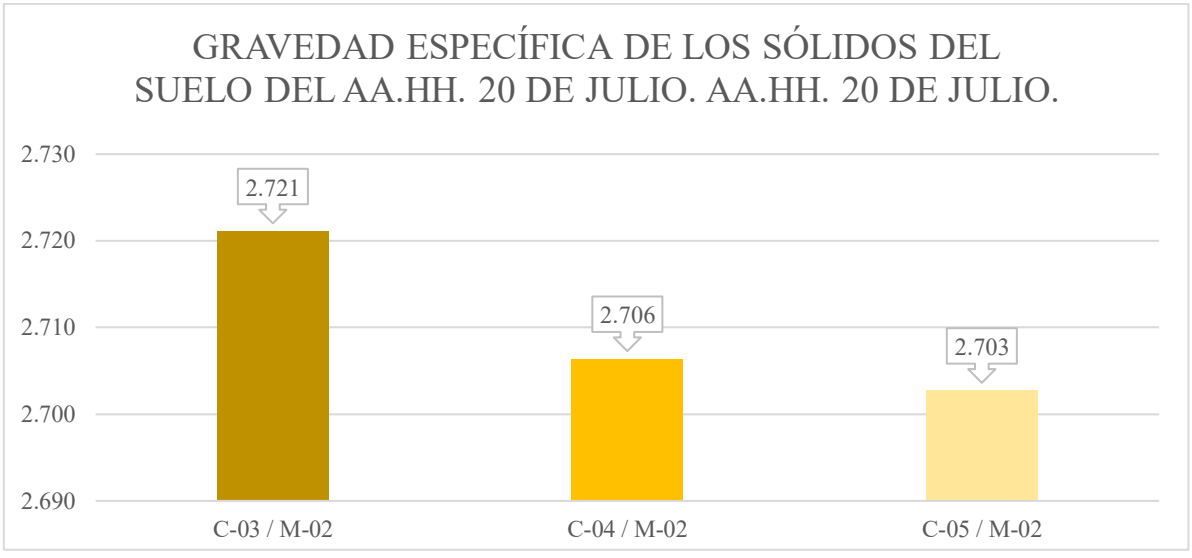


Figura 5: Gravedad específica de los sólidos del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

f. ASTM D1556/D1556M-15e1: Método de prueba estándar para la densidad y el peso unitario del suelo en el lugar mediante el método del cono de arena.

La figura 6 se representó la densidad natural obtenida en dos calicatas del AA.HH. 20 de Julio. El valor más bajo se registró en la muestra C-01 / M-03, con 1.632 g/cm³, mientras que la mayor densidad se halló en la C-02 / M-03, con 1.664 g/cm³.

Ambos valores se ubican dentro del rango esperado para suelos de tipo arenoso, sin embargo, la diferencia entre ellos, aunque leve, puede estar asociada a condiciones de humedad, contenido de finos o nivel de compactación natural. La calicata C-01 muestra una menor densidad, lo que sugiere que ese sector presenta una condición más suelta o menos compactada.

Este análisis es crucial en contextos urbanos como el del asentamiento humano 20 de Julio, donde las estructuras se asientan sobre suelos cuya compacidad natural varía, y donde se espera garantizar estabilidad y seguridad en futuras obras civiles.

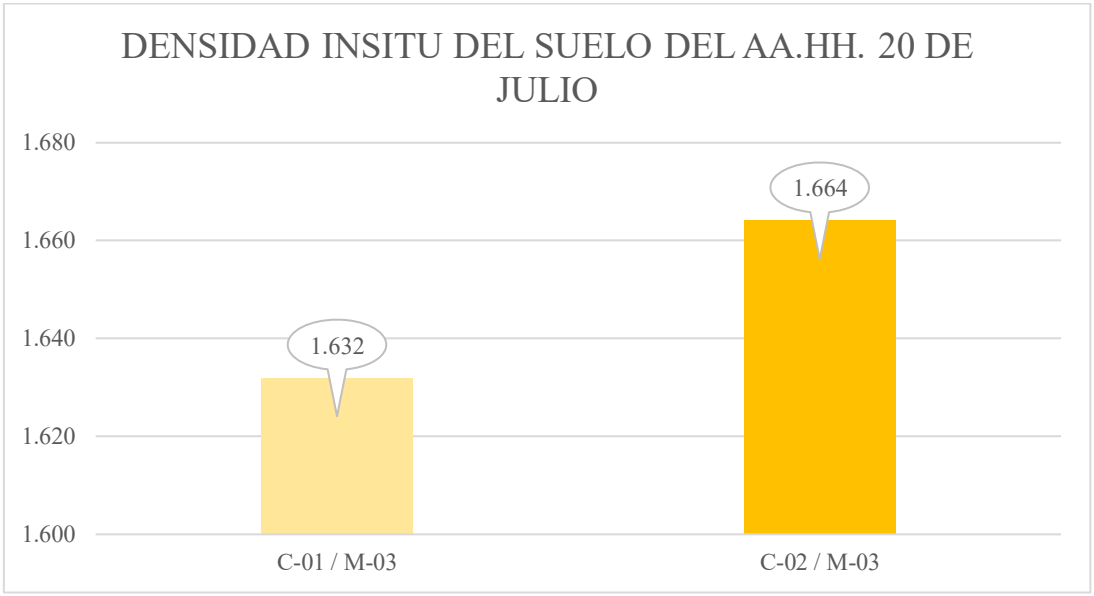


Figura 6: Densidad insitu del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

g. ASTM D3080/D3080M-23: Método de prueba estándar para la prueba de corte directo de suelos en condiciones de drenaje consolidado.

La Figura 7, se determinaron los valores obtenidos en el ensayo. La calicata C-02 presentó el mayor ángulo de fricción interna (ϕ), con 34.6°, seguida de la C-01 con 32.8°, mientras que la cohesión (c) fue nula en todas las muestras, valor coherente con la clasificación granulométrica tipo SP (arena mal graduada), que corresponde a un suelo no cohesivo.

Estos resultados confirmaron que el comportamiento del suelo del AA.HH. 20 de Julio se rigió principalmente por la fricción entre partículas, sin aporte de cohesión. El valor más bajo del ángulo de fricción en la calicata C-01 la convirtió en la zona menos favorable para fines estructurales.

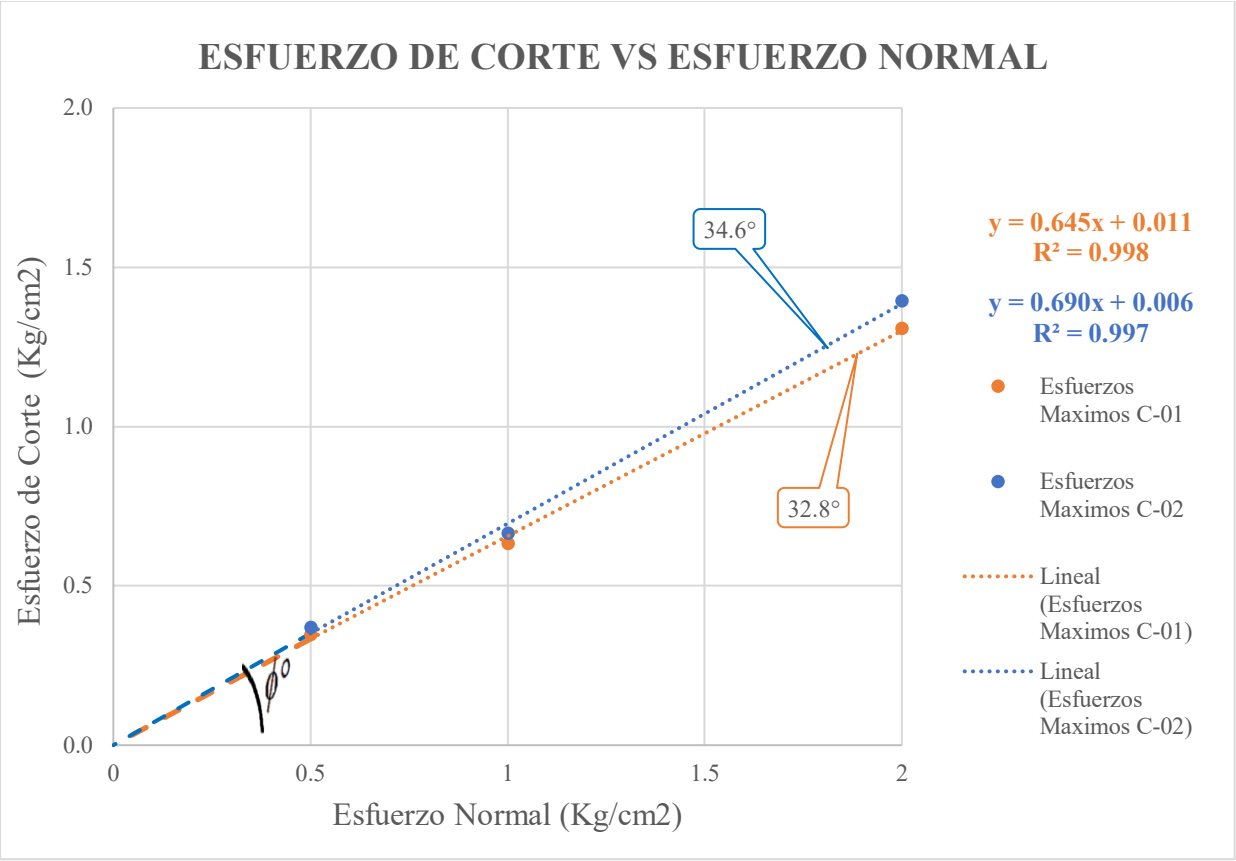


Figura 7: Resultados del ensayo de Corte Directo del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

Se determinó de la capacidad neta última de carga del suelo aplicando el Método de Terzaghi, para zapatas cuadradas de 1.00 m x 1.00 m, con una profundidad de cimentación de 1.50 m, considerando un factor de seguridad de 3. Este método clásico permite estimar la carga máxima que puede soportar el suelo sin presentar falla por corte, a partir de parámetros geotécnicos obtenidos en el ensayo de corte directo, como la cohesión (c), el ángulo de fricción interna (ϕ) y el peso unitario del suelo (γ).

En la Figura 8, se representan los valores de capacidad neta última calculados para el suelo natural de las calicatas C-01 y C-02 del AA.HH. 20 de Julio. La muestra más favorable fue la de la calicata C-02, con 3.6 kg/cm², mientras que la calicata C-01 alcanzó solo 2.7 kg/cm², evidenciando una diferencia significativa del 33%, que denota condiciones geotécnicas menos ventajosas en esa zona.

Este resultado es consistente con el comportamiento observado en los ensayos de corte directo y la densidad in situ, confirmando que la calicata C-01 presenta una menor resistencia al esfuerzo cortante y una compacidad natural más baja. Estos factores, en conjunto, limitan su capacidad para soportar cargas estructurales sin una mejora previa del terreno, lo que valida el enfoque de esta investigación en proponer una técnica de estabilización sostenible.

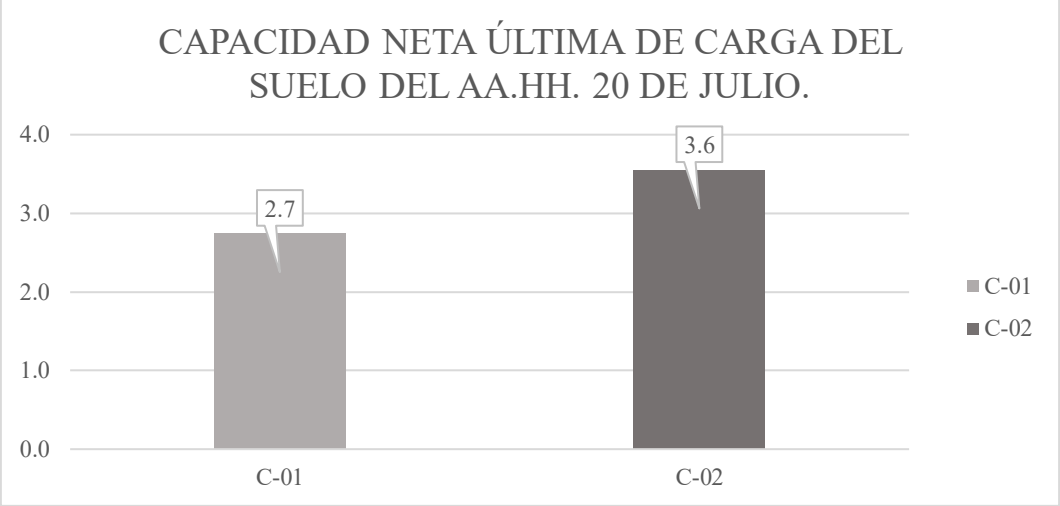


Figura 8: Capacidad neta última de carga del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

h. ASTM D1557-12(2021): Métodos de prueba estándar para las características de compactación utilizando un esfuerzo modificado del suelo en laboratorio (56 000 ft lbf/ft3 (2700 kn-m/m3)).

En la Figura 9, se observó el buen comportamiento de la muestra C-05 se debe a que corresponde a una arena limpia clasificada como SP. Aunque su distribución de tamaños no es bien graduada, las partículas logran acomodarse de forma eficiente, lo que permite alcanzar una adecuada compactación utilizando poca cantidad de agua.

El caso de C-04 fue particularmente interesante. A pesar que se determinó como una arena limpia (SP) similar a C-05, su óptimo de humedad (15.6%) fue sorprendentemente alto. Esto sugirió que, más allá del porcentaje de finos, otros factores como una alta angularidad de las partículas sumado a una gradación particularmente discontinua generaron una elevada fricción interna que solo puede ser vencida con una mayor cantidad de agua.

Por otro lado, el pobre desempeño de C-03 se explicó perfectamente por su mayor contenido de finos (5.3%). Estos finos, demandaron una gran cantidad de agua (OCH=15.8%) y, en este caso, en lugar de llenar vacíos de forma productiva, parecen interferir con el contacto grano a grano de la fracción arenosa, impidiendo alcanzar una densidad superior.

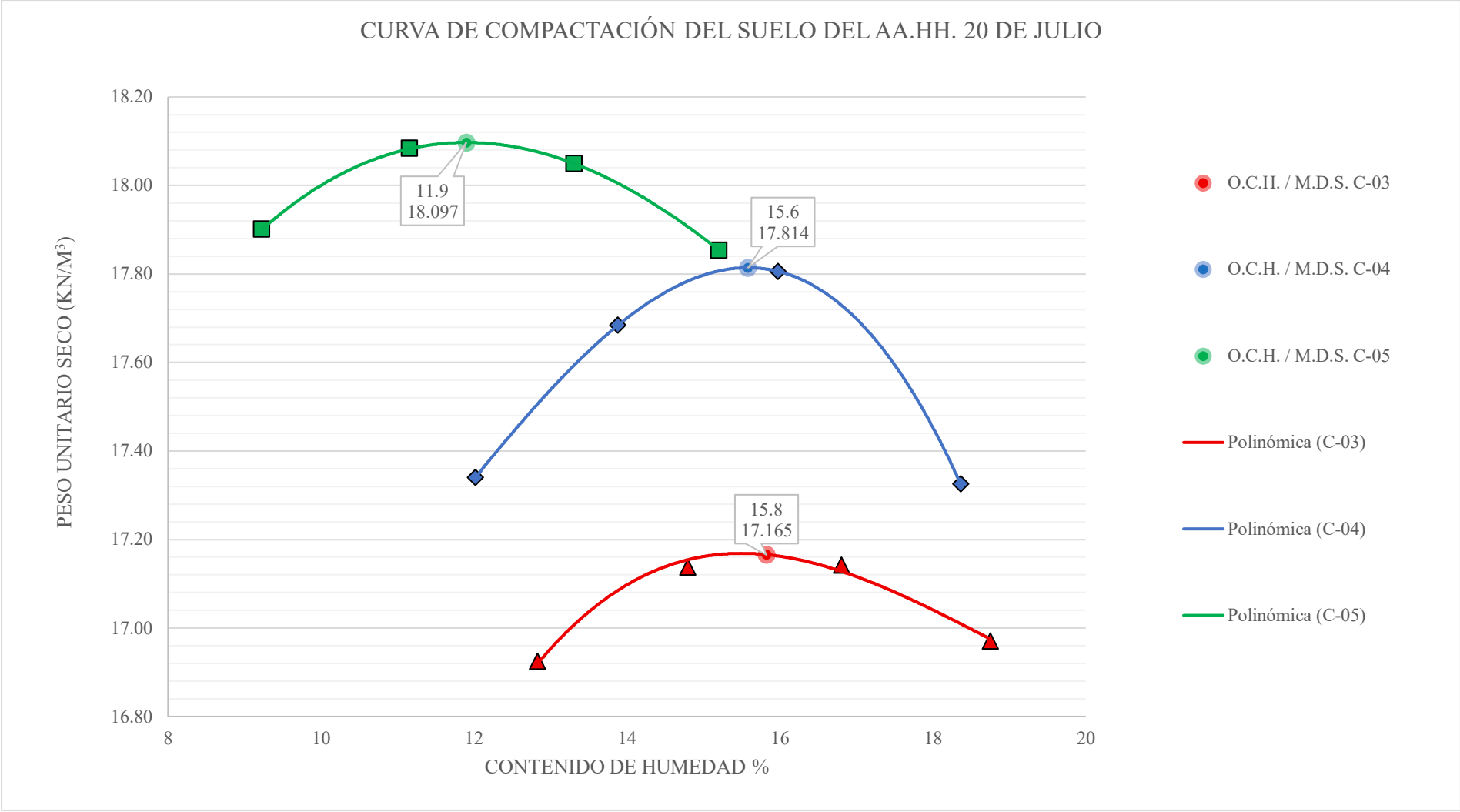


Figura 9: Máxima Densidad Seca del suelo del AA.HH. 20 de Julio

i. ASTM D1883-21: Método de prueba estándar para la relación de carga de california (CBR) de suelos compactados en laboratorio.

La figura 10, representaron los valores obtenidos de CBR 95% (0.1"), la calicata C-03 alcanzó un valor de 28.0%, lo que evidencia una buena capacidad portante del suelo en estado natural, mientras que la muestra C-04 registró 16.7% y la C-05 apenas 11.0%, evidencia suelos regulares, posicionándose esta última como la más desfavorable. Este comportamiento confirma que, a pesar de tratarse de un suelo arenoso, existe variabilidad local en su resistencia mecánica, influida posiblemente por ligeras diferencias en densidad, contenido de humedad o presencia de finos.

En el suelo de la calicata C-03, su alto valor de CBR se le atribuyó directamente a su contenido de finos del 5.3%. Al ser compactado en su humedad óptima, esta pequeña fracción de finos actuó como un agente ligante que rellena los vacíos entre las partículas de arena. Esto crea una matriz de suelo densa y compacta. Adicionalmente, el agua retenida en estos finos generó una cohesión aparente, ofreciendo una formidable resistencia a la penetración del pistón CBR. Este suelo, clasificado como una subrasante muy buena, se comporta de manera superior bajo carga.

En contraste, los suelos C-04 y C-05 fueron arenas mal gradadas limpias (SP), cuya resistencia dependieron exclusivamente de la fricción entre partículas. Aunque se compactaron a altas densidades, carecieron de este efecto "ligante" de los finos. Su estructura, aunque densa, fue menos estable internamente bajo una carga concentrada, lo que resulta en valores de soporte menores. Ambos califican como una subrasante Buena, pero la superioridad del C-04 sobre el C-05, a pesar de la mejor compactación de este último, sugiere que factores como la angularidad de las partículas del C-04 contribuyen a una mejor trabazón y movilización de la resistencia friccionante.

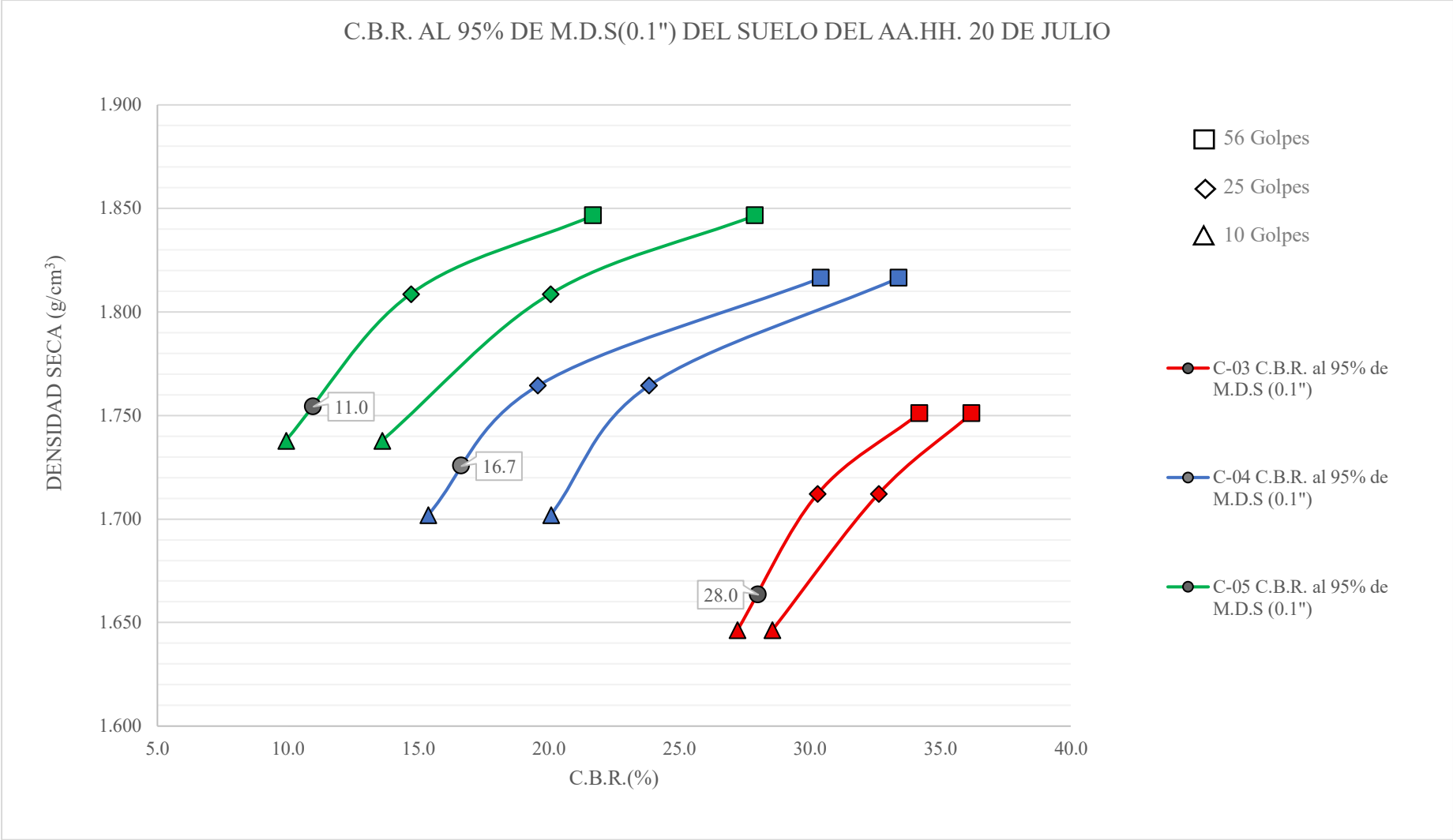


Figura 10: Valores de C.B.R. al 95% (0.1") del suelo del AA.HH. 20 de Julio.

4.1.2 IDENTIFICAR LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS (CLASIFICACIÓN DE SUELOS, CONTENIDO DE HUMEDAD) Y MECÁNICAS (PROCTOR MODIFICADO, CBR, EXPANSIÓN, LÍMITES DE CONSISTENCIA, CORTE DIRECTO) DEL SUELO DEL AA. HH 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, CON LA ADICIÓN DE PARTÍCULAS PET DE TAMAÑO MÁXIMO DE 4.75 MM RETENIDOS EN LOS TAMICES N°10, N°16, N°20 EN PORCENTAJES DE 2%, 4% Y 6%.

a. MTC E 108 – Determinación del contenido de humedad de un suelo.

En la figura 11 y figura 12, se observó una tendencia clara y consistente en todas las dosificaciones: a medida que se incrementó el porcentaje de partículas PET (de 2% a 6%), el contenido de humedad total de la mezcla disminuyó ligeramente, tanto en el estrato intermedio (0.20m – 1.50m), como en el trato profundo (1.50m – 3.0m).

Este comportamiento fue el esperado y se explicó por la naturaleza no porosa del plástico PET. Al añadir PET, se estuvo reemplazando por peso una fracción de partículas de suelo (que tienen la capacidad de retener agua en su superficie) por una fracción de partículas plásticas que no absorbieron ni retuvieron agua. En consecuencia, la capacidad global de retención de humedad de la mezcla por unidad de peso disminuyó. El tamaño de la partícula PET (N°10, N°16 o N°20) parece no tener una influencia relevante en esta propiedad, ya que el efecto es puramente de sustitución de material.

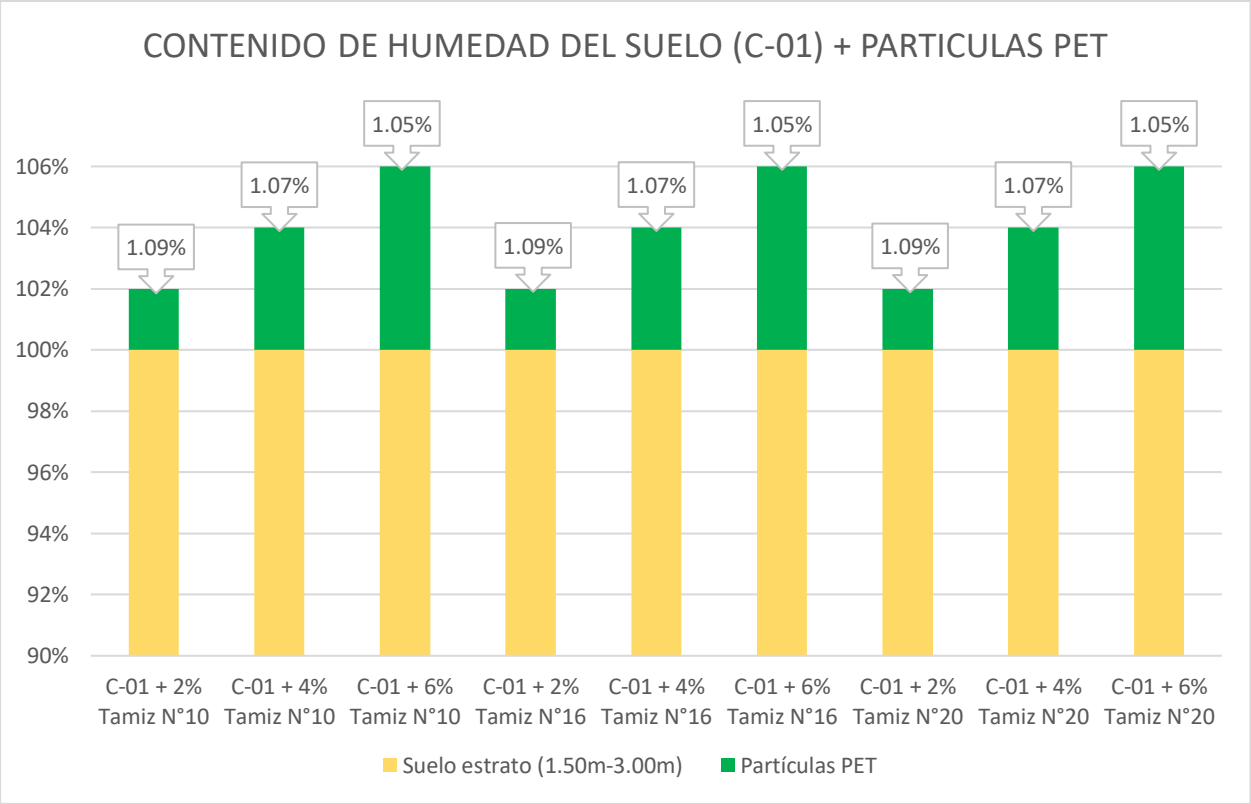


Figura 11: Contenido de humedad de las combinaciones del suelo C-01 + PET.

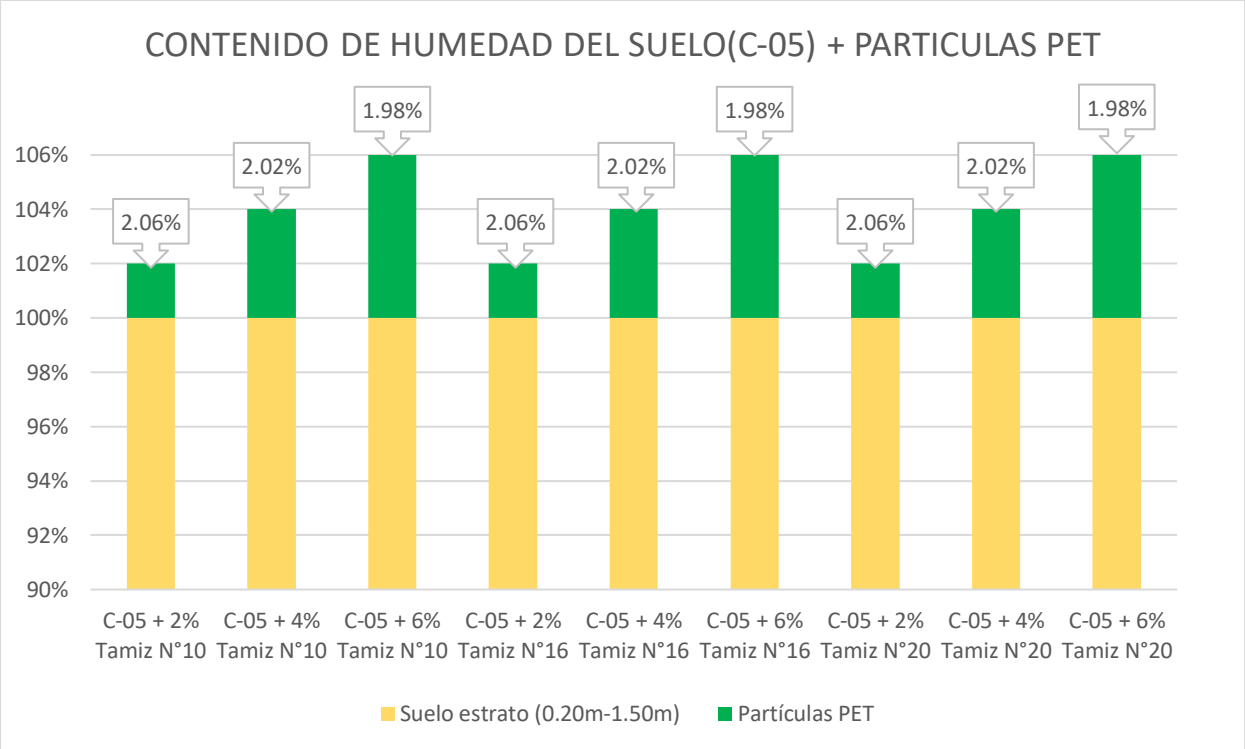


Figura 12: Contenido de humedad de las combinaciones del suelo C-05 + PET.

b. ASTM D6913/D6913M-17 – Métodos de prueba estándar para la distribución del tamaño de partículas(gradación) de suelos mediante análisis de tamiz.

La Figura 13, representó el análisis de la curva granulométrica del suelo de la calicata C-01 del AA.HH. 20 de Julio, modificado con la adición de partículas PET en proporciones de 2%, 4% y 6%, y tamaños retenidos en los tamices N°10, N°16 y N°20. Se observa que la arena continúa siendo el componente predominante. Esta distribución se mantiene dentro del rango característico de suelos clasificados como SP (arena mal graduada) según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS) y como A-3(0) conforme al sistema AASHTO. La adición del PET, al encontrarse granulada en un rango de tamaños comprendido entre los tamices N°4 y N°20, se integra dentro de la fracción arenosa del suelo sin alterar significativamente su composición textural.

De forma similar, la Figura 14 muestra el comportamiento granulométrico del suelo de la calicata C-05, destinada al análisis con fines de pavimentación, sometido al mismo tratamiento de adición de partículas PET. En esta muestra también se evidencia un claro predominio de la fracción arenosa. En ningún caso se supera el umbral del 5% de finos que podría generar una reclasificación como SP-SM o similar.

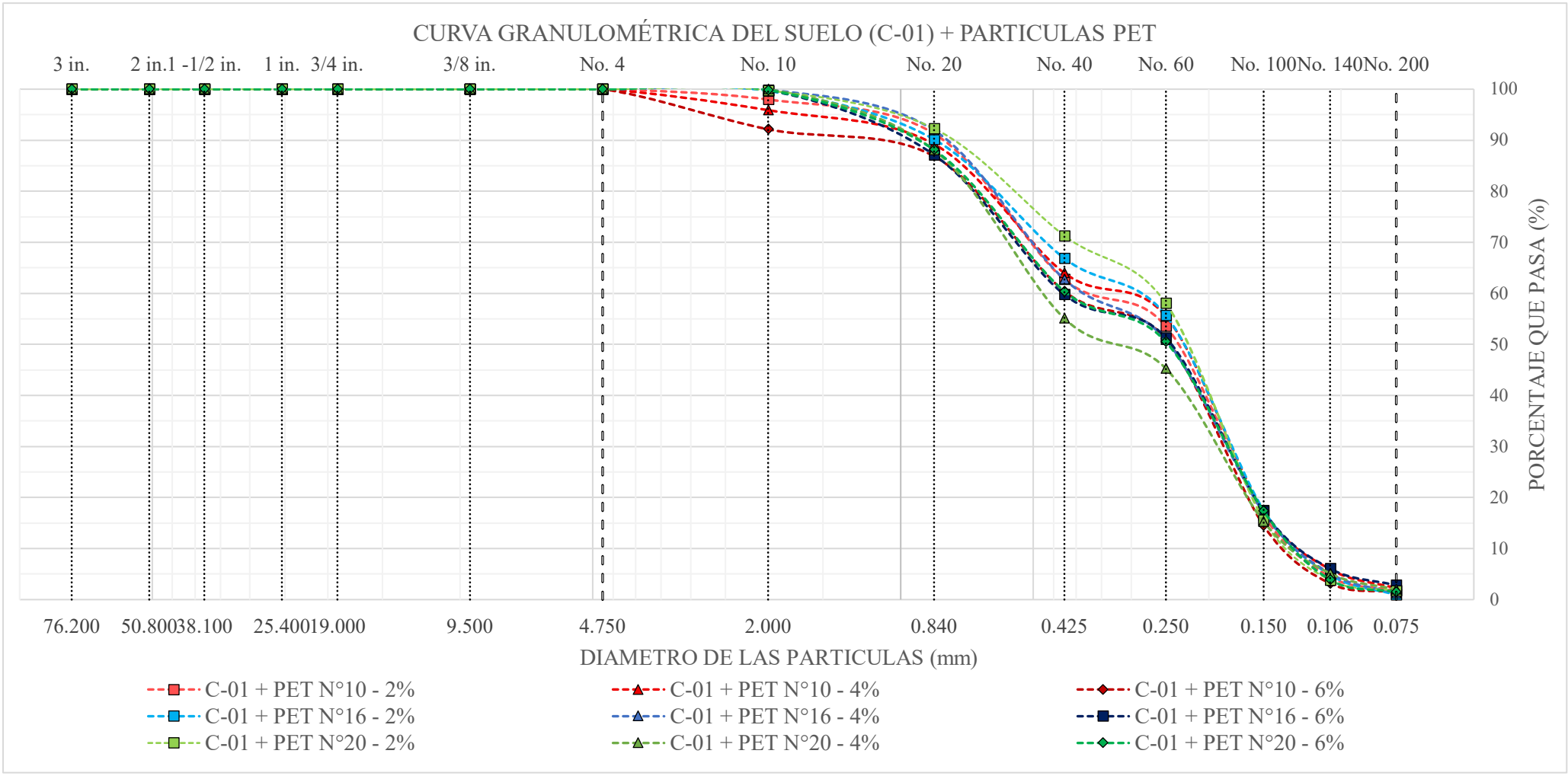


Figura 13: Curva granulométrica del suelo C-01 + partículas PET.

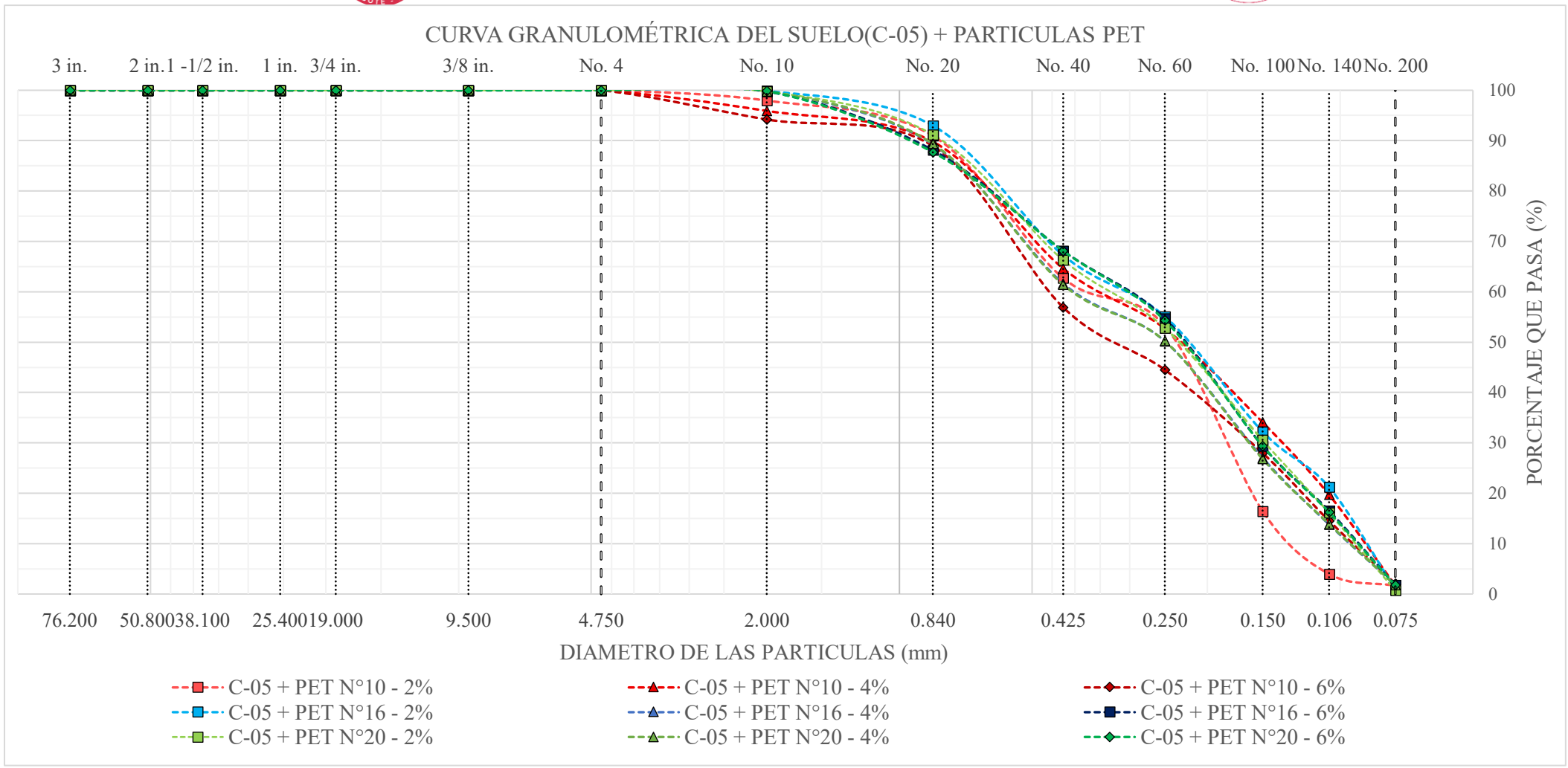


Figura 14: Curva granulométrica del suelo C-05 + partículas PET.

c. MTC E 110 – Determinación del límite líquido de los suelos.

En la Figura 15 y Figura 16, se determinó que el suelo del AA.HH. 20 de Julio al adicionarle partículas PET, material plástico, no fino, no genero la presencia del límite líquido.

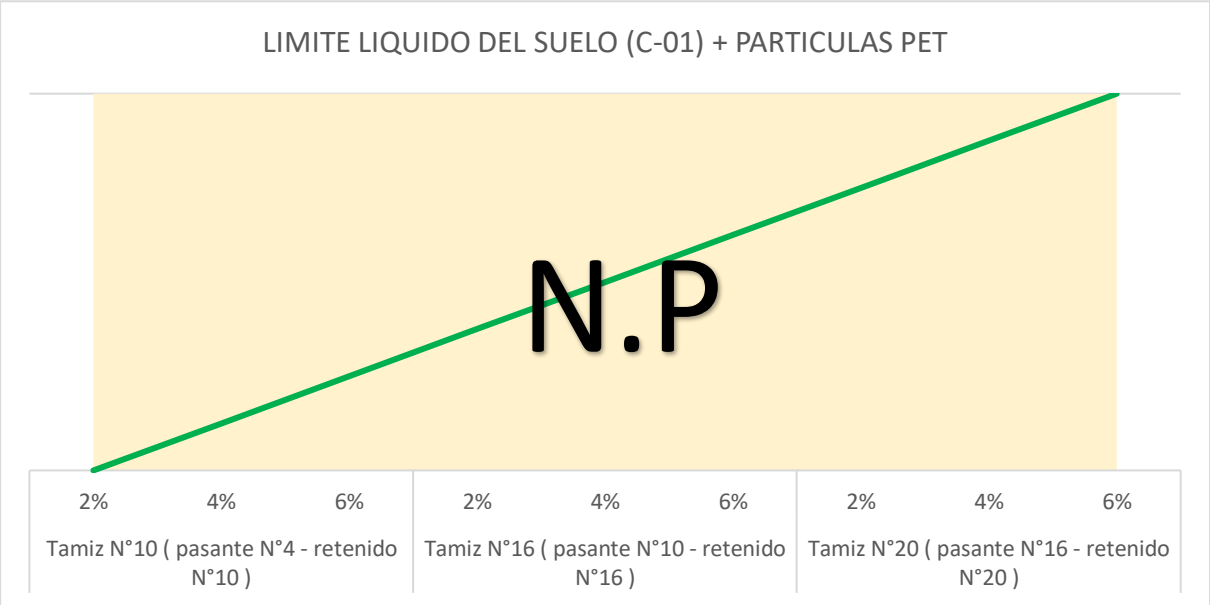


Figura 15: Límite líquido del suelo C-01 + partículas PET.

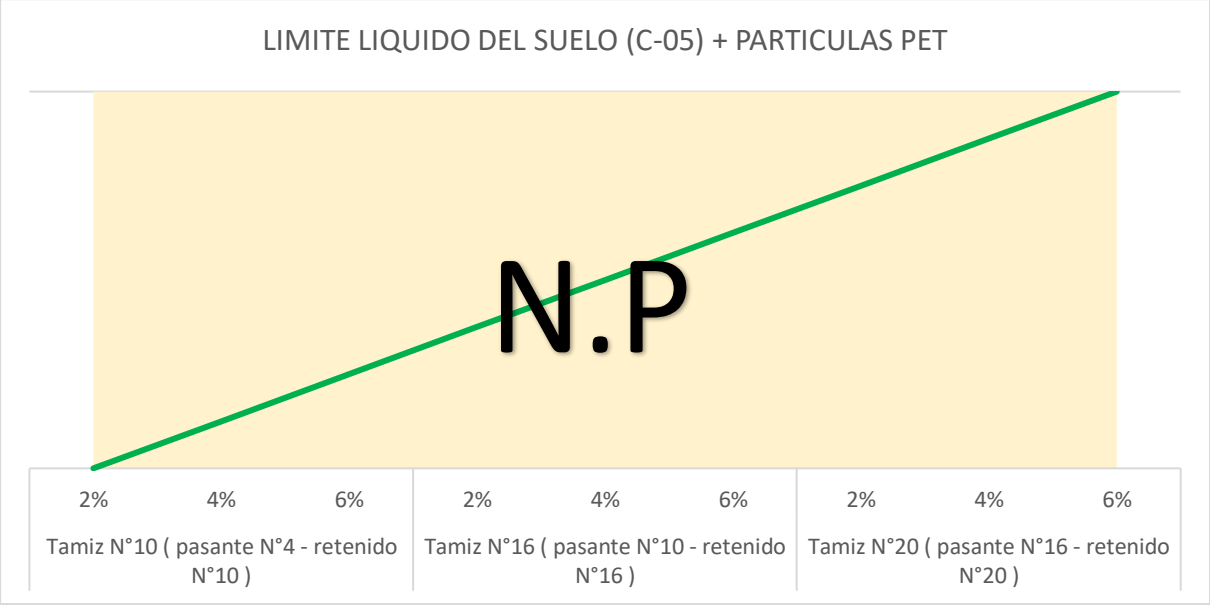


Figura 16: Límite líquido del suelo C-05 + partículas PET.

d. MTC E 111 – Determinación del límite plástico (L.P.) de los suelos e índice de plasticidad (I.P.)

En la Figura 17 y Figura 18, se determinó que el suelo del AA.HH. 20 de Julio al adicionarle partículas PET, material plástico, no fino, no genero la presencia del límite plástico.

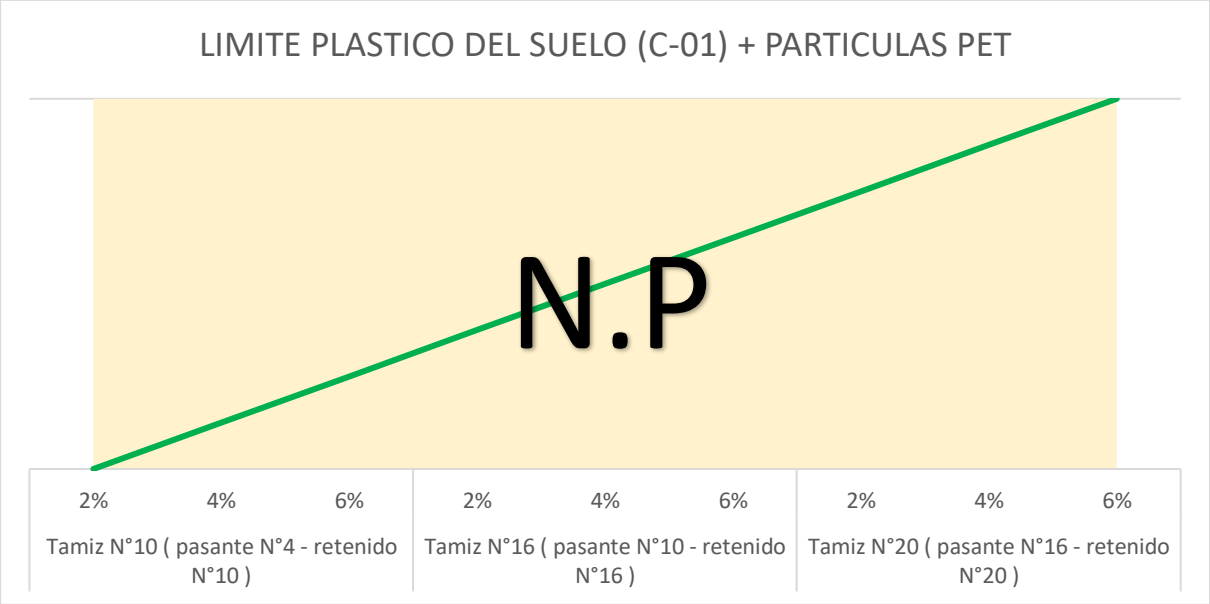


Figura 17: Límite plástico del suelo C-01 + partículas PET.

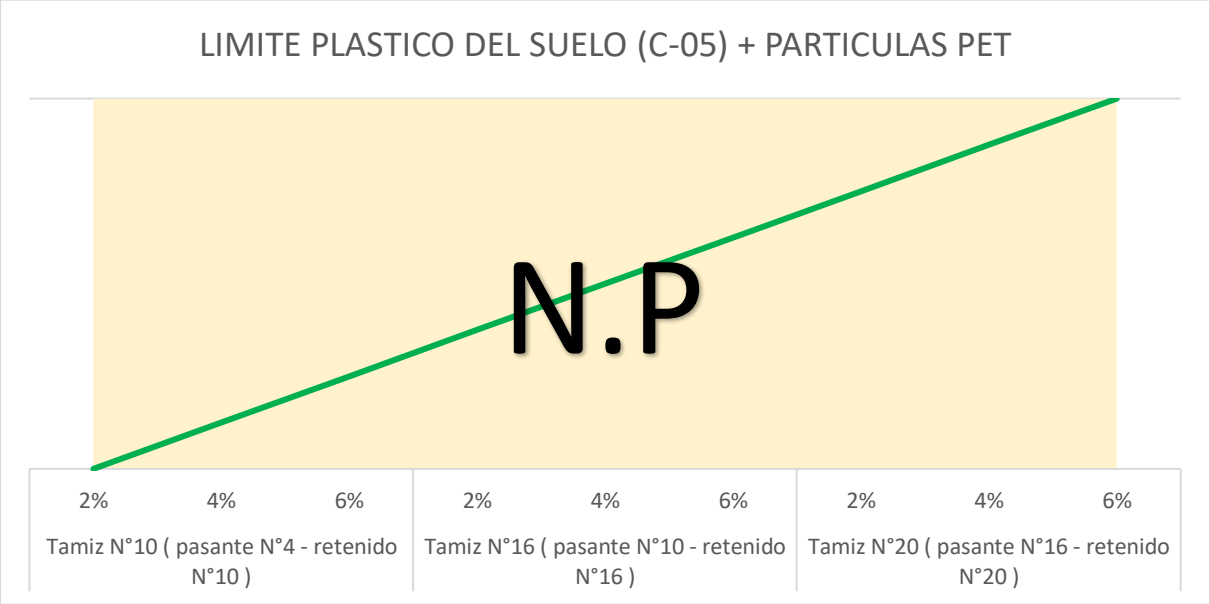


Figura 18: Límite plástico del suelo C-05 + partículas PET.

e. ASTM D792 - Método de ensayo estándar para densidad y gravedad específica (relativa) de plásticos por el método de desplazamiento de agua.

En la figura 19 se determinó el valor promedio de la Gravedad específica de las partículas PET, el cual fue 1.329. El valor de Gs fue un dato de entrada esencial para trazar la Curva de Cero Vacíos de Aire en el gráfico de compactación del suelo adicionándole las partículas PET.

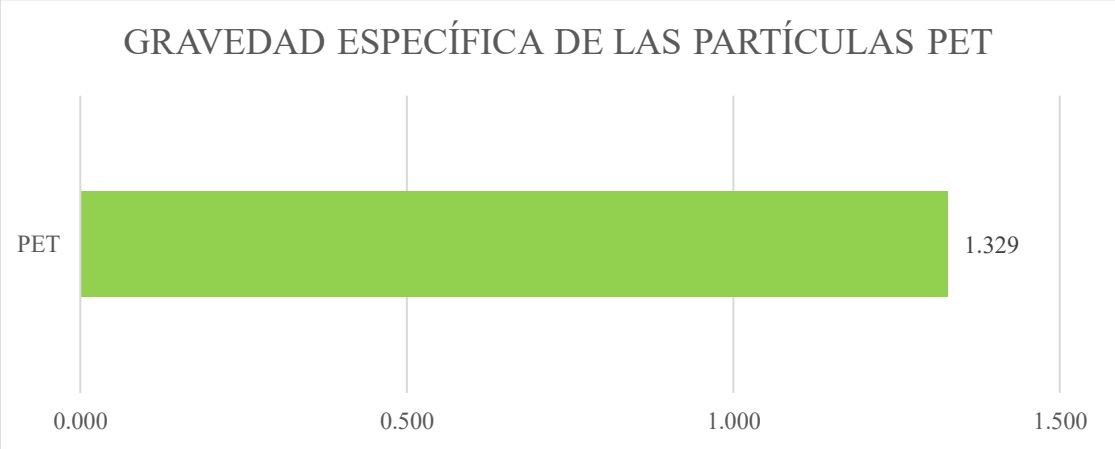


Figura 19: Gravedad específica de las partículas PET.

f. ASTM D3080/D3080M-23: Método de prueba estándar para la prueba de corte directo de suelos en condiciones de drenaje consolidado.

La Figura 20 presentó uno de los resultados obtenidos en el ensayo de Corte Directo realizado sobre el suelo de la calicata C-01 del AA.HH. 20 de Julio, en este caso el ángulo de fricción, modificado con la adición de partículas PET recicladas en distintas proporciones (2%, 4% y 6%) y tamaños (retenidas en los tamices N°10, N°16 y N°20).

El efecto del porcentaje para cada tamaño de partícula PET, demostró un aumento sistemático y muy significativo del ángulo de fricción interna. El efecto del tamaño de partícula PET, demostró que el tamaño N°16 es el que ofrece el mejor desempeño, seguido por el N°20 y finalmente el N°10.

La adición de PET logró un refuerzo extraordinario, esto se debió a que las partículas de PET actuaron como elementos de refuerzo tridimensional. Crearon un efecto de anclaje y trabazón, restringiendo el movimiento relativo de las partículas de arena y movilizando una mayor resistencia al corte a través de la fricción en la interfaz suelo-plástico. El hecho de que exista un tamaño óptimo (N°16) sugirió un equilibrio perfecto entre una superficie suficiente para la fricción y un tamaño adecuado para un anclaje mecánico efectivo sin generar planos de falla preferenciales.

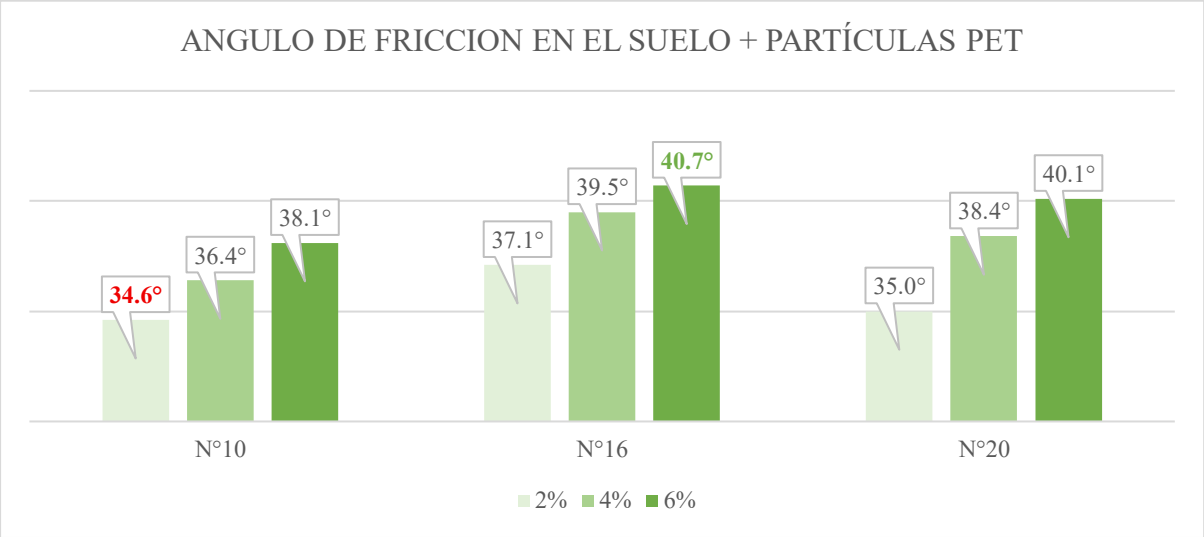


Figura 20: Ángulo de fricción del suelo C-01 + PET.

Se observó en la figura 21 que se mantuvo constante la cohesión en un valor de 0.0 kg/cm², lo cual demostró que las partículas PET no influyen cohesivamente.

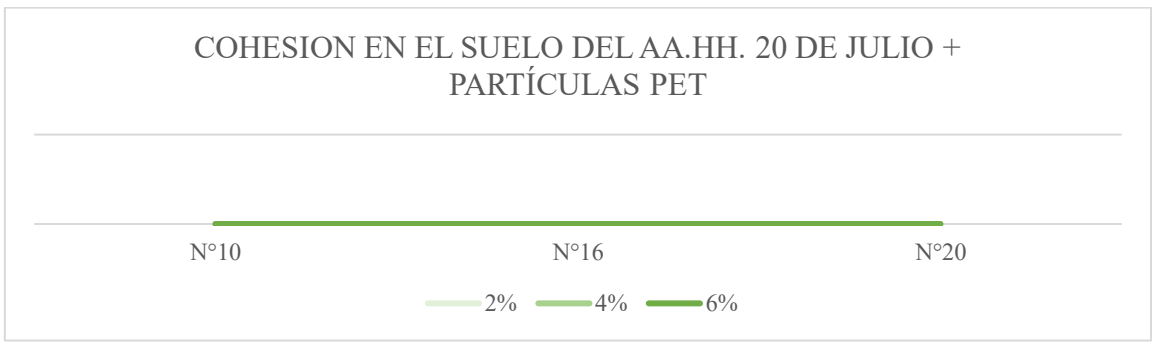


Figura 21: Cohesión del suelo C-01 + PET.

Se determinaron los resultados de capacidad neta última de carga calculada mediante el método de Terzaghi, los cuales se representan en la Figura 22, donde se aprecia valores desde 3.49 kg/cm² hasta a 8.39 kg/cm².

Las variaciones de los valores de la capacidad neta última de carga calculada tuvieron relación directa con el ángulo de fricción, por ende tienen el mismo efecto. El efecto del porcentaje para cada tamaño de partícula PET, demostró un aumento sistemático y muy significativo en la capacidad neta última de carga. El efecto del tamaño de partícula PET, demostró que el tamaño N°16 es el que ofrece el mejor desempeño, seguido por el N°20 y finalmente el N°10.

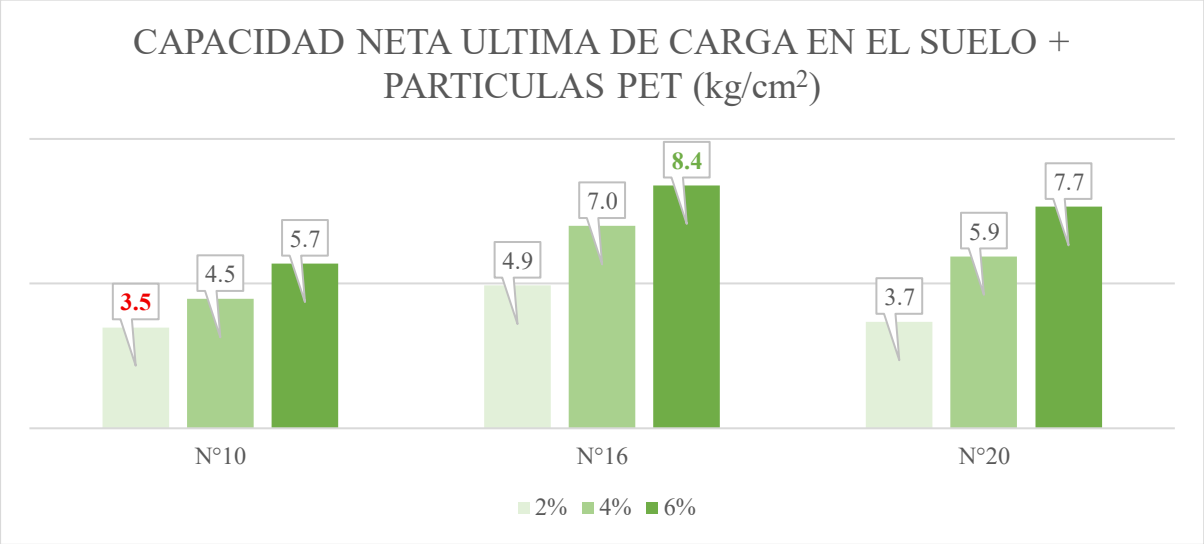


Figura 22: Capacidad Neta Última de carga del suelo C-01 + partículas PET.

g. ASTM D1557-12(2021): Métodos de prueba estándar para las características de compactación utilizando un esfuerzo modificado del suelo en laboratorio (56 000 ft lbf/ft3 (2700 kn-m/m3))

La Figura 23 representó los resultados del ensayo de compactación Proctor Modificado realizados sobre la combinación del suelo natural de la calicata C-05 del AA.HH. 20 de Julio con la adición de partículas PET recicladas de tamaño máximo 4.75 mm, retenidas en los tamices N°10, N°16 y N°20, en proporciones del 2%, 4% y 6%. Los valores obtenidos

mostraron una tendencia general de disminución en la Máxima Densidad Seca (M.D.S.) conforme se incrementa la proporción de PET en las mezclas, lo cual fue esperable debido a la naturaleza ligera del polímero en comparación con los minerales constituyentes del suelo. La combinación que presentó el valor más alto de M.D.S. fue aquella con partículas de tamaño N°20 al 2%, alcanzando los 1.832 g/cm³, lo cual indicó que, aunque la inclusión gradual en peso del PET reduce la densidad seca, la disminución no resultó crítica ni comprometió la compactibilidad general del material. Además, esto confirmó que la incorporación de PET, en proporciones controladas y tamaños finos, no generó efectos negativos significativos sobre la estructura de compactación del suelo, permitió aún alcanzar densidades aceptables para fines de subrasante vial.

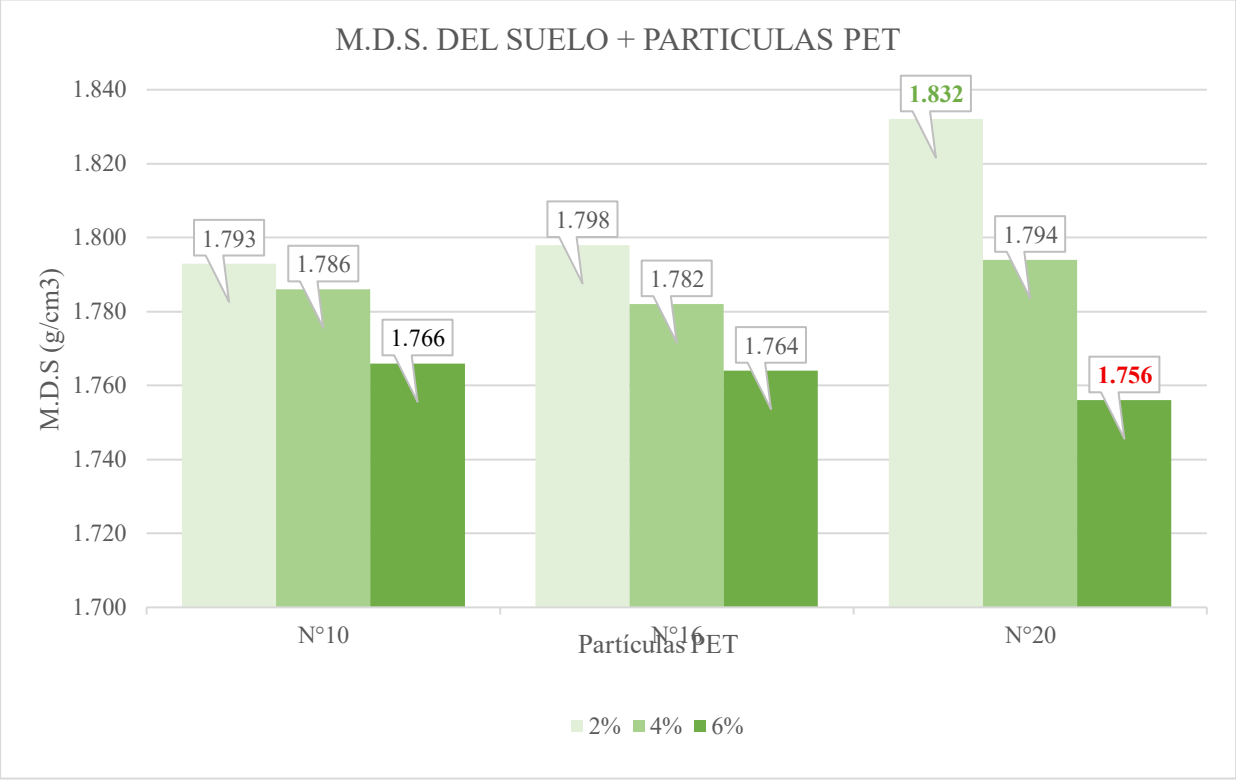


Figura 23: Máxima Densidad Seca del suelo C-05 + Partículas PET.

La Figura 24 presentó el comportamiento del Óptimo Contenido de Humedad (O.C.H.) en estas mismas combinaciones. A diferencia de la M.D.S., se observó un aumento progresivo del contenido de humedad necesario para alcanzar la densidad máxima en casi todas las combinaciones evaluadas. Sin embargo, la mezcla con partículas PET de tamaño N°20 al 2% resultó ser también la más eficiente en este parámetro, registrando el valor más bajo de O.C.H. con 10.9%. Este valor en el O.C.H. es técnicamente relevante, ya que sugirió que la incorporación del PET modificó las condiciones de retención de agua del suelo, reduciendo la cantidad de humedad necesaria para alcanzar su mejor grado de compactación.

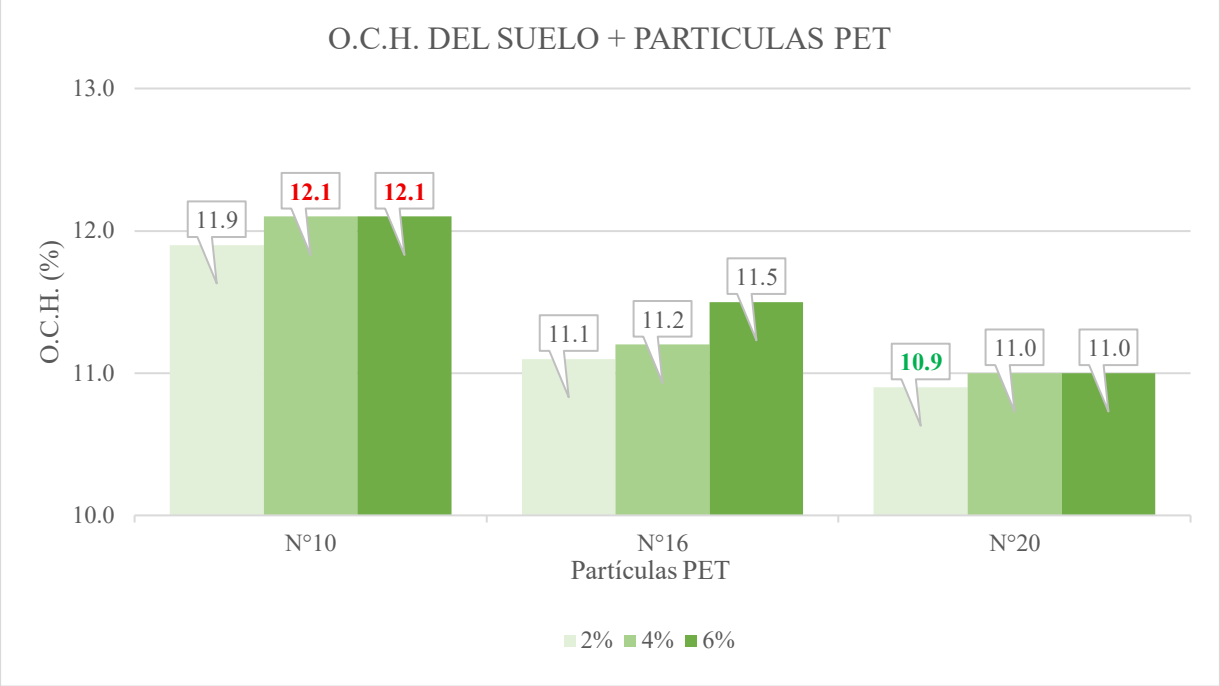


Figura 24: Óptimo Contenido de Humedad de las combinaciones del suelo C-05 + PET.

h. ASTM D1883-21: Método de prueba estándar para la relación de carga de california (CBR) de suelos compactados en laboratorio.

La figura 25 mostró que la inclusión de partículas PET generó un aumento notable en los valores de CBR en la mayoría de combinaciones evaluadas. La muestra sin adición presentó un CBR de 11.0%, lo cual la clasificó como una subrasante de buena calidad estructural, típica

de suelos granulares arenosos. Tras la incorporación del PET, el valor del CBR se incrementó progresivamente hasta alcanzar un máximo de 24.3% con la combinación de partículas de tamaño N°10 en proporción del 6%. Esta mejora representó un incremento superior al 120% respecto al suelo original, situando a esta combinación en la categoría de subrasante excelente para fines de pavimentación. Cabe resaltar que, si bien algunas combinaciones como el tamaño N°20 al 6% presentaron un descenso en el CBR (10.4%), estos valores deben interpretarse considerando tanto la variabilidad propia del suelo como la forma y distribución del PET, ya que tamaños más finos o proporciones elevadas pudieron generar interferencias en la compactación o inducir vacíos no deseados.

Este comportamiento sugirió que las partículas PET actúan como agente estabilizante mecánico, rellenando los vacíos del suelo y aumentando su resistencia a la penetración sin afectar negativamente la estructura granular. Al tratarse de un suelo arenoso sin cohesión, este tipo de refuerzo mejoró la distribución de esfuerzos y reduce la deformación bajo carga, lo que se tradujo en un mejor desempeño ante solicitaciones inducidas por el tránsito vehicular.

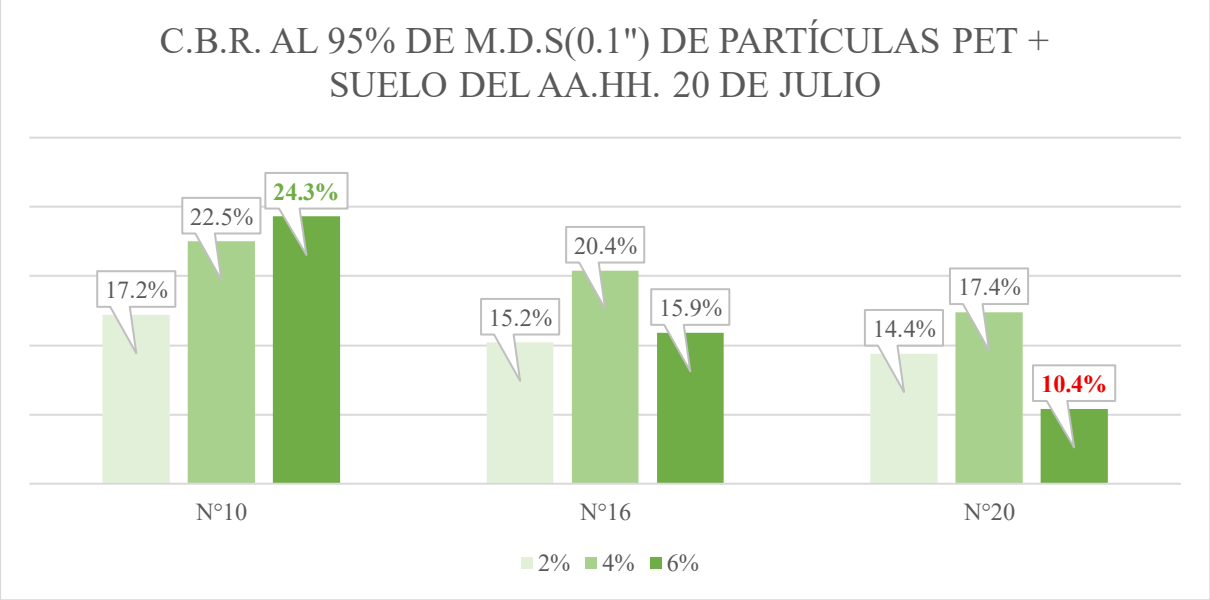


Figura 25: C.B.R. al 95% (0.1") M.D.S. de las combinaciones del suelo C-05 + PET.

4.1.3 DETERMINAR LA DOSIFICACIÓN ÓPTIMA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET QUE MEJORARÁ LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE.

Los resultados del cálculo del contenido de humedad de nuestra muestra menos favorable para el caso de cimentaciones, la calicata 01, se resumió en la Figura 26. Viendo que la humedad disminuyó al 6%, en una mínima proporción, lo cual, no es significativa en la sensibilidad a la humedad del suelo.

Los resultados del cálculo del contenido de humedad de nuestra muestra menos favorable para el caso de pavimentación, la calicata 05, se resumió en la Figura 27. Viendo que la humedad disminuyó al 6%, en una mínima proporción, lo cual, no es significativa en la sensibilidad a la humedad del suelo.

Desde el enfoque geotécnico, estos valores de humedad inicial sirvieron como base para valorar el efecto de la estabilización con partículas PET, dado que un suelo con bajo contenido hídrico inicial puede responder mejor a técnicas de mejoramiento mecánico sin riesgo inmediato.

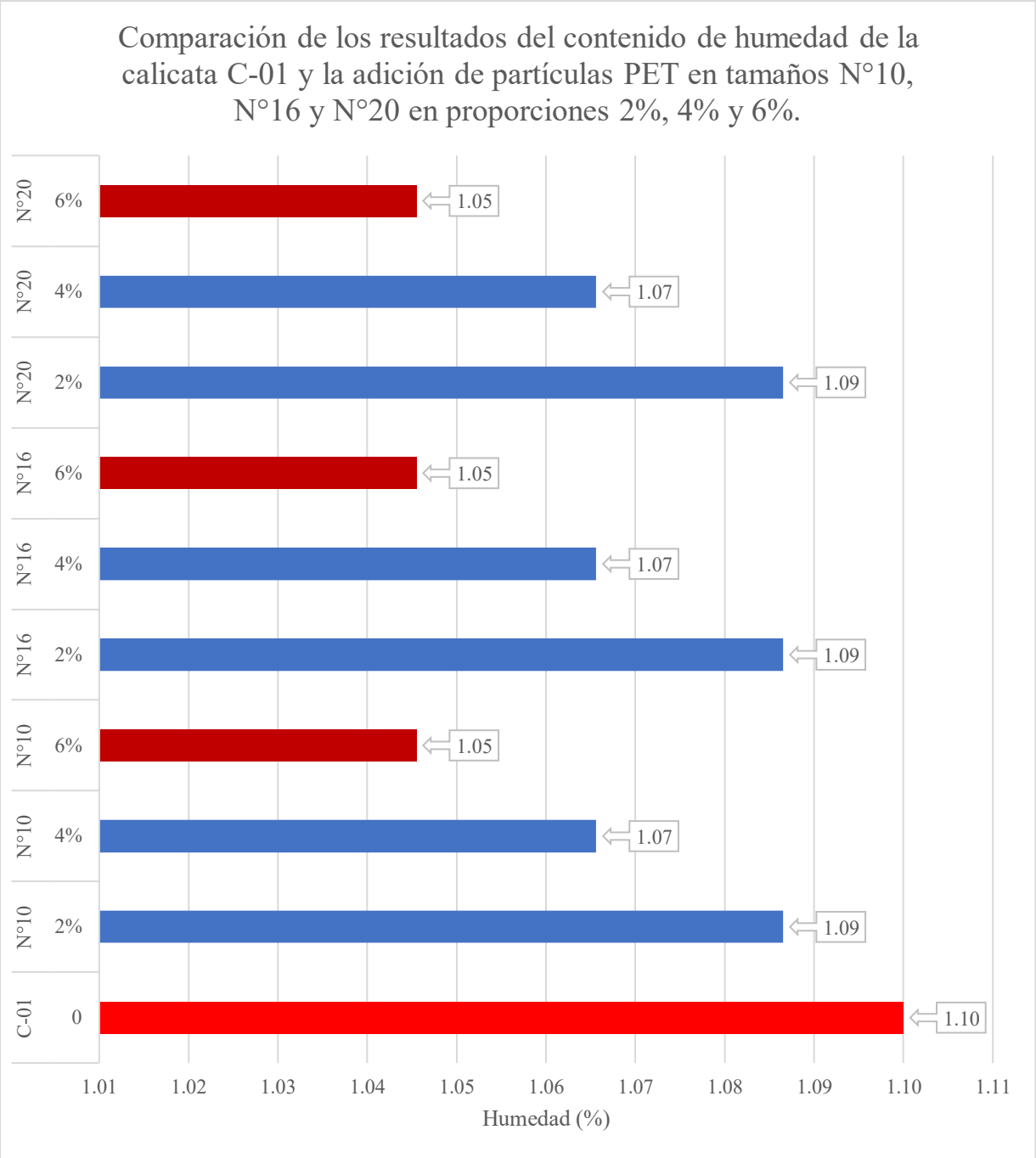


Figura 26: Comparación de los resultados del contenido de humedad de la calicata C-01 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%.

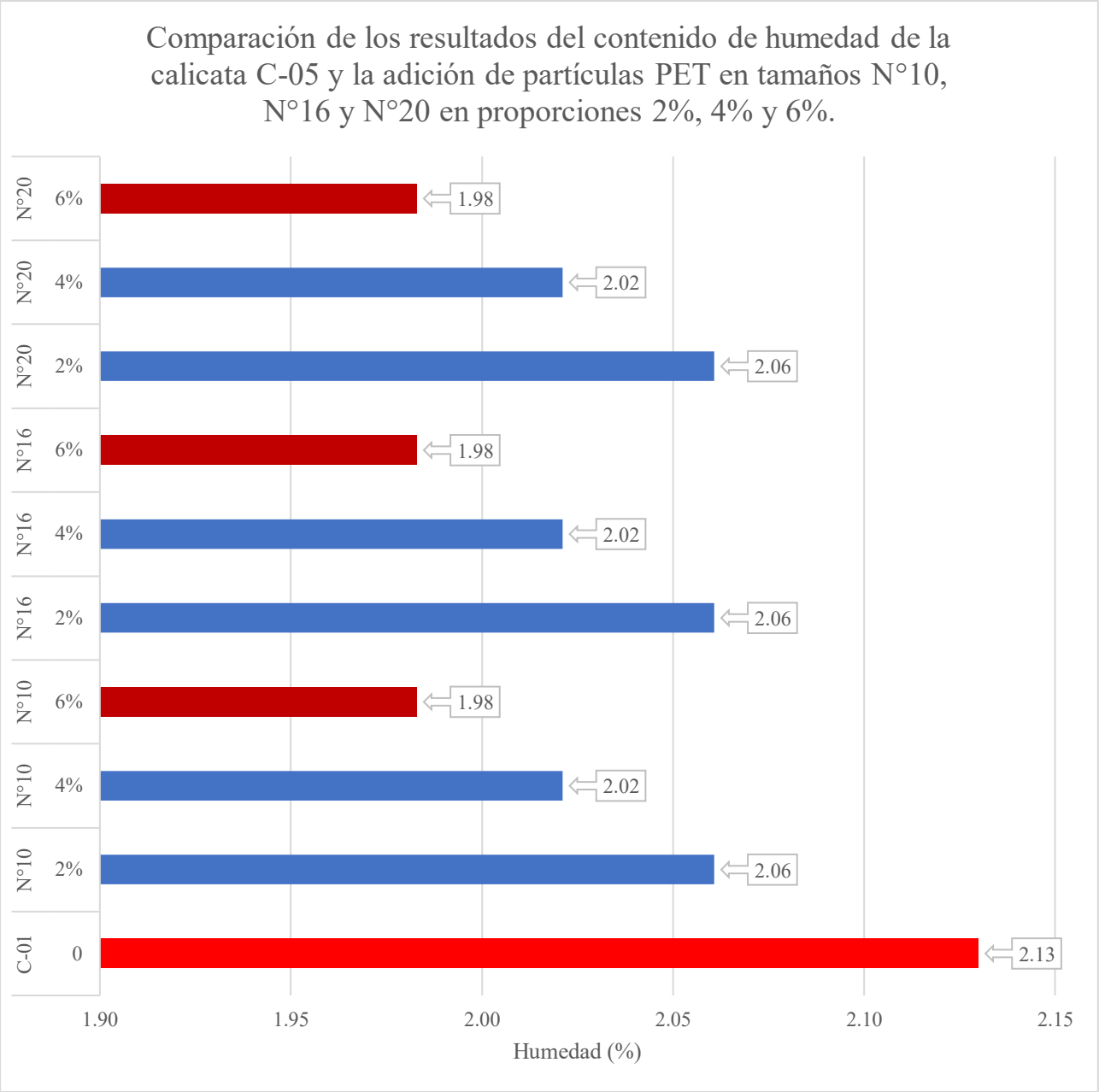


Figura 27: Comparación de los resultados del contenido de humedad de la calicata C-05 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%.

Los resultados del análisis granulométrico de nuestra muestra menos favorable para el caso de cimentaciones, la calicata 01, se resumió en la Figura 28. Viendo que su clasificación en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) no se alteró al adicionarle partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%, el cual se mantuvo como suelo SP (Arena Mal Graduada).

Los resultados del análisis granulométrico de nuestra muestra menos favorable para el caso de pavimentación, la calicata 05, se resumió en la Figura 29. Viendo que su clasificación en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) no se alteró al adicionarle partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%, el cual se mantuvo como suelo SP (Arena Mal Graduada).

Este comportamiento granulométrico seria relevante para el futuro diseño y ejecución de proyectos urbanos, ya que los suelos arenosos mal graduados presentaran alta permeabilidad, baja cohesión y escasa estabilidad sin tratamiento, lo cual justificó plenamente la necesidad de aplicar técnicas de estabilización, como la que se plantea con la incorporación de partículas PET recicladas.

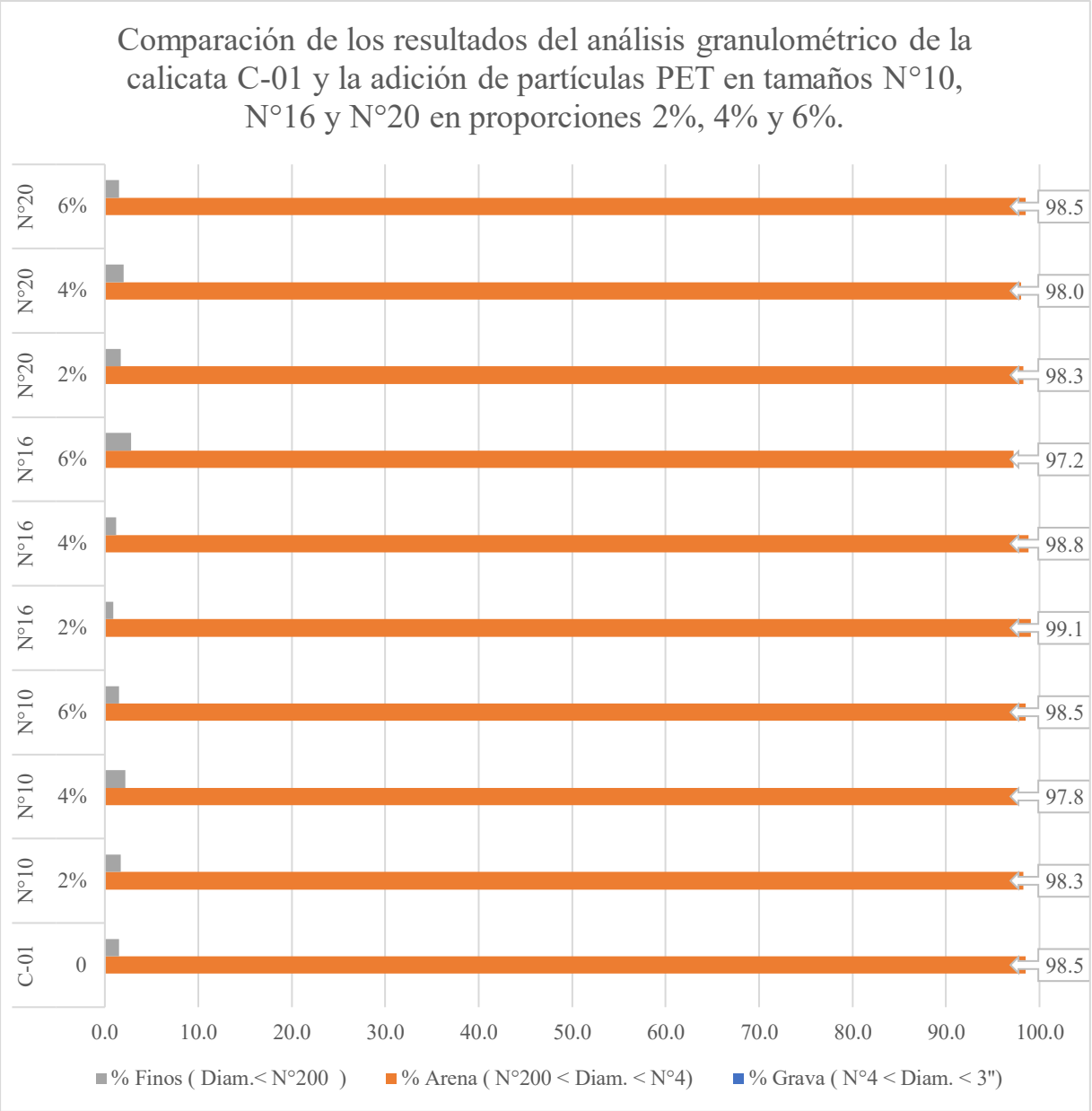


Figura 28: Comparación de los resultados del análisis granulométrico de la calicata C-01 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%.

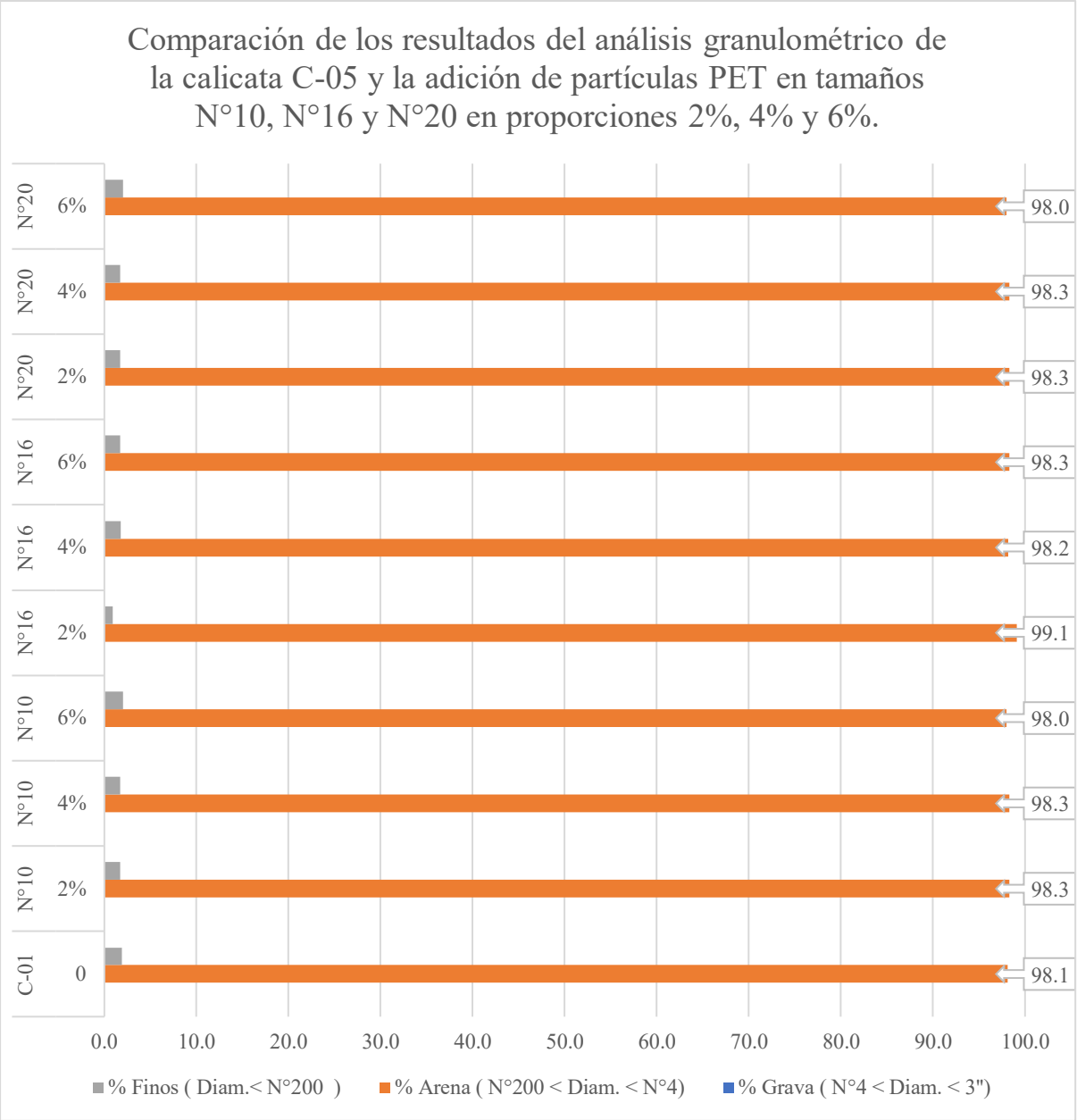


Figura 29: Comparación de los resultados del análisis granulométrico de la calicata C-05 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%.

Los resultados del corte directo de nuestra muestra menos favorable para el caso de cimentaciones, la calicata 01, se resumió en la Figura 80. Con la mejor dosificación de partículas PET de tamaño N°16 (pasante el tamiz N°10 – retenida en el tamiz N°16) en una proporción del 6%, se logró mejorar el ángulo de fricción de 32.8 hasta 40.7 y mantener la cohesión en 0, lo cual logro aumentar la Capacidad Neta Última de carga de 2.74 kg/cm2. hasta 8.39 kg/cm2.

Se demostró concluyentemente que la estabilización con PET es fue técnica altamente eficaz para mejorar la capacidad portante del suelo de cimentación. Un aumento del ángulo de fricción de esta magnitud se traduce en un incremento exponencial de la capacidad de carga (factores Nq y Nγ), permitiendo cimentaciones más pequeñas o más seguras.

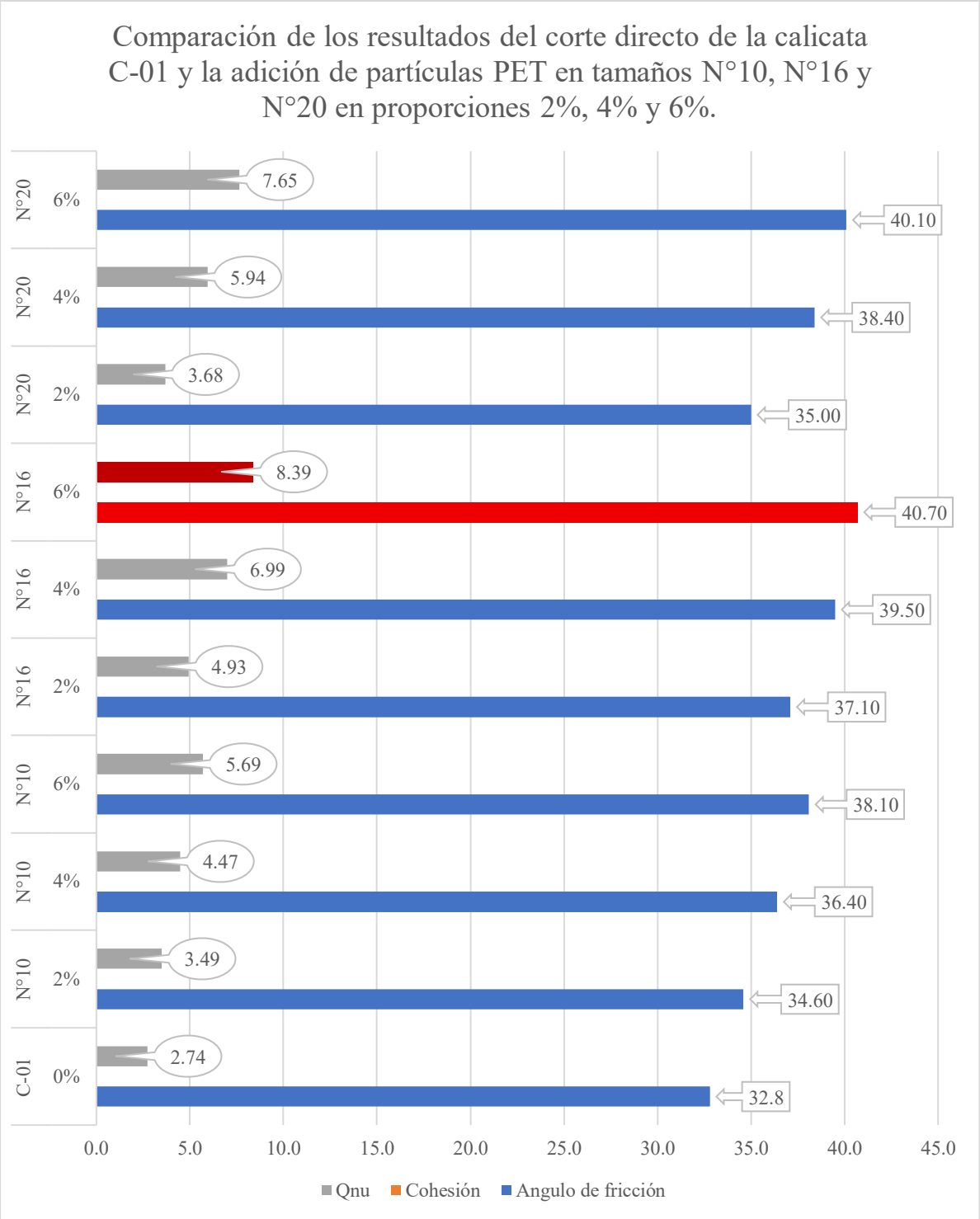


Figura 30: Comparación de los resultados del corte directo de la calicata C-01 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%.

Los resultados del C.B.R de nuestra muestra menos favorable para el caso de pavimentación, la calicata 05, se resumió en la Figura 81. Con la mejor dosificación de partículas PET de tamaño N°10(pasante tamiz N°4 – retenido tamiz N°10) en una proporción al 6%, se logró mejorar el C.B.R. al 95% de su M.D.S. al 0.1" de penetración de 11% a 24.3%.

Este hallazgo permitió duplicar la capacidad de soporte del suelo, lo que se traduciría si en caso se consideraría futuros proyecto realizar una pavimentación, un diseño de pavimento mucho más económico (menores espesores de base y subbase) y duradero.

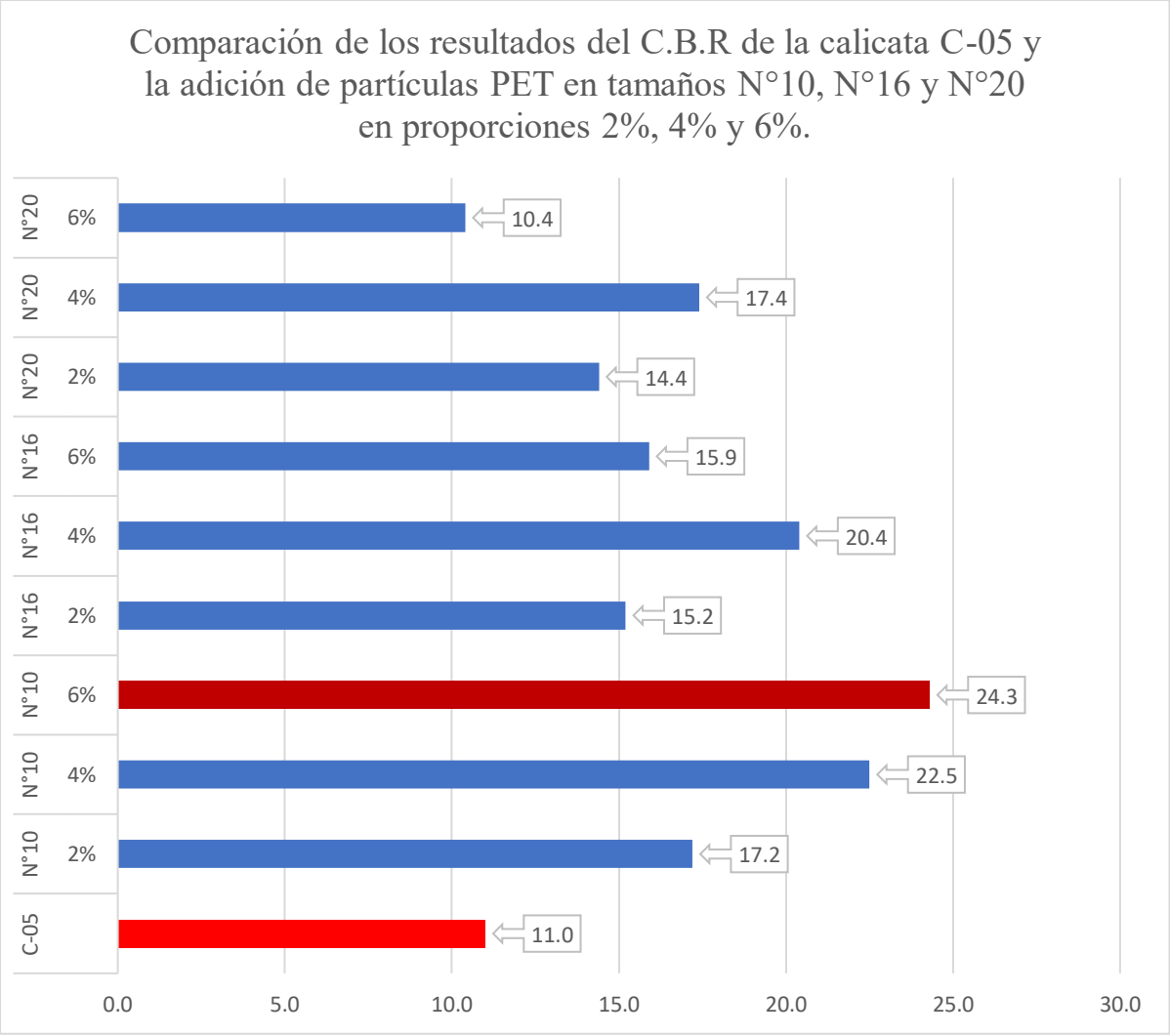


Figura 31: Comparación de los resultados del C.B.R. de la calicata C-05 y la adición de partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%.

En el caso de cimentaciones, se observó que todas estas comparaciones de resultados entre la calicata C-01 siendo la más desfavorable, al adicionar partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%, se determinó que la dosificación óptima es la de partículas PET de tamaño N°16 (pasante el tamiz N°10 – retenida en el tamiz N°16) en una proporción del 6%.

En el caso de pavimentación, se observó todas estas comparaciones de resultados entre la calicata C-05 siendo la más desfavorable, al adicionar partículas PET en tamaños N°10, N°16 y N°20 en proporciones 2%, 4% y 6%, se determinó que la dosificación óptima es la de partículas PET de tamaño N°10 (pasante el tamiz N°4 – retenida en el tamiz N°10) en una proporción del 6%.

4.2 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis Nula:

H0: El tamaño y proporción de partículas PET no influye significativamente en la estabilización de suelos en AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.

Hipótesis Alternativa:

H1: El tamaño y proporción de partículas PET influye significativamente en la estabilización de suelos en AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.

$P>\alpha$: Se acepta la hipótesis nula.

$P<\alpha$: Se acepta la hipótesis alternativa.

Tabla 79: Resultados de la capacidad ultima admisible del suelo y de las combinaciones de tamaño y proporción de partículas PET.

Obs.	Capacidad última admisible del suelo en la calicata 01	Capacidad última admisible del suelo en la calicata 01con las combinaciones de proporción y tamaño
1	2.74	3.49
2		4.47
3		5.69
4		4.93
5		6.99
6		8.39
7		3.68
8		5.94
9		7.65

Los valores de la capacidad última admisible del suelo en la calicata 01 se mostraron en el Tabla 82. Después se analizaron estos datos, probando la hipótesis primaria del estudio. Para ello, se utilizó el Método T de Student para hacer una prueba de hipótesis para dos muestras con varianzas desiguales.

Tabla 80: Resultados del análisis de datos en C-01, de la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

	Capacidad última admisible del suelo en la calicata 01	Capacidad última admisible del suelo en la calicata 01con las combinaciones de proporción y tamaño
Media	2.74	5.69
Varianza	0	2.98
Observaciones	1	9
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de Libertad	8	
Estadístico t	-5.14	
P (T <= t) una cola	0.0004	
Valor crítico de t (una cola)	1.859	
P (T <= t) dos colas	0.0009	
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	

Utilizando el análisis de datos en Microsoft Excel, se procedió a realizar la prueba t de dos muestras, suponiendo varianzas desiguales, para determinar la influencia de proporción y tamaño de partículas PET en la estabilización de suelos en el AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote. Los resultados obtenidos, presentados en la Tabla 83, indicaron que el valor de P (T ≤ t) dos colas es significativamente menor que el valor de alfa (0.05), lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alternativa. Esto demostró que la proporción y tamaño de partículas PET tuvo un efecto estadísticamente significativo en la mejora de la capacidad portante del suelo.

La comparación entre las muestras de suelo sin aditivos PET y las muestras con diferentes proporciones y tamaños de partículas PET reveló una mejora notable en los resultados de la capacidad última admisible del suelo en la calicata 01. Los valores obtenidos para el suelo estabilizado con PET fueron superiores en comparación con el suelo natural, lo que confirmó que las partículas PET influyeron significativamente en las propiedades mecánicas del suelo, aumentaron la capacidad de carga e hicieron el terreno más adecuado para actividades de construcción.

La hipótesis alternativa, que postuló que el tamaño y la proporción de partículas PET influye significativamente en la estabilización de suelos, ha sido respaldada por los resultados obtenidos, lo que validó el uso de este material reciclado como una opción viable para mejorar la calidad del suelo en la zona de estudio. El uso de partículas PET también planteó una solución sostenible que podría tener un impacto positivo en la gestión de residuos, al tiempo que mejora las características mecánicas del terreno.

Tabla 81: Resultados del CBR al 95% de la M.D.S. al 0.1" de penetración del suelo y de las combinaciones de tamaño y proporción de partículas PET.

	95% de la M.D.S. al 0.1" del suelo de la calicata 05 (%)	95% de la M.D.S. al 0.1" del suelo de la calicata 05 (%) con las combinaciones de proporción y tamaño (%)
1	11.00	17.20
2		22.50
3		24.30
4		15.20
5		20.40
6		15.90
7		14.40
8		17.40
9		10.40

Los valores de la capacidad última admisible del suelo en la calicata 05 se mostraron en el Tabla 84. Después se analizaron estos datos, probando la hipótesis primaria del estudio. Para ello, se utilizó el Método T de Student para hacer una prueba de hipótesis para dos muestras con varianzas desiguales.

Tabla 82: Resultados del análisis de datos en C-05, de la prueba t para dos muestras suponiendo varianzas desiguales.

	95% de la M.D.S. al 0.1" del suelo de la calicata 05 (%)	95% de la M.D.S. al 0.1" del suelo de la calicata 05 (%) con las combinaciones de proporción y tamaño (%)
Media	11.00	17.52
Varianza	0	18.45
Observaciones	1	9
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de Libertad	8	
Estadístico t	-4.56	
P (T <= t) una cola	0.003	
Valor crítico de t (una cola)	1.859	
P (T <= t) dos colas	0.006	
Valor crítico de t (dos colas)	2.306	

Utilizando el análisis de datos en Microsoft Excel, se procedió a realizar la prueba t de dos muestras, suponiendo varianzas desiguales, para determinar la influencia de proporción y tamaño de partículas PET en la estabilización de suelos en el AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote. Los resultados obtenidos, presentados en el Tabla 85, indicaron que el valor de P (T ≤ t) dos colas es significativamente menor que el valor de alfa (0.05), lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la hipótesis alternativa. Esto demostró que la proporción y tamaño de partículas PET tuvo un efecto estadísticamente significativo en la mejora de la capacidad portante del suelo.

La comparación entre las muestras de suelo sin aditivos PET y las muestras con diferentes proporciones y tamaños de partículas PET reveló una mejora notable en los resultados del CBR al 95% de la M.D.S. a 0.1" de penetración. Los valores obtenidos para el suelo estabilizado con PET fueron superiores en comparación con el suelo natural, lo que confirmó que las partículas PET influyeron significativamente en las propiedades mecánicas del suelo, aumentaron la capacidad de soporte e hicieron el terreno más adecuado para actividades de pavimentación.

La hipótesis alternativa, que postuló que el tamaño y la proporción de partículas PET influye significativamente en la estabilización de suelos, ha sido respaldada por los resultados obtenidos, lo que validó el uso de este material reciclado como una opción viable para mejorar la calidad del suelo en la zona de estudio. El uso de partículas PET también planteó una solución sostenible que podría tener un impacto positivo en la gestión de residuos, al tiempo que mejora las características mecánicas del terreno.

4.3 DISCUSIONES

- De acuerdo a los resultados de este estudio realizado, al evaluar la influencia de la proporción y tamaño de partículas PET para estabilización de suelos en AA.HH. 20 de Julio en Nuevo Chimbote, se pudo observar que las propiedades del suelo mejoran considerablemente, producto de la adición de partículas PET, principalmente en la capacidad ultima admisible del suelo, que mejora desde un 2.74 Kg/cm2 de la subrasante sin ninguna combinación, hasta un 7.65 Kg/cm2 al adicionarle partículas PET de tamaño de partículas entre el tamiz N°16 y el tamiz N°20 en un 6%, y en el CBR al 95% de 1" de penetración, que mejora desde un 11.0% de CBR de la subrasante sin ninguna combinación, hasta un 24.3% de CBR al adicionarle partículas PET de tamaño de partícula entre N°4 retenido en el tamiz N°10 en un 6%. Se demostró estadísticamente que, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis de investigación, donde refiere que la proporción y tamaño de partículas PET influye significativamente para estabilización del suelo del AA.HH. 20 de Julio en Nuevo Chimbote. Los hallazgos fueron confirmados por (Leo, 2021). Quien establece que la adición de un 5% de PET en el suelo resultó beneficiosa, ya que provocó un ligero aumento en el ángulo de fricción también mejora la capacidad portante y la resistencia al corte en 10% bajo un esfuerzo normal de 1.0 kg/cm2. Por otro lado, (Lindasol, 2023), señaló que con la adición de 5% PET, se tuvo un impacto significativo en la mejora del suelo en la subrasante, aumentando el valor de CBR. Esto permitió que la subrasante, que originalmente tenía un valor de CBR del 5.95%, pase de insuficiente a buena, con un CBR del 17.38%, lo que la hace adecuada para soportar la estructura del pavimento.

- En esta investigación, al determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, los resultados mostraron que, según la clasificación SUCS, las calicatas C-01, C-02, C-04 y C-05 corresponden al grupo SP (Arena mal graduada), mientras que la calicata C-03 se clasifica como SP-SM (Arena mal graduada con limo). Según la clasificación AASHTO, todas las muestras (C-01, C-02, C-03, C-04 y C-05) pertenecen al grupo A-3(0). Además, el ángulo de fricción más elevado se encontró en la calicata C-02, con 34.6°, seguido por la C-01, que tuvo un ángulo de 32.8°. La cohesión fue de 0, lo que es característico de la arena, ya que carece de cohesión. Por lo tanto, la calicata C-01 resulta ser la menos favorable. También se registraron índices de CBR al 95% para una penetración de 1", siendo la calicata C-05 la muestra más desfavorable con un 11.0%, y la calicata C-03 presentó un 28.0% siendo este el índice más alto. Estos resultados son similares a los de (Lesly, 2021), quien en su investigación clasificó el suelo estudiado como SP (arena mal graduada) según el sistema SUCS y como A-3(0) de acuerdo con AASHTO. Este suelo no tuvo índice de plasticidad y también presentó un CBR al 95% para una penetración de 1" de 17.67%.

- En esta investigación, se identificaron las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, incorporando partículas de PET de un tamaño máximo de 4.75 mm, que fueron retenidas en los tamices N°10, N°16 y N°20, en proporciones del 2%, 4% y 6%. Los resultados indicaron que, según la clasificación SUCS, las combinaciones se clasificaron en el grupo SP y de acuerdo con la clasificación AASHTO, pertenecen al grupo A-3 (0). Esto se aplica tanto a las muestras de las calicatas C-01 + Partículas PET como a las de las calicatas C-05 + Partículas PET. El ángulo de fricción más alto se obtuvo en la combinación de la calicata C-01 al agregar un 6% de partículas con tamaños entre los tamices N°10 y N°16, alcanzando un valor de 40.7°. Asimismo, se estableció que el mayor valor del CBR al 95% (con una penetración de 0.1") se logró al añadir un 6% de partículas PET de tamaños entre los tamices N°4 y N°10, obteniendo un CBR de 24.3%. En la investigación de (Leo, 2021) se concluyó que la adición de PET generó un aumento en el ángulo de fricción, que varía de 20.88° a 25.11°, en la capacidad última admisible del suelo clasificado como CL (suelo arcilloso de baja compresibilidad), según la clasificación SUCS, cuando se añaden porcentajes de 20% de PET, con lo cual no estuvimos totalmente de acuerdo con esta afirmación, debido a que en nuestra investigación la adición del 6% de PET fue la que obtuvo mejores resultados, sin embargo debemos tener en cuenta que nuestro suelo es una arena mal graduada (SP) por lo que no cuenta con cohesión, en cambio, una suelo arcilloso de baja compresibilidad (CL) puede tener pequeños valores de cohesión lo que podría generar una mayor adherencia con el PET. Al igual que con (Lesly, 2021), que concluyó que al incorporar un 11% de PET al suelo analizado en C.P. Tangay en el distrito de Nuevo Chimbote, clasificado como SP (Arena mal graduada) según SUCS y A-3(0) en la clasificación AASHTO, se logró un aumento en el CBR, que pasó del 19.69% al 35.10%.

- Según los resultados de esta investigación, al determinar la dosificación óptima de proporciones y tamaños de partículas de PET, con un tamaño máximo de 4.75 mm retenido en los tamices N°10, N°16 y N°20, en porcentajes de 2%, 4% y 6%, se observó una mejora significativa en las propiedades físicas y mecánicas del suelo en el AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, en todas las combinaciones analizadas en comparación con las muestras de referencia para las calicatas C-01 y C-05. La combinación que mejoró el ángulo de fricción se logró al añadir un 6% de partículas de PET de tamaños comprendidos entre los tamices N°16 y N°20. Por otro lado, la mejora en el CBR se alcanzó añadiendo un 6% de partículas PET de tamaños entre los tamices N°10 y N°16. Según (Leo, 2021), quien observó que al añadir un 20% de PET al suelo, se produce un aumento en el ángulo de fricción, no concordamos totalmente, ya que, en el caso del ángulo de fricción, en nuestro caso, la mejora se vio al 6% de PET. En la investigación de (Lesly, 2021) se concluyó que la adición de un 11% de PET al suelo produce la mejora más significativa en el CBR obteniendo un incremento de 28%, lo que indicó que esta proporción fue la más favorable para aumentar las propiedades mecánicas del material, sin embargo, no estuvimos de acuerdo con esta afirmación, debido a que en nuestra investigación la adición del 6% PET resultó ser la más efectiva al incrementar el CBR.

-

CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- En base a los resultados, se valida la hipótesis del estudio, que plantea que el tamaño y proporción de partículas PET influye significativamente en la estabilización de suelos en AA.HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote.
- Tras analizar las características físicas y mecánicas del suelo del AA. HH. 20 de Julio, Nuevo Chimbote, de las 05 calicatas, la calicata C-01 y C-05 fueron las más desfavorables, con una clasificación SUCS de arena mal graduada (SP) y una clasificación AASHTO (A-3 (0)). El ángulo de fricción de la calicata C-01 es 32.8°, la cohesión es 0. El CBR al 95% de 1" de penetración de la calicata C-05 es 11,0%.
- De la calicata C-01, adicionando partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6%, se identificaron que las características físicas de las nueve combinaciones no fueron alteradas y se mantuvieron con una clasificación SUCS de arena mal graduada (SP) y una clasificación AASHTO (A-3 (0)), además, el ángulo de fricción, con la adición de partículas PET de tamaño N°16 (pasante el tamiz N°10 – retenida en el tamiz N°16) en una proporción del 6% aumentó de 32.8 a 40.7, la cohesión se mantuvo en 0 y Capacidad Neta Última de carga aumentó de 2.74 kg/cm2. a 8.39 kg/cm2. Por otro lado, de la calicata C-05, adicionando partículas PET de tamaño máximo de 4.75 mm retenidos en los tamices N°10, N°16, N°20 en porcentajes de 2%, 4% y 6%, se identificaron que las características físicas de las nueve combinaciones no fueron alteradas y se mantuvieron con una clasificación SUCS de arena mal graduada (SP) y una clasificación AASHTO (A-3 (0)), además, el C.B.R. al 95% de su M.D.S. al 0.1" de penetración, con la adición de partículas PET de tamaño N°10 (pasante el tamiz N°4 – retenida en el tamiz N°10) aumentó de 11% a 24.3%.

- Se determinó que la dosificación óptima de las 9 combinaciones, para el caso de cimentaciones, fue la de adicionar 6% partículas PET de tamaños de partículas N°16 (pasante el tamiz N°10 – retenida en el tamiz N°16), y que la dosificación óptima de las 9 combinaciones para el caso de pavimentación, fue la de adicionar 6% partículas PET de tamaños de partículas N°10(pasante tamiz N°4 – retenido tamiz N°10).

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los futuros tesistas, investigadores y/o proyectistas, utilizar como referencia los resultados de las propiedades físicas y mecánicas del suelo del AA.HH. 20 de Julio de esta investigación.
- Considerando que la combinación de 6% de partículas PET con tamaño retenido N°16 produjo un incremento de la capacidad neta última de carga de 2.74 kg/cm² a 7.65 kg/cm², se recomienda emplear dicha dosificación para la mejora de suelos arenosos tipo SP en zonas con requerimientos de cimentaciones superficiales.
- Dado que la adición del 6% de partículas PET con tamaño retenido N°10 incrementó el CBR al 95% de 11.0% a 24.3%, se recomienda su aplicación para estabilización de subrasantes en proyectos de pavimentación.
- Se recomienda a los futuros tesistas y/o investigadores, aumentar los porcentajes de partículas PET que superen el 6%, con el fin de determinar si se observa una mejora en las propiedades de suelos SP.
- Se recomienda calcular previamente el peso de suelo requerido según el número de combinaciones y ensayos planificados, a fin de asegurar la cantidad necesaria de muestra.

CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. CAPÍTULO VI: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASTM INTERNATIONAL. (2023). *ASTM-D3080: "Método de ensayo estándar para corte directo"*. ASTM.

Avilés, D. R. (21 de JULIO de 2024). *CSR LABORATORIO*. Obtenido de CSR LABORATORIO: https://csrlaboratorio.es/laboratorio/agricultura/suelos-agricolas/muestreo-de-suelo-mediante-calicata-con-maquina/#:~:text=Una%20calicata%20es%20una%20t%C3%A9cnica,de%20estudio%20sobre%20dicho%20terreno.

Bisma Khalid, Fahad Alshawmar. (2024). Revisión completa de las propiedades de ingeniería geotécnica de fibras y tiras de tereftalato de polietileno reciclado para la estabilización del suelo. *Polymers*, 31. doi:https://doi.org/10.3390/polym16131764

Brandt, B., & Pilz, H. (Julio de 2021). *Impacto de los envases de plástico en el consumo de energia y las emisiones de gases de invernadero a lo largo del ciclo de vida en Europa.* Obtenido de https://plasticseurope.org/es/wp-content/uploads/sites/4/2021/10/Final_Estudio_Denkstatt_envases.pdf

Budhu, M. (2024). *Soil Mechanics and Foundations.* John Wiley & Sons.

Cervera, C. (2018). *REPOSITORIO UCV*. Obtenido de REPOSITORIO UCV: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31085

CERVERA, C. (2018). *REPOSITORIO UCV*. Obtenido de REPOSITORIO UCV: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31085

Chavez, E. (24 de OCTUBRE de 2023). *EOS DATA*. Obtenido de EOS DATA: https://eos.com/es/blog/humedad-del-suelo/

Constructivo. (01 de 08 de 2023). *CONSTRUCTIVO*. Obtenido de CONSTRUCTIVO: https://constructivo.com/noticia/que-es-la-mecanica-de-suelos-en-ingenieria-civil-1659926617

Cueva y Álvarez. (2023). *Propuesta para la estabilización de la subrasante en suelos arcillosos con el uso de plástico molido reciclado para carreteras en la zona de Lurín – Lima.* Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).

Das, B. M. (2022). *FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA DE CIMENTACIONES.* SANTA FE: CENGAGE.

Envaselia. (19 de 05 de 2023). *ENVASELIA*. Obtenido de ENVASELIA: https://www.envaselia.com/blog/tereftalato-de-polietileno-id12.htm

Finanzas, M. d. (2015). *Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación.* Lima: Servicios Gráficos JMD.

García, F. (15 de FEBRERO de 2024). *AGRONOMIA*. Obtenido de AGRONOMIA: https://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf

Gavidia, A. (12 de DICIEMBRE de 2023). *Ingeotecnica*. Obtenido de Ingeotecnica: https://ingeotecnica.com/sistema-unificado-de-clasificacion-de-suelos-sucs

Geopolymer Solutions . (2023). *GEOPOLYMER SOLUTIONS*. Obtenido de GEOPOLYMER SOLUTIONS: https://www.geopolymertech.com/es/estabilizacion-del-suelo/

Gupta, R. (18 de 04 de 2023). *Journal of Cleaner Production*. Obtenido de https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137423

Haider, A. B. (2023). *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering.*

Hurtado, D. L. (2024). *AASHTO M-145-91.* Lima : Udocz.

Jostin, S. J. (2021). *INFLUENCIA DE LAS ESCAMAS DE TEREFTALATO DE POLIETILENO (FLAKE PET) EN EL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE LOS SUELOS ARENO-LIMOSOS DEL DISTRITO DE LA MOLINA.* LIMA: USMP.

Leo, A. (2021). *Análisis del comportamiento mecánico del suelo arcilloso reforzado con PET para obras geotécnicas, proveniente de botellas plásticas recicladas, en el distrito de Ricuricocha -Tarapoto* . LIMA: UPCA.

Lesly, M. D. (2021). *Efecto de la adición de polímeros reciclados PET en las propiedades físicas y mecánicas de la subrasante del AA. HH Las Flores (Km 3) - C.P. Tangay, Nuevo Chimbote – 2021.* Chimbote - Peru: UCV.

Lindasol, P. (2023). *ANÁLISIS DE ESTABILIZACIÓN DE SUELOS ARENOSOS CON POLIETILENO DE TEREFTALATO RECICLADO APLICADO PARA LA SUB-RASANTE DE LA PROLONGACIÓN AV.1 DEL DISTRITO DE ALTO TRUJILLO, 2023"* . Trujillo: upn.

Little, D. N., & Nair , S. (2009). *Recommended Practice for Stabilization of Subgrade Soils and Base Materials.*

Magaly, Q. E. (2021). *Influencia de la incorporación de plástico reciclado triturado – PET en el mejoramiento del suelo a nivel de sub rasante en la prolongación de la Av. Micaela Bastidas, Tamburco - Abancay, 2018.* Tamburco - Abancay: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES.

Mdnch. (2021). *DIAGNOSTICO DE BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA O DE ACCESO A SERVICIOS DE LA MDNCH.* Nuevo Chimbote: MDNCH.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2023). *SOPORTE DEL SUELO (CBR) MTC-E-132.* LIMA: MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *CONTENIDO DE HUMEDAD MTC-E-108.* LIMA: MANUAL DE ENSAYO DE MATERIALES.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). *MANUAL DE ENSAYOS DE MATERIALES MTC - E107.* LIMA.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2023). *LÍMITES DE CONSISTENCIA.* LIMA - PERU: MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2024). *PROCTOR MODIFICADO MTC-E-115.* LIMA: MTC.

Ministerio de Vivienda, C. y. (2021). *Norma técnica E.050: Suelos y cimentaciones.* Lima.

Nuñes, L. (23 de AGOSTO de 2024). *INESA*. Obtenido de INESA: https://www.inesa-tech.com/blog/tension-admisible-del-terreno/#:~:text=La%20tensi%C3%B3n%20admisible%20de%20un%20terreno%20se%20refiere%20a%20la,la%20estabilidad%20de%20la%20estructura.

Ortega-López. (05 de 05 de 2021). *Construction and Building Materials*. Obtenido de Construction and Building Materials: https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.123232

Padilla, L. (02 de OCTUBRE de 2024). *WIKIPEDIA*. Obtenido de WIKIPEDIA: https://es.wikipedia.org/wiki/Carretera

Perez, J. (18 de MAYO de 2024). *FERTILAB*. Obtenido de FERTILAB: https://www.fertilab.com.mx/Sitio/notas/153-Compactacion-del-suelo.pdf

Piura, U. N. (2020). *Evaluación del uso de PET reciclado en la mejora de suelos para subrasantes de pavimento urbano.* PIURA: Facultad de Ingeniería Civil, UNP.

Rodriguez, C. (19 de AGOSTO de 2023). *FAO*. Obtenido de FAO: https://www.fao.org/4/y4690s/y4690s02.htm#:~:text=Saturaci%C3%B3n%20%2D%20se%20refiere%20al%20contenido,para%20ser%20reemplazada%20por%20aire.

Ruiz, F., & Aurelio, M. (2022). *Análisis de vulnerabilidad física para la prevención del riesgo sísmico en el AH Lomo de Corvina, Villa El Salvador.* (P. U. Perú, Ed.) Lima.

Saeed, T., & Arshid, M. U. (2023). *Engineering Proceedings.*

Safoura Salehi, Mhrdad ArashPour, Ross Guppy. (2021). Sustainable pavement construction: A systematic literature review of environmental and economic analysis of recycled materials. *Cleaner Production*, 15. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127936

Sanchez, O. (12 de DICIEMBRE de 2023). *LIPLATA*. Obtenido de LIPLATA: https://liplata.pe/site/our-services/estabilizacion/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiArva5BhBiEiwA-oTnXfG7nymKD0CTugflgG5PP41XeY1_ZPwX--dEMkghW5rFvhTRnfxevBoCOHcQAvD_BwE

Sánchez, T. (2023). *Mejoramiento de Subrasantes con Polímero Reciclado (PET) en Suelos Arcillosos para Caminos Rurales.* Huancayo, Perú: Universidad Continental.

Tarazona, J. (20 de FEBRERO de 2024). *CONSTRUMATICA*. Obtenido de CONSTRUMATICA: https://www.construmatica.com/construpedia/AP-_011._%C3%8Dndice_C.B.R._de_un_Suelo._Con_Inmersi%C3%B3n._%C3%81mbito_de_Suelos

Távara, L. (19 de OCTUBRE de 2023). *WIKIPEDIA*. Obtenido de WIKIPEDIA: https://es.wikipedia.org/wiki/Arena

Tavera, H. (2014). *ZONIFICACIÓN SÍSMICA – GEOTÉCNICA DE LA CIUDAD DE NUEVO CHIMBOTE.* LIMA: Instituto Geofisico de Peru.

Torres, P. (07 de Nombiembre de 2023). *MECÁNICA DE SUELOS BLOG*. Obtenido de MECÁNICA DE SUELOS BLOG: https://mecanicasuelosblog.wordpress.com/2016/11/07/propiedades-mecanicas-del-suelo/

Vargas, K., Fuentes, V., Rangel, O., Rodriguez, E., Andres, C., & Arguello, E. (s.f.). *Suelos expansivos en Colombia*. Recuperado el 2025, de SCRIB: https://pt.scribd.com/document/500575811/Suelos-Expansivos-en-Colombia

Vicente Amórtegui, J., & Erasmo Garzón, J. (17 de Mayo de 2024). Asentamientos en la sabana de Bogotá y las implicaciones en las edificaciones.

CAPÍTULO VII:
ANEXOS

ANEXO 01: ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL MATERIAL PROPIO.

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 05/05/2024
		Página	: 1 de 1
		Calicata	: C-01 / C-02
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03 / 03
		Clasif. SUCS	: SP
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Clasif. AASHTO*	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DENSIDAD Y EL PESO UNITARIO DEL SUELO EN EL LUGAR MEDIANTE EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA

(ASTM D1556/D1556M-15e1)

CALICATA C-01 / MUESTRA M-03

DATOS INICIALES		
Masa de arena calibrada en el cono del equipo	(g)	1455
Densidad de la arena calibrada	(g/cm³)	1.338
Masa de tara	(g)	17

DATOS DEL ENSAYO		
Masa inicial de arena calibrada+ Equipo de cono	(g)	8001
Masa final de arena calibrada que queda en el equipo de cono	(g)	2855
Masa de suelo extraído + Peso de tara	(g)	4519

CALCULOS DE RESULTADOS		
Masa de arena calibrada que queda en el hoyo	(g)	3691
Volumen del hoyo	(cm³)	2758.59
Masa de suelo extraído	(g)	4502
Densidad húmeda del suelo extraído	(g/cm³)	1.632

CALICATA C-02 / MUESTRA M-03

DATOS INICIALES		
Masa de arena calibrada en el cono del equipo	(g)	1455
Densidad de la arena calibrada	(g/cm³)	1.338
Masa de tara	(g)	17

DATOS DEL ENSAYO		
Masa inicial de arena calibrada+ Equipo de cono	(g)	8000
Masa final de arena calibrada que queda en el equipo de cono	(g)	2881
Masa de suelo extraído + Peso de tara	(g)	4574

CALCULOS DE RESULTADOS		
Masa de arena calibrada que queda en el hoyo	(g)	3664
Volumen del hoyo	(cm³)	2738.42
Masa de suelo extraído	(g)	4557
Densidad húmeda del suelo extraído	(g/cm³)	1.664

RESUMEN DE RESULTADOS

Densidad húmeda de la Calicata C-01 / Muestra M-03	(g/cm³)	1.632
Densidad húmeda de la Calicata C-02 / Muestra M-03	(g/cm³)	1.664

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA E.A.P. INGENIERÍA CIVIL

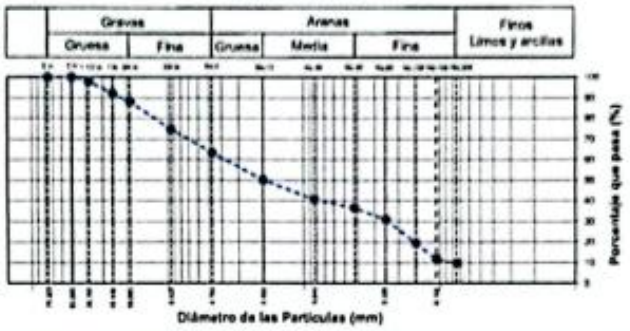
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
	Calicata / Muestra	C-01 / M1
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 4

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M1 Profundidad : (0.00 - 0.30) m	Peso Inicial Seco (g) = 7000.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 2553.1 Peso de Fracción (g) = 1000.0	Grava (No 4 < Diam < 3") = 36.5 % Arena (No 200 < Diam < No 4) = 53.7 % Finos (Diam < No 200) = 9.8 %	D60 (mm) = 4.826 D30 (mm) = 0.241 D10 (mm) = 0.078	SUCS: SP - SM (Arena mal graduada con limo y grava) AASHTO: A-1-b (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in	38.100	147.9	2.10	2.1	98
1 in	25.400	401.4	5.73	7.8	92
3/4 in	19.000	271.1	3.87	11.7	88
3/8 in	9.500	936.0	13.37	25.1	75
No. 4	4.750	757.9	11.39	36.5	63.5
No. 10	2.000	209.8	13.90	49.8	50.2
No. 20	0.840	146.8	8.33	58.1	40.9
No. 40	0.425	66.4	4.22	63.3	36.7
No. 60	0.250	89.8	5.70	69.0	31.0
No. 100	0.150	181.1	11.50	80.5	19.5
No. 140	0.106	120.0	7.62	88.1	11.9
No. 200	0.075	32.7	2.08	90.2	9.8
Pan		153.9	9.78	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LIQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	A 1
Masa del Recipiente (g)	305.3
Masa del Recipiente + muestra humeda (g)	1050.0
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	1017.2
Peso del Agua (g)	32.8
Peso del Suelo Seco (g)	712.0
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.6%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

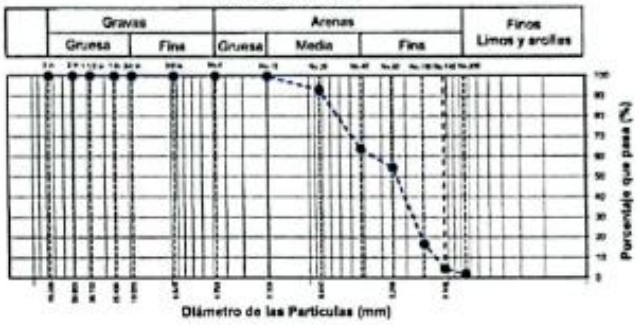
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°	UNS-ES-GUA-C1
	Calicata / Muestra	C-01 / M2
	Fecha	06-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	2 de 4
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Profundidad : (0.20 - 1.50) m	Peso Inicial Seco (g) = 516.6 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 516.6	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.2 % Finos (Diam < No.200) = 1.8 %	D60 (mm) = 0.351 D30 (mm) = 0.185 D10 (mm) = 0.126	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.3	0.06	0.1	99.9
No. 20	0.840	35.1	6.79	6.9	93.1
No. 40	0.425	150.7	29.17	36.0	64.0
No. 60	0.250	48.4	9.37	45.4	54.6
No. 100	0.150	195.2	37.79	83.2	16.8
No. 140	0.106	63.6	12.31	95.5	4.5
No. 200	0.075	14.2	2.75	98.2	1.8
Pan		9.1	1.76	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	AH-4
Masa del Recipiente (g)	106.0
Masa del Recipiente + muestra humeda (g)	628.2
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	622.6
Peso del Agua (g)	5.6
Peso del Suelo Seco (g)	516.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.1%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

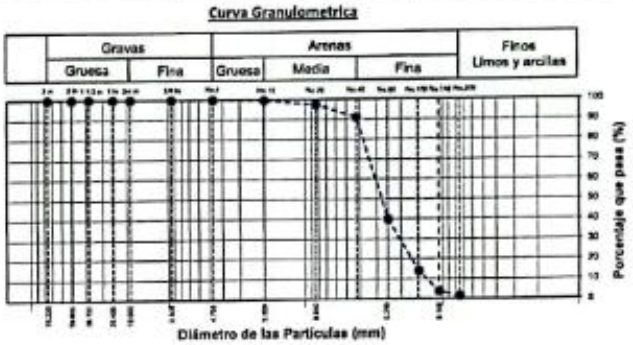
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata / Muestra	C-01 / M3
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Fecha	06-05-2024
	Página	3 de 4

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M3 Profundidad : (1.50 - 3.00) m	Peso Inicial Seco (g) = 416.9 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 416.9	Grava [No.4 < Diam < 3"] = 0.0 % Arena [No.200 < Diam < No.4] = 98.5 % Finos [Diam < No.200] = 1.5 %	D60 [mm] = 0.319 D30 [mm] = 0.211 D10 [mm] = 0.132	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3 (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.1	0.02	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.9	0.22	0.2	99.8
No. 20	0.840	9.4	2.25	2.5	97.5
No. 40	0.425	27.2	6.52	9.0	91.0
No. 60	0.250	212.6	51.00	60.0	40.0
No. 100	0.150	107.8	25.86	85.9	14.1
No. 140	0.106	42.8	10.27	96.1	3.9
No. 200	0.075	9.7	2.33	98.5	1.5
Pan		6.4	1.54	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCIÓN	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216-19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	AB-3
Masa del Recipiente (g)	105.8
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	567.8
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	558.3
Peso del Agua (g)	4.5
Peso del Suelo Seco (g)	452.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.0%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA
Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
	Calicata	C-01
	Fecha	06-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	4 de 4
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

PERFIL ESTATIGRÁFICO DEL SUELO
(ASTM D2487 - 11 / D2488 - 00)

Calicata	Profundidad Total	Fin de Apique	Nivel Freático
C-01	3.00 m	1.5 m	NO SE HALLÓ

PROFUNDIDAD m	MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	SUSC	AASHTO	ÍNDICE GRUPO	PRUEBAS							
							DENSIDAD NATURAL	HUMEDAD NATURAL %	LÍMITES			GRANULOMETRÍA %		
									LL %	LP %	IP	GRAVA	ARENA	N° 200
0.10 - 0.20	M-1	Arena Mal Graduada con Limo y Grava (SP-SM): Arena con gravas angulares, color marrón pardo, semi humeda, consistencia firme, no presenta plasticidad a simple vista.		SP-SM	A-1-b	0	-	4.6	NP	NP	NP	36.5	53.7	9.8
0.30 - 1.50	M-2	Arena Mal Graduada (SP): Arena fina, no tiene grava, color beige, seco, consistencia blanda, no presenta plasticidad.		SP	A-3	0	-	1.1	NP	NP	NP	0.0	98.2	1.8
1.60 - 3.00	M-3	Arena Mal Graduada (SP):Arena fina, no tiene grava, color beige, seco, consistencia blanda, no presenta plasticidad.		SP	A-3	0	1.632 g/cm3	1.0	NP	NP	NP	0.0	98.5	1.5

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 09/05/2024
		Página	: 1 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-01
		Muestra	: 01
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. SUCS	: SP
		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.02	1.05
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.616	1.615

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216

		CD-01	CD-02	CD-03
Nº Tara				
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	72.15	88.51	74.53
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	71.57	87.80	73.94
Humedad	(%)	1.07	1.02	1.05

DEFORMACION VERTICAL

Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.220	0.268	0.750
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.251	0.276	0.800

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216

		CD-04	CD-05	CD-06
Nº Tara				
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	179.32	173.73	174.20
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	150.71	144.80	145.19
Humedad	(%)	24.63	24.79	24.87
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.650	1.654	1.697
Densidad Seca	(g/cm³)	1.323	1.325	1.359

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0100	5.69	0.0100	7.53	0.0100	8.94
0.10	0.0400	7.00	0.0400	9.78	0.0400	12.14
0.20	0.1200	8.25	0.1200	12.19	0.1200	17.61
0.35	0.2100	9.46	0.2100	14.78	0.2100	23.70
0.50	0.3000	10.16	0.3000	16.69	0.3000	28.40
0.75	0.4500	10.89	0.4500	18.94	0.4500	34.47
1.00	0.6000	11.48	0.6000	20.48	0.6000	38.74
1.25	0.7500	11.80	0.7500	21.27	0.7500	41.41
1.50	0.9000	11.91	0.9000	21.83	0.9000	43.47
1.75	1.0500	11.99	1.0500	22.06	1.0500	44.58
2.00	1.2000	12.03	1.2000	22.14	1.2000	45.12
2.25	1.3500	12.05	1.3500	22.17	1.3500	45.48
2.50	1.5000	12.11	1.5000	22.24	1.5000	45.62
2.75	1.6500	12.15	1.6500	22.14	1.6500	45.83
3.00	1.8000	12.08	1.8000	22.05	1.8000	45.59
3.50	2.1000	11.94	2.1000	21.88	2.1000	45.10
4.00	2.4000	11.74	2.4000		2.4000	44.10
4.50	2.7000		2.7000		2.7000	
5.00	3.0000		3.0000		3.0000	
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

Mg. Julio Cesar Mayaplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 09/05/2024
		Página	: 2 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-01
		Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. SUCS	: SP
		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.02	1.05
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.616	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	5.69	5.753	35.982	0.160	0.320
0.10	0.0600	7.00	7.060	35.964	0.196	0.393
0.20	0.1200	8.25	8.307	35.928	0.231	0.462
0.35	0.2100	9.46	9.514	35.874	0.265	0.530
0.50	0.3000	10.16	10.212	35.820	0.285	0.570
0.75	0.4500	10.89	10.941	35.730	0.306	0.612
1.00	0.6000	11.48	11.529	35.640	0.323	0.647
1.25	0.7500	11.80	11.848	35.550	0.333	0.667
1.50	0.9000	11.91	11.958	35.460	0.337	0.674
1.75	1.0500	11.99	12.038	35.370	0.340	0.681
2.00	1.2000	12.03	12.078	35.280	0.342	0.685
2.25	1.3500	12.05	12.098	35.190	0.344	0.688
2.50	1.5000	12.11	12.158	35.100	0.346	0.693
2.75	1.6500	12.15	12.198	35.010	0.348	0.697
3.00	1.8000	12.08	12.128	34.920	0.347	0.695
3.50	2.1000	11.94	11.988	34.740	0.345	0.690
4.00	2.4000	11.74	11.789	34.560	0.341	0.682
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.348 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 09/05/2024
		Página	: 3 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
		Clasif. SUCS	: SP
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.02	1.05
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.615	1.616	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	7.53	7.589	35.982	0.211	0.211
0.10	0.0600	9.78	9.833	35.964	0.273	0.273
0.20	0.1200	12.19	12.238	35.928	0.341	0.341
0.35	0.2100	14.78	14.821	35.874	0.413	0.413
0.50	0.3000	16.69	16.727	35.820	0.467	0.467
0.75	0.4500	18.94	18.971	35.730	0.531	0.531
1.00	0.6000	20.48	20.508	35.640	0.575	0.575
1.25	0.7500	21.27	21.296	35.550	0.599	0.599
1.50	0.9000	21.83	21.854	35.460	0.616	0.616
1.75	1.0500	22.06	22.084	35.370	0.624	0.624
2.00	1.2000	22.11	22.134	35.280	0.627	0.627
2.25	1.3500	22.17	22.194	35.190	0.631	0.631
2.50	1.5000	22.24	22.263	35.100	0.634	0.634
2.75	1.6500	22.14	22.164	35.010	0.633	0.633
3.00	1.8000	22.05	22.074	34.920	0.632	0.632
3.50	2.1000	21.88	21.904	34.740	0.631	0.631
4.00	2.4000					
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.634 (Kg/cm^2)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 09/05/2024
		Página	: 4 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-01
		Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. SUCS	: SP
		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.02	1.05
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.616	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	8.94	8.995	35.982	0.250	0.125
0.10	0.0600	12.14	12.188	35.964	0.339	0.169
0.20	0.1200	17.49	17.525	35.928	0.488	0.244
0.35	0.2100	23.70	23.720	35.874	0.661	0.331
0.50	0.3000	28.40	28.409	35.820	0.793	0.397
0.75	0.4500	34.47	34.464	35.730	0.965	0.482
1.00	0.6000	38.74	38.724	35.640	1.087	0.543
1.25	0.7500	41.41	41.387	35.550	1.164	0.582
1.50	0.9000	43.42	43.393	35.460	1.224	0.612
1.75	1.0500	44.58	44.550	35.370	1.260	0.630
2.00	1.2000	45.12	45.089	35.280	1.278	0.639
2.25	1.3500	45.48	45.448	35.190	1.291	0.646
2.50	1.5000	45.62	45.587	35.100	1.299	0.649
2.75	1.6500	45.83	45.797	35.010	1.308	0.654
3.00	1.8000	45.59	45.557	34.920	1.305	0.652
3.50	2.1000	45.16	45.128	34.740	1.299	0.650
4.00	2.4000	44.10	44.071	34.560	1.275	0.638
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.308 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 09/05/2024
		Página	: 5 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Clasif. SUCS	: SP
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

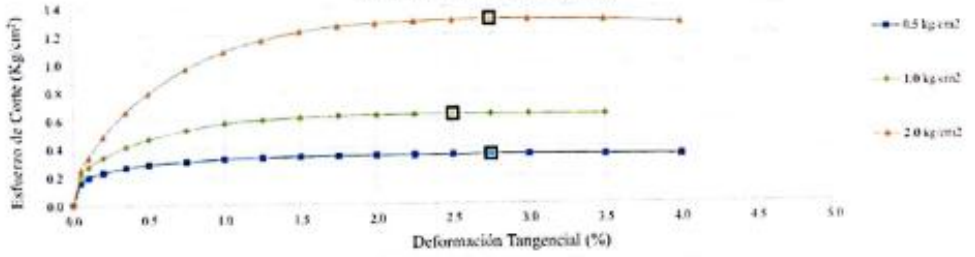
RESUMEN DE RESULTADOS

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.160	0.320	0.211	0.211	0.250	0.125
0.10	0.196	0.393	0.273	0.273	0.339	0.169
0.20	0.231	0.462	0.341	0.341	0.488	0.244
0.35	0.265	0.530	0.413	0.413	0.661	0.331
0.50	0.285	0.570	0.467	0.467	0.793	0.397
0.75	0.306	0.612	0.531	0.531	0.965	0.482
1.00	0.323	0.647	0.575	0.575	1.087	0.543
1.25	0.333	0.667	0.599	0.599	1.164	0.582
1.50	0.337	0.674	0.616	0.616	1.224	0.612
1.75	0.340	0.681	0.624	0.624	1.260	0.630
2.00	0.342	0.685	0.627	0.627	1.278	0.639
2.25	0.344	0.688	0.631	0.631	1.291	0.646
2.50	0.346	0.693	0.634	0.634	1.299	0.649
2.75	0.348	0.697	0.633	0.633	1.308	0.654
3.00	0.347	0.695	0.632	0.632	1.305	0.652
3.50	0.345	0.690	0.631	0.631	1.299	0.650
4.00	0.341	0.682			1.275	0.638

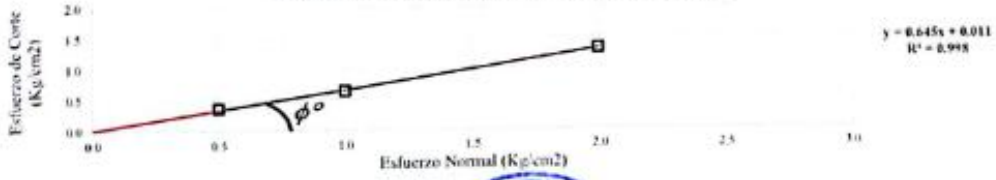
Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante Máximo
0.5	0.348
1.0	0.634
2.0	1.308

Resultados	
Pendiente	0.64
Ángulo	32.8°
Cohesión	0.0

CURVAS DE RESISTENCIA



ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



JEFE DE LABORATORIO

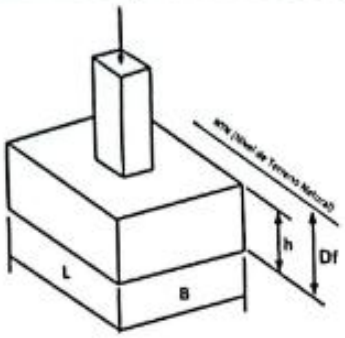
JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CUA-C1
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata / Muestra:	C-01 / M3
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Fecha:	09-05-2024
	Página:	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	% Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : M3 Profundidad : (1.50 - 3.00) m	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de Fricción (ø) = 32.8 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.478 g/cm3 e max = 1.632 g/cm3 Dr = 36.5 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.57

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Nγ)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 37.98
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 25.48
Nγ = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 34.13

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 8.46 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 8.22 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 2.82 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 2.74 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Nγ	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	32.8	0	37.98	25.48	34.13	3	10000	1.5	2.82	2.74

JEFE DE LABORATORIO
Ms. Julio Cesar Ruvasplata Diaz

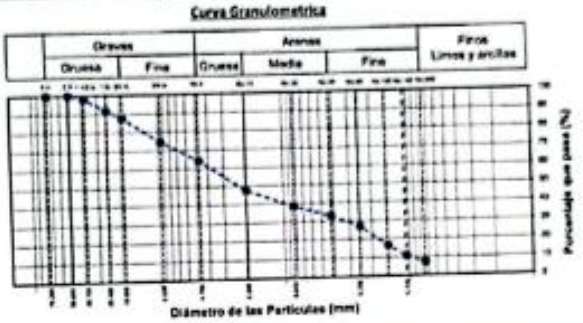
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-GUA-C2
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata / Muestra	C-02 / M1
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Fecha	06-05-2024
	Página	1 de 4

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-02 Muestra : M1 Profundidad : (0.00 - 0.30) m	Peso Inicial Seco (g) = 2700.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 2754.0 Peso de Fracción (g) = 1000.0	Grava (No 4 < Diam < 3") = 35.8 % Arena (No 200 < Diam < No 4) = 56.8 % Finos (Diam < No 200) = 7.4 %	D60 (mm) = 4.054 D30 (mm) = 0.535 D10 (mm) = 0.099	SUCS: SP - SM (Arena mal Graduada con limo y grava) AASHTO: A-1-b (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2 in	38.100	132.3	1.72	1.7	98
1 in	25.400	503.8	6.54	8.3	92
3/4 in	19.000	313.5	4.07	12.3	88
3/8 in	9.500	1001.3	13.00	25.3	75
No. 4	4.750	896.3	10.47	35.8	64.2
No. 10	2.000	257.8	16.55	52.4	47.6
No. 20	0.840	240.6	9.03	61.4	38.6
No. 40	0.425	85.7	5.50	66.9	33.1
No. 60	0.250	98.3	6.05	72.9	27.1
No. 100	0.150	189.6	30.50	83.4	16.6
No. 140	0.106	89.7	5.76	89.2	10.8
No. 200	0.075	53.9	3.42	92.6	7.4
Pan		115.0	7.38	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LIQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Muestra "A"
Identificación del recipiente (g)	B-1
Masa del Recipiente (g)	305.6
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	1550.0
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	1501.2
Peso del Agua (g)	48.8
Peso del Suelo Seco (g)	1195.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.1%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

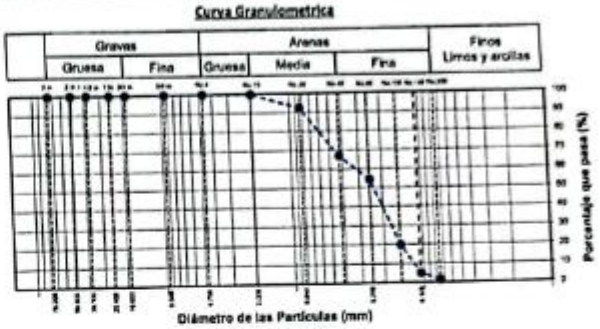
INFORME DE ENSAYO	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C2
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Calicata / Muestra	C-02 / M2
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	2 de 4

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-02 Muestra : M2 Profundidad : (0.20 - 1.50) m	Peso Inicial Seco (g) = 631.2 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 631.2	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.4 % Finos (Diam < No.200) = 1.6 %	D60 (mm) = 0.329 D30 (mm) = 0.179 D10 (mm) = 0.121	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	1.1	0.17	0.2	99.8
No. 20	0.840	46.6	7.38	7.6	92.4
No. 40	0.425	161.2	25.54	33.1	66.9
No. 60	0.250	79.4	12.58	45.7	54.3
No. 100	0.150	217.2	34.41	80.1	19.9
No. 140	0.106	93.7	14.84	94.9	5.1
No. 200	0.075	22.1	3.50	98.4	1.6
Pan		9.9	1.57	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	A-4
Masa del Recipiente (g)	107.0
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	549.5
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	539.9
Peso del Agua (g)	9.6
Peso del Suelo Seco (g)	432.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.2%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

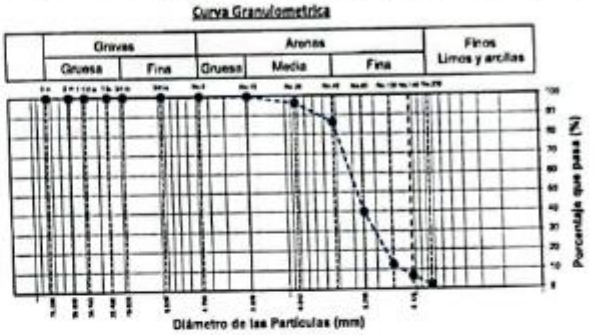
INFORME DE ENSAYO	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C2
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Calicata / Muestra	C-02 / M3
	Fecha	06-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	3 de 4
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-02 Muestra : M3 Profundidad : (1.50 - 3.00) m	Peso Inicial Seco (g) = 613.4 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 613.4	Grava (No 4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 97.9 % Finos (Diam < No.200) = 2.1 %	D60 (mm) = 0.325 D30 (mm) = 0.213 D10 (mm) = 0.13	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3 (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.2	0.03	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.7	0.11	0.1	99.9
No. 20	0.840	21.1	3.45	3.6	96.4
No. 40	0.425	61.5	10.04	13.6	86.4
No. 60	0.250	283.7	46.33	60.0	40.0
No. 100	0.150	167.4	27.34	87.3	12.7
No. 140	0.106	35.3	5.76	93.1	6.9
No. 200	0.075	29.9	4.88	97.9	2.1
Pan		12.6	2.06	100.0	0.0

Curva Granulométrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
Nº De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
Nº De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCIÓN	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	X-1
Masa del Recipiente (g)	221.6
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	652.3
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	647.5
Peso del Agua (g)	4.8
Peso del Suelo Seco (g)	425.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.1%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-QUA-C2
Calicata	C-02
Fecha	06-05-2024
Página	4 de 4

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

UBICACIÓN : AA HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

PERFIL ESTATIGRÁFICO DEL SUELO
(ASTM D2487 - 11 / D2488 - 00)

Calicata	Profundidad Total	Fin de Apique	Nivel Freático
C-02	3.00 m	1.5 m	NO SE HALLÓ

PROFUNDIDAD m	MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	SUSC	AASHTO	ÍNDICE GRUPO	PRUEBAS								
							DENSIDAD NATURAL	HUMEDAD NATURAL %	LÍMITES			GRANULOMETRÍA %		
									LL %	LP %	IP	GRAVA	ARENA	N° 200
0.10 - 0.20	M-1	Arena Mal Graduada con Limo y Grava (SP-SM): Arena con gravas angulares, color marron pardo, semi humeda, consistencia firme, no presenta plasticidad a simple vista.		SP-SM	A-1-b	0	-	4.1	NP	NP	NP	35.8	56.8	7.4
0.30 - 1.50	M-2	Arena Mal Graduada (SP): Arena fina, no tiene grava, color beige, seco, consistencia blanda, no presenta plasticidad.		SP	A-3	0	-	2.2	NP	NP	NP	0.0	98.4	1.6
1.60 - 3.00	M-3	Arena Mal Graduada (SP):Arena fina, no tiene grava, color beige, seco, consistencia blanda, no presenta plasticidad.		SP	A-3	0	1.664 g/cm3	1.1	NP	NP	NP	0.0	97.9	2.1

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 10/05/2024
		Página	: 1 de 5
		Calicata	: C-02
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Clasif. SUCS	: SP
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES				
MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	282.00	282.00	282.00
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.09	1.16	1.15
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.664	1.664	1.664
Densidad Seca	(g/cm³)	1.647	1.645	1.646

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216				
No. Tara		CD-01	CD-02	CD-03
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	81.25	83.52	80.52
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	80.56	82.77	79.81
Humedad	(%)	1.09	1.16	1.15

DEFORMACION VERTICAL				
Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.217	0.265	0.780
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.228	0.275	0.795

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216				
No. Tara		CD-04	CD-05	CD-06
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	183.42	184.71	181.49
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	153.81	153.04	148.77
Humedad	(%)	24.87	25.35	27.21
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.682	1.686	1.730
Densidad Seca	(g/cm³)	1.347	1.345	1.360

ETAPA DE COMPRESIÓN						
MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.85	0.0300	6.84	0.0300	9.12
0.10	0.0600	6.75	0.0600	9.14	0.0600	13.08
0.20	0.1200	8.53	0.1200	12.84	0.1200	18.54
0.35	0.2100	9.81	0.2100	16.24	0.2100	25.14
0.50	0.3000	10.53	0.3000	18.44	0.3000	30.43
0.75	0.4500	11.44	0.4500	20.00	0.4500	36.47
1.00	0.6000	12.11	0.6000	20.94	0.6000	40.39
1.25	0.7500	12.43	0.7500	21.57	0.7500	43.36
1.50	0.9000	12.65	0.9000	22.34	0.9000	45.61
1.75	1.0500	12.80	1.0500	22.78	1.0500	47.41
2.00	1.2000	12.88	1.2000	23.05	1.2000	48.56
2.25	1.3500	12.90	1.3500	23.17	1.3500	48.80
2.50	1.5000	12.93	1.5000	23.24	1.5000	48.88
2.75	1.6500	12.95	1.6500	23.25	1.6500	48.89
3.00	1.8000	12.88	1.8000	23.15	1.8000	48.64
3.50	2.1000	12.75	2.1000	22.97	2.1000	48.05
4.00	2.4000	12.60	2.4000	22.70	2.4000	47.13
4.50	2.7000		2.7000		2.7000	
5.00	3.0000		3.0000		3.0000	
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 10/05/2024
		Página	: 2 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Calicata*	: C-02
		Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Clasif. SUCS*	: SP
		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	282.00	282.00	282.00
Masa de muestra	(g)	122.72	122.72	122.72
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.09	1.16	1.15
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.664	1.664	1.664
Densidad Seca	(g/cm³)	1.647	1.645	1.646
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	4.85	4.915	35.982	0.137	0.273
0.10	0.0600	6.75	6.811	35.964	0.189	0.379
0.20	0.1200	8.53	8.586	35.928	0.239	0.478
0.35	0.2100	9.81	9.863	35.874	0.275	0.550
0.50	0.3000	10.53	10.582	35.820	0.295	0.591
0.75	0.4500	11.44	11.489	35.730	0.322	0.643
1.00	0.6000	12.11	12.158	35.640	0.341	0.682
1.25	0.7500	12.43	12.477	35.550	0.351	0.702
1.50	0.9000	12.65	12.696	35.460	0.358	0.716
1.75	1.0500	12.80	12.846	35.370	0.363	0.726
2.00	1.2000	12.88	12.926	35.280	0.366	0.733
2.25	1.3500	12.90	12.946	35.190	0.368	0.736
2.50	1.5000	12.93	12.976	35.100	0.370	0.739
2.75	1.6500	12.95	12.996	35.010	0.371	0.742
3.00	1.8000	12.88	12.926	34.920	0.370	0.740
3.50	2.1000	12.75	12.796	34.740	0.368	0.737
4.00	2.4000	12.60	12.647	34.560	0.366	0.732
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.371 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 10/05/2024
		Página	: 2 de 5
		Calicata	: C-02
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	*Muestra*	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Clasif. SUCS*	: SP
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Clasif. AASHTO*	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	282.00	282.00	282.00
Masa de muestra	(g)	122.72	122.72	122.72
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.09	1.16	1.15
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.664	1.664	1.664
Densidad Seca	(g/cm³)	1.647	1.645	1.646
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	6.84	6.900	35.982	0.192	0.192
0.10	0.0600	9.14	9.195	35.964	0.256	0.256
0.20	0.1200	12.84	12.886	35.928	0.359	0.359
0.35	0.2100	16.24	16.278	35.874	0.454	0.454
0.50	0.3000	18.44	18.473	35.820	0.516	0.516
0.75	0.4500	20.00	20.029	35.730	0.561	0.561
1.00	0.6000	20.94	20.967	35.640	0.588	0.588
1.25	0.7500	21.57	21.595	35.550	0.607	0.607
1.50	0.9000	22.34	22.363	35.460	0.631	0.631
1.75	1.0500	22.78	22.802	35.370	0.645	0.645
2.00	1.2000	23.05	23.071	35.280	0.654	0.654
2.25	1.3500	23.17	23.191	35.190	0.659	0.659
2.50	1.5000	23.24	23.261	35.100	0.663	0.663
2.75	1.6500	23.25	23.271	35.010	0.665	0.665
3.00	1.8000	23.15	23.171	34.920	0.664	0.664
3.50	2.1000	22.97	22.992	34.740	0.662	0.662
4.00	2.4000	22.70	22.722	34.560	0.657	0.657
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.665 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 10/05/2024
		Página	: 2 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Calicata*	: C-02
		Muestra	: 03
		Clasif. SUCS	: SP
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Clasif. AASHTO*	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	282.00	282.00	282.00
Masa de muestra	(g)	122.72	122.72	122.72
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.09	1.16	1.15
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.664	1.664	1.664
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.647	1.645	1.646
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	9.12	9.175	35.982	0.255	0.127
0.10	0.0600	13.08	13.125	35.964	0.365	0.182
0.20	0.1200	18.54	18.572	35.928	0.517	0.258
0.35	0.2100	25.14	25.156	35.874	0.701	0.351
0.50	0.3000	30.43	30.434	35.820	0.850	0.425
0.75	0.4500	36.47	36.459	35.730	1.020	0.510
1.00	0.6000	40.39	40.370	35.640	1.133	0.566
1.25	0.7500	43.36	43.333	35.550	1.219	0.609
1.50	0.9000	45.61	45.577	35.460	1.285	0.643
1.75	1.0500	47.41	47.373	35.370	1.339	0.670
2.00	1.2000	48.56	48.520	35.280	1.375	0.688
2.25	1.3500	48.80	48.760	35.190	1.386	0.693
2.50	1.5000	48.88	48.839	35.100	1.391	0.696
2.75	1.6500	48.89	48.849	35.010	1.395	0.698
3.00	1.8000	48.64	48.600	34.920	1.392	0.696
3.50	2.1000	48.05	48.011	34.740	1.382	0.691
4.00	2.4000	47.13	47.094	34.560	1.363	0.681
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.395 (Kg/cm^2)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 10/05/2024
		Página	: 5 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	#¡REF!
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	#¡REF!
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. SUCS	#¡REF!
		Clasif. AASHTO	#¡REF!

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

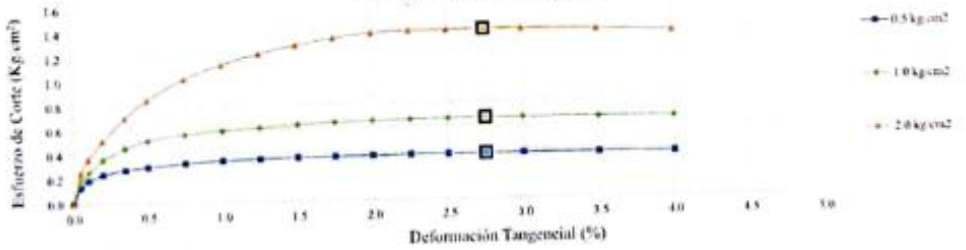
RESUMEN DE RESULTADOS

MUESTRA		1		2		3	
Deformación (%)		Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.255	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.110	0.137	0.273	0.192	0.192	0.255	0.127
0.10	0.152	0.189	0.379	0.256	0.256	0.365	0.182
0.20	0.184	0.239	0.478	0.359	0.359	0.517	0.258
0.35	0.148	0.275	0.550	0.454	0.454	0.701	0.351
0.50	0.171	0.295	0.591	0.516	0.516	0.850	0.425
0.75	0.112	0.322	0.643	0.561	0.561	1.020	0.510
1.00	0.086	0.341	0.682	0.588	0.588	1.133	0.566
1.25	0.066	0.351	0.702	0.607	0.607	1.219	0.609
1.50	0.054	0.358	0.716	0.631	0.631	1.285	0.643
1.75	0.036	0.363	0.726	0.645	0.645	1.339	0.670
2.00	0.010	0.366	0.733	0.654	0.654	1.375	0.688
2.25	0.006	0.368	0.736	0.659	0.659	1.386	0.693
2.50	0.004	0.370	0.739	0.663	0.663	1.391	0.696
2.75	-0.004	0.371	0.742	0.665	0.665	1.395	0.698
3.00	-0.010	0.370	0.740	0.664	0.664	1.392	0.696
3.50	-0.019	0.368	0.737	0.662	0.662	1.382	0.691
4.00		0.366	0.732	0.657	0.657	1.363	0.681

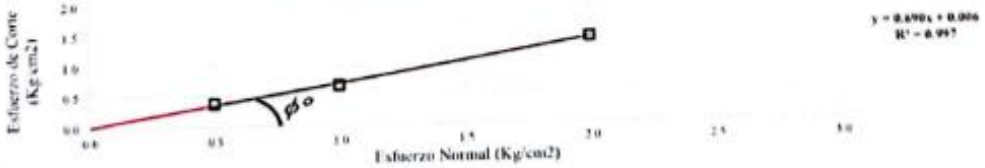
Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante Máximo
0.5	0.371
1.0	0.665
2.0	1.395

Resultados	
Pendiente	0.69
Ángulo	34.6°
Cohesión	0.0

CURVAS DE RESISTENCIA



ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



JEFE DE LABORATORIO

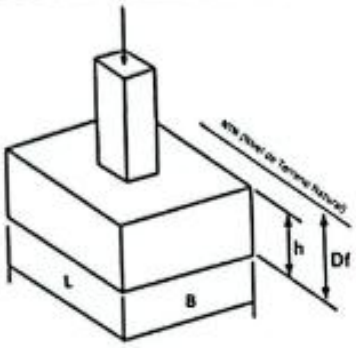
JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°	UNS-ES-GUA-C2
	Calicata / Muestra	C-02 / M3
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	10-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO (METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	% Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-02 Muestra : M3 Profundidad : (1.50 - 3.00) m	Densidad Natural = 1.664 g/cm3 Angulo de Fricción (ø) = 34.6 ° Cohesión (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.449 g/cm3 e max = 1.843 g/cm3 Dr = 51.1 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



MODOS DE FALLA

Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d — 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: — 1 m.
Dr = Densidad relativa: — 0.51

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Q_u) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.25 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Ny)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 44.48
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 31.69
Ny = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 45.10

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 10.91 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 10.66 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 3.64 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 3.55 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø [°]	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Ny	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.664	34.6	0	44.48	31.69	45.10	3	10000	1.5	3.64	3.55

JEFE DE LABORATORIO

FIRMA

Ms. Julio Cesar Jiveslata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"		
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO		
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		
FECHA	: 07/05/2024	*CALICATA*	: C-03 / C-04 / C-05

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS DEL SUELO

(ASTM D854-14)

Calicata 03 - Muestra 02				
Datos		**E-01**	**E-02**	**Promedio**
Masa de fiola llena de agua	:	667.0	667.0	**2.721**
Masa de muestra	:	500.0	500.0	
Masa de muestra en la fiola	:	**983.0**	**983.5**	
Gravedad específica de la muestra	:	2.717	2.725	

Calicata 04 - Muestra 02				
Datos		**E-01**	**E-02**	**Promedio**
Masa de fiola llena de agua	:	667.0	667.0	**2.706**
Masa de muestra	:	500.0	500.0	
Masa de muestra en la fiola	:	**982.4**	**982.1**	
Gravedad específica de la muestra	:	2.709	2.704	

Calicata 05 - Muestra 02				
Datos		**E-01**	**E-02**	**Promedio**
Masa de fiola llena de agua	:	667.0	667.0	**2.703**
Masa de muestra	:	500.0	500.0	
Masa de muestra en la fiola	:	**981.9**	**982.1**	
Gravedad específica de la muestra	:	2.701	2.704	

Plástico PET				
Datos		**E-01**	**E-02**	**Promedio**
Masa de fiola llena de agua	:	667.0	667.0	**1.329**
Masa de muestra	:	200.0	200.0	
Masa de muestra en la fiola	:	**716.4**	**716.6**	
Gravedad específica de la muestra	:	1.328	1.330	

RESUMEN		
C-03 / M-02	:	2.721
C-04 / M-02	:	2.706
C-05 / M-02	:	2.703
PET	:	1.329

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

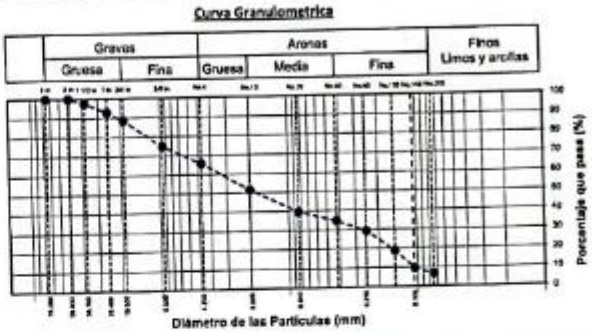
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-C3
	Calicata / Muestra	C-03 / M1
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 3

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-03 Muestra : M1 Profundidad : (0.00 - 0.20) m	Peso Inicial Seco (g) = 7500.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 2569.5 Peso de Fracción (g) = 1000.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 34.3 % Arena (No.200 < Diam < No.4] = 58.7 % Finos (Diam < No.200) = 7.0 %	D60 (mm) = 3.638 D30 (mm) = 0.27 D10 (mm) = 0.107	SUCS: SP - SM (Arena mal Graduada con limo y grava) AASHTO: A-1-b (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	171.2	2.28	2.3	98
1 in.	25.400	358.7	4.78	7.1	93
3/4 in.	19.000	319.0	4.25	11.3	89
3/8 in.	9.500	1035.2	13.80	25.1	75
No. 4	4.750	685.4	9.14	34.3	65.7
No. 10	2.000	214.9	14.13	48.4	51.6
No. 20	0.840	181.5	11.93	60.3	39.7
No. 40	0.425	75.2	4.94	65.3	34.7
No. 60	0.250	81.9	5.38	70.6	29.4
No. 100	0.150	159.7	10.50	81.1	18.9
No. 140	0.106	139.2	9.15	90.3	9.7
No. 200	0.075	41.8	2.75	93.0	7.0
Pan		105.8	6.96	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	M-1
Masa del Recipiente (g)	304.8
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	1572.0
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	1526.1
Peso del Agua (g)	45.9
Peso del Suelo Seco (g)	1221.3
CONTENIDO DE HUMEDAD	3.8%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

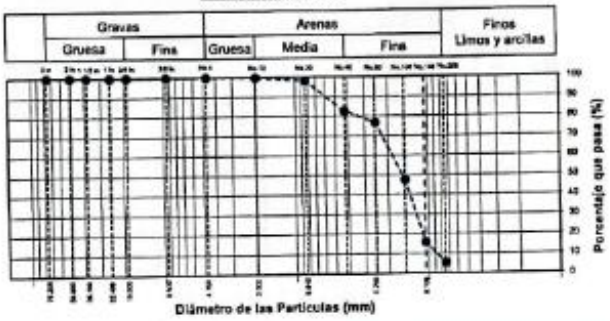
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-C3
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata / Muestra	C-03 / M2
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Fecha	06-05-2024
	Página	2 de 3

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-03 Muestra : M2 Profundidad : (0.20 - 1.50) m	Peso Inicial Seco (g) = 551.1 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de fracción (g) = 551.1	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 94.7 % Finos (Diam < No.200) = 5.3 % %	D60 (mm) = 0.192 D30 (mm) = 0.126 D10 (mm) = 0.089	SUCS: SP-SM (Arena mal Graduada con limo) AASHTO: A-3 (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.7	0.13	0.1	99.9
No. 20	0.840	9.0	1.63	1.8	98.2
No. 40	0.425	86.1	15.62	17.4	82.6
No. 60	0.250	32.2	5.84	23.2	76.8
No. 100	0.150	161.0	29.21	52.4	47.6
No. 140	0.106	174.9	31.74	84.2	15.8
No. 200	0.075	57.9	10.51	94.7	5.3
Pan		29.3	5.32	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	SS-12
Masa del Recipiente (g)	86.7
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	643.1
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	637.8
Peso del Agua (g)	5.3
Peso del Suelo Seco (g)	551.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	0.96%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-CBR-C3
Calicata	C-03
Fecha	06-05-2024
Página	3 de 3

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

PERFIL ESTATIGRÁFICO DEL SUELO
(ASTM D2487 - 11 / D2488 - 00)

Calicata	Profundidad Total	Fin de Apique	Nivel Freático
C-03	1.50 m	1.5 m	NO SE HALLÓ

PROFUNDIDAD m	MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	AASHTO	ÍNDICE GRUPO	SUCS	PRUEBAS							
							DENSIDAD NATURAL	HUMEDAD NATURAL %	LÍMITES			GRANULOMETRÍA %		
									LL %	LP %	IP	GRAVA	ARENA	N° 200
0.10 – 0.20	M-1	A-1-b (0): Arena con gravas angulares, color marron pardo, semi humeda, consistencia firme, no presenta plasticidad a simple vista.		A-1-b	0	SP-SM	-	3.8	NP	NP	NP	34.3	58.7	7.0
0.30 – 1.50	M-2	A-3 (0): Arena fina, no tiene grava, color beige, seco, consistencia blanda, no presenta plasticidad.		A-3	0	SP	-	0.96	NP	NP	NP	0.0	94.7	5.3

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-C-03		Clasif. SUCS	: SP-SM (Arena mal Graduada con limo)		Fecha	:07/05/2024
Calicata / Muestra: C-03 / M-02		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)		Página	: 1 de 1
REQUIERE CORRECCIÓN SOBRETAMAÑOS	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
NO	GRUESA P_{FG} (%)	0	0	1.0	0.000	2.721
	FINA P_{FF} (%)	100	0.96		2.721	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	6000	6000	6000	6000	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7505	7630	7706	7734	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA	4140	4265	4341	4369	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA + RECIPIENTE	727.4	800.9	748.3	815.9	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	656.2	711.0	655.2	703.2	g
MASA DEL AGUA	71.2	89.9	93.1	112.7	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	555.0	607.7	553.9	601.0	g
% HUMEDAD	12.83	14.79	16.81	18.75	%

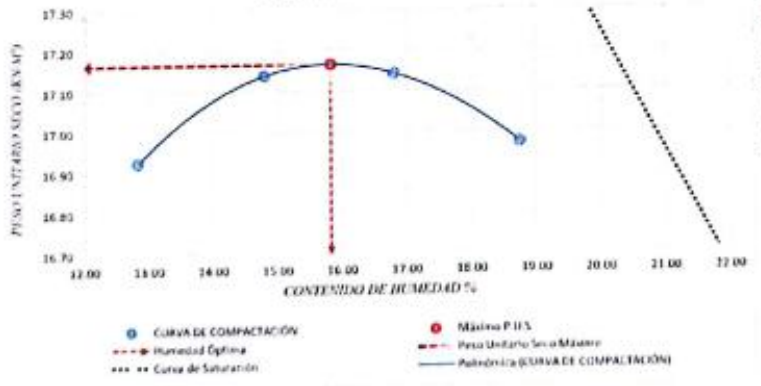
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.947	2.006	2.042	2.055	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.726	1.748	1.748	1.731	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	16.925	17.138	17.142	16.971	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	21.1	20.4	20.4	20.9	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.17 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.750 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
15.8 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA
Ms. Julio Cesar Riyasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
		Calicata	: C-03
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Clasif. SUCS	: SP-SM
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de moldeo	:07/05/2024	Fecha de inmersión	:07/05/2024	Fecha de penetración	:11/05/2024	Área del pistón:	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
MOLDE	5		5		5		N°
CAPAS	56		25		10		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA							
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	13644	12676	12771	11858	12587	12781	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4316	4348	4224	4303	4049	4163	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	2.026	2.041	1.984	2.021	1.905	1.958	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	759.6	4348.0	802.5	4303.0	790.9	4163.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	676.3	3729.6	706.7	3645.1	697.4	3500.3	g
MASA DEL RECIPIENTE	103.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	89.3	618.4	95.8	657.9	93.5	662.7	g
MASA DEL SUELO SECO	568.0	3729.6	603.2	3645.1	596.4	3500.3	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.72	16.58	15.88	18.05	15.68	18.93	%
DENSIDAD SECA	1.751	1.751	1.712	1.712	1.646	1.646	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
7/05/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
8/05/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
9/05/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
10/05/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
11/05/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND	MOLDE N°	D-1		MOLDE N°	D-2		MOLDE N°	D-3	
			lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		21.3	15		18.4	14		6.5	3	
1.270	0.050		78.9	58		64.5	47		16.7	12	
1.905	0.075		185.5	136		154.5	114		35.4	26	
2.540	0.100		302.7	227	34.20	257.5	189	38.30	79.5	59	27.23
3.175	0.125		420.2	309		357.8	263		171.1	126	
3.810	0.150		529.4	389		471.1	346		264.5	194	
4.445	0.175		609.7	448		561.7	413		355.4	261	
5.080	0.200		678.1	498	36.31	624.5	459	32.63	449.5	330	28.57
6.350	0.250		761.2	560		676.2	499		561.6	413	
7.620	0.300		794.8	584		696.5	512		595.0	437	
10.160	0.400										
12.700	0.500										

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

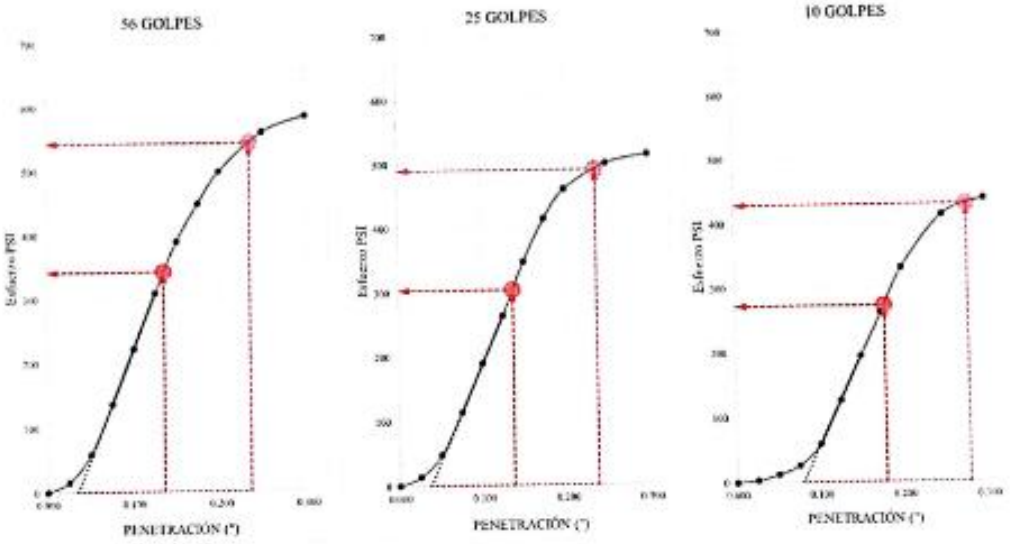
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Clasif. SUCS	: SP-SM
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

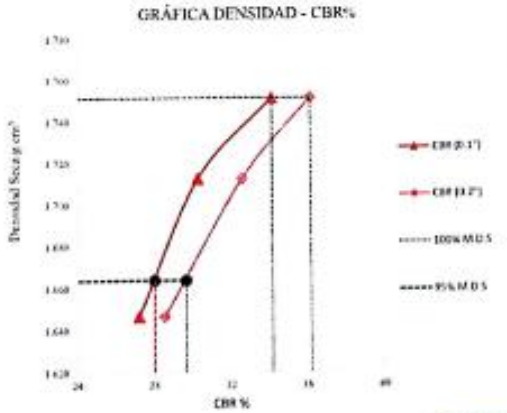
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:07/05/2024	Fecha de inmersión	:07/05/2024	Fecha de penetración	:11/05/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	15.8
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.750
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.663
C.B.R. a 100% de M.D.S (0.1")	:	34.2
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	36.2
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	28.0
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	29.7

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	34.2 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	28.0 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

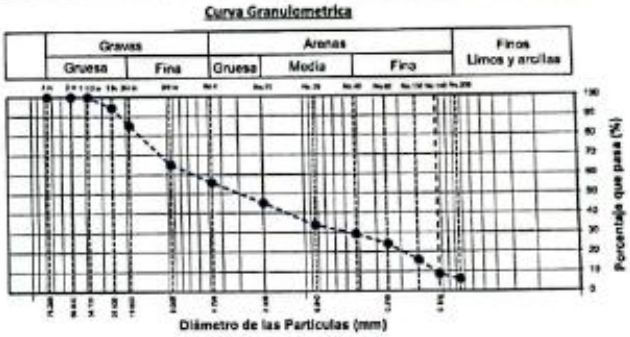
INFORME DE ENSAYO	Registro N°:	UNS-ES-CBR-C4-01
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Calicata / Muestra	C-04 / M1
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 3

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-04 Muestra : M1 Profundidad : (0.00 - 0.20) m	Peso Inicial Seco (g) = 7558.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 3344.8 Peso de Fracción (g) = 1000.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 44.3 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 49.4 % Finos (Diam < No.200) = 6.3 %	D60 (mm) = 7.125 D30 (mm) = 0.496 D10 (mm) = 0.113	SUCS: SP - SM (Arena mal Graduada con limo y grava) AASHTO: A-1-a (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	412.5	5.46	5.5	95
3/4 in.	19.000	689.2	9.12	14.6	85
3/8 in.	9.500	1542.0	20.40	35.0	65
No. 4	4.750	701.1	9.28	44.3	55.7
No. 10	2.000	187.5	10.45	54.7	45.3
No. 20	0.840	204.1	11.38	66.1	33.9
No. 40	0.425	84.2	4.69	70.8	29.2
No. 60	0.250	90.1	5.02	75.8	24.2
No. 100	0.150	147.3	8.21	84.0	16.0
No. 140	0.106	129.3	7.21	91.2	8.8
No. 200	0.075	45.2	2.52	93.7	6.3
Pan		112.3	6.26	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	M-2
Masa del Recipiente (g)	301.5
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	1439.5
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	1392.9
Peso del Agua (g)	46.6
Peso del Suelo Seco (g)	1091.4
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.3%

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

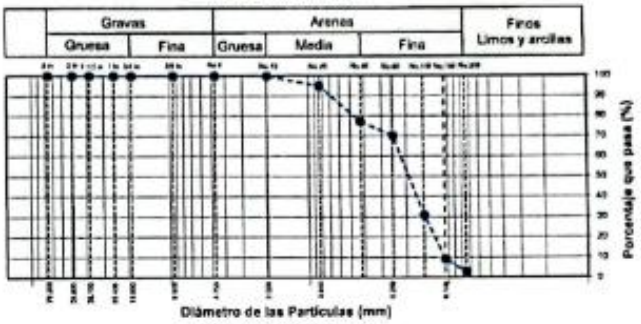
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-C4-02
	Calicata / Muestra	C-04 / M2
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	2 de 3

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-04 Muestra : M2 Profundidad : (0.20 - 1.50) m	Peso Inicial Seco (g) = 517.1 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 517.1	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 97.3 % Finos (Diam < No.200) = 2.7 %	D60 (mm) = 0.274 D30 (mm) = 0.148 D10 (mm) = 0.108	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3 (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.4	0.08	0.1	99.9
No. 20	0.840	24.9	4.82	4.9	95.1
No. 40	0.425	92.0	17.79	22.7	77.3
No. 60	0.250	36.8	7.12	29.8	70.2
No. 100	0.150	203.4	39.33	69.1	30.9
No. 140	0.106	112.2	21.70	90.8	9.2
No. 200	0.075	33.3	6.44	97.3	2.7
Pan		14.1	2.73	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	SS-18
Masa del Recipiente (g)	82.1
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	605.0
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	599.2
Peso del Agua (g)	5.8
Peso del Suelo Seco (g)	517.1
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.12%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA
Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-C4
	Calicata	C-04
	Fecha	08-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	3 de 3
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

PERFIL ESTATIGRÁFICO DEL SUELO
(ASTM D2487 - 11 / D2488 - 00)

Calicata	Profundidad Total	Fin de Apique	Nivel Freático
C-04	1.50 m	1.5 m	NO SE HALLÓ

PROFUNDIDAD m	MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	AASHTO	ÍNDICE GRUPO	SUCS	PRUEBAS							
							DENSIDAD NATURAL	HUMEDAD NATURAL %	LÍMITES			GRANULOMETRÍA %		
									LL %	LP %	IP	GRAVA	ARENA	N° 200
0.10 – 0.20	M-1	A-1-a (0): Arena con gravas angulares, color marron pardo, semi humeda, consistencia firme, no presenta plasticidad a simple vista.		A-1-a	0	SP-SM	-	4.3	NP	NP	NP	44.3	49.4	6.3
0.30 – 1.50	M-2	A-3 (0): Arena fina, no tiene grava, color beige, seco, consistencia blanda, no presenta plasticidad.		A-3	0	SP	-	1.12	NP	NP	NP	0.0	97.3	2.7

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-C-04	Clasif. SUCS : SP (Arena mal Graduada)	Fecha	:11/05/2024
Calicata / Muestra: C-04 / M-02	Clasif. AASHTO : A-3 (0)	Página	: 1 de 1

REQUIERE CORRECCIÓN SOBRETAMAÑOS	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
NO	GRUESA P_{FG} (%)	0	0	1.1	0.000	2.706
	FINA P_{FF} (%)	100	1.12		2.706	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	6000	6000	6000	6000	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7576	7731	7842	7811	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA	4211	4366	4477	4446	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA + RECIPIENTE	731.2	753.8	781.5	803.5	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	663.6	674.5	687.8	694.7	g
MASA DEL AGUA	67.6	79.3	93.7	108.8	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	562.4	571.2	586.5	592.5	g
% HUMEDAD	12.02	13.88	15.98	18.36	%

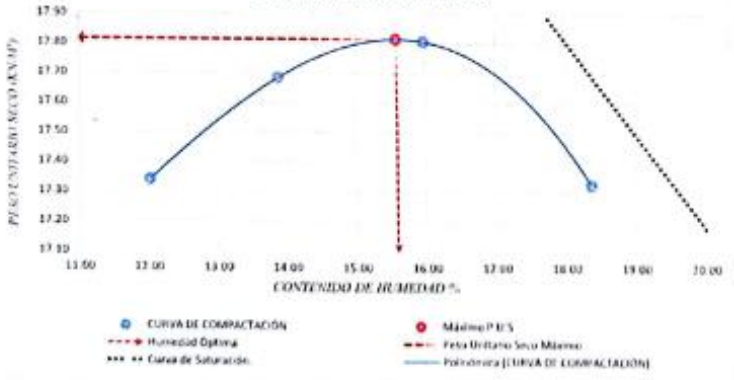
DETERMINACION DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.981	2.054	2.106	2.091	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.768	1.803	1.816	1.767	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.340	17.684	17.806	17.326	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACION	19.5	18.4	18.0	19.5	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.81 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.817 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
15.6 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
		Calicata	: C-04
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Clasif. SUCS	: SP
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de moldeo	11/05/2024	Fecha de inmersión	11/05/2024	Fecha de penetración	15/05/2024	Área del pistón	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	12799	12831	12894	12952	12716	12795	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4471	4493	4347	4405	4178	4257	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	2.099	2.109	2.042	2.069	1.965	2.002	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	781.3	4493.0	745.3	4405.0	803.6	4257.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	663.9	3868.9	658.3	3756.4	709.5	3618.4	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	87.4	624.1	87.2	648.6	94.1	638.6	g
MASA DEL SUELO SECO	561.6	3868.9	554.8	3756.4	608.5	3618.4	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	15.56	16.13	15.72	17.27	15.46	17.65	%
DENSIDAD SECA	1.816	1.816	1.764	1.764	1.702	1.702	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
11/05/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
12/05/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
13/05/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
14/05/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
15/05/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND.	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		8.0	6		10.1	7		5.0	3	
1.270	0.050		30.0	22		44.5	33		15.0	11	
1.905	0.075		76.2	56		99.6	73		37.6	28	
2.540	0.100		151.1	111	30.43	164.7	121	19.58	75.0	54	15.38
3.175	0.125		251.7	185		230.0	169		114.3	84	
3.810	0.150		360.1	265		302.4	222		167.0	123	
4.445	0.175		464.8	342		368.8	271		220.1	162	
5.080	0.200		567.4	417	33.43	423.7	311	33.83	270.1	200	28.87
6.350	0.250		666.3	490		503.8	370		376.4	278	
7.620	0.300		705.5	519		539.8	397		438.7	322	
10.160	0.400		734.5	540		579.8	426		502.5	369	
12.700	0.500		751.5	552		607.2	446		525.2	386	

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

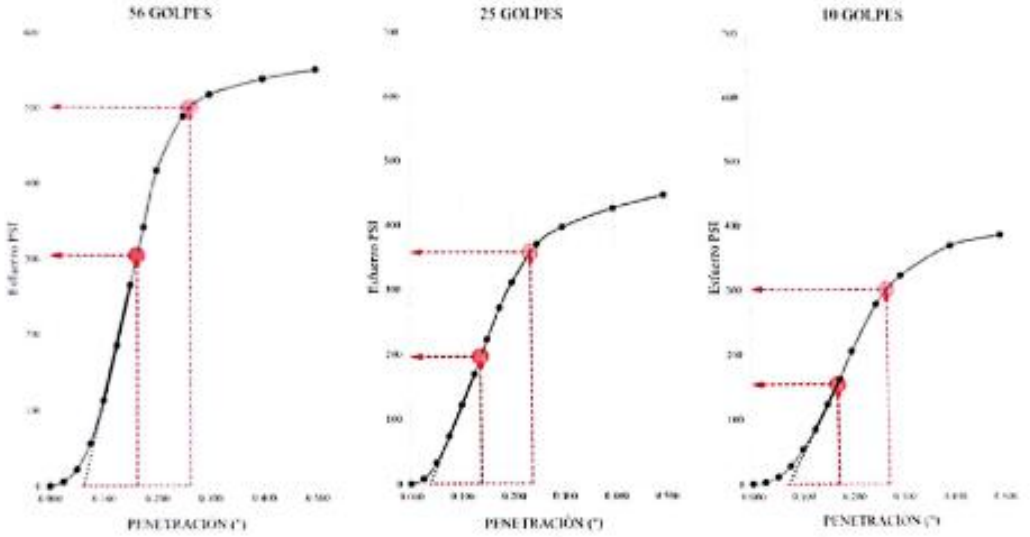
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-04
		Muestra	: M-02
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. SUCS	: SP
		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

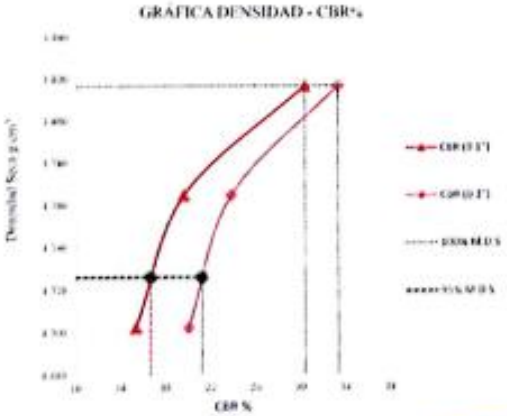
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:11/05/2024	Fecha de inmersión	:11/05/2024	Fecha de penetración	:15/05/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	15.6
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.917
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.726
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	30.4
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	33.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	16.7
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	21.2

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	30.4 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	16.7 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

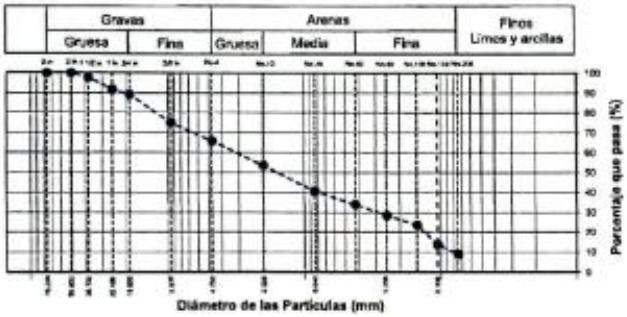
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-C5-01
	Calicata / Muestra	C-05 / M1
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 3

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M1 Profundidad : (0.00 - 0.20) m	Peso Inicial Seco (g) = 7110.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 2427.4 Peso de Fracción (g) = 1000.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 34.1 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 56.8 % Finos (Diam < No.200) = 9.1 %	D60 (mm) = 3.431 D30 (mm) = 0.298 D10 (mm) = 0.061	SUCS: SP - SM (Arena mal Graduada con limo y grava) AASHTO: A-1-b (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	154.3	2.17	2.2	98
1 in.	25.400	425.9	5.99	8.2	92
3/4 in.	19.000	185.4	2.61	10.8	89
3/8 in.	9.500	1009.4	14.20	25.0	75
No. 4	4.750	652.4	9.18	34.1	65.9
No. 10	2.000	186.8	12.30	46.4	53.6
No. 20	0.840	197.1	12.98	59.4	40.6
No. 40	0.425	99.3	6.54	66.0	34.0
No. 60	0.250	84.1	5.54	71.5	28.5
No. 100	0.150	71.2	4.69	76.2	23.8
No. 140	0.106	150.1	9.89	86.1	13.9
No. 200	0.075	72.9	4.80	90.9	9.1
Pan		138.5	9.12	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plásticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	J-1
Masa del Recipiente (g)	304.3
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	1430.8
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	1386.1
Peso del Agua (g)	44.7
Peso del Suelo Seco (g)	1081.8
CONTENIDO DE HUMEDAD	4.1%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

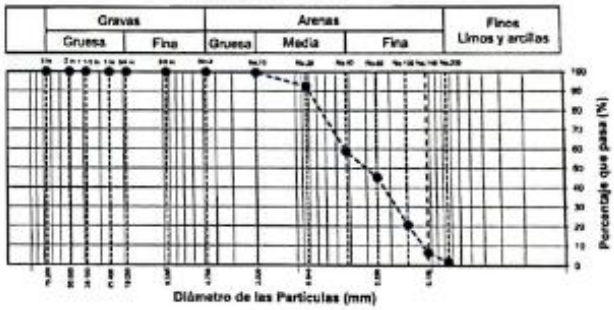
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-C5-02
	Calicata / Muestra	C-05 / M2
	Fecha	08-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	2 de 3
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Profundidad : (0.20 - 1.50) m	Peso Inicial Seco (g) = 498.5 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 498.5	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.1 % Finos (Diam < No.200) = 1.9 %	D60 (mm) = 0.441 D30 (mm) = 0.187 D10 (mm) = 0.116	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3 (0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100
No. 10	2.000	1.2	0.24	0.2	99.8
No. 20	0.840	35.7	7.16	7.4	92.6
No. 40	0.425	169.1	33.92	41.3	58.7
No. 60	0.250	66.6	13.36	54.7	45.3
No. 100	0.150	121.6	24.39	79.1	20.9
No. 140	0.106	71.4	14.32	93.4	6.6
No. 200	0.075	23.5	4.71	98.1	1.9
Pan		9.4	1.89	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
Nº De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
Nº De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	A8-1
Masa del Recipiente (g)	104.8
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	613.9
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	603.3
Peso del Agua (g)	10.6
Peso del Suelo Seco (g)	498.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.13%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO	Registro N°:	UNS-ES-CBR-C5
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Calicata	C-05
	Fecha	06-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	3 de 3
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

PERFIL ESTATIGRÁFICO DEL SUELO (ASTM D2487 - 11 / D2488 - 00)

Calicata	Profundidad Total	Fin de Apique	Nivel Freático
C-05	1.50 m	1.5 m	NO SE HALLÓ

PROFUNDIDAD m	MUESTRA N°	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	AASHTO	ÍNDICE GRUPO	SUCS	PRUEBAS							
							DENSIDAD NATURAL	HUMEDAD NATURAL %	LÍMITES			GRANULOMETRÍA %		
									LL %	LP %	IP	GRAVA	ARENA	N° 200
0.10 – 0.20	M-1	A-1-b (0): Arena con gravas angulares, color marron pardo, semi humeda, consistencia firme, no presenta plasticidad a simple vista.		A-1-b	0	SP-SM	-	4.1	NP	NP	NP	34.1	56.8	9.1
0.30 – 1.50	M-2	A-3 (0): Arena fina, no tiene grava, color beige, seco, consistencia blanda, no presenta plasticidad.		A-3	0	SP	-	2.13	NP	NP	NP	0.0	98.1	1.9

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-C-05	*Clasif. SUCS*	: SP (Arena mal Graduada)	*Fecha* :16/05/2024
Calicata / Muestra: C-05 / M-02	*Clasif. AASHTO*	: A-3 (0)	*Página* : 1 de 1

REQUIERE CORRECCIÓN SOBRETAMAÑOS	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
NO	GRUESA $P_{#4}$ (%)	0	0	2.1	0.000	2.703
	FINA $P_{#4}$ (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	6000	6000	6000	6000	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NÚMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	7604	7723	7759	7824	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA	4239	4358	4434	4459	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA + RECIPIENTE	708.2	716.7	696.1	687.0	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	656.9	655.1	626.2	609.8	g
MASA DEL AGUA	51.3	61.6	69.9	77.2	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	555.7	551.8	524.9	507.6	g
% HUMEDAD	9.23	11.16	13.32	15.21	%

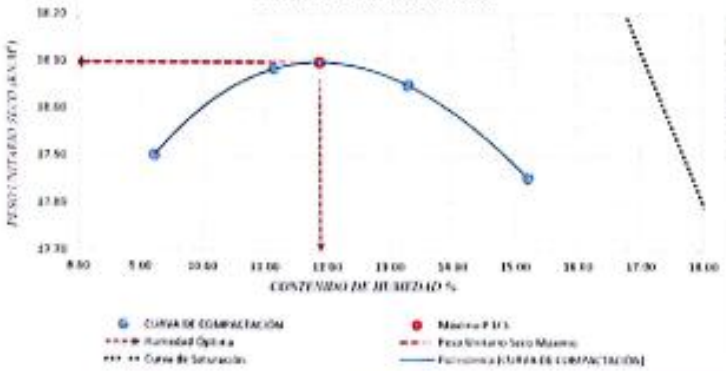
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.994	2.050	2.086	2.097	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.825	1.844	1.841	1.820	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.901	18.083	18.049	17.853	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	17.7	17.1	17.2	17.8	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
18.10 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.845 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
11.9 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-05
		Muestra	: M-02
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. SUCS	: SP
		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de moldeo	:16/05/2024	Fecha de inmersión	:16/05/2024	Fecha de penetración	:20/05/2024	Área del pistón	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	12729	12832	12868	12974	12670	12825	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4401	4474	4313	4427	4132	4287	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	2.066	2.100	2.026	2.079	1.944	2.016	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	776.9	4474.0	796.8	4427.0	826.0	4287.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	705.2	3933.2	722.5	3850.8	749.3	3694.9	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	71.7	540.8	74.3	576.2	76.7	592.1	g
MASA DEL SUELO SECO	602.9	3933.2	619.0	3850.8	648.3	3694.9	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.89	13.75	12.00	14.96	11.83	16.03	%
DENSIDAD SECA	1.847	1.847	1.809	1.809	1.738	1.738	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
16/05/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
17/05/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
18/05/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
19/05/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
20/05/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND.	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		4.4	3		4.9	4		5.5	4	
1.270	0.050		15.0	11		14.7	11		15.8	12	
1.905	0.075		39.9	29		41.1	30		33.3	24	
2.540	0.100		72.5	53	31.78	74.1	54	14.71	56.8	42	8.92
3.175	0.125		119.3	88		116.1	85		87.0	64	
3.810	0.150		180.9	133		165.6	122		119.3	88	
4.445	0.175		253.4	186		216.3	159		155.0	114	
5.080	0.200		328.2	241	37.91	272.5	200	38.06	189.0	139	13.63
6.350	0.250		476.8	350		373.1	274		281.1	192	
7.620	0.300		587.1	432		462.6	340		329.4	242	
10.160	0.400		702.5	516		571.9	420		384.5	283	
12.700	0.500		773.5	569		600.1	441		407.7	300	

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Jhon Cesar Rivasplata Diaz

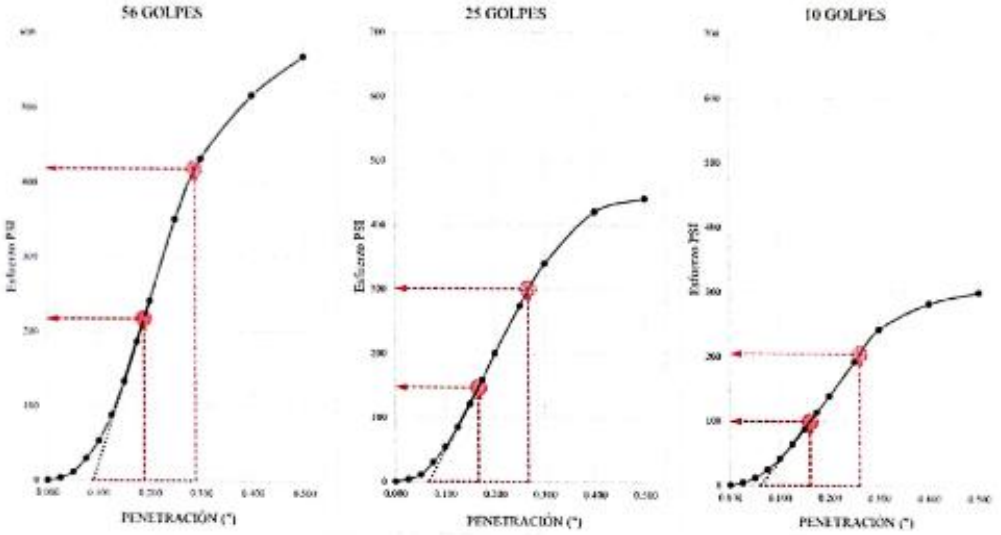
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Clasif. SUCS	: SP
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Clasif. AASHTO	: A-3 (0)

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

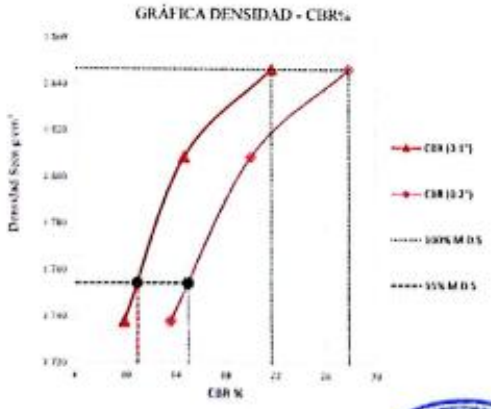
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:16/05/2024	Fecha de inmersión	:16/05/2024	Fecha de penetración	20/05/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.9
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.845
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.753
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	21.7
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	27.9
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	11.0
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	15.1

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S.	=	21.7 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	11.0 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

ANEXO 02: ENSAYOS FÍSICOS Y MECÁNICOS DEL MATERIAL LUEGO DE ADICIONAR PET.

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-QUA-T10-2
Muestra	T-10 / 2%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

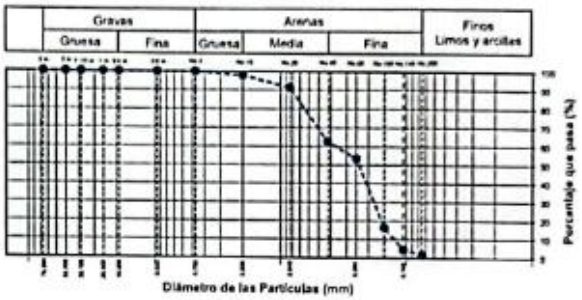
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Ref. : T-10 / 2 %	Peso Inicial Seco (g) = 613.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 613.0	Grava (No 4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No 200 < Diam < No 4) = 98.3 % Finos (Diam < No 200) = 1.7 %	D60 (mm) = 0.374 D30 (mm) = 0.186 D10 (mm) = 0.126	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	12.4	2.03	2.0	98.0
No. 20	0.840	40.8	6.67	8.7	91.3
No. 40	0.425	175.0	28.59	37.3	62.7
No. 60	0.250	56.2	9.18	46.5	53.5
No. 100	0.150	226.6	37.03	83.5	16.5
No. 140	0.106	73.8	12.06	95.6	4.4
No. 200	0.075	16.5	2.70	98.3	1.7
Fon		10.7	1.75	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LIQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216 - 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	J 1
Masa del Recipiente (g)	105.6
Masa del Recipiente + muestra humeda (g)	635.9
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	630.2
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	524.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.09%

JEFE DE LABORATORIO

Mg. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 27/05/2024
		Página	: 1 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.00	0.95	0.99
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.616	1.617	1.616

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216

		CD-01	CD-02	CD-03
No. Tara				
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	84.11	89.45	87.33
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	83.45	88.78	86.65
Humedad	(%)	1.00	0.95	0.99

DEFORMACION VERTICAL

Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.100	0.210	0.500
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.109	0.225	0.526

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216

		CD-04	CD-05	CD-06
No. Tara				
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	183.21	182.65	179.94
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	154.70	152.44	149.33
Humedad	(%)	23.77	24.29	25.34
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.640	1.649	1.673
Densidad Seca	(g/cm³)	1.325	1.327	1.335

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.52	0.0300	7.64	0.0300	13.18
0.10	0.0600	6.94	0.0600	10.84	0.0600	17.51
0.20	0.1200	8.40	0.1200	13.94	0.1200	23.41
0.35	0.2100	9.78	0.2100	16.61	0.2100	29.06
0.50	0.3000	10.66	0.3000	18.07	0.3000	33.49
0.75	0.4500	11.21	0.4500	19.25	0.4500	37.88
1.00	0.6000	11.59	0.6000	20.11	0.6000	40.98
1.25	0.7500	11.83	0.7500	20.80	0.7500	43.02
1.50	0.9000	12.01	0.9000	21.05	0.9000	44.29
1.75	1.0500	12.17	1.0500	21.34	1.0500	45.67
2.00	1.2000	12.41	1.2000	21.57	1.2000	46.53
2.25	1.3500	12.73	1.3500	21.73	1.3500	47.15
2.50	1.5000	12.91	1.5000	21.96	1.5000	47.81
2.75	1.6500	13.05	1.6500	22.21	1.6500	48.16
3.00	1.8000	13.11	1.8000	22.34	1.8000	48.16
3.50	2.1000	13.15	2.1000	22.34	2.1000	48.47
4.00	2.4000	13.16	2.4000	22.16	2.4000	48.47
4.50	2.7000	13.07	2.7000	21.93	2.7000	48.14
5.00	3.0000	12.93	3.0000	21.43	3.0000	47.75
6.00	3.6000	12.69	3.6000		3.6000	46.96

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Jul... Alvarado Díaz

JEFATURA

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 27/05/2024
		Página	: 2 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.00	0.95	0.99
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.616	1.617	1.616
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	4.52	4.586	35.982	0.127	0.255
0.10	0.0600	6.94	7.000	35.964	0.195	0.389
0.20	0.1200	8.40	8.457	35.928	0.235	0.471
0.35	0.2100	9.78	9.833	35.874	0.274	0.548
0.50	0.3000	10.66	10.711	35.820	0.299	0.598
0.75	0.4500	11.21	11.260	35.730	0.315	0.630
1.00	0.6000	11.59	11.639	35.640	0.327	0.653
1.25	0.7500	11.83	11.878	35.550	0.334	0.668
1.50	0.9000	12.01	12.058	35.460	0.340	0.680
1.75	1.0500	12.17	12.218	35.370	0.345	0.691
2.00	1.2000	12.41	12.457	35.280	0.353	0.706
2.25	1.3500	12.73	12.776	35.190	0.363	0.726
2.50	1.5000	12.91	12.956	35.100	0.369	0.738
2.75	1.6500	13.05	13.095	35.010	0.374	0.748
3.00	1.8000	13.11	13.155	34.920	0.377	0.753
3.50	2.1000	13.15	13.195	34.740	0.380	0.760
4.00	2.4000	13.16	13.205	34.560	0.382	0.764
4.50	2.7000	13.07	13.115	34.380	0.381	0.763
5.00	3.0000	12.93	12.976	34.200	0.379	0.759
6.00	3.6000	12.69	12.736	33.840	0.376	0.753

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.382 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 27/05/2024
		Página	: 3 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
		PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.00	0.95	0.99
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.616	1.617	1.616
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	7.64	7.698	35.982	0.214	0.214
0.10	0.0600	10.84	10.891	35.964	0.303	0.303
0.20	0.1200	13.94	13.983	35.928	0.389	0.389
0.35	0.2100	16.61	16.647	35.874	0.464	0.464
0.50	0.3000	18.07	18.103	35.820	0.505	0.505
0.75	0.4500	19.25	19.281	35.730	0.540	0.540
1.00	0.6000	20.11	20.139	35.640	0.565	0.565
1.25	0.7500	20.80	20.827	35.550	0.586	0.586
1.50	0.9000	21.05	21.076	35.460	0.594	0.594
1.75	1.0500	21.34	21.366	35.370	0.604	0.604
2.00	1.2000	21.57	21.595	35.280	0.612	0.612
2.25	1.3500	21.73	21.755	35.190	0.618	0.618
2.50	1.5000	21.96	21.984	35.100	0.626	0.626
2.75	1.6500	22.21	22.233	35.010	0.635	0.635
3.00	1.8000	22.34	22.363	34.920	0.640	0.640
3.50	2.1000	22.34	22.363	34.740	0.644	0.644
4.00	2.4000	22.16	22.184	34.560	0.642	0.642
4.50	2.7000	21.93	21.954	34.380	0.639	0.639
5.00	3.0000	21.43	21.455	34.200	0.627	0.627
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.644 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 27/05/2024
		Página	: 4 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-01
		Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	PET %	: 2%
		Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.00	0.95	0.99
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.616	1.617	1.616
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	13.18	13.225	35.982	0.368	0.184
0.10	0.0600	17.51	17.545	35.964	0.488	0.244
0.20	0.1200	23.41	23.431	35.928	0.652	0.326
0.35	0.2100	29.06	29.067	35.874	0.810	0.405
0.50	0.3000	33.49	33.486	35.820	0.935	0.467
0.75	0.4500	37.88	37.866	35.730	1.060	0.530
1.00	0.6000	40.98	40.958	35.640	1.149	0.575
1.25	0.7500	43.02	42.994	35.550	1.209	0.605
1.50	0.9000	44.29	44.261	35.460	1.248	0.624
1.75	1.0500	45.67	45.637	35.370	1.290	0.645
2.00	1.2000	46.53	46.495	35.280	1.318	0.659
2.25	1.3500	47.15	47.114	35.190	1.339	0.669
2.50	1.5000	47.81	47.772	35.100	1.361	0.681
2.75	1.6500	48.16	48.121	35.010	1.374	0.687
3.00	1.8000	48.16	48.121	34.920	1.378	0.689
3.50	2.1000	48.47	48.430	34.740	1.394	0.697
4.00	2.4000	48.47	48.430	34.560	1.401	0.701
4.50	2.7000	48.14	48.101	34.380	1.399	0.700
5.00	3.0000	47.75	47.712	34.200	1.395	0.698
6.00	3.6000	46.96	46.924	33.840	1.387	0.693

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.401 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 27/05/2024
		Página	: 5 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-01
		Muestra	: 03
		PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

RESUMEN DE RESULTADOS

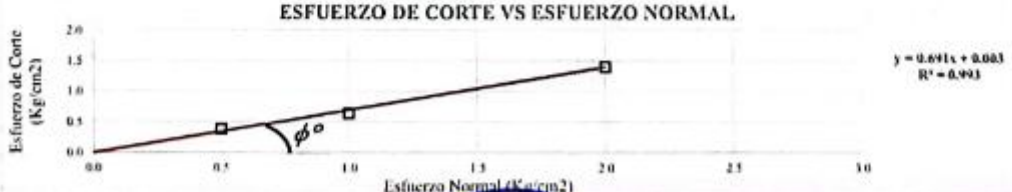
MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.127	0.255	0.214	0.214	0.368	0.184
0.10	0.195	0.389	0.303	0.303	0.488	0.244
0.20	0.235	0.471	0.389	0.389	0.652	0.326
0.35	0.274	0.548	0.464	0.464	0.810	0.405
0.50	0.299	0.598	0.505	0.505	0.935	0.467
0.75	0.315	0.630	0.540	0.540	1.060	0.530
1.00	0.327	0.653	0.565	0.565	1.149	0.575
1.25	0.334	0.668	0.586	0.586	1.209	0.605
1.50	0.340	0.680	0.594	0.594	1.248	0.624
1.75	0.345	0.691	0.604	0.604	1.290	0.645
2.00	0.353	0.706	0.612	0.612	1.318	0.659
2.25	0.363	0.726	0.618	0.618	1.339	0.669
2.50	0.369	0.738	0.626	0.626	1.361	0.681
2.75	0.374	0.748	0.635	0.635	1.374	0.687
3.00	0.377	0.753	0.640	0.640	1.378	0.689
3.50	0.380	0.760	0.644	0.644	1.394	0.697
4.00	0.382	0.764	0.642	0.642	1.401	0.701
4.50	0.381	0.763	0.639	0.639	1.399	0.700
5.00	0.379	0.759	0.627	0.627	1.395	0.698
6.00	0.376	0.753			1.387	0.693

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante Máximo
0.5	0.382
1.0	0.644
2.0	1.401

Resultados	
Pendiente	0.69
Ángulo	34.6°
Cobesión	0.0

CURVAS DE RESISTENCIA

ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



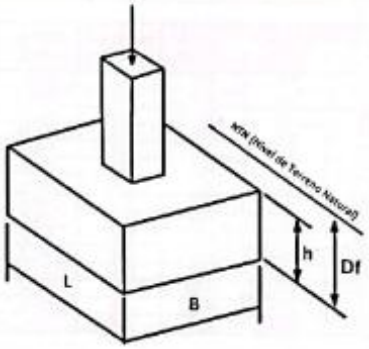
JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Rodríguez Valenzuela Díaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
	Calicata / Muestra	C-01 / T10-2
	Fecha	27-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	1 de 1
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	N Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T10-2	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de Fricción (ϕ) = 34.6 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.479 g/cm3 e max = 1.783 g/cm3 Dr = 49.7 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.50

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_C + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Ny)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 44.48
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 31.69
Ny = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 45.10

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 10.70 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 10.46 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 3.57 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 3.49 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Ny	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	34.6	0	44.48	31.69	45.10	3	10000	1.5	3.57	3.49

JEFE DE LABORATORIO
Ms. Julio Cesar Chinchayan Diaz
JEFATURA

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-QUA-T10-4
Muestra	T-10 / 4%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

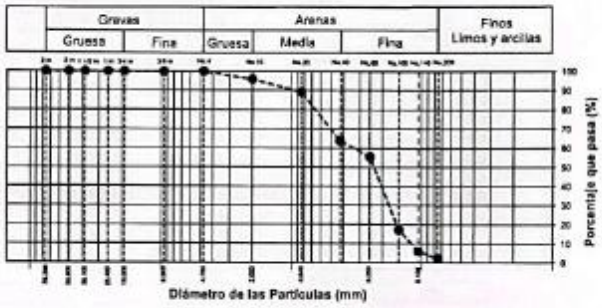
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Pet : T-10 / 4 %	Peso Inicial Seco (g) = 686.4 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 686.4	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 97.8 % Finos (Diam < No.200) = 2.2 %	D60 (mm) = 0.343 D30 (mm) = 0.183 D10 (mm) = 0.122	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	28.2	4.11	4.1	95.9
No. 20	0.840	45.6	6.64	10.8	89.2
No. 40	0.425	173.5	25.28	36.0	64.0
No. 60	0.250	58.3	8.49	44.5	55.5
No. 100	0.150	262.3	38.21	82.7	17.3
No. 140	0.106	77.7	11.32	94.1	5.9
No. 200	0.075	25.6	3.73	97.8	2.2
Pan		15.2	2.21	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	X-2
Masa del Recipiente (g)	101.3
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	641.9
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	636.2
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	534.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.07%

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Salazar Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 30/05/2024
		Página	: 1 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tarro	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO
(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm^2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.94	0.94	0.96
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.617	1.617	1.616

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-01	CD-02	CD-03
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	81.52	83.46	85.20
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	80.92	82.85	84.56
Humedad	(%)	0.94	0.94	0.95

DEFORMACION VERTICAL

Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.090	0.205	0.481
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.095	0.219	0.515

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-04	CD-05	CD-06
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	178.45	180.51	178.88
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	150.42	150.29	148.28
Humedad	(%)	24.23	24.73	25.56
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.639	1.648	1.671
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.319	1.322	1.331

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.11	0.0300	6.28	0.0300	13.96
0.10	0.0600	6.57	0.0600	11.01	0.0600	20.80
0.20	0.1200	8.99	0.1200	15.47	0.1200	28.17
0.35	0.2100	10.54	0.2100	18.61	0.2100	35.88
0.50	0.3000	11.37	0.3000	20.43	0.3000	39.87
0.75	0.4500	12.26	0.4500	21.04	0.4500	44.08
1.00	0.6000	12.57	0.6000	21.95	0.6000	46.41
1.25	0.7500	12.97	0.7500	22.53	0.7500	48.19
1.50	0.9000	13.24	0.9000	22.97	0.9000	49.33
1.75	1.0500	13.46	1.0500	23.11	1.0500	50.44
2.00	1.2000	13.64	1.2000	23.48	1.2000	51.06
2.25	1.3500	13.81	1.3500	23.71	1.3500	51.55
2.50	1.5000	13.94	1.5000	23.84	1.5000	51.81
2.75	1.6500	14.00	1.6500	23.95	1.6500	51.97
3.00	1.8000	14.02	1.8000	24.04	1.8000	51.97
3.50	2.1000	14.03	2.1000	24.04	2.1000	51.97
4.00	2.4000	13.91	2.4000	23.83	2.4000	51.68
4.50	2.7000	13.78	2.7000	23.56	2.7000	51.24
5.00	3.0000	13.58	3.0000	23.15	3.0000	49.85
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Nivin Soto Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 30/05/2024
		Página	: 2 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.94	0.94	0.96
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.617	1.617	1.616
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	4.11	4.177	35.982	0.116	0.232
0.10	0.0600	6.57	6.631	35.964	0.184	0.369
0.20	0.1200	8.99	9.045	35.928	0.252	0.504
0.35	0.2100	10.54	10.592	35.874	0.295	0.590
0.50	0.3000	11.37	11.420	35.820	0.319	0.638
0.75	0.4500	12.26	12.307	35.730	0.344	0.689
1.00	0.6000	12.57	12.617	35.640	0.354	0.708
1.25	0.7500	12.97	13.016	35.550	0.366	0.732
1.50	0.9000	13.24	13.285	35.460	0.375	0.749
1.75	1.0500	13.46	13.504	35.370	0.382	0.764
2.00	1.2000	13.64	13.684	35.280	0.388	0.776
2.25	1.3500	13.81	13.854	35.190	0.394	0.787
2.50	1.5000	13.94	13.983	35.100	0.398	0.797
2.75	1.6500	14.00	14.043	35.010	0.401	0.802
3.00	1.8000	14.02	14.063	34.920	0.403	0.805
3.50	2.1000	14.03	14.073	34.740	0.405	0.810
4.00	2.4000	13.91	13.953	34.560	0.404	0.807
4.50	2.7000	13.78	13.824	34.380	0.402	0.804
5.00	3.0000	13.58	13.624	34.200	0.398	0.797
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.405 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 30/05/2024
		Página	: 3 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.94	0.94	0.96
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.617	1.617	1.616
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	6.28	6.342	35.982	0.176	0.176
0.10	0.0600	11.01	11.060	35.964	0.308	0.308
0.20	0.1200	15.47	15.510	35.928	0.432	0.432
0.35	0.2100	18.61	18.642	35.874	0.520	0.520
0.50	0.3000	20.43	20.458	35.820	0.571	0.571
0.75	0.4500	21.04	21.066	35.730	0.590	0.590
1.00	0.6000	21.95	21.974	35.640	0.617	0.617
1.25	0.7500	22.53	22.553	35.550	0.634	0.634
1.50	0.9000	22.97	22.992	35.460	0.648	0.648
1.75	1.0500	23.11	23.131	35.370	0.654	0.654
2.00	1.2000	23.48	23.500	35.280	0.666	0.666
2.25	1.3500	23.71	23.730	35.190	0.674	0.674
2.50	1.5000	23.84	23.860	35.100	0.680	0.680
2.75	1.6500	23.95	23.969	35.010	0.685	0.685
3.00	1.8000	24.04	24.059	34.920	0.689	0.689
3.50	2.1000	24.04	24.059	34.740	0.693	0.693
4.00	2.4000	23.83	23.850	34.560	0.690	0.690
4.50	2.7000	23.56	23.580	34.380	0.686	0.686
5.00	3.0000	23.15	23.171	34.200	0.678	0.678
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.693 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 30/05/2024
		Página	: 4 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.94	0.94	0.96
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.617	1.617	1.616
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	13.96	14.003	35.982	0.389	0.195
0.10	0.0600	20.80	20.827	35.964	0.579	0.290
0.20	0.1200	28.17	28.179	35.928	0.784	0.392
0.35	0.2100	35.88	35.871	35.874	1.000	0.500
0.50	0.3000	39.87	39.851	35.820	1.113	0.556
0.75	0.4500	44.08	44.051	35.730	1.233	0.616
1.00	0.6000	46.41	46.375	35.640	1.301	0.651
1.25	0.7500	48.19	48.151	35.550	1.354	0.677
1.50	0.9000	49.33	49.288	35.460	1.390	0.695
1.75	1.0500	50.44	50.396	35.370	1.425	0.712
2.00	1.2000	51.06	51.014	35.280	1.446	0.723
2.25	1.3500	51.55	51.503	35.190	1.464	0.732
2.50	1.5000	51.81	51.762	35.100	1.475	0.737
2.75	1.6500	51.97	51.922	35.010	1.483	0.742
3.00	1.8000	51.97	51.922	34.920	1.487	0.743
3.50	2.1000	51.97	51.922	34.740	1.495	0.747
4.00	2.4000	51.68	51.633	34.560	1.494	0.747
4.50	2.7000	51.24	51.194	34.380	1.489	0.745
5.00	3.0000	49.85	49.807	34.200	1.456	0.728
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.495 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

Universidad Nacional del Santa – Facultad de Ingeniería – JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 30/05/2024
		Página	: 5 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

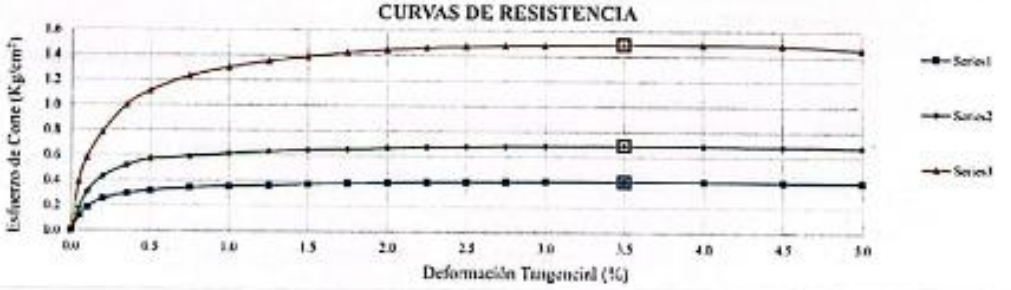
RESUMEN DE RESULTADOS

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.116	0.232	0.176	0.176	0.389	0.195
0.10	0.184	0.369	0.308	0.308	0.579	0.290
0.20	0.252	0.504	0.432	0.432	0.784	0.392
0.35	0.295	0.590	0.520	0.520	1.000	0.500
0.50	0.319	0.638	0.571	0.571	1.113	0.556
0.75	0.344	0.689	0.590	0.590	1.233	0.616
1.00	0.354	0.708	0.617	0.617	1.301	0.651
1.25	0.366	0.732	0.634	0.634	1.354	0.677
1.50	0.375	0.749	0.648	0.648	1.390	0.695
1.75	0.382	0.764	0.654	0.654	1.425	0.712
2.00	0.388	0.776	0.666	0.666	1.446	0.723
2.25	0.394	0.787	0.674	0.674	1.464	0.732
2.50	0.398	0.797	0.680	0.680	1.475	0.737
2.75	0.401	0.802	0.685	0.685	1.483	0.742
3.00	0.403	0.805	0.689	0.689	1.487	0.743
3.50	0.405	0.810	0.693	0.693	1.495	0.747
4.00	0.404	0.807	0.690	0.690	1.494	0.747
4.50	0.402	0.804	0.686	0.686	1.489	0.745
5.00	0.398	0.797	0.678	0.678	1.456	0.728

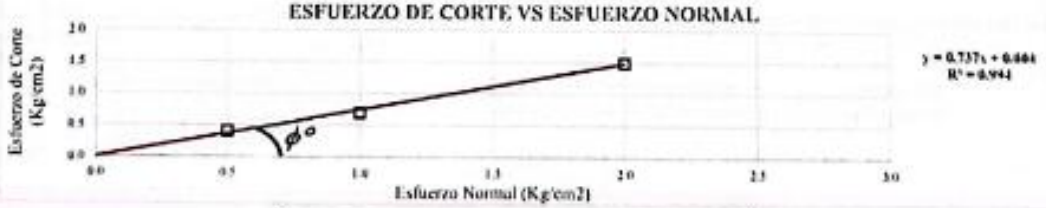
Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante Máximo
0.5	0.405
1.0	0.693
2.0	1.495

Resultados	
Pendiente	0.74
Ángulo	36.4°
Cohesión	0.0

CURVAS DE RESISTENCIA



ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



JEFE DE LABORATORIO

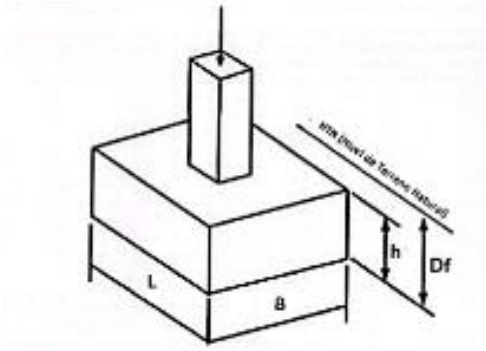
Ms. Julio César Rivasplata Diaz

JEFATURA

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata / Muestra	C-01 / T10-4
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Fecha	30-05-2024
	Página	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	% Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T10-4	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de Fricción (ϕ) = 36.4 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.468 g/cm3 e max = 1.781 g/cm3 Dr = 42.6 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.48

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_C + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Nγ)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 52.53
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 39.73
Nγ = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 60.05

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 13.65 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 13.40 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 4.55 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 4.47 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ϕ (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Nγ	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	36.4	0	52.53	39.73	60.05	3	10000	1.5	4.55	4.47

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rosales Plasencia Diaz

JEFATURA

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-QUA-T10-6
Muestra	T-10 / 6%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

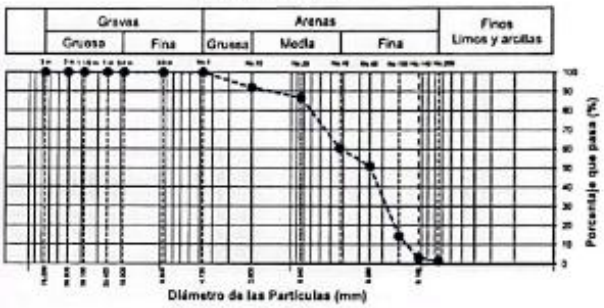
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Ref. : T-10 / 6 %	Peso Inicial Seco (g) = 742.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 742.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.5 % Finos (Diam < No.200) = 1.5 %	D60 (mm) = 0.417 D30 (mm) = 0.192 D10 (mm) = 0.132	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	58.3	7.86	7.9	92.1
No. 20	0.849	39.2	5.28	13.1	86.9
No. 40	0.425	196.4	26.47	39.6	60.4
No. 60	0.250	69.3	9.34	48.9	51.1
No. 100	0.150	271.2	36.55	85.5	14.5
No. 140	0.106	84.1	11.33	96.8	3.2
No. 200	0.075	12.7	1.71	98.5	1.5
Pan		10.8	1.46	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	X-3
Masa del Recipiente (g)	103.5
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	654.4
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	648.7
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	545.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.05%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 03/06/2024
		Página	: 1 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-01
		Muestra	: 03
		PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.91	0.86	0.88
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.617	1.618	1.618

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216

		CD-01	CD-02	CD-03
No. Tara				
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	80.22	81.34	79.54
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	79.65	80.80	79.00
Humedad	(%)	0.91	0.86	0.88

DEFORMACION VERTICAL

Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.080	0.185	0.450
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.090	0.199	0.468

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216

		CD-04	CD-05	CD-06
No. Tara				
Masa de tara	(g)	34.74	38.10	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	179.63	177.25	179.63
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	153.68	150.04	151.26
Humedad	(%)	21.82	24.31	23.12
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.638	1.647	1.669
Densidad Seca	(g/cm³)	1.345	1.325	1.355

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.01	0.0300	6.28	0.0300	12.33
0.10	0.0600	6.54	0.0600	12.34	0.0600	18.37
0.20	0.1200	9.18	0.1200	17.43	0.1200	24.34
0.35	0.2100	10.54	0.2100	21.61	0.2100	33.35
0.50	0.3000	11.11	0.3000	23.84	0.3000	39.74
0.75	0.4500	11.87	0.4500	26.01	0.4500	46.87
1.00	0.6000	12.00	0.6000	26.65	0.6000	50.24
1.25	0.7500	12.35	0.7500	27.12	0.7500	51.55
1.50	0.9000	12.51	0.9000	27.44	0.9000	52.84
1.75	1.0500	12.68	1.0500	27.67	1.0500	53.11
2.00	1.2000	12.84	1.2000	27.81	1.2000	53.48
2.25	1.3500	12.94	1.3500	27.98	1.3500	53.71
2.50	1.5000	13.00	1.5000	28.14	1.5000	53.85
2.75	1.6500	13.08	1.6500	28.21	1.6500	53.90
3.00	1.8000	13.11	1.8000	28.24	1.8000	53.92
3.50	2.1000	12.95	2.1000	28.01	2.1000	53.95
4.00	2.4000	12.74	2.4000	27.70	2.4000	53.96
4.50	2.7000	12.41	2.7000	26.81	2.7000	53.22
5.00	3.0000		3.0000		3.0000	51.89
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Fatura Ataucusi Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 03/06/2024
		Página	: 2 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.91	0.86	0.88
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.617	1.618	1.618
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	4.01	4.077	35.982	0.113	0.227
0.10	0.0600	6.54	6.601	35.964	0.184	0.367
0.20	0.1200	9.18	9.235	35.928	0.257	0.514
0.35	0.2100	10.54	10.592	35.874	0.295	0.590
0.50	0.3000	11.11	11.160	35.820	0.312	0.623
0.75	0.4500	11.87	11.918	35.730	0.334	38.100
1.00	0.6000	12.00	12.048	35.640	0.338	0.676
1.25	0.7500	12.35	12.397	35.550	0.349	0.697
1.50	0.9000	12.51	12.557	35.460	0.354	0.708
1.75	1.0500	12.68	12.726	35.370	0.360	0.720
2.00	1.2000	12.84	12.886	35.280	0.365	0.730
2.25	1.3500	12.94	12.986	35.190	0.369	0.738
2.50	1.5000	13.00	13.046	35.100	0.372	0.743
2.75	1.6500	13.08	13.125	35.010	0.375	0.750
3.00	1.8000	13.11	13.155	34.920	0.377	0.753
3.50	2.1000	12.95	12.996	34.740	0.374	0.748
4.00	2.4000	12.74	12.786	34.560	0.370	0.740
4.50	2.7000	12.41	12.457	34.380	0.362	0.725
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.377 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 03/06/2024
		Página	: 3 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.91	0.86	0.88
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.617	1.618	1.618
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	6.28	6.342	35.982	0.176	0.176
0.10	0.0600	12.34	12.387	35.964	0.344	0.344
0.20	0.1200	17.43	17.465	35.928	0.486	0.486
0.35	0.2100	21.61	21.635	35.874	0.603	0.603
0.50	0.3000	23.84	23.860	35.820	0.666	0.666
0.75	0.4500	26.01	26.024	35.730	0.728	38.100
1.00	0.6000	26.65	26.663	35.640	0.748	0.748
1.25	0.7500	27.12	27.132	35.550	0.763	0.763
1.50	0.9000	27.44	27.451	35.460	0.774	0.774
1.75	1.0500	27.67	27.680	35.370	0.783	0.783
2.00	1.2000	27.81	27.820	35.280	0.789	0.789
2.25	1.3500	27.98	27.990	35.190	0.795	0.795
2.50	1.5000	28.14	28.149	35.100	0.802	0.802
2.75	1.6500	28.21	28.219	35.010	0.806	0.806
3.00	1.8000	28.24	28.249	34.920	0.809	0.809
3.50	2.1000	28.01	28.020	34.740	0.807	0.807
4.00	2.4000	27.70	27.710	34.560	0.802	0.802
4.50	2.7000	26.81	26.822	34.380	0.780	0.780
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.809 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 03/06/2024
		Página	: 4 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	*Muestra*	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*PET %*	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	0.91	0.86	0.88
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.617	1.618	1.618
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	12.33	12.377	35.982	0.344	0.172
0.10	0.0600	18.37	18.403	35.964	0.512	0.256
0.20	0.1200	24.34	24.358	35.928	0.678	0.339
0.35	0.2100	33.35	33.347	35.874	0.930	0.465
0.50	0.3000	39.74	39.721	35.820	1.109	0.554
0.75	0.4500	46.87	46.834	35.730	1.311	38.100
1.00	0.6000	50.24	50.196	35.640	1.408	0.704
1.25	0.7500	51.55	51.503	35.550	1.449	0.724
1.50	0.9000	52.84	52.790	35.460	1.489	0.744
1.75	1.0500	53.11	53.059	35.370	1.500	0.750
2.00	1.2000	53.48	53.428	35.280	1.514	0.757
2.25	1.3500	53.71	53.658	35.190	1.525	0.762
2.50	1.5000	53.85	53.798	35.100	1.533	0.766
2.75	1.6500	53.90	53.847	35.010	1.538	0.769
3.00	1.8000	53.92	53.867	34.920	1.543	0.771
3.50	2.1000	53.95	53.897	34.740	1.551	0.776
4.00	2.4000	53.96	53.907	34.560	1.560	0.780
4.50	2.7000	53.22	53.169	34.380	1.547	0.773
5.00	3.0000	51.89	51.842	34.200	1.516	0.758
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.560 (Kg/cm^2)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 03/06/2024
		Página	: 5 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	*Muestra*	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*PET %*	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 10

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

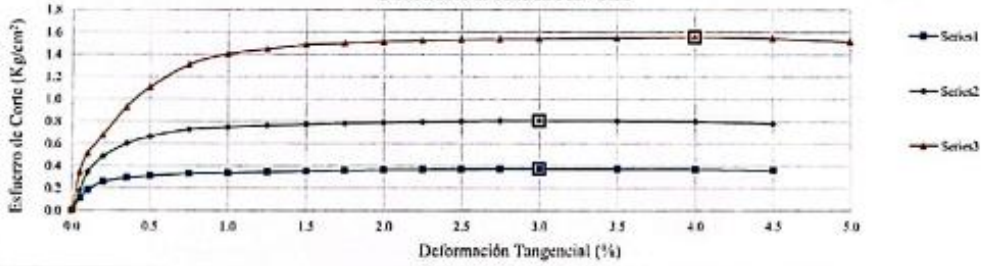
RESUMEN DE RESULTADOS

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.113	0.227	0.176	0.176	0.344	0.172
0.10	0.184	0.367	0.344	0.344	0.512	0.256
0.20	0.257	0.514	0.486	0.486	0.678	0.339
0.35	0.295	0.590	0.603	0.603	0.930	0.465
0.50	0.312	0.623	0.666	0.666	1.109	0.554
0.75	0.334	38.100	0.728	38.100	1.311	38.100
1.00	0.338	0.676	0.748	0.748	1.408	0.704
1.25	0.349	0.697	0.763	0.763	1.449	0.724
1.50	0.354	0.708	0.774	0.774	1.489	0.744
1.75	0.360	0.720	0.783	0.783	1.500	0.750
2.00	0.365	0.730	0.789	0.789	1.514	0.757
2.25	0.369	0.738	0.795	0.795	1.525	0.762
2.50	0.372	0.743	0.802	0.802	1.533	0.766
2.75	0.375	0.750	0.806	0.806	1.538	0.769
3.00	0.377	0.753	0.809	0.809	1.543	0.771
3.50	0.374	0.748	0.807	0.807	1.551	0.776
4.00	0.370	0.740	0.802	0.802	1.560	0.780
4.50	0.362	0.725	0.780	0.780	1.547	0.773
5.00					1.516	0.758
						38.100

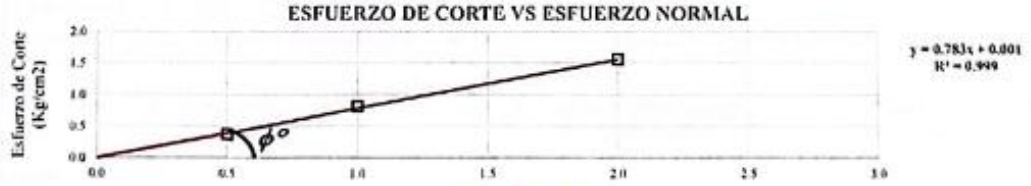
Esfuerzo Normal	Esfu rzo Cortante Máximo
0.5	0.377
1.0	0.809
2.0	1.560

Resultados	
Pendiente	0.78
Ángulo	38.1°
Cohesión	0.0

CURVAS DE RESISTENCIA



ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



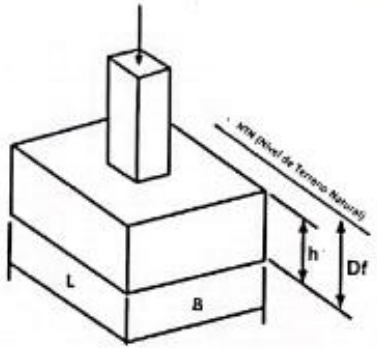
JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Vásquez Díaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
	Calicata / Muestra	C-01 / T10-6
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	03-06-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	% Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T10-6	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de Fricción (ø) = 38.1 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.471 g/cm3 e máx = 1.762 g/cm3 Dr = 44.7 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.45

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_C + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Nγ)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 61.97
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 49.59
Nγ = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 79.33

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 17.32 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 17.07 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 5.77 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 5.69 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Nγ	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	38.1	0	61.97	49.59	79.33	3	10000	1.5	5.77	5.69

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA
Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-QUA-T16-2
Muestra	T-16 / 2%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

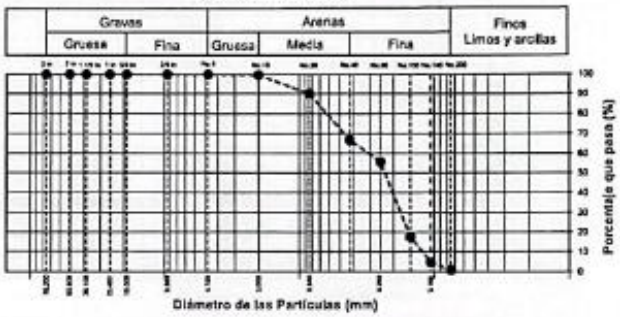
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Pet : T-16 / 2 %	Peso Inicial Seco (g) = 612.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 612.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 99.1 % Finos (Diam < No.200) = 0.9 %	D60 (mm) = 0.318 D30 (mm) = 0.183 D10 (mm) = 0.124	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	2.1	0.34	0.3	99.7
No. 20	0.840	58.1	9.49	9.8	90.2
No. 40	0.425	142.7	23.32	33.2	66.8
No. 60	0.250	68.5	11.19	44.3	55.7
No. 100	0.150	233.5	38.15	82.5	17.5
No. 140	0.106	77.4	12.65	95.1	4.9
No. 200	0.075	24.1	3.94	99.1	0.9
Pan		5.6	0.92	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

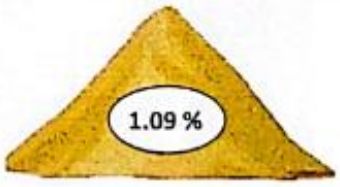
LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	L-1
Masa del Recipiente (g)	103.2
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	631.5
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	627.8
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	524.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.09%



JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 06/06/2024
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	: 1 de 3
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Calicata	: C-01
		Muestra	: 01
		PET %	: 2%
		Tara	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.15	1.16	1.13
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.613	1.614

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-01	CD-02	CD-03
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.91
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	80.63	81.73	83.40
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	79.91	81.00	82.67
Humedad	(%)	1.15	1.16	1.13

DEFORMACION VERTICAL

Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.080	0.180	0.450
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.085	0.189	0.481

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-04	CD-05	CD-06
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	177.15	178.65	176.78
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	146.37	145.97	144.59
Humedad	(%)	27.57	27.72	27.74
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.638	1.646	1.669
Densidad Seca	(g/cm³)	1.284	1.289	1.306

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	5.35	0.0300	8.18	0.0300	13.97
0.10	0.0600	7.52	0.0600	11.51	0.0600	18.21
0.20	0.1200	9.47	0.1200	14.85	0.1200	25.41
0.35	0.2100	11.11	0.2100	17.61	0.2100	32.51
0.50	0.3000	12.03	0.3000	19.62	0.3000	37.14
0.75	0.4500	12.74	0.4500	21.23	0.4500	42.31
1.00	0.6000	13.13	0.6000	22.50	0.6000	46.04
1.25	0.7500	13.50	0.7500	23.00	0.7500	48.48
1.50	0.9000	13.81	0.9000	23.19	0.9000	50.33
1.75	1.0500	14.01	1.0500	23.51	1.0500	51.16
2.00	1.2000	14.22	1.2000	23.81	1.2000	52.02
2.25	1.3500	14.35	1.3500	24.04	1.3500	52.39
2.50	1.5000	14.44	1.5000	24.22	1.5000	52.71
2.75	1.6500	14.48	1.6500	24.40	1.6500	52.91
3.00	1.8000	14.51	1.8000	24.52	1.8000	53.07
3.50	2.1000	14.51	2.1000	24.50	2.1000	53.12
4.00	2.4000	14.42	2.4000	24.31	2.4000	53.12
4.50	2.7000	14.25	2.7000	23.91	2.7000	52.55
5.00	3.0000	14.11	3.0000	23.42	3.0000	51.29
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	48.17

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio [illegible] JEFATURA

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 06/06/2024
		Página	: 2 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.15	1.16	1.13
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.613	1.614
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	5.35	5.414	35.982	0.150	0.301
0.10	0.0600	7.52	7.579	35.964	0.211	0.421
0.20	0.1200	9.47	9.524	35.928	0.265	0.530
0.35	0.2100	11.11	11.160	35.874	0.311	0.622
0.50	0.3000	12.03	12.078	35.820	0.337	0.674
0.75	0.4500	12.74	12.786	35.730	0.358	0.716
1.00	0.6000	13.13	13.175	35.640	0.370	0.739
1.25	0.7500	13.50	13.544	35.550	0.381	0.762
1.50	0.9000	13.81	13.854	35.460	0.391	0.781
1.75	1.0500	14.01	14.053	35.370	0.397	0.795
2.00	1.2000	14.22	14.263	35.280	0.404	0.809
2.25	1.3500	14.35	14.392	35.190	0.409	0.818
2.50	1.5000	14.44	14.482	35.100	0.413	0.825
2.75	1.6500	14.48	14.522	35.010	0.415	0.830
3.00	1.8000	14.51	14.552	34.920	0.417	0.833
3.50	2.1000	14.51	14.552	34.740	0.419	0.838
4.00	2.4000	14.42	14.462	34.560	0.418	0.837
4.50	2.7000	14.25	14.293	34.380	0.416	0.831
5.00	3.0000	14.11	14.153	34.200	0.414	0.828
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.419 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivera Plata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 06/06/2024
		Página	: 3 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.15	1.16	1.13
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.613	1.614
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	8.18	8.237	35.982	0.229	0.229
0.10	0.0600	11.51	11.559	35.964	0.321	0.321
0.20	0.1200	14.85	14.891	35.928	0.414	0.414
0.35	0.2100	17.61	17.645	35.874	0.492	0.492
0.50	0.3000	19.62	19.650	35.820	0.549	0.549
0.75	0.4500	21.23	21.256	35.730	0.595	0.595
1.00	0.6000	22.50	22.523	35.640	0.632	0.632
1.25	0.7500	23.00	23.022	35.550	0.648	0.648
1.50	0.9000	23.19	23.211	35.460	0.655	0.655
1.75	1.0500	23.51	23.530	35.370	0.665	0.665
2.00	1.2000	23.81	23.830	35.280	0.675	0.675
2.25	1.3500	24.04	24.059	35.190	0.684	0.684
2.50	1.5000	24.22	24.239	35.100	0.691	0.691
2.75	1.6500	24.40	24.418	35.010	0.697	0.697
3.00	1.8000	24.52	24.538	34.920	0.703	0.703
3.50	2.1000	24.50	24.518	34.740	0.706	0.706
4.00	2.4000	24.31	24.328	34.560	0.704	0.704
4.50	2.7000	23.91	23.929	34.380	0.696	0.696
5.00	3.0000	23.42	23.441	34.200	0.685	0.685
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.706 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Ríos Plata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 06/06/2024
		Página	: 4 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-01
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	PET %	: 2%
		Tamiz	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.15	1.16	1.13
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.613	1.614
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	13.97	14.013	35.982	0.389	0.195
0.10	0.0600	18.21	18.243	35.964	0.507	0.254
0.20	0.1200	25.41	25.426	35.928	0.708	0.354
0.35	0.2100	32.51	32.509	35.874	0.906	0.453
0.50	0.3000	37.14	37.128	35.820	1.037	0.518
0.75	0.4500	42.31	42.285	35.730	1.183	0.592
1.00	0.6000	46.04	46.006	35.640	1.291	0.645
1.25	0.7500	48.48	48.440	35.550	1.363	0.681
1.50	0.9000	50.33	50.286	35.460	1.418	0.709
1.75	1.0500	51.16	51.114	35.370	1.445	0.723
2.00	1.2000	52.02	51.972	35.280	1.473	0.737
2.25	1.3500	52.39	52.341	35.190	1.487	0.744
2.50	1.5000	52.71	52.660	35.100	1.500	0.750
2.75	1.6500	52.91	52.860	35.010	1.510	0.755
3.00	1.8000	53.07	53.019	34.920	1.518	0.759
3.50	2.1000	53.12	53.069	34.740	1.528	0.764
4.00	2.4000	53.12	53.069	34.560	1.536	0.768
4.50	2.7000	52.55	52.501	34.380	1.527	0.764
5.00	3.0000	51.29	51.244	34.200	1.498	0.749
6.00	3.6000	48.17	48.131	33.840	1.422	0.711

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.536 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 06/06/2024
		Página	: 5 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

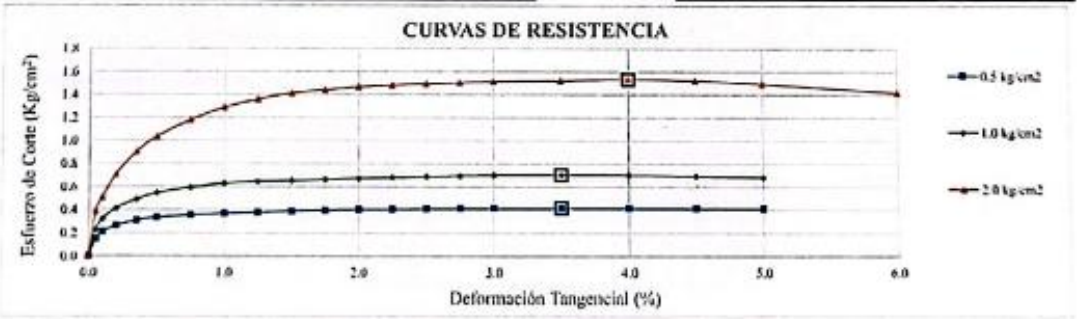
(ASTM D3080/D3080M-23)

RESUMEN DE RESULTADOS

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.150	0.301	0.229	0.229	0.389	0.195
0.10	0.211	0.421	0.321	0.321	0.507	0.254
0.20	0.265	0.530	0.414	0.414	0.708	0.354
0.35	0.311	0.622	0.492	0.492	0.906	0.453
0.50	0.337	0.674	0.549	0.549	1.037	0.518
0.75	0.358	0.716	0.595	0.595	1.183	0.592
1.00	0.370	0.739	0.632	0.632	1.291	0.645
1.25	0.381	0.762	0.648	0.648	1.363	0.681
1.50	0.391	0.781	0.655	0.655	1.418	0.709
1.75	0.397	0.795	0.665	0.665	1.445	0.723
2.00	0.404	0.809	0.675	0.675	1.473	0.737
2.25	0.409	0.818	0.684	0.684	1.487	0.744
2.50	0.413	0.825	0.691	0.691	1.500	0.750
2.75	0.415	0.830	0.697	0.697	1.510	0.755
3.00	0.417	0.833	0.703	0.703	1.518	0.759
3.50	0.419	0.838	0.706	0.706	1.528	0.764
4.00	0.418	0.837	0.704	0.704	1.536	0.768
4.50	0.416	0.831	0.696	0.696	1.527	0.764
5.00	0.414	0.828	0.685	0.685	1.498	0.749
6.00					1.422	0.711

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante Máximo
0.5	0.419
1.0	0.706
2.0	1.536

Resultados	
Pendiente	0.76
Ángulo	37.1°
Cohesión	0.0



JEFE DE LABORATORIO

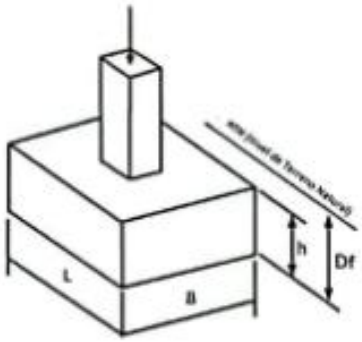
JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
	Calicata / Muestra:	C-01 / T16-2
	Fecha:	06-06-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página:	1 de 1
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	% Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T16-2	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de fricción (ø) = 37.1 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.475 g/cm3 e max = 1.781 g/cm3 Dr = 48.7 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d: 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.49

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_C + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Ny)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 56.17
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 43.48
Ny = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 67.28

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 15.04 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 14.79 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 5.01 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 4.93 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Ny	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	37.1	0	56.17	43.48	67.28	3	10000	1.5	5.01	4.93

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Mg. Ing. César Rios Rosasta Diaz

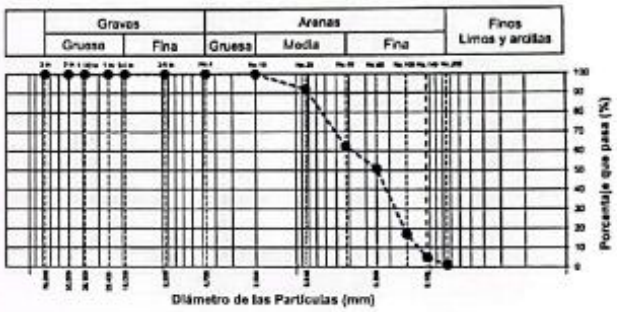
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-T16-4
	Muestra	T-16 / 4%
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 1

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Pet : T-16 / 4 %	Peso Inicial Seco (g) = 624.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 624.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.8 % Finos (Diam < No.200) = 1.2 %	D60 (mm) = 0.385 D30 (mm) = 0.188 D10 (mm) = 0.124	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.6	0.10	0.1	99.9
No. 20	0.840	49.6	7.95	8.0	92.0
No. 40	0.425	182.3	29.21	37.3	62.7
No. 60	0.250	74.2	11.89	49.2	50.8
No. 100	0.150	211.3	33.86	83.0	17.0
No. 140	0.106	74.1	11.88	94.9	5.1
No. 200	0.075	24.2	3.88	98.8	1.2
Pan		7.7	1.23	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	B-2
Masa del Recipiente (g)	104.2
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	644.8
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	639.1
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	534.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.07%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rhoplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 10/06/2024
		Página	: 1 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-01
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	PET %	: 4%
		Tamiz	: Nº 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES				
MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.14	1.11	1.10
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.614	1.614

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216				
No. Tara		CD-01	CD-02	CD-03
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	78.36	79.82	83.40
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	77.67	79.14	82.69
Humedad	(%)	1.14	1.11	1.10

DEFORMACION VERTICAL				
Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.095	0.200	0.530
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.100	0.211	0.551

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216				
No. Tara		CD-04	CD-05	CD-06
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	181.05	177.71	178.63
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	151.35	146.96	146.75
Humedad	(%)	25.47	25.87	26.97
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.640	1.648	1.675
Densidad Seca	(g/cm³)	1.307	1.309	1.319

ETAPA DE COMPRESIÓN						
MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	5.84	0.0300	9.28	0.0300	14.60
0.10	0.0600	8.34	0.0600	13.21	0.0600	19.77
0.20	0.1200	10.81	0.1200	18.22	0.1200	27.72
0.35	0.2100	12.57	0.2100	21.74	0.2100	36.29
0.50	0.3000	13.34	0.3000	23.84	0.3000	42.04
0.75	0.4500	14.00	0.4500	25.64	0.4500	48.57
1.00	0.6000	14.12	0.6000	27.00	0.6000	52.98
1.25	0.7500	14.25	0.7500	27.47	0.7500	55.42
1.50	0.9000	14.44	0.9000	28.27	0.9000	56.72
1.75	1.0500	14.52	1.0500	28.41	1.0500	57.51
2.00	1.2000	14.65	1.2000	28.55	1.2000	57.84
2.25	1.3500	14.71	1.3500	28.67	1.3500	58.11
2.50	1.5000	14.78	1.5000	28.72	1.5000	58.30
2.75	1.6500	14.80	1.6500	28.74	1.6500	58.03
3.00	1.8000	14.71	1.8000	28.64	1.8000	57.40
3.50	2.1000	14.49	2.1000	28.41	2.1000	56.11
4.00	2.4000	14.22	2.4000	28.19	2.4000	
4.50	2.7000		2.7000		2.7000	
5.00	3.0000		3.0000		3.0000	
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

JEFATURA

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 10/06/2024
		Página	: 2 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.14	1.11	1.10
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.613	1.614	1.614
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	5.84	5.903	35.982	0.164	0.328
0.10	0.0600	8.34	8.397	35.964	0.233	0.467
0.20	0.1200	10.81	10.861	35.928	0.302	0.605
0.35	0.2100	12.57	12.617	35.874	0.352	0.703
0.50	0.3000	13.34	13.385	35.820	0.374	0.747
0.75	0.4500	14.00	14.043	35.730	0.393	0.786
1.00	0.6000	14.12	14.163	35.640	0.397	0.795
1.25	0.7500	14.25	14.293	35.550	0.402	0.804
1.50	0.9000	14.44	14.482	35.460	0.408	0.817
1.75	1.0500	14.52	14.562	35.370	0.412	0.823
2.00	1.2000	14.65	14.692	35.280	0.416	0.833
2.25	1.3500	14.71	14.751	35.190	0.419	0.838
2.50	1.5000	14.78	14.821	35.100	0.422	0.845
2.75	1.6500	14.80	14.841	35.010	0.424	0.848
3.00	1.8000	14.71	14.751	34.920	0.422	0.845
3.50	2.1000	14.49	14.532	34.740	0.418	0.837
4.00	2.4000	14.22	14.263	34.560	0.413	0.825
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.424 (Kg/cm^2)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 10/06/2024
		Página	: 3 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	*Muestra*	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*PET %*	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES				
MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.14	1.11	1.10
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.614	1.614
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN						
MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	9.28	9.335	35.982	0.259	0.259
0.10	0.0600	13.21	13.255	35.964	0.369	0.369
0.20	0.1200	18.22	18.253	35.928	0.508	0.508
0.35	0.2100	21.74	21.765	35.874	0.607	0.607
0.50	0.3000	23.84	23.860	35.820	0.666	0.666
0.75	0.4500	25.64	25.655	35.730	0.718	0.718
1.00	0.6000	27.00	27.012	35.640	0.758	0.758
1.25	0.7500	27.47	27.481	35.550	0.773	0.773
1.50	0.9000	28.27	28.279	35.460	0.797	0.797
1.75	1.0500	28.41	28.419	35.370	0.803	0.803
2.00	1.2000	28.55	28.558	35.280	0.809	0.809
2.25	1.3500	28.67	28.678	35.190	0.815	0.815
2.50	1.5000	28.72	28.728	35.100	0.818	0.818
2.75	1.6500	28.74	28.748	35.010	0.821	0.821
3.00	1.8000	28.64	28.648	34.920	0.820	0.820
3.50	2.1000	28.41	28.419	34.740	0.818	0.818
4.00	2.4000	28.17	28.179	34.560	0.815	0.815
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.821 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 10/06/2024
		Página	: 4 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-01
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	PET %	: 4%
		Tamiz	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.14	1.11	1.10
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.613	1.614	1.614
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	14.60	14.642	35.982	0.407	0.203
0.10	0.0600	19.77	19.799	35.964	0.551	0.275
0.20	0.1200	27.72	27.730	35.928	0.772	0.386
0.35	0.2100	36.29	36.280	35.874	1.011	0.506
0.50	0.3000	42.04	42.016	35.820	1.173	0.586
0.75	0.4500	48.57	48.530	35.730	1.358	0.679
1.00	0.6000	52.98	52.930	35.640	1.485	0.743
1.25	0.7500	55.42	55.364	35.550	1.557	0.779
1.50	0.9000	56.72	56.661	35.460	1.598	0.799
1.75	1.0500	57.51	57.449	35.370	1.624	0.812
2.00	1.2000	57.84	57.778	35.280	1.638	0.819
2.25	1.3500	58.11	58.047	35.190	1.650	0.825
2.50	1.5000	58.30	58.237	35.100	1.659	0.830
2.75	1.6500	58.03	57.968	35.010	1.656	0.828
3.00	1.8000	57.40	57.339	34.920	1.642	0.821
3.50	2.1000	56.11	56.052	34.740	1.613	0.807
4.00	2.4000					
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.659 (Kg/cm^2)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 10/06/2024
		Página	: 5 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

RESUMEN DE RESULTADOS

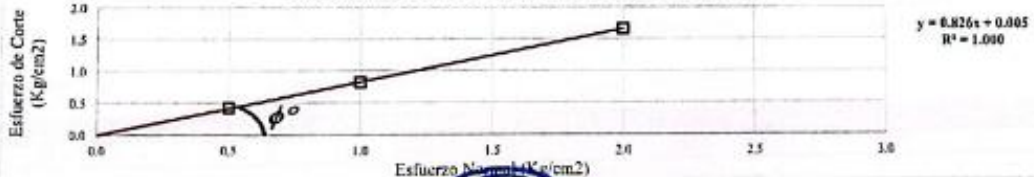
MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.164	0.328	0.259	0.259	0.407	0.203
0.10	0.233	0.467	0.369	0.369	0.551	0.275
0.20	0.302	0.605	0.508	0.508	0.772	0.386
0.35	0.352	0.703	0.607	0.607	1.011	0.506
0.50	0.374	0.747	0.666	0.666	1.173	0.586
0.75	0.393	0.786	0.718	0.718	1.358	0.679
1.00	0.397	0.795	0.758	0.758	1.485	0.743
1.25	0.402	0.804	0.773	0.773	1.557	0.779
1.50	0.408	0.817	0.797	0.797	1.598	0.799
1.75	0.412	0.823	0.803	0.803	1.624	0.812
2.00	0.416	0.833	0.809	0.809	1.638	0.819
2.25	0.419	0.838	0.815	0.815	1.650	0.825
2.50	0.422	0.845	0.818	0.818	1.659	0.830
2.75	0.424	0.848	0.821	0.821	1.656	0.828
3.00	0.422	0.845	0.820	0.820	1.642	0.821
3.50	0.418	0.837	0.818	0.818	1.613	0.807
4.00	0.413	0.825	0.815	0.815		

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante Máximo
0.5	0.424
1.0	0.821
2.0	1.659

Resultados	
Pendiente	0.83
Ángulo	39.5°
Cohesión	0.0

CURVAS DE RESISTENCIA

ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



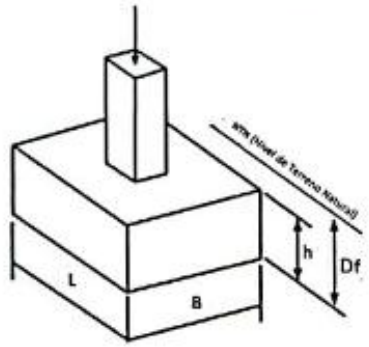
JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
	Calicata / Muestra	C-01 / T16-4
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	10-06-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	% Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T16-4	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de Fricción (ø) = 39.5 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.473 g/cm3 e max = 1.775 g/cm3 Dr = 47.2 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.47

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_C + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Ny)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 71.46
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 59.91
Ny = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 100.42

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 21.22 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 20.98 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 7.07 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 6.99 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Ny	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	39.5	0	71.46	59.91	100.42	3	10000	1.5	7.07	6.99

JEFE DE LABORATORIO
Mg. Julio Cesar Rivasplata Diaz
JEFATURA

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-QUA-T16-6
Muestra	T-16 / 6%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

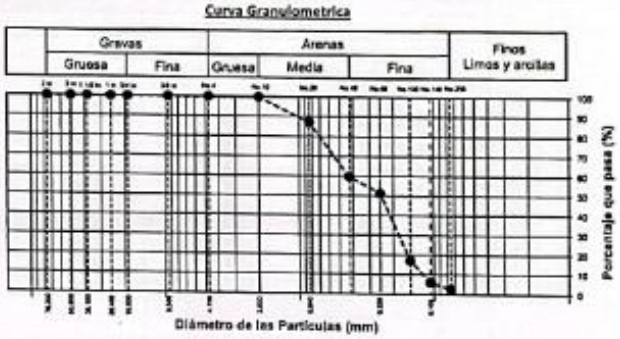
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Pet : T-16 / 6 %	Peso Inicial Seco (g) = 636.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 636.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 97.2 % Finos (Diam < No.200) = 2.8 %	D60 (mm) = 0.430 D30 (mm) = 0.187 D10 (mm) = 0.121	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	1.0	0.16	0.2	99.8
No. 20	0.840	80.8	12.70	12.9	87.1
No. 40	0.425	174.3	27.41	40.3	59.7
No. 60	0.250	53.5	8.41	48.7	51.3
No. 100	0.150	216.6	34.06	82.7	17.3
No. 140	0.106	71.2	11.19	93.9	6.1
No. 200	0.075	20.8	3.27	97.2	2.8
Pan		17.8	2.80	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

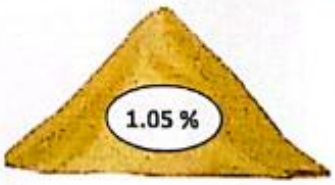
LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	D-2
Masa del Recipiente (g)	105.2
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	656.1
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	650.4
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	545.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.05%



JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Raesplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 13/06/2024
		Página	: 1 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-01
		Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	PET %	: 6%
		Tamiz	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.09	1.04
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.614	1.615

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-01	CD-02	CD-03
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	78.64	78.11	79.38
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	77.99	77.46	78.75
Humedad	(%)	1.07	1.09	1.04

DEFORMACION VERTICAL

Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.100	0.195	0.460
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.105	0.205	0.480

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-04	CD-05	CD-06
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	179.65	178.54	178.91
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	151.04	148.49	148.73
Humedad	(%)	24.60	24.96	25.11
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.640	1.648	1.669
Densidad Seca	(g/cm³)	1.316	1.319	1.334

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	3.85	0.0300	6.57	0.0300	9.44
0.10	0.0600	6.84	0.0600	11.54	0.0600	14.99
0.20	0.1200	9.75	0.1200	17.73	0.1200	24.38
0.35	0.2100	12.01	0.2100	21.48	0.2100	33.21
0.50	0.3000	13.34	0.3000	23.69	0.3000	39.51
0.75	0.4500	14.45	0.4500	25.34	0.4500	46.38
1.00	0.6000	14.84	0.6000	26.03	0.6000	51.22
1.25	0.7500	15.21	0.7500	26.55	0.7500	54.38
1.50	0.9000	15.55	0.9000	27.01	0.9000	56.82
1.75	1.0500	15.89	1.0500	27.23	1.0500	58.68
2.00	1.2000	16.17	1.2000	27.51	1.2000	59.19
2.25	1.3500	16.31	1.3500	27.74	1.3500	59.89
2.50	1.5000	16.41	1.5000	27.94	1.5000	60.77
2.75	1.6500	16.52	1.6500	28.06	1.6500	60.77
3.00	1.8000	16.58	1.8000	28.06	1.8000	60.77
3.50	2.1000	16.59	2.1000	27.85	2.1000	60.77
4.00	2.4000	16.48	2.4000	27.27	2.4000	58.53
4.50	2.7000	16.28	2.7000	26.38	2.7000	55.79
5.00	3.0000	16.01	3.0000		3.0000	53.22
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julia Esther Urbina Díaz

FIRMA

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 13/06/2024
		Página	: 2 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.09	1.04
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.614	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	3.85	3.918	35.982	0.109	0.218
0.10	0.0600	6.84	6.900	35.964	0.192	0.384
0.20	0.1200	9.75	9.803	35.928	0.273	0.546
0.35	0.2100	12.01	12.058	35.874	0.336	0.672
0.50	0.3000	13.34	13.385	35.820	0.374	0.747
0.75	0.4500	14.45	14.492	35.730	0.406	0.811
1.00	0.6000	14.84	14.881	35.640	0.418	0.835
1.25	0.7500	15.21	15.250	35.550	0.429	0.858
1.50	0.9000	15.55	15.589	35.460	0.440	0.879
1.75	1.0500	15.89	15.929	35.370	0.450	0.901
2.00	1.2000	16.17	16.208	35.280	0.459	0.919
2.25	1.3500	16.31	16.348	35.190	0.465	0.929
2.50	1.5000	16.41	16.447	35.100	0.469	0.937
2.75	1.6500	16.52	16.557	35.010	0.473	0.946
3.00	1.8000	16.58	16.617	34.920	0.476	0.952
3.50	2.1000	16.59	16.627	34.740	0.479	0.957
4.00	2.4000	16.48	16.517	34.560	0.478	0.956
4.50	2.7000	16.28	16.318	34.380	0.475	0.949
5.00	3.0000	16.01	16.048	34.200	0.469	0.939
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.479 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 13/06/2024
		Página	: 3 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.09	1.04
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.614	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	6.57	6.631	35.982	0.184	0.184
0.10	0.0600	11.54	11.589	35.964	0.322	0.322
0.20	0.1200	17.73	17.764	35.928	0.494	0.494
0.35	0.2100	21.48	21.505	35.874	0.599	0.599
0.50	0.3000	23.69	23.710	35.820	0.662	0.662
0.75	0.4500	25.34	25.356	35.730	0.710	0.710
1.00	0.6000	26.03	26.044	35.640	0.731	0.731
1.25	0.7500	26.55	26.563	35.550	0.747	0.747
1.50	0.9000	27.01	27.022	35.460	0.762	0.762
1.75	1.0500	27.23	27.241	35.370	0.770	0.770
2.00	1.2000	27.51	27.521	35.280	0.780	0.780
2.25	1.3500	27.74	27.750	35.190	0.789	0.789
2.50	1.5000	27.94	27.950	35.100	0.796	0.796
2.75	1.6500	28.06	28.069	35.010	0.802	0.802
3.00	1.8000	28.06	28.069	34.920	0.804	0.804
3.50	2.1000	27.85	27.860	34.740	0.802	0.802
4.00	2.4000	27.27	27.281	34.560	0.789	0.789
4.50	2.7000	26.38	26.393	34.380	0.768	0.768
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.804 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 13/06/2024
		Página	: 4 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
		PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.07	1.09	1.04
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.614	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	9.44	9.494	35.982	0.264	0.132
0.10	0.0600	14.99	15.031	35.964	0.418	0.209
0.20	0.1200	24.38	24.398	35.928	0.679	0.340
0.35	0.2100	33.21	33.207	35.874	0.926	0.463
0.50	0.3000	39.51	39.492	35.820	1.103	0.551
0.75	0.4500	46.38	46.345	35.730	1.297	0.649
1.00	0.6000	51.22	51.174	35.640	1.436	0.718
1.25	0.7500	54.38	54.326	35.550	1.528	0.764
1.50	0.9000	56.82	56.760	35.460	1.601	0.800
1.75	1.0500	58.68	58.616	35.370	1.657	0.829
2.00	1.2000	59.19	59.125	35.280	1.676	0.838
2.25	1.3500	59.89	59.823	35.190	1.700	0.850
2.50	1.5000	60.77	60.701	35.100	1.729	0.865
2.75	1.6500	60.77	60.701	35.010	1.734	0.867
3.00	1.8000	60.77	60.701	34.920	1.738	0.869
3.50	2.1000	60.77	60.701	34.740	1.747	0.874
4.00	2.4000	58.53	58.466	34.560	1.692	0.846
4.50	2.7000	55.79	55.733	34.380	1.621	0.811
5.00	3.0000	53.22	53.169	34.200	1.555	0.777
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.747 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 13/06/2024
		Página	: 5 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-01
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
		PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 16

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

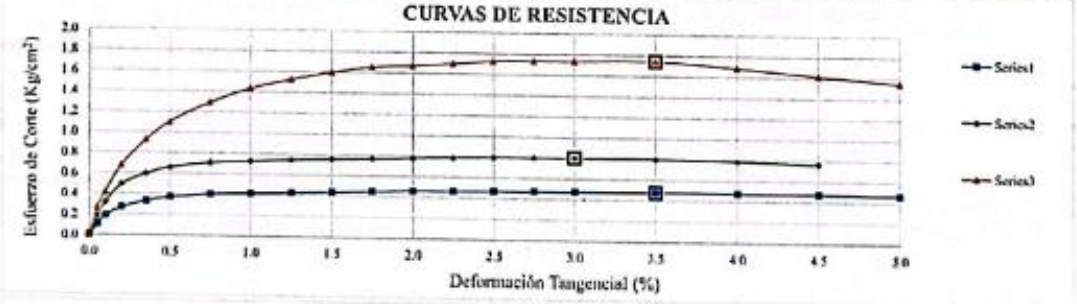
(ASTM D3080/D3080M-23)

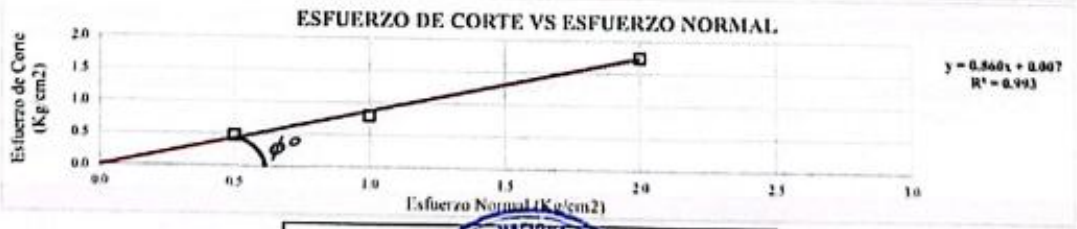
RESUMEN DE RESULTADOS

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.109	0.218	0.184	0.184	0.264	0.132
0.10	0.192	0.384	0.322	0.322	0.418	0.209
0.20	0.273	0.546	0.494	0.494	0.679	0.340
0.35	0.336	0.672	0.599	0.599	0.926	0.463
0.50	0.374	0.747	0.662	0.662	1.103	0.551
0.75	0.406	0.811	0.710	0.710	1.297	0.649
1.00	0.418	0.835	0.731	0.731	1.436	0.718
1.25	0.429	0.858	0.747	0.747	1.528	0.764
1.50	0.440	0.879	0.762	0.762	1.601	0.800
1.75	0.450	0.901	0.770	0.770	1.657	0.829
2.00	0.459	0.919	0.780	0.780	1.676	0.838
2.25	0.465	0.929	0.789	0.789	1.700	0.850
2.50	0.469	0.937	0.796	0.796	1.729	0.865
2.75	0.473	0.946	0.802	0.802	1.734	0.867
3.00	0.476	0.952	0.804	0.804	1.738	0.869
3.50	0.479	0.957	0.802	0.802	1.747	0.874
4.00	0.478	0.956	0.789	0.789	1.692	0.846
4.50	0.475	0.949	0.768	0.768	1.621	0.811
5.00	0.469	0.939			1.555	0.777

Esfuerzo Normal	Esfu rzo Cortante Máximo
0.5	0.479
1.0	0.804
2.0	1.747

Resultados	
Pendiente	0.86
Angulo	40.7°
Cohesión	0.0





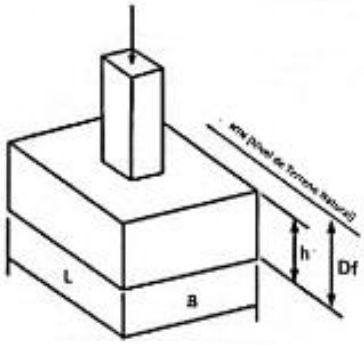
JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivas Plata Diaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata / Muestra	C-01 / T16-6
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Fecha	13-06-2024
	Página	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	N Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T16-6	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de fricción (ø) = 40.7 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	ø min = 1.466 g/cm3 ø max = 1.748 g/cm3 Dr = 41.6 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d — 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: — 1 m.
Dr = Dendidad relativa: — 0.42

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Ny)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 81.17
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 70.82
Ny = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 123.54

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 25.40 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 25.16 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 8.47 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 8.39 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Ny	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	40.7	0	81.17	70.82	123.54	3	10000	1.5	8.47	8.39

JEFE DE LABORATORIO
MECANICA DE SUELOS Ing. Ysabel Vilchez Diaz

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-QUA-T10-2
Muestra	T-20 / 2%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

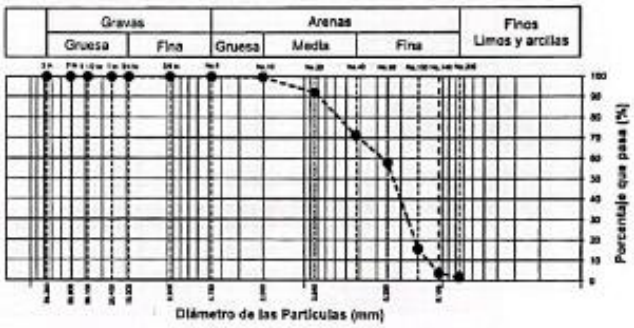
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Pet : T-20 / 2 %	Peso Inicial Seco (g) = 530.4 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 530.4	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.3 % Finos (Diam < No.200) = 1.7 %	D60 [mm] = 0.276 D30 [mm] = 0.184 D10 [mm] = 0.129	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	1.3	0.25	0.2	99.8
No. 20	0.840	39.6	7.47	7.7	92.3
No. 40	0.425	111.4	21.00	28.7	71.3
No. 60	0.250	70.3	13.25	42.0	58.0
No. 100	0.150	225.1	42.44	84.4	15.6
No. 140	0.106	62.4	11.75	96.2	3.8
No. 200	0.075	11.2	2.11	98.3	1.7
Pan		9.1	1.72	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	M-3
Masa del Recipiente (g)	102.5
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	632.8
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	627.1
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	524.6
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.09%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 17/06/2024
		Página	: 1 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-01
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	PET %	: 2%
		Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES				
MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.18	1.21	1.16
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.613	1.613

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216				
No. Tara		CD-01	CD-02	CD-03
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	81.65	82.56	81.84
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	80.90	81.79	81.11
Humedad	(%)	1.18	1.21	1.16

DEFORMACION VERTICAL				
Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.090	0.185	0.440
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.096	0.199	0.451

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216				
No. Tara		CD-04	CD-05	CD-06
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	180.55	178.65	179.42
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	148.50	145.71	149.00
Humedad	(%)	28.17	28.01	25.25
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.639	1.647	1.668
Densidad Seca	(g/cm³)	1.279	1.287	1.332

ETAPA DE COMPRESIÓN						
MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	3.64	0.0300	6.31	0.0300	11.47
0.10	0.0600	6.09	0.0600	10.01	0.0600	17.32
0.20	0.1200	8.96	0.1200	15.22	0.1200	25.50
0.35	0.2100	10.55	0.2100	18.34	0.2100	32.88
0.50	0.3000	11.29	0.3000	19.97	0.3000	37.57
0.75	0.4500	11.85	0.4500	20.38	0.4500	42.49
1.00	0.6000	12.23	0.6000	20.67	0.6000	45.73
1.25	0.7500	12.67	0.7500	20.94	0.7500	47.61
1.50	0.9000	12.98	0.9000	21.23	0.9000	49.16
1.75	1.0500	13.22	1.0500	21.45	1.0500	49.71
2.00	1.2000	13.44	1.2000	21.66	1.2000	49.71
2.25	1.3500	13.62	1.3500	21.85	1.3500	49.71
2.50	1.5000	13.77	1.5000	22.00	1.5000	50.02
2.75	1.6500	13.86	1.6500	22.03	1.6500	50.11
3.00	1.8000	13.94	1.8000	22.03	1.8000	49.55
3.50	2.1000	13.95	2.1000	21.90	2.1000	49.08
4.00	2.4000	13.85	2.4000	21.67	2.4000	47.72
4.50	2.7000	13.67	2.7000	21.30	2.7000	
5.00	3.0000	13.44	3.0000		3.0000	
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 17/06/2024
		Página	: 2 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	*Muestra*	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*PET %*	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.18	1.21	1.16
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.613	1.613
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	3.64	3.708	35.982	0.103	0.206
0.10	0.0600	6.09	6.152	35.964	0.171	0.342
0.20	0.1200	8.96	9.015	35.928	0.251	0.502
0.35	0.2100	10.55	10.601	35.874	0.296	0.591
0.50	0.3000	11.29	11.340	35.820	0.317	0.633
0.75	0.4500	11.85	11.898	35.730	0.333	0.666
1.00	0.6000	12.23	12.277	35.640	0.344	0.689
1.25	0.7500	12.67	12.716	35.550	0.358	0.715
1.50	0.9000	12.98	13.026	35.460	0.367	0.735
1.75	1.0500	13.22	13.265	35.370	0.375	0.750
2.00	1.2000	13.44	13.485	35.280	0.382	0.764
2.25	1.3500	13.62	13.664	35.190	0.388	0.777
2.50	1.5000	13.77	13.814	35.100	0.394	0.787
2.75	1.6500	13.86	13.904	35.010	0.397	0.794
3.00	1.8000	13.94	13.983	34.920	0.400	0.801
3.50	2.1000	13.95	13.993	34.740	0.403	0.806
4.00	2.4000	13.85	13.894	34.560	0.402	0.804
4.50	2.7000	13.67	13.714	34.380	0.399	0.798
5.00	3.0000	13.44	13.485	34.200	0.394	0.789
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.403 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 17/06/2024
		Página	: 3 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Calicata*	: C-01
		Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*PET %*	: 2%
		Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.18	1.21	1.16
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.613	1.613	1.613
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	6.31	6.372	35.982	0.177	0.177
0.10	0.0600	10.01	10.063	35.964	0.280	0.280
0.20	0.1200	15.22	15.260	35.928	0.425	0.425
0.35	0.2100	18.34	18.373	35.874	0.512	0.512
0.50	0.3000	19.97	19.999	35.820	0.558	0.558
0.75	0.4500	20.38	20.408	35.730	0.571	0.571
1.00	0.6000	20.67	20.697	35.640	0.581	0.581
1.25	0.7500	20.94	20.967	35.550	0.590	0.590
1.50	0.9000	21.23	21.256	35.460	0.599	0.599
1.75	1.0500	21.45	21.475	35.370	0.607	0.607
2.00	1.2000	21.66	21.685	35.280	0.615	0.615
2.25	1.3500	21.85	21.874	35.190	0.622	0.622
2.50	1.5000	22.00	22.024	35.100	0.627	0.627
2.75	1.6500	22.03	22.054	35.010	0.630	0.630
3.00	1.8000	22.03	22.054	34.920	0.632	0.632
3.50	2.1000	21.90	21.924	34.740	0.631	0.631
4.00	2.4000	21.67	21.695	34.560	0.628	0.628
4.50	2.7000	21.30	21.326	34.380	0.620	0.620
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.632 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 17/06/2024
		Página	: 4 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.18	1.21	1.16
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.613	1.613	1.613
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	11.47	11.519	35.982	0.320	0.160
0.10	0.0600	17.32	17.355	35.964	0.483	0.241
0.20	0.1200	25.50	25.516	35.928	0.710	0.355
0.35	0.2100	32.88	32.878	35.874	0.916	0.458
0.50	0.3000	37.57	37.557	35.820	1.048	0.524
0.75	0.4500	42.49	42.465	35.730	1.188	0.594
1.00	0.6000	45.73	45.697	35.640	1.282	0.641
1.25	0.7500	47.61	47.573	35.550	1.338	0.669
1.50	0.9000	49.10	49.059	35.460	1.384	0.692
1.75	1.0500	49.71	49.667	35.370	1.404	0.702
2.00	1.2000	49.71	49.667	35.280	1.408	0.704
2.25	1.3500	49.71	49.667	35.190	1.411	0.706
2.50	1.5000	50.02	49.977	35.100	1.424	0.712
2.75	1.6500	50.11	50.067	35.010	1.430	0.715
3.00	1.8000	49.55	49.508	34.920	1.418	0.709
3.50	2.1000	49.08	49.039	34.740	1.412	0.706
4.00	2.4000	47.72	47.682	34.560	1.380	0.690
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.430 (Kg/cm^2)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 17/06/2024
		Página	: 5 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 2%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

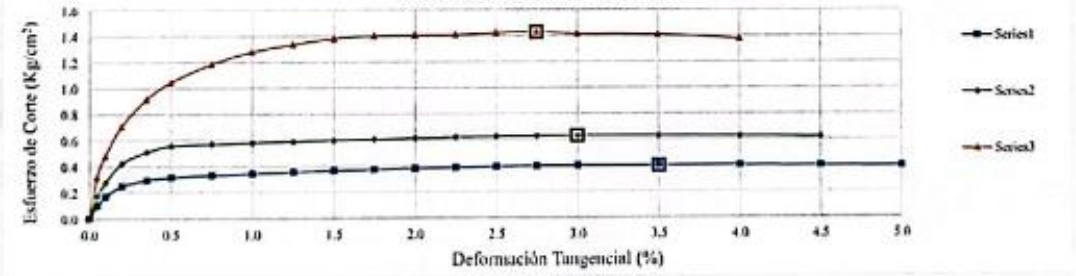
(ASTM D3080/D3080M-23)

RESUMEN DE RESULTADOS

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.103	0.206	0.177	0.177	0.320	0.160
0.10	0.171	0.342	0.280	0.280	0.483	0.241
0.20	0.251	0.502	0.425	0.425	0.710	0.355
0.35	0.296	0.591	0.512	0.512	0.916	0.458
0.50	0.317	0.633	0.558	0.558	1.048	0.524
0.75	0.333	0.666	0.571	0.571	1.188	0.594
1.00	0.344	0.689	0.581	0.581	1.282	0.641
1.25	0.358	0.715	0.590	0.590	1.338	0.669
1.50	0.367	0.735	0.599	0.599	1.384	0.692
1.75	0.375	0.750	0.607	0.607	1.404	0.702
2.00	0.382	0.764	0.615	0.615	1.408	0.704
2.25	0.388	0.777	0.622	0.622	1.411	0.706
2.50	0.394	0.787	0.627	0.627	1.424	0.712
2.75	0.397	0.794	0.630	0.630	1.430	0.715
3.00	0.400	0.801	0.632	0.632	1.418	0.709
3.50	0.403	0.806	0.631	0.631	1.412	0.706
4.00	0.402	0.804	0.628	0.628	1.380	0.690
4.50	0.399	0.798	0.620	0.620		
5.00	0.394	0.789				

Esfuerzo Normal	Esfu rzo Cortante Máximo
0.5	0.403
1.0	0.632
2.0	1.430

Resultados	
Pendiente	0.70
Ángulo	35.0°
Cohesión	0.0



JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

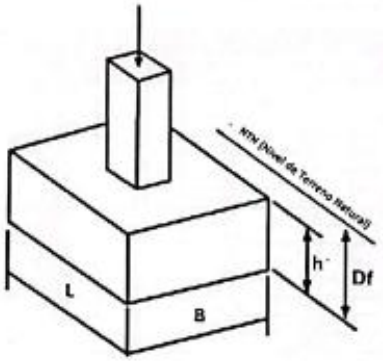
Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata / Muestra	C-01 / T20-2
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Fecha	17-06-2024
		Página	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	% Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T20-2	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de Fricción (ø) = 35.0 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.471 g/cm3 e max = 1.815 g/cm3 Dr = 53.2 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.53

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_C + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Ny)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 46.12
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 33.30
Ny = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 48.03

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 11.29 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 11.04 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 3.76 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 3.68 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Ny	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	35	0	46.12	33.30	48.03	3	10000	1.5	3.76	3.68

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-QUA-T20-4
Muestra	T-20 / 4%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

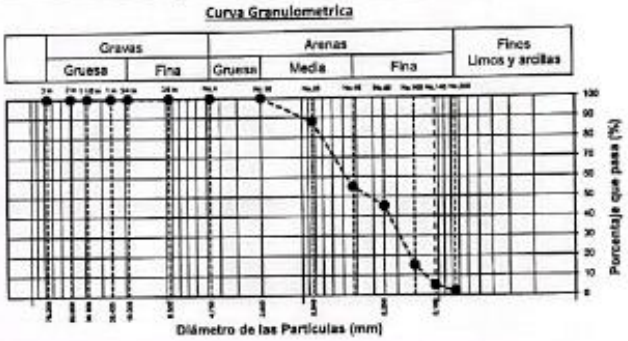
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M2 Pet : T-20 / 4 %	Peso Inicial Seco (g) = 624.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 624.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.0 % Finos (Diam < No.200) = 2.0 %	D60 (mm) = 0.487 D30 (mm) = 0.199 D10 (mm) = 0.127	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.1	0.02	0.0	100.0
No. 20	0.840	74.2	11.89	11.9	88.1
No. 40	0.425	206.1	33.03	44.9	55.1
No. 60	0.250	61.2	9.81	54.7	45.3
No. 100	0.150	187.0	29.97	84.7	15.3
No. 140	0.106	63.4	10.16	94.9	5.1
No. 200	0.075	19.7	3.16	98.0	2.0
Pan		12.3	1.97	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LIQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Mol.: "A"
Identificación del recipiente (g)	X-3
Masa del Recipiente (g)	102.5
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	643.1
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	637.4
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	534.9
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.07%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 20/06/2024
		Página	: 1 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.10	1.07	1.07
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.614	1.615	1.615

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-01	CD-02	CD-03
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	78.19	79.50	80.34
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	77.53	78.85	79.68
Humedad	(%)	1.10	1.07	1.07

DEFORMACION VERTICAL

Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.080	0.200	0.400
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.084	0.210	0.425

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-04	CD-05	CD-06
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	181.42	177.95	179.05
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	154.23	149.69	150.60
Humedad	(%)	22.76	23.24	23.31
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.638	1.648	1.664
Densidad Seca	(g/cm³)	1.335	1.337	1.350

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.22	0.0300	6.94	0.0300	13.26
0.10	0.0600	7.26	0.0600	11.05	0.0600	20.19
0.20	0.1200	10.11	0.1200	17.54	0.1200	29.84
0.35	0.2100	11.85	0.2100	21.04	0.2100	39.11
0.50	0.3000	12.24	0.3000	22.45	0.3000	43.54
0.75	0.4500	12.78	0.4500	23.33	0.4500	48.30
1.00	0.6000	12.96	0.6000	23.86	0.6000	51.85
1.25	0.7500	13.34	0.7500	24.06	0.7500	53.45
1.50	0.9000	13.71	0.9000	24.45	0.9000	54.31
1.75	1.0500	14.05	1.0500	24.70	1.0500	54.86
2.00	1.2000	14.30	1.2000	25.05	1.2000	55.23
2.25	1.3500	14.47	1.3500	25.22	1.3500	55.85
2.50	1.5000	14.64	1.5000	25.40	1.5000	56.21
2.75	1.6500	14.90	1.6500	25.65	1.6500	56.21
3.00	1.8000	15.11	1.8000	25.82	1.8000	56.21
3.50	2.1000	15.14	2.1000	25.82	2.1000	55.46
4.00	2.4000	15.01	2.4000	25.67	2.4000	54.43
4.50	2.7000	14.79	2.7000	25.42	2.7000	53.05
5.00	3.0000	14.52	3.0000	25.01	3.0000	
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 20/06/2024
		Página	: 2 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-01
		Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	PET %	: 4%
		Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.10	1.07	1.07
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.614	1.615	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	4.22	4.287	35.982	0.119	0.238
0.10	0.0600	7.26	7.319	35.964	0.204	0.407
0.20	0.1200	10.11	10.163	35.928	0.283	0.566
0.35	0.2100	11.85	11.898	35.874	0.332	0.663
0.50	0.3000	12.24	12.287	35.820	0.343	0.686
0.75	0.4500	12.78	12.826	35.730	0.359	0.718
1.00	0.6000	12.96	13.006	35.640	0.365	0.730
1.25	0.7500	13.34	13.385	35.550	0.377	0.753
1.50	0.9000	13.71	13.754	35.460	0.388	0.776
1.75	1.0500	14.05	14.093	35.370	0.398	0.797
2.00	1.2000	14.30	14.342	35.280	0.407	0.813
2.25	1.3500	14.47	14.512	35.190	0.412	0.825
2.50	1.5000	14.64	14.682	35.100	0.418	0.837
2.75	1.6500	14.90	14.941	35.010	0.427	0.854
3.00	1.8000	15.11	15.151	34.920	0.434	0.868
3.50	2.1000	15.14	15.180	34.740	0.437	0.874
4.00	2.4000	15.01	15.051	34.560	0.435	0.871
4.50	2.7000	14.79	14.831	34.380	0.431	0.863
5.00	3.0000	14.52	14.562	34.200	0.426	0.852
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.437 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 20/06/2024
		Página	: 3 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	*Calicata*	: C-01
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*PET %*	: 4%
		Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm^2)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.10	1.07	1.07
Densidad Húmeda	(g/cm^3)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm^3)	1.614	1.615	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm^2)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm^2)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	6.94	7.000	35.982	0.195	0.195
0.10	0.0600	11.05	11.100	35.964	0.309	0.309
0.20	0.1200	17.54	17.575	35.928	0.489	0.489
0.35	0.2100	21.04	21.066	35.874	0.587	0.587
0.50	0.3000	22.45	22.473	35.820	0.627	0.627
0.75	0.4500	23.33	23.351	35.730	0.654	0.654
1.00	0.6000	23.86	23.880	35.640	0.670	0.670
1.25	0.7500	24.06	24.079	35.550	0.677	0.677
1.50	0.9000	24.45	24.468	35.460	0.690	0.690
1.75	1.0500	24.70	24.718	35.370	0.699	0.699
2.00	1.2000	25.05	25.067	35.280	0.711	0.711
2.25	1.3500	25.22	25.236	35.190	0.717	0.717
2.50	1.5000	25.40	25.416	35.100	0.724	0.724
2.75	1.6500	25.65	25.665	35.010	0.733	0.733
3.00	1.8000	25.82	25.835	34.920	0.740	0.740
3.50	2.1000	25.82	25.835	34.740	0.744	0.744
4.00	2.4000	25.67	25.685	34.560	0.743	0.743
4.50	2.7000	25.42	25.436	34.380	0.740	0.740
5.00	3.0000	25.01	25.027	34.200	0.732	0.732
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.744 (Kg/cm^2)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA – Facultad de Ingeniería – JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 20/06/2024
		Página	: 4 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	*Muestra*	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*PET %*	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.10	1.07	1.07
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.614	1.615	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	13.26	13.305	35.982	0.370	0.185
0.10	0.0600	20.19	20.218	35.964	0.562	0.281
0.20	0.1200	29.84	29.845	35.928	0.831	0.415
0.35	0.2100	39.11	39.093	35.874	1.090	0.545
0.50	0.3000	43.54	43.512	35.820	1.215	0.607
0.75	0.4500	48.30	48.261	35.730	1.351	0.675
1.00	0.6000	51.85	51.802	35.640	1.453	0.727
1.25	0.7500	53.45	53.399	35.550	1.502	0.751
1.50	0.9000	54.31	54.256	35.460	1.530	0.765
1.75	1.0500	54.86	54.805	35.370	1.549	0.775
2.00	1.2000	55.23	55.174	35.280	1.564	0.782
2.25	1.3500	55.85	55.793	35.190	1.585	0.793
2.50	1.5000	56.21	56.152	35.100	1.600	0.800
2.75	1.6500	56.21	56.152	35.010	1.604	0.802
3.00	1.8000	56.21	56.152	34.920	1.608	0.804
3.50	2.1000	55.46	55.404	34.740	1.595	0.797
4.00	2.4000	54.43	54.376	34.560	1.573	0.787
4.50	2.7000	53.05	52.999	34.380	1.542	0.771
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.608 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 20/06/2024
		Página	: 5 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 4%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

RESUMEN DE RESULTADOS

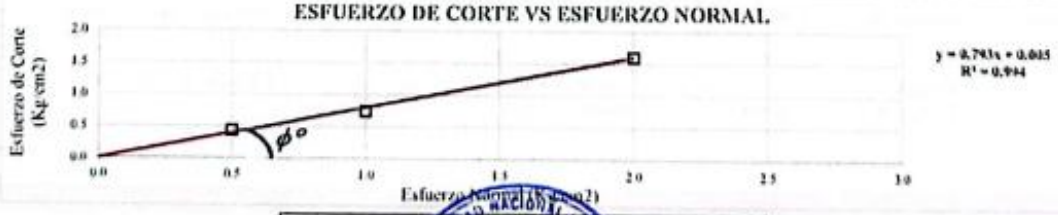
MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.119	0.238	0.195	0.195	0.370	0.185
0.10	0.204	0.407	0.309	0.309	0.562	0.281
0.20	0.283	0.566	0.489	0.489	0.831	0.415
0.35	0.332	0.663	0.587	0.587	1.090	0.545
0.50	0.343	0.686	0.627	0.627	1.215	0.607
0.75	0.359	0.718	0.654	0.654	1.351	0.675
1.00	0.365	0.730	0.670	0.670	1.453	0.727
1.25	0.377	0.753	0.677	0.677	1.502	0.751
1.50	0.388	0.776	0.690	0.690	1.530	0.765
1.75	0.398	0.797	0.699	0.699	1.549	0.775
2.00	0.407	0.813	0.711	0.711	1.564	0.782
2.25	0.412	0.825	0.717	0.717	1.585	0.793
2.50	0.418	0.837	0.724	0.724	1.600	0.800
2.75	0.427	0.854	0.733	0.733	1.604	0.802
3.00	0.434	0.868	0.740	0.740	1.608	0.804
3.50	0.437	0.874	0.744	0.744	1.595	0.797
4.00	0.435	0.871	0.743	0.743	1.573	0.787
4.50	0.431	0.863	0.740	0.740	1.542	0.771
5.00	0.426	0.852	0.732	0.732		

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante Máximo
0.5	0.437
1.0	0.744
2.0	1.608

Resultados	
Pendiente	0.79
Ángulo	38.4°
Cohesión	0.0

CURVAS DE RESISTENCIA

ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



JEFE DE LABORATORIO

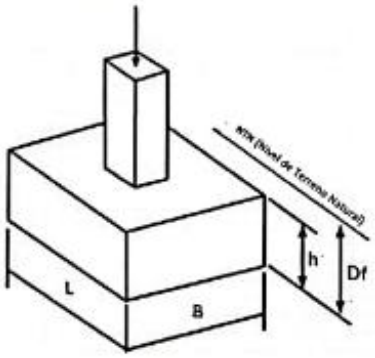
JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-C1
	Calicata / Muestra	C-01 / T20-4
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	20-06-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	% Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T20-4	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de fricción (ø) = 38.4 ° Cohesion (C) = 0 kg/cm2	e min = 1.468 g/cm3 e max = 1.774 g/cm3 Dr = 46.4 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.46

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_C + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Ny)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 63.86
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 51.61
Ny = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 83.40

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 18.08 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 17.83 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 6.03 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 5.94 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Ny	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	38.4	0	63.86	51.61	83.40	3	10000	1.5	6.03	5.94

JEFE DE LABORATORIO
JEFATURA
Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

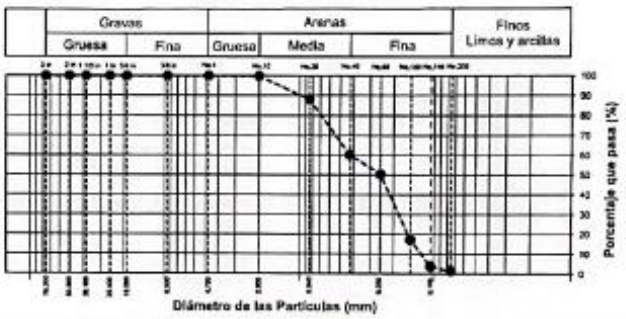
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-QUA-T20-6
	Muestra	T-20 / 6%
	Fecha	06-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	1 de 1
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-01 Muestra : M3 Pet : T-20 / 6 %	Peso Inicial Seco (g) = 551.2 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 551.2	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.5 % Finos (Diam < No.200) = 1.5 %	D60 (mm) = 0.418 D30 (mm) = 0.188 D10 (mm) = 0.126	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.8	0.15	0.1	99.9
No. 20	0.840	64.7	11.74	11.9	88.1
No. 40	0.425	152.8	27.72	39.6	60.4
No. 60	0.250	54.6	9.91	49.5	50.5
No. 100	0.150	182.7	33.15	82.7	17.3
No. 140	0.106	74.1	13.44	96.1	3.9
No. 200	0.075	13.3	2.41	98.5	1.5
Pan		8.2	1.49	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	X-4
Masa del Recipiente (g)	102.7
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	653.6
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	647.9
Peso del Agua (g)	5.7
Peso del Suelo Seco (g)	545.2
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.05%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Juris Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 24/06/2024
		Página	: 1 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: 03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Sección	(cm²)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.05	1.02	1.06
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.616	1.615

CONTENIDO DE HUMEDAD INICIAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-01	CD-02	CD-03
Masa de tara	(g)	17.33	17.89	17.93
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	75.03	80.51	79.05
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	74.43	79.88	78.41
Humedad	(%)	1.05	1.02	1.06

DEFORMACION VERTICAL

Lec. Extensómetro sin carga	(mm)	0.000	0.000	0.000
Lec. Extensómetro con carga	(mm)	0.070	0.175	0.380
Lec. Extensómetro Final Ensayo	(mm)	0.076	0.185	0.395

CONTENIDO DE HUMEDAD FINAL / ASTM D-2216

No. Tara		CD-04	CD-05	CD-06
Masa de tara	(g)	34.74	28.09	28.54
Masa de tara + Masa de suelo húmedo	(g)	180.33	178.30	178.46
Masa de tara + Masa de suelo seco	(g)	151.48	148.38	148.01
Humedad	(%)	24.71	24.87	25.49
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.638	1.646	1.663
Densidad Seca	(g/cm³)	1.313	1.318	1.325

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)	Lectura Def. (mm)	Carga (Kg)
0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00	0.0000	0.00
0.05	0.0300	4.21	0.0300	7.84	0.0300	12.62
0.10	0.0600	7.46	0.0600	12.22	0.0600	17.34
0.20	0.1200	10.00	0.1200	16.84	0.1200	24.87
0.35	0.2100	12.33	0.2100	21.02	0.2100	33.64
0.50	0.3000	13.54	0.3000	22.84	0.3000	39.69
0.75	0.4500	14.75	0.4500	23.94	0.4500	46.89
1.00	0.6000	15.21	0.6000	24.51	0.6000	51.42
1.25	0.7500	15.75	0.7500	25.00	0.7500	54.58
1.50	0.9000	16.10	0.9000	25.54	0.9000	57.99
1.75	1.0500	16.39	1.0500	25.58	1.0500	59.21
2.00	1.2000	16.62	1.2000	25.67	1.2000	59.81
2.25	1.3500	16.81	1.3500	25.85	1.3500	60.04
2.50	1.5000	16.91	1.5000	26.04	1.5000	60.04
2.75	1.6500	16.98	1.6500	26.14	1.6500	60.04
3.00	1.8000	16.98	1.8000	26.20	1.8000	60.02
3.50	2.1000	16.84	2.1000	25.81	2.1000	58.02
4.00	2.4000	16.60	2.4000	25.47	2.4000	55.88
4.50	2.7000	16.33	2.7000	24.83	2.7000	
5.00	3.0000		3.0000		3.0000	
6.00	3.6000		3.6000		3.6000	

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 24/06/2024
		Página	: 2 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-01
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	PET %	: 6%
		Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.05	1.02	1.06
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.616	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	1					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	4.21	4.277	35.982	0.119	0.238
0.10	0.0600	7.46	7.519	35.964	0.209	0.418
0.20	0.1200	10.00	10.053	35.928	0.280	0.560
0.35	0.2100	12.33	12.377	35.874	0.345	0.690
0.50	0.3000	13.54	13.584	35.820	0.379	0.758
0.75	0.4500	14.75	14.791	35.730	0.414	0.828
1.00	0.6000	15.21	15.250	35.640	0.428	0.856
1.25	0.7500	15.75	15.789	35.550	0.444	0.888
1.50	0.9000	16.10	16.138	35.460	0.455	0.910
1.75	1.0500	16.39	16.427	35.370	0.464	0.929
2.00	1.2000	16.62	16.657	35.280	0.472	0.944
2.25	1.3500	16.81	16.846	35.190	0.479	0.957
2.50	1.5000	16.91	16.946	35.100	0.483	0.966
2.75	1.6500	16.98	17.016	35.010	0.486	0.972
3.00	1.8000	16.98	17.016	34.920	0.487	0.975
3.50	2.1000	16.84	16.876	34.740	0.486	0.972
4.00	2.4000	16.60	16.637	34.560	0.481	0.963
4.50	2.7000	16.33	16.368	34.380	0.476	0.952
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.487 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA Facultad de Ingeniería JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 24/06/2024
		Página	: 3 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.05	1.02	1.06
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.616	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	2					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	7.84	7.898	35.982	0.219	0.219
0.10	0.0600	12.22	12.267	35.964	0.341	0.341
0.20	0.1200	16.84	16.876	35.928	0.470	0.470
0.35	0.2100	21.02	21.046	35.874	0.587	0.587
0.50	0.3000	22.84	22.862	35.820	0.638	0.638
0.75	0.4500	23.94	23.959	35.730	0.671	0.671
1.00	0.6000	24.51	24.528	35.640	0.688	0.688
1.25	0.7500	25.00	25.017	35.550	0.704	0.704
1.50	0.9000	25.54	25.556	35.460	0.721	0.721
1.75	1.0500	25.58	25.595	35.370	0.724	0.724
2.00	1.2000	25.67	25.685	35.280	0.728	0.728
2.25	1.3500	25.85	25.865	35.190	0.735	0.735
2.50	1.5000	26.04	26.054	35.100	0.742	0.742
2.75	1.6500	26.14	26.154	35.010	0.747	0.747
3.00	1.8000	26.20	26.214	34.920	0.751	0.751
3.50	2.1000	25.81	25.825	34.740	0.743	0.743
4.00	2.4000	25.47	25.486	34.560	0.737	0.737
4.50	2.7000	24.83	24.847	34.380	0.723	0.723
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 0.751 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	*Fecha*	: 24/06/2024
		Página	: 4 de 5
		Calicata	: C-01
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	*Muestra*	: 03
		PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	*Tamiz*	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

DATOS INICIALES

MUESTRA		1	2	3
Esfuerzo Normal	(Kg/cm²)	0.5	1.0	2.0
Masa de Anillo	(g)	159.28	159.28	159.28
Masa de Anillo + Masa de muestra	(g)	279.60	279.60	279.60
Masa de muestra	(g)	120.32	120.32	120.32
Altura	(cm)	2.048	2.048	2.048
Lado de caja	(mm)	60.00	60.00	60.00
Sección	(cm2)	36.00	36.00	36.00
Humedad	(%)	1.05	1.02	1.06
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.632	1.632	1.632
Densidad Seca	(g/cm³)	1.615	1.616	1.615
Velocidad de ensayo	(mm/min)		0.50	

ETAPA DE COMPRESIÓN

MUESTRA	3					
Deformación (%)	Lectura Deformación (mm)	Carga (Kg)	Carga Corregida 0.9976X+0.0768	Área Corregida (cm²)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.0000	0.00		36.000	0.000	0.000
0.05	0.0300	12.62	12.667	35.982	0.352	0.176
0.10	0.0600	17.34	17.375	35.964	0.483	0.242
0.20	0.1200	24.87	24.887	35.928	0.693	0.346
0.35	0.2100	33.64	33.636	35.874	0.938	0.469
0.50	0.3000	39.69	39.672	35.820	1.108	0.554
0.75	0.4500	46.89	46.854	35.730	1.311	0.656
1.00	0.6000	51.42	51.373	35.640	1.441	0.721
1.25	0.7500	54.58	54.526	35.550	1.534	0.767
1.50	0.9000	57.99	57.928	35.460	1.634	0.817
1.75	1.0500	59.21	59.145	35.370	1.672	0.836
2.00	1.2000	59.81	59.743	35.280	1.693	0.847
2.25	1.3500	60.04	59.973	35.190	1.704	0.852
2.50	1.5000	60.04	59.973	35.100	1.709	0.854
2.75	1.6500	60.04	59.973	35.010	1.713	0.857
3.00	1.8000	60.02	59.953	34.920	1.717	0.858
3.50	2.1000	58.02	57.958	34.740	1.668	0.834
4.00	2.4000	55.88	55.823	34.560	1.615	0.808
4.50	2.7000					
5.00	3.0000					
6.00	3.6000					

RESISTENCIA AL ESFUERZO CORTANTE MÁXIMO 1.717 (Kg/cm²)

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Fecha	: 24/06/2024
		Página	: 5 de 5
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-01
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: 03
		PET %	: 6%
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 20

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA PRUEBA DE CORTE DIRECTO DE SUELOS EN CONDICIONES DE DRENAJE CONSOLIDADO

(ASTM D3080/D3080M-23)

RESUMEN DE RESULTADOS

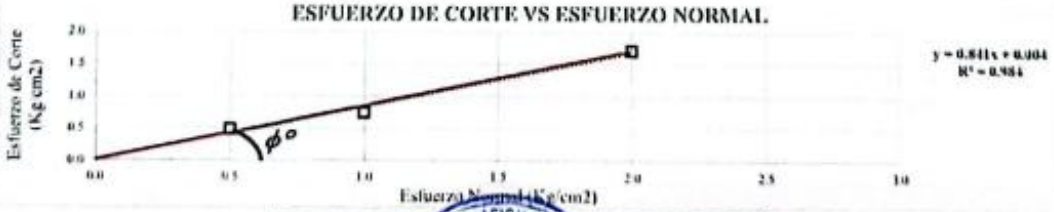
MUESTRA	1		2		3	
Deformación (%)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)	Esfuerzo de Corte (Kg/cm²)	Esfuerzo Normalizado (mm)
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.119	0.238	0.219	0.219	0.352	0.176
0.10	0.209	0.418	0.341	0.341	0.483	0.242
0.20	0.280	0.560	0.470	0.470	0.693	0.346
0.35	0.345	0.690	0.587	0.587	0.938	0.469
0.50	0.379	0.758	0.638	0.638	1.108	0.554
0.75	0.414	0.828	0.671	0.671	1.311	0.656
1.00	0.428	0.856	0.688	0.688	1.441	0.721
1.25	0.444	0.888	0.704	0.704	1.534	0.767
1.50	0.455	0.910	0.721	0.721	1.634	0.817
1.75	0.464	0.929	0.724	0.724	1.672	0.836
2.00	0.472	0.944	0.728	0.728	1.693	0.847
2.25	0.479	0.957	0.735	0.735	1.704	0.852
2.50	0.483	0.966	0.742	0.742	1.709	0.854
2.75	0.486	0.972	0.747	0.747	1.713	0.857
3.00	0.487	0.975	0.751	0.751	1.717	0.858
3.50	0.486	0.972	0.743	0.743	1.668	0.834
4.00	0.481	0.963	0.737	0.737	1.615	0.808
4.50	0.476	0.952	0.723	0.723		

Esfuerzo Normal	Esfuerzo Cortante Máximo
0.5	0.487
1.0	0.751
2.0	1.717

Resultados	
Pendiente	0.84
Ángulo	40.1°
Cohesión	0.0

CURVAS DE RESISTENCIA

ESFUERZO DE CORTE VS ESFUERZO NORMAL



JEFE DE LABORATORIO

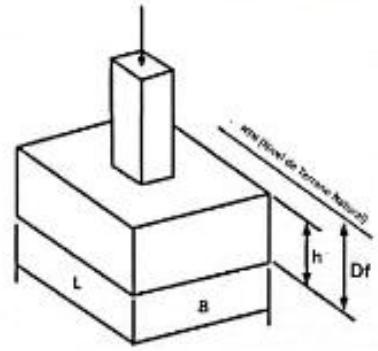
JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-GUA-C1
	Calicata / Muestra	C-01 / T20-6
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	24-06-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 1

CAPACIDAD DE CARGA ÚLTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO
(METODO DE TERZAGHI)

Origen de Muestra	Datos de Muestra	N Densidad Relativa	Clasificación	Datos de Cimentación
Calicata : C-01 Muestra : T20-6	Densidad Natural = 1.632 g/cm3 Angulo de fricción (r) = 40.1 ° Cohesion (C) = 0 Kg/cm2	e min = 1.464 g/cm3 e max = 1.753 g/cm3 Dr = 41.8 %	SUCS: SP (Arena mal Graduada)	Ancho (B) = 1 m Largo (L) = 1 m Df = 1.5 m



Df = Profundidad de cimentación medida desde la superficie d 1.5 m.
B* = Relación para el modo de falla: 1 m.
Dr = Dendidad relativa: 0.42

FALLA DE CORTE LOCAL

CÁLCULO PARA ZAPATA CUADRADA

Cimentaciones de profundidad igual a 3 a 4 veces el ancho de la cimentación se pueden definir como cimentaciones poco profundas. Terzaghi expresa la capacidad última de carga (Qu) para una zapata cuadrada de la siguiente manera:

$$Q_U = 1.3c'N_C + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

1. Tensión Efectiva (q)

q = Tensión efectiva en el nivel de la parte inferior de la base : 0.24 Kg/cm2

2. Factores de Capacidad de Carga (Nc, Nq, Ny)

Nc = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 76.12
Nq = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 65.09
Ny = Factor de capacidad de carga adimensional en función del angulo de fricción : 111.31

3. Capacidad Ultima de Carga

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 23.20 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 22.96 Kg/cm2

4.Factor de seguridad

El cálculo de la capacidad de carga permisible bruta de cimentaciones poco profundas requiere la aplicación de un factor de seguridad (FS) a la capacidad última de carga bruta.

F.S. = Factor de seguridad : 3

Qu = Capacidad Ultima de Carga : 7.73 Kg/cm2
Qnu = Capacidad Neta Ultima de carga : 7.65 Kg/cm2

5.- Resumen

Dn (g/cm3)	ø (°)	C (Kg/cm2)	Nc	Nq	Ny	F.S.	Base (cm2)	Df (m)	Qu (Kg/cm2)	Qnu (Kg/cm2)
1.632	40.1	0	76.12	65.09	111.31	3	10000	1.5	7.73	7.65

JEFE DE LABORATORIO
Ms. Ing. [illegible] Díaz

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-CBR-T10-2
Muestra	T-10 / 2%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

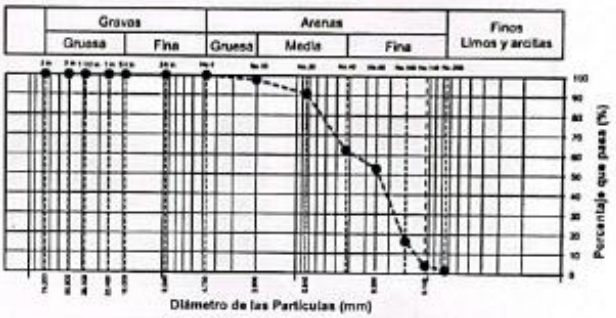
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Pet : T-10 / 2 %	Peso Inicial Seco (g) = 612.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 612.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.3 % Finos (Diam < No.200) = 1.7 %	D60 (mm) = 0.375 D30 (mm) = 0.187 D10 (mm) = 0.127	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	12.5	2.04	2.0	98.0
No. 20	0.840	42.8	6.99	9.0	91.0
No. 40	0.425	173.0	28.27	37.3	62.7
No. 60	0.250	58.1	9.49	46.8	53.2
No. 100	0.150	224.9	36.75	83.5	16.5
No. 140	0.106	76.4	12.48	96.0	4.0
No. 200	0.075	14.2	2.32	98.3	1.7
Fon		10.1	1.65	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LIQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLASTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Mol.: "A"
Identificación del recipiente (g)	A-3
Masa del Recipiente (g)	103.5
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	623.5
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	613.0
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	509.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.06%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-T10-2%		Clasif. SUCS	: SP (Arena mal Graduada)		Fecha	:12/08/2024
Calicata / Muestra: C-05 / M-02		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)		Página	: 1 de 1
TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°4 y Retenido en el Tamiz N°10	PET T10 P_{T-10} (%)	2	0.31	1.9	1.329	2.649
	MUESTRA P_{C-01} (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5100	5100	5100	5100	g
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NÚMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	7481	7605	7669	7681	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA	4116	4240	4304	4316	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NÚMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA + RECIPIENTE	682.5	693.7	710.5	700.5	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	634.3	631.2	639.8	621.9	g
MASA DEL AGUA	48.2	59.5	70.7	78.6	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	533.1	527.9	538.5	519.7	g
% HUMEDAD	9.04	11.27	13.13	15.12	%

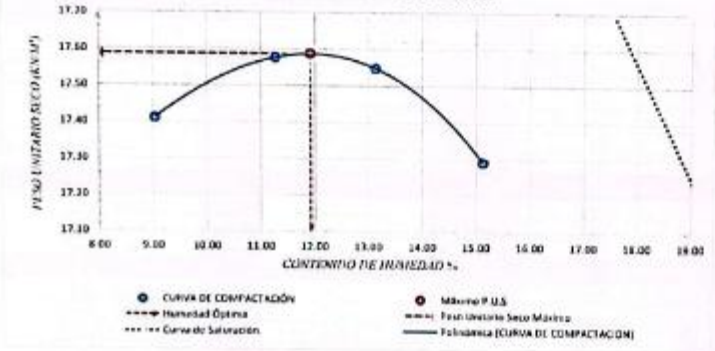
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.936	1.994	2.024	2.030	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.775	1.792	1.790	1.763	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.412	17.577	17.549	17.293	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	18.5	17.9	18.0	18.9	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.59 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.793 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
11.9 %

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Tarrillo Díaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-05
		Muestra	: M-02
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10
		Porcentaje	: 2 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de moldeo	:12/08/2024	Fecha de inmersión	:12/08/2024	Fecha de penetración	:16/08/2024	Área del pistón	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HUMEDO	12605	12630	12665	12780	12449	12645	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4277	4302	4118	4233	3911	4107	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	2.008	2.020	1.934	1.988	1.840	1.932	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	730.4	4302.0	710.3	4233.0	689.5	4107.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	663.7	3812.8	645.2	3675.0	627.5	3499.0	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	66.7	479.2	65.1	558.0	62.0	608.0	g
MASA DEL SUELO SECO	561.4	3812.8	541.7	3675.0	526.5	3499.0	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.88	12.53	12.05	15.18	11.78	17.38	%
DENSIDAD SECA	1.795	1.795	1.726	1.726	1.646	1.646	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
12/08/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
13/08/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
14/08/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
15/08/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
16/08/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND.	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		22.5	17		16.4	12		8.5	6	
1.270	0.050		60.4	44		40.8	30		25.5	19	
1.905	0.075		143.5	105		74.8	55		51.1	38	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.175	0.125		358.8	264		198.4	146		129.8	95	
3.810	0.150		470.0	345		265.7	195		168.9	124	
4.445	0.175		561.5	413		330.8	243		208.8	153	
5.080	0.200		648.8	477	34.37	400.4	294	24.05	248.6	183	15.53
6.350	0.250		804.5	591		529.8	389		328.5	240	
7.620	0.300		873.2	642		618.7	455		384.6	283	
10.160	0.400		942.1	693		722.2	531		462.5	341	
12.700	0.500		988.1	726		755.5	554		485.9	357	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Ing. [illegible] Rivera Plata

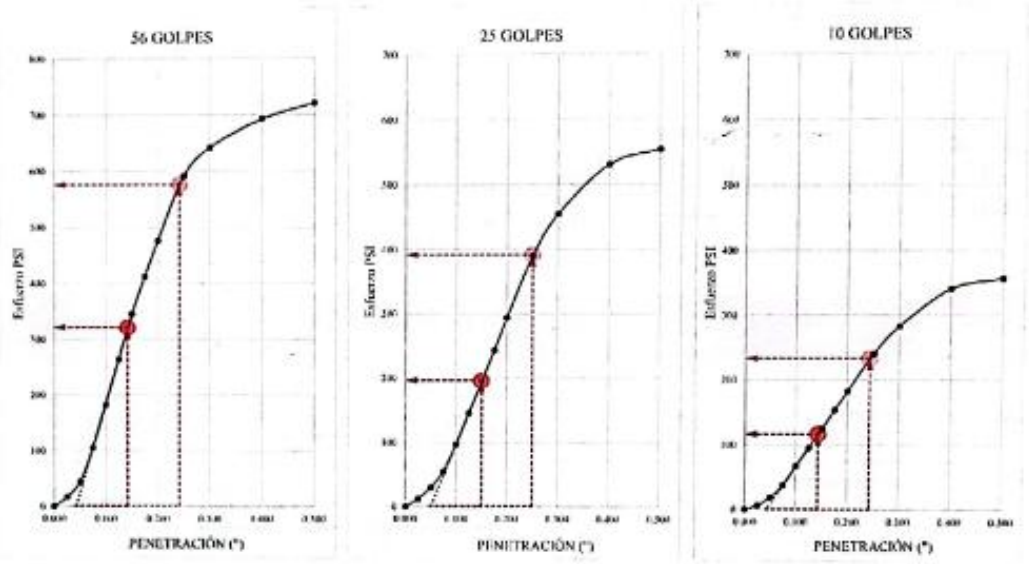
JEFATURA

INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 10
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 2 %

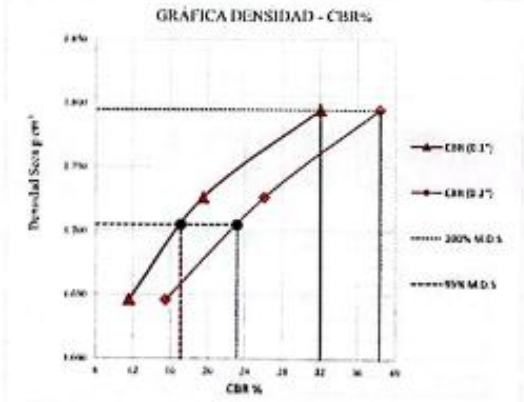
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:12/08/2024	Fecha de inmersión	:12/08/2024	Fecha de penetración	:16/08/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.9
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.793
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.704
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	32.1
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	38.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	17.2
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	23.1

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	32.1 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	17.2 %

JEFE DE LABORATORIO
FIRMA

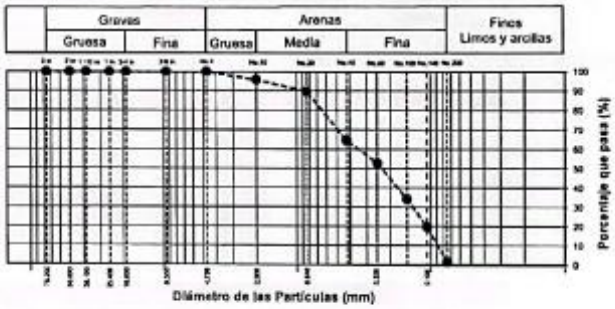
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-T10-4
	Muestra	T-10 / 4%
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 1

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M3 Pet : T-10 / 4 %	Peso Inicial Seco (g) = 624.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 624.0	Grava [no.4 < Diam < 3"] = 0.0 % Arena [no.200 < Diam < No.4] = 98.3 % Finos (Diam < No.200] = 1.7 %	D60 (mm) = 0.357 D30 (mm) = 0.137 D10 (mm) = 0.089	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	25.5	4.09	4.1	95.9
No. 20	0.840	38.1	6.11	10.2	89.8
No. 40	0.425	157.2	25.19	35.4	64.6
No. 60	0.250	74.3	11.91	47.3	52.7
No. 100	0.150	116.2	18.62	65.9	34.1
No. 140	0.106	89.8	14.39	80.3	19.7
No. 200	0.075	112.4	18.01	98.3	1.7
Pan		10.5	1.68	100.0	0.0

Curva Granulometrica



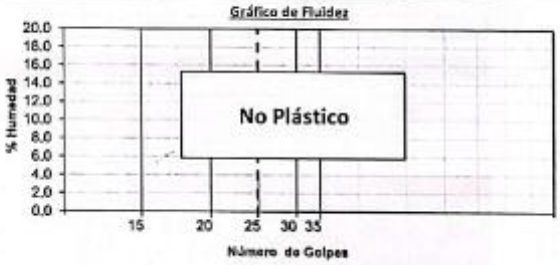
ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez



ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	A-3
Masa del Recipiente (g)	102.8
Masa del Recipiente + muestra humeda (g)	632.8
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	622.3
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	519.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.02%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO	
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-T10-4% | *Clasif. SUCS* : SP (Arena mal Graduada) | *Fecha* :19/08/2024
Calicata / Muestra: C-05 / M-02 | *Clasif. AASHTO* : A-3 (0) | *Página* : 1 de 1

TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°4 y Retenido en el Tamiz N°10	PET T10 P_{T-10} (%)	4	0.31	1.7	1.329	2.600
	MUESTRA P_{C-05} (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5200	5200	5200	5200	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7418	7589	7648	7605	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA	4053	4224	4283	4240	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA + RECIPIENTE	715.3	724.4	708.8	696.6	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	661.5	660.6	635.8	615.9	g
MASA DEL AGUA	53.8	63.8	73.0	80.7	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	560.3	557.3	534.5	513.7	g
% HUMEDAD	9.60	11.45	13.66	15.71	%

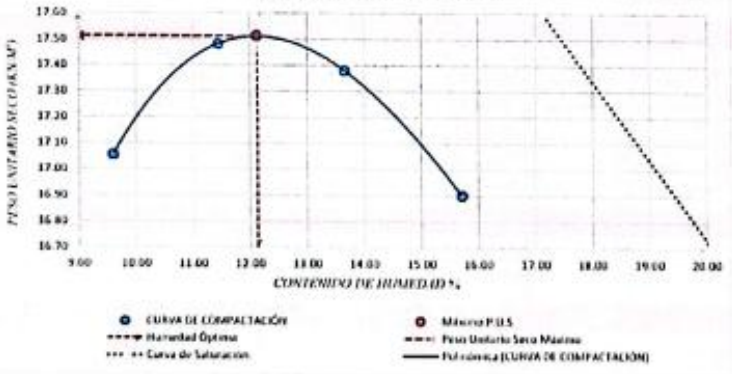
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.906	1.987	2.015	1.994	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.739	1.783	1.772	1.724	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.057	17.483	17.382	16.903	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	18.9	17.5	17.8	19.4	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.51 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.786 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
12.1 %

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 10
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 4 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de moldeo	:19/08/2024	Fecha de inmersión	:19/08/2024	Fecha de penetración	:23/08/2024	Área del pistón	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MULSTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	12600	12635	12710	12761	12536	12657	g
MASA DE MOLDE	8338	8338	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4272	4307	4163	4214	3998	4119	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	2.006	2.022	1.955	1.979	1.881	1.937	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	705.1	4307.0	705.9	4214.0	700.1	4119.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	639.7	3808.5	648.1	3708.3	635.3	3563.6	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	65.4	498.5	65.8	505.7	64.8	553.4	g
MASA DEL SUELO SECO	537.4	3808.5	536.6	3708.3	534.3	3563.6	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.17	13.09	12.26	13.64	12.13	15.52	%
DENSIDAD SECA	1.788	1.788	1.742	1.742	1.677	1.677	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
19/08/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
20/08/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
21/08/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
22/08/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
23/08/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND	MOLDE N°	D-1		MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		13.4	10		17.8	13		17.7	13	
1.270	0.050		55.3	41		59.0	43		51.4	38	
1.905	0.075		121.1	89		125.4	92		94.1	69	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.175	0.125		290.0	213		327.1	240		200.0	147	
3.810	0.150		424.7	312		429.8	316		262.3	193	
4.445	0.175		570.1	419		520.4	383		324.4	238	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.350	0.250		910.0	669		750.5	552		519.8	382	
7.620	0.300		1054.1	775		849.3	624		615.9	453	
10.160	0.400		1215.4	893		983.4	723		736.9	542	
12.700	0.500		1320.1	970		1032.2	773		786.1	578	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Ing. [illegible] Jefatura

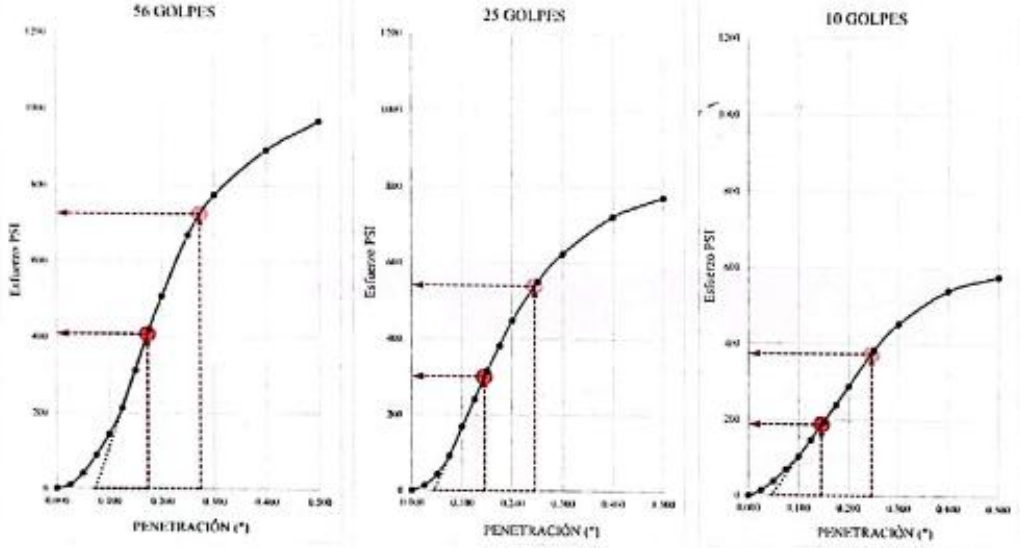
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-05
		Muestra	: M-02
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 10
		Porcentaje	: 4 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

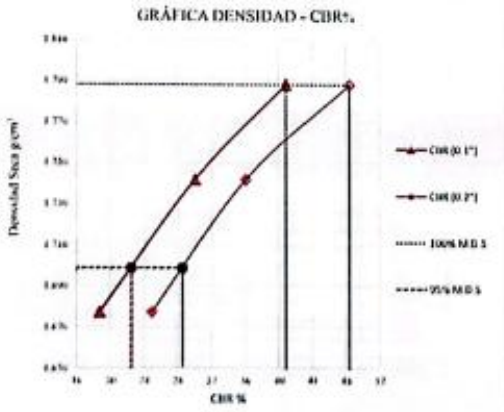
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:19/06/2024	Fecha de inmersión	:19/06/2024	Fecha de penetración	:23/06/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	12.1
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.786
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.696
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	42.8
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	48.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	22.5
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	26.6

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	48.4 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	22.5 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-CBR-T10-6
Muestra	T-10 / 6%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

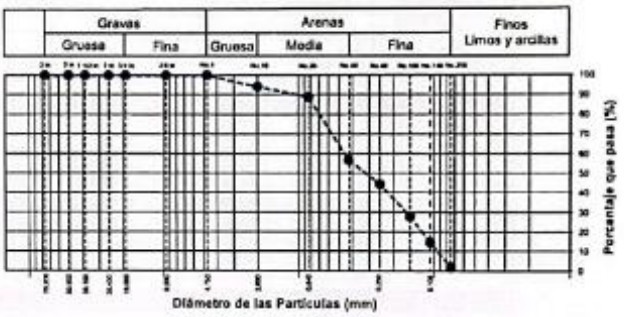
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Pet : T-10 / 6 %	Peso Inicial Seco (g) = 614.8 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 614.8	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.0 % Finos (Diam < No.200) = 2.0 %	D60 (mm) = 0.465 D30 (mm) = 0.162 D10 (mm) = 0.095	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	35.6	5.79	5.8	94.2
No. 20	0.840	32.4	5.27	11.1	88.9
No. 40	0.425	197.0	32.04	43.1	56.9
No. 60	0.250	76.2	12.39	55.5	44.5
No. 100	0.150	101.6	16.53	72.0	28.0
No. 140	0.106	82.6	13.44	85.5	14.5
No. 200	0.075	76.9	12.51	98.0	2.0
Pan		12.5	2.03	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	M-4
Masa del Recipiente (g)	101.8
Masa del Recipiente + muestra humeda (g)	641.8
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	631.3
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	529.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.98%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Mg. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-C-T10-6% | Clasif. SUCS : SP (Arena mal Graduada) | Fecha :26/08/2024
Calicata / Muestra: C-05 / M-02 | Clasif. AASHTO : A-3 (0) | Página : 1 de 1

TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°4 y Retenido en el Tamiz N°10	PET T10 P_{T-10} (%)	6	0.31	1.6	1.329	2.554
	MUESTRA P_{C-05} (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5300	5300	5300	5300	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7429	7568	7607	7564	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	
MASA DE MUESTRA HÚMEDA	4064	4203	4242	4199	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA + RECIPIENTE	681.1	679.5	705.1	680.8	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	630.0	618.0	632.0	601.9	g
MASA DEL AGUA	51.1	61.5	73.1	78.9	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	528.8	514.7	530.7	499.7	g
% HUMEDAD	9.66	11.95	13.77	15.79	%

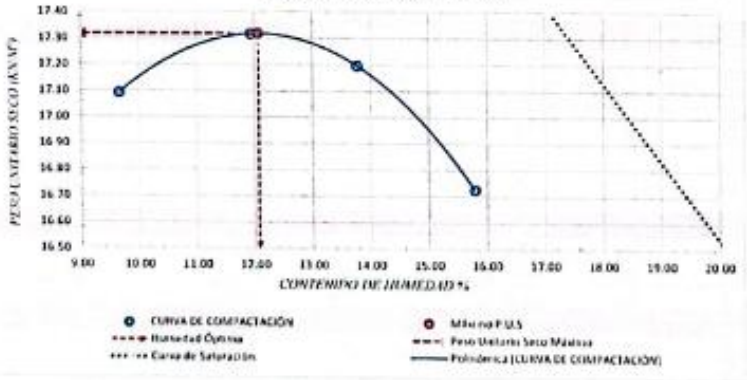
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.912	1.977	1.995	1.975	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.743	1.766	1.754	1.706	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.094	17.318	17.198	16.728	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	18.1	17.4	17.8	19.4	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.32 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.766 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
12.1 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA
Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 10
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 6 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de moldeo	:26/08/2024	Fecha de inmersión	:29/08/2024	Fecha de penetración	:30/08/2024	Área del pistón:	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	12480	12535	12570	12686	12420	12561	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4152	4197	4023	4139	3882	4023	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	1.949	1.970	1.890	1.944	1.826	1.892	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	688.4	4197.0	694.4	4139.0	712.7	4023.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	618.4	3706.7	631.4	3594.1	647.1	3465.7	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	62.0	490.3	63.0	544.9	65.6	557.3	g
MASA DEL SUELO SECO	516.1	3706.7	527.9	3594.1	546.1	3465.7	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	12.01	13.23	11.93	15.16	12.01	16.08	%
DENSIDAD SECA	1.740	1.740	1.688	1.688	1.630	1.630	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
26/08/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
27/08/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
28/08/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
29/08/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
30/08/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND.	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		7.8	6		7.7	6		5.4	4	
1.270	0.050		36.6	27		39.6	29		25.5	19	
1.905	0.075		94.3	69		98.5	72		55.0	40	
[illegible]			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.175	0.125		323.0	237		275.4	202		141.2	104	
3.810	0.150		435.1	320		370.3	272		211.8	156	
4.445	0.175		549.8	404		460.3	338		290.0	213	
5.080	0.200		641.8	472	38.73	538.4	396	32.34	365.5	269	22.06
6.350	0.250		782.3	575		660.8	486		482.3	354	
7.620	0.300		885.3	651		728.9	536		565.3	416	
10.160	0.400		1020.6	750		805.4	592		627.8	461	
12.700	0.500		1094.6	805		844.4	621		661.4	486	

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Olaz

INFORME DE ENSAYO

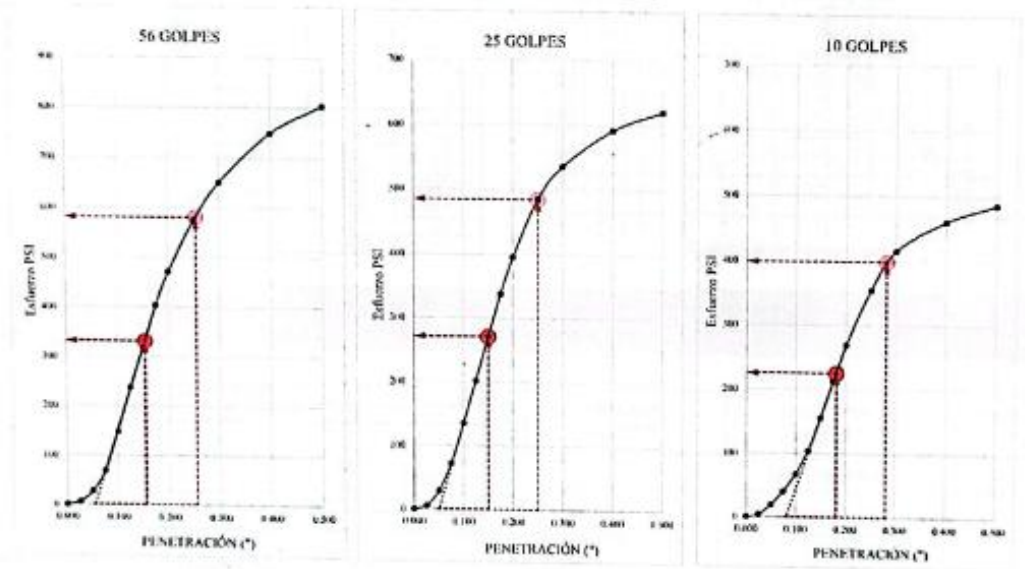
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: M-02
		Tamiz	: N° 10
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 6 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

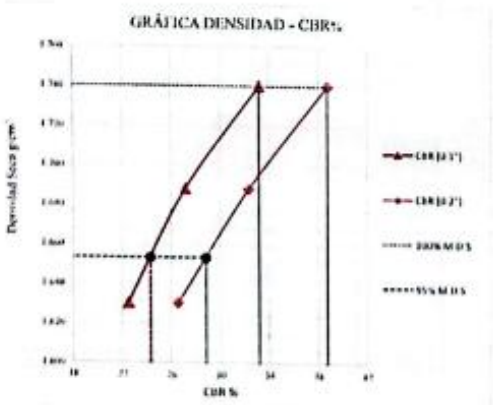
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:26/08/2024	Fecha de inmersión	:28/08/2024	Fecha de penetración	:30/08/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	12.1
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.766
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.678
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	33.2
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	38.1
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	24.3
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	28.8

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	33.2 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	24.3 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. [illegible] Cesar Huaspuldo Diaz

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-CBR-T16-2
Muestra	T-16 / 2%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

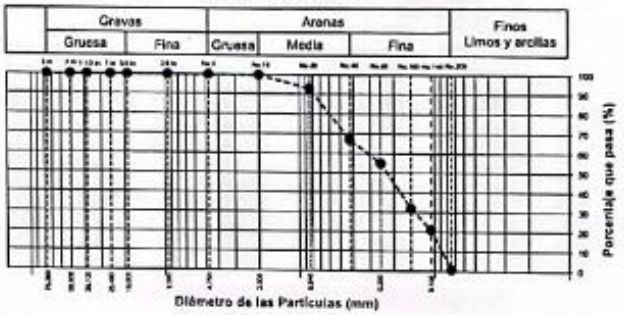
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Pct : T-16 / 2 %	Peso Inicial Seco (g) = 591.6 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 591.6	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 99.1 % Finos (Diam < No.200) = 0.9 %	D60 (mm) = 0.321 D30 (mm) = 0.141 D10 (mm) = 0.089	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	0.8	0.14	0.1	99.9
No. 20	0.840	40.7	6.88	7.0	93.0
No. 40	0.425	152.3	25.74	32.8	67.2
No. 60	0.250	71.8	12.14	44.9	55.1
No. 100	0.150	135.4	22.89	67.8	32.2
No. 140	0.106	65.2	11.02	78.8	21.2
No. 200	0.075	119.8	20.25	99.1	0.9
Pan		5.6	0.95	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Líquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	C-01
Masa del Recipiente (g)	102.2
Masa del Recipiente + muestra humeda (g)	622.2
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	611.7
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	509.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.06%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-T16-2%		Clasif. SUCS : SP (Arena mal Graduada)		Fecha	:22/07/2024
Calicata / Muestra: C-05 / M-02		Clasif. AASHTO : A-3 (0)		Página	: 1 de 1

TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°10 y Retenido en el Tamiz N°16	PET T16 P_{T-16} (%)	2	0.31	1.9	1.329	2.649
	MUESTRA P_{C-01} (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5100	5100	5100	5100	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7440	7549	7630	7667	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA	4075	4184	4265	4302	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA + RECIPIENTE	708.8	711.2	714.2	684.5	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	655.2	657.5	650.6	614.5	g
MASA DEL AGUA	43.6	53.7	63.6	70.0	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	564.0	554.2	549.3	512.3	g
% HUMEDAD	7.73	9.69	11.58	13.66	%

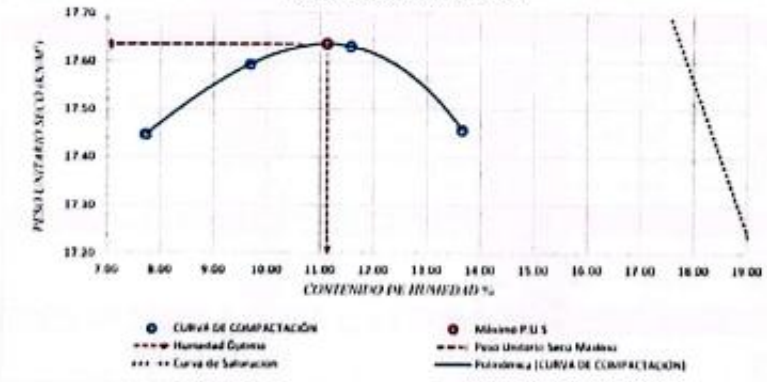
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.917	1.968	2.006	2.024	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.779	1.794	1.798	1.780	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.448	17.595	17.632	17.458	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	18.4	17.9	17.8	18.3	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.64 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.798 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
11.1 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 16
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 2 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO							
Fecha de moldeo	:22/07/2024	Fecha de inmersión	:23/07/2024	Fecha de penetración	:26/07/2024	Área del pistón:	19.35 cm²

COMPACTACIÓN							
MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	12592	12631	12498	12750	12501	12681	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4264	4303	4151	4203	3963	4143	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	2.002	2.020	1.950	1.974	1.864	1.949	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	584.5	4303.0	601.1	4203.0	604.5	4143.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	536.6	3840.4	553.0	3741.4	553.9	3564.7	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	47.9	462.6	49.1	461.6	50.6	578.3	g
MASA DEL SUELO SECO	434.3	3840.4	448.5	3741.4	452.9	3564.7	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.03	12.04	10.95	12.34	11.17	16.22	%
DENSIDAD SECA	1.803	1.803	1.757	1.757	1.677	1.677	g/cm³

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
22/07/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
23/07/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
24/07/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
25/07/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
26/07/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN		CARGA	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
		ESTAND.	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		6.5	5		5.4	4		12.3	9	
1.270	0.050		22.1	16		14.5	11		31.4	23	
1.905	0.075		54.8	40		40.1	29		58.4	43	
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.175	0.125		193.6	142		135.2	99		139.4	102	
3.810	0.150		287.2	211		201.5	148		180.0	132	
4.445	0.175		336.4	277		265.8	195		221.3	163	
5.080	0.200		417.3	336	36.33	328.8	242	23.83	266.7	196	16.75
6.350	0.250		515.8	423		450.4	331		338.3	249	
7.620	0.300		659.4	485		520.3	382		408.1	300	
10.160	0.400		735.9	541		628.4	462		510.9	375	
12.700	0.500		777.1	571		689.0	506		545.3	401	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Alvaspinto Diaz

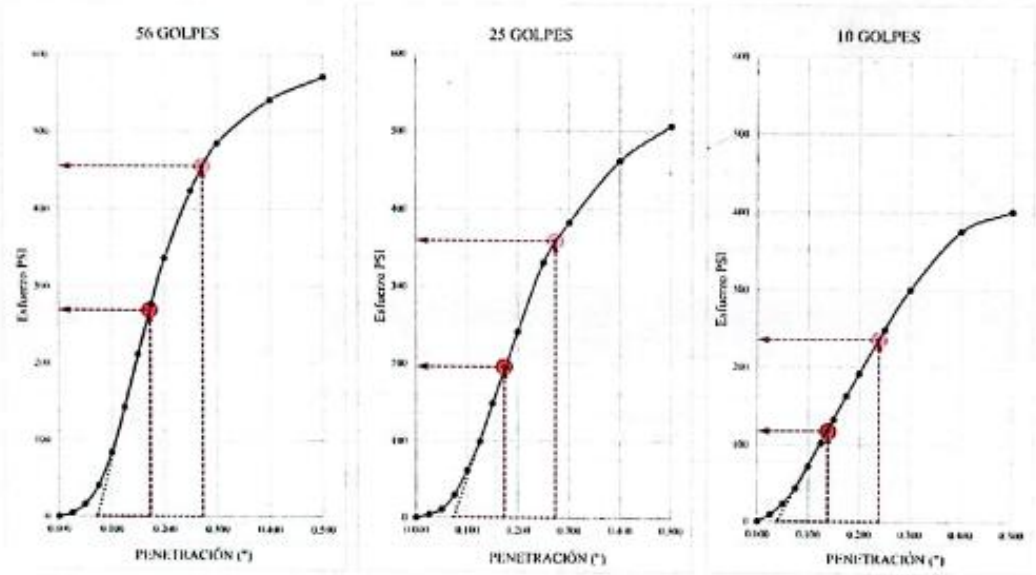
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 16
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 2 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

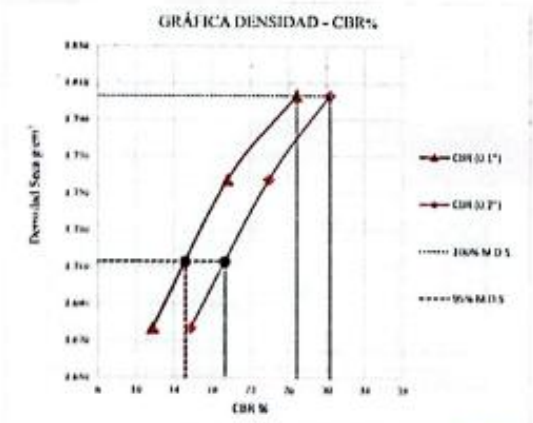
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:22/03/2024	Fecha de inmersión	:22/03/2024	Fecha de penetración	:26/03/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.1
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.798
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.709
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	26.9
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	30.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	15.2
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	19.3

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	26.9 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	15.2 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-CBR-T16-4
Muestra	T-16 / 4%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

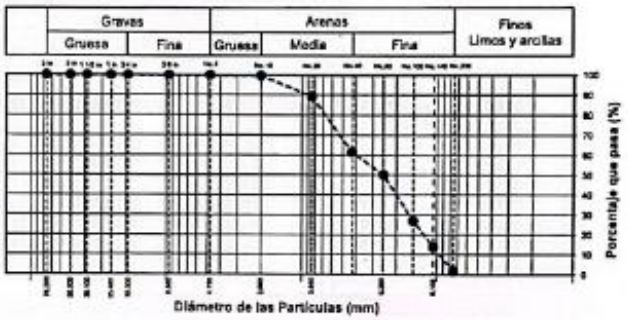
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Pet : T-16 / 4 %	Peso Inicial Seco (g) = 624.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 624.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.2 % Finos (Diam < No.200) = 1.8 %	D60 (mm) = 0.400 D30 (mm) = 0.156 D10 (mm) = 0.096	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	1.8	0.29	0.3	99.7
No. 20	0.840	65.1	10.43	10.7	89.3
No. 40	0.425	172.6	27.66	38.4	61.6
No. 60	0.250	71.3	11.43	49.8	50.2
No. 100	0.150	144.6	23.17	73.0	27.0
No. 140	0.106	82.4	13.21	86.2	13.8
No. 200	0.075	74.9	12.00	98.2	1.8
Pan		11.3	1.81	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LIQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Mel.I "A"
Identificación del recipiente (g)	C-5
Masa del Recipiente (g)	109.2
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	633.2
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	622.7
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	519.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.02%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rodsplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-T16-4% *Calicata / Muestra:* C-05 / M-02		*Clasif. SUCS* : SP (Arena mal Graduada) *Clasif. AASHTO* : A-3 (0)			*Fecha* :29/07/2024 *Página* : 1 de 1	
TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°10 y Retenido en el Tamiz N°16	PET T16 P_{T-16} (%)	4	0.31	1.7	1.329	2.600
	MUESTRA P_{C-05} (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5200	5200	5200	5200	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7421	7528	7686	7627	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA	4056	4163	4241	4262	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA + RECIPIENTE	678.0	678.3	698.4	691.1	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	635.4	625.8	634.1	619.1	g
MASA DEL AGUA	42.6	52.5	64.3	72.0	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	534.2	522.5	532.8	516.9	g
% HUMEDAD	7.97	10.05	12.07	13.93	%

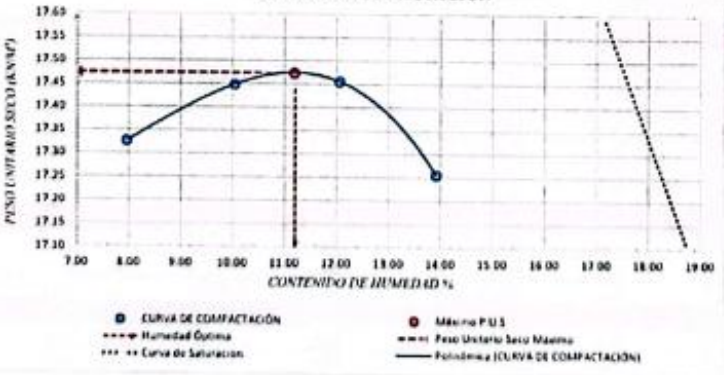
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.908	1.958	1.995	2.005	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.767	1.779	1.780	1.760	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.327	17.449	17.456	17.256	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	18.0	17.6	17.6	18.3	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.47 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.782 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
11.2 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 16
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 4 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de moldeo	:29/07/2024	Fecha de inmersión	:29/07/2024	Fecha de penetración	:02/08/2024	Área del pistón:	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HUMEDO	12555	12625	12652	12780	12466	12645	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4227	4297	4105	4233	3928	4107	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	1.985	2.017	1.928	1.988	1.848	1.932	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	631.3	4297.0	605.5	4233.0	608.4	4107.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	568.8	3799.4	556.0	3700.2	557.9	3537.1	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	62.5	497.6	49.5	532.8	50.5	569.9	g
MASA DEL SUELO SECO	466.5	3799.4	452.5	3700.2	456.9	3537.1	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.25	13.10	10.94	14.40	11.05	16.11	%
DENSIDAD SECA	1.784	1.784	1.738	1.738	1.664	1.664	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
29/07/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
30/07/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
31/07/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
1/08/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
2/08/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND	MOLDE N°	D-1		MOLDE N°	D-2		MOLDE N°	D-3	
			lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		15.4	11		10.1	7		11.3	8	
1.270	0.050		65.5	48		33.3	24		24.4	18	
1.905	0.075		150.0	110		78.8	58		43.4	33	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.175	0.125		375.5	276		230.0	169		120.1	88	
3.810	0.150		492.2	362		310.0	228		181.7	134	
4.445	0.175		608.4	447		395.5	291		240.2	177	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.350	0.250		863.3	635		640.8	471		415.5	305	
7.620	0.300		951.1	699		718.3	528		522.1	384	
10.160	0.400		1048.8	771		798.6	586		684.4	503	
12.700	0.500		1109.3	816		843.5	620		743.7	546	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. [illegible]

JEFATURA

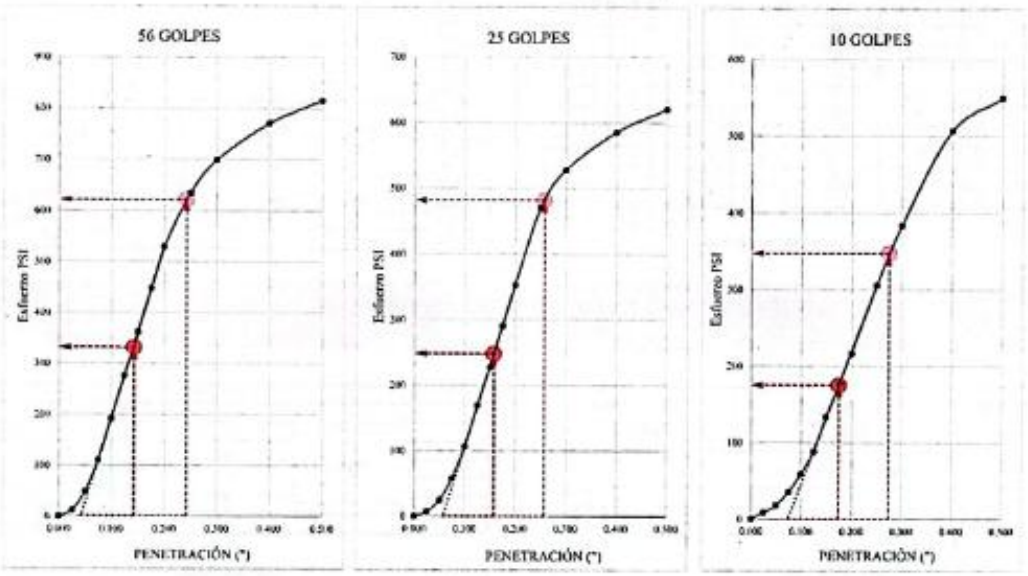
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: M-02
		Tamiz	: N° 16
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 4 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

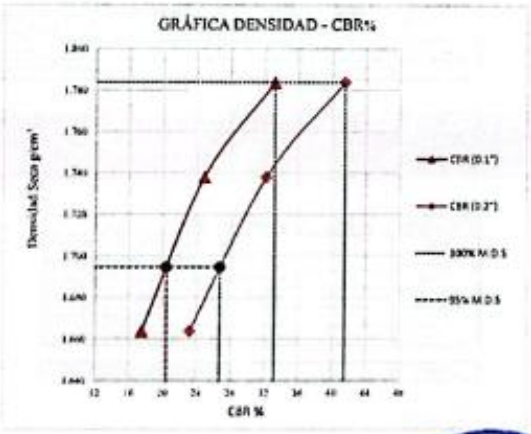
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:29/07/2024	Fecha de inmersión	:29/07/2024	Fecha de penetración	:02/08/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.2
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.782
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.693
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	33.1
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	41.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	20.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	26.7

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	"	33.1 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	"	20.4 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

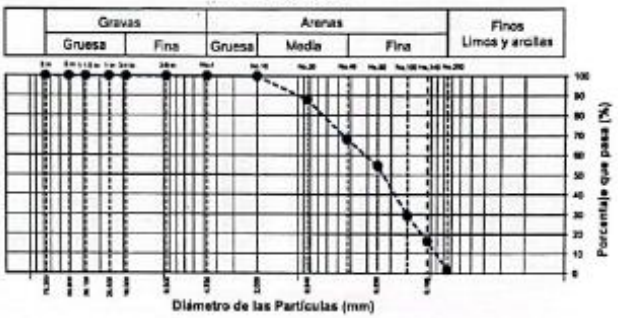
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-T16-6
	Muestra	T-16 / 6%
	Fecha	06-05-2024
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Página	1 de 1
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH		

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Pet : T-16 / 6 %	Peso Inicial Seco (g) = 636.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 636.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.3 % Finos (Diam < No.200) = 1.7 %	D60 (mm) = 0.319 D30 (mm) = 0.076 D10 (mm) = 0.092	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	1.0	0.16	0.2	99.8
No. 20	0.840	74.6	11.73	11.9	88.1
No. 40	0.425	127.2	20.00	31.9	68.1
No. 60	0.250	85.3	13.41	45.3	54.7
No. 100	0.150	161.0	25.31	70.6	29.4
No. 140	0.106	81.8	12.86	83.5	16.5
No. 200	0.075	94.0	14.78	98.3	1.7
Pan		11.1	1.75	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	M-3
Masa del Recipiente (g)	101.7
Masa del Recipiente + muestra humeda (g)	641.7
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	631.2
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	529.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.98%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-T16-6%		*Clasif. SUCS*	: SP (Arena mal Graduada)		*Fecha*	:05/08/2024
Calicata / Muestra: C-05 / M-02		*Clasif. AASHTO*	: A-3 (0)		*Página*	: 1 de 1
TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°10 y Retenido en el Tamiz N°16	PET T16 P_{T16} (%)	6	0.31	1.6	1.329	2.554
	MUESTRA P_{Cant} (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5300	5300	5300	5300	g
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NÚMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HÚMEDA + MOLDE	7435	7532	7585	7594	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA	4070	4167	4220	4229	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NÚMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HÚMEDA + RECIPIENTE	685.4	667.4	694.4	708.0	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	635.0	611.0	626.5	629.8	g
MASA DEL AGUA	50.4	56.4	67.9	78.2	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	533.8	507.7	525.2	527.6	g
% HUMEDAD	9.44	11.11	12.93	14.82	%

DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HÚMEDA	1.914	1.960	1.985	1.989	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.749	1.764	1.758	1.732	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.154	17.299	17.237	16.989	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	17.9	17.4	17.6	18.5	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.30 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.764 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
11.5 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-05
		Muestra	: M-01
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tarro	: N° 16
		Porcentaje	: 6 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de molde:	05/08/2024	Fecha de inmersión:	05/08/2024	Fecha de penetración:	09/08/2024	Área del pistón:	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	12522	12574	12655	12750	12428	12627	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4194	4246	4108	4203	3890	4089	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	1.969	1.993	1.930	1.974	1.830	1.923	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	597.5	4246.0	601.1	4203.0	604.5	4089.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	546.5	3762.1	550.5	3690.3	553.8	3490.6	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	51.0	483.9	50.6	512.7	51.7	598.4	g
MASA DEL SUELO SECO	444.2	3762.1	447.0	3690.3	451.8	3490.6	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	11.48	12.86	11.32	13.89	11.44	17.14	%
DENSIDAD SECA	1.766	1.766	1.733	1.733	1.642	1.642	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
5/08/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
6/08/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
7/08/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
8/08/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
9/08/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND.	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		7.3	5		6.3	5		5.4	4	
1.270	0.050		26.1	19		22.1	16		20.3	15	
1.905	0.075		71.0	52		48.8	36		39.4	29	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.175	0.125		251.1	185		184.4	136		96.2	71	
3.810	0.150		359.9	265		271.1	199		128.9	95	
4.445	0.175		482.2	354		361.5	266		161.8	119	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.350	0.250		830.0	610		603.2	443		252.4	186	
7.620	0.300		938.0	689		706.2	519		298.2	219	
10.160	0.400		1078.1	792		832.3	613		361.3	266	
12.700	0.500		1193.1	832		912.4	671		410.2	305	

JEFE DE LABORATORIO

Mg. Julio Cesar Rivasplata Diaz

JEFATURA

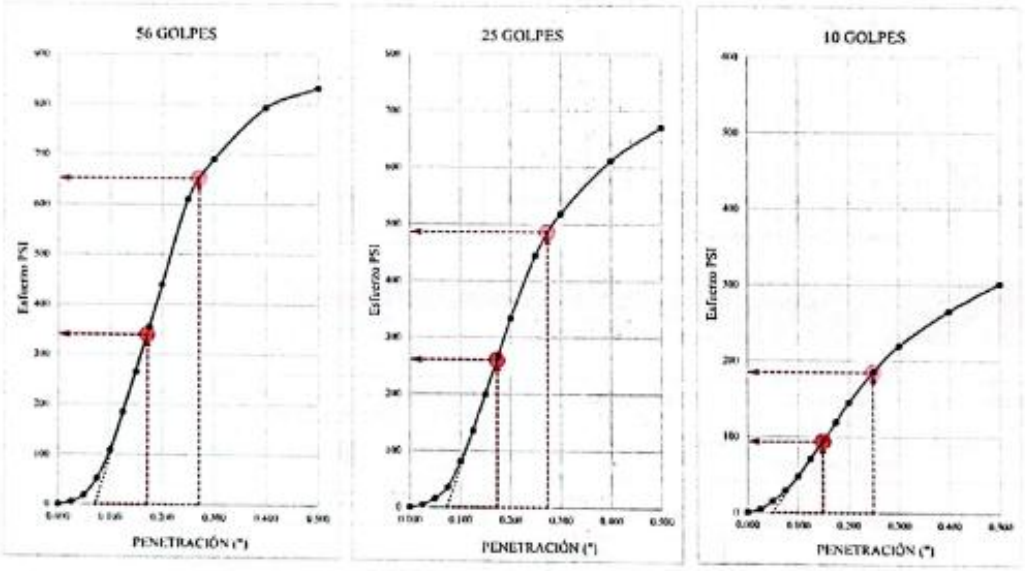
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: Nº 16
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 6 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

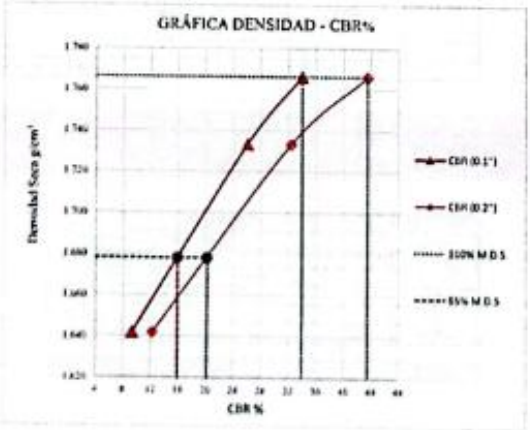
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:05/08/2024	Fecha de inmersión	:07/08/2024	Fecha de penetración	:09/08/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.3
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.764
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.676
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	34.0
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	43.5
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	15.9
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	20.2

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	34.0 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	15.9 %

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Chinchayán Díaz

JEFATURA

INFORME DE ENSAYO

Registro N°:	UNS-ES-CBR-T20-2
Muestra	T-20 / 2%
Fecha	06-05-2024
Página	1 de 1

PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"

BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO

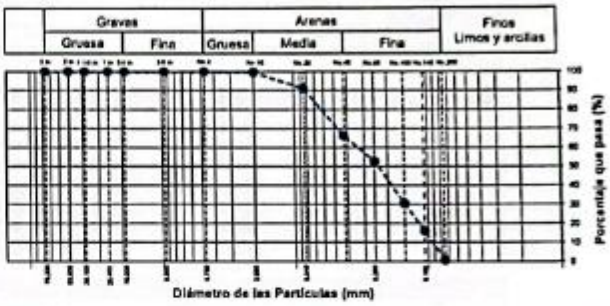
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Pet : T-20 / 2 %	Peso Inicial Seco (g) = 612.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 612.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 99.3 % Finos (Diam < No.200) = 0.7 %	D60 (mm) = 0.343 D10 (mm) = 0.148 D10 (mm) = 0.094	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0.1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	1.5	0.25	0.2	99.8
No. 20	0.840	52.3	8.55	8.8	91.2
No. 40	0.425	152.6	24.93	33.7	66.3
No. 60	0.250	82.3	13.45	47.2	52.8
No. 100	0.150	136.5	22.30	69.5	30.5
No. 140	0.106	88.3	14.43	83.9	16.1
No. 200	0.075	94.3	15.41	99.3	0.7
Pan		4.2	0.69	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LIQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente			
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo		NP	
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.i "A"
Identificación del recipiente (g)	D-02
Masa del Recipiente (g)	103.1
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	623.1
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	612.6
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	509.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.06%

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-T20-2%	Clasif. SUCS	: SP (Arena mal Graduada)		Fecha	:01/07/2024
Calicata / Muestra: C-05 / M-02	Clasif. AASHTO	: A-3 (0)		Página	: 1 de 1

TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°16 y Retenido en el Tamiz N°20	PET T20 P_{T20} (%)	2	0.31	1.9	1.329	2.649
	MUESTRA $P_{C.en}$ (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5100	5100	5100	5100	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7532	7690	7676	7600	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA	4167	4325	4311	4235	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA + RECIPIENTE	701.5	704.5	652.4	694.7	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	651.0	644.6	588.7	617.5	g
MASA DEL AGUA	50.5	59.9	63.7	77.2	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	549.8	541.3	487.4	515.3	g
% HUMEDAD	9.19	11.07	13.07	14.98	%

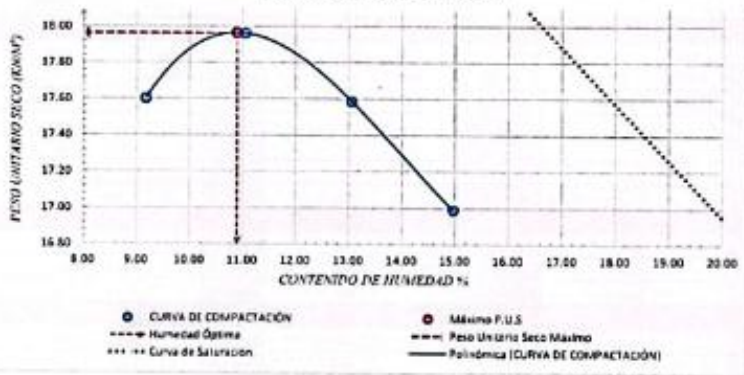
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.960	2.034	2.028	1.992	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.795	1.832	1.793	1.732	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.604	17.962	17.587	16.989	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	17.9	16.8	17.9	19.9	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.97 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.832 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
10.9 %

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 20
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 2 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO							
Fecha de moldeo	01/07/2024	Fecha de inmersión	01/07/2024	Fecha de penetración	05/07/2024	Área del pistón:	19.35 cm²

COMPACTACIÓN							
MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	12660	12690	12697	12750	12505	12703	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4332	4362	4150	4203	3967	4165	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	2.034	2.048	1.949	1.974	1.866	1.959	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	531.4	4262.0	574.4	4203.0	546.3	4165.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	489.1	3905.0	528.6	3746.4	502.7	3578.6	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	42.3	457.0	45.8	456.6	43.6	586.4	g
MASA DEL SUELO SECO	386.8	3905.0	425.1	3746.4	401.7	3578.6	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.94	11.70	10.77	12.19	10.85	16.39	%
DENSIDAD SECA	1.833	1.833	1.760	1.760	1.683	1.683	g/cm³

EXPANSIÓN											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
1/07/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
2/07/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
3/07/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
4/07/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
5/07/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND.	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		24.5	18		14.3	11		15.3	11	
1.270	0.050		68.9	51		41.6	31		38.5	29	
1.905	0.075		149.7	110		90.6	67		68.5	50	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.175	0.125		330.1	243		195.8	144		143.1	105	
3.810	0.150		408.9	301		250.4	184		181.6	133	
4.445	0.175		487.9	359		306.6	225		220.2	162	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.350	0.250		705.6	519		467.6	344		345.6	254	
7.620	0.300		815.1	599		560.5	412		390.5	287	
10.160	0.400		941.6	692		671.1	493		425.5	313	
12.700	0.500		1014.1	745		708.6	521		441.6	325	

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

JEFATURA

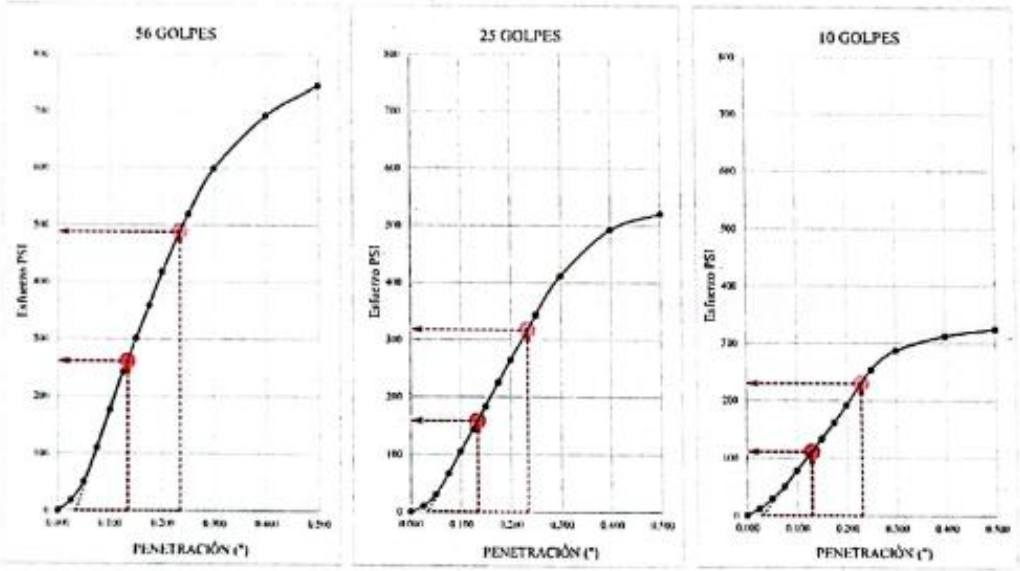
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Calicata	: C-05
		Muestra	: M-02
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 20
		Porcentaje	: 2 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

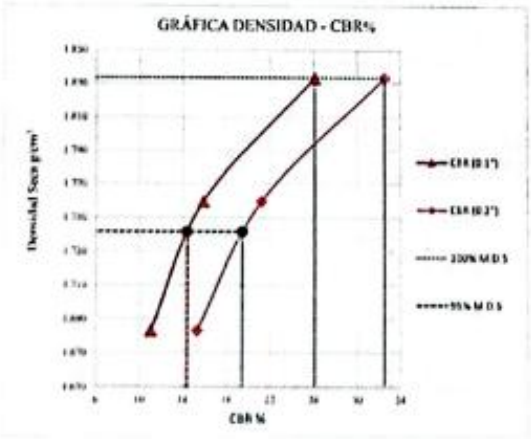
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:01/07/2024	Fecha de inmersión	:01/07/2024	Fecha de penetración	:05/07/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	10.9
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.832
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.740
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	26.1
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	33.5
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	14.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	19.4
RESULTADOS		
Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	26.1 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	14.4 %

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio C. [illegible] Díaz

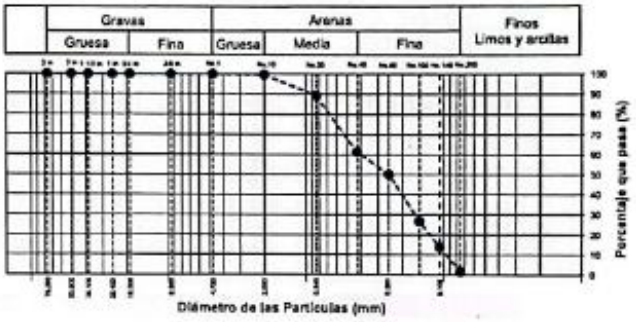
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-T20-4
	Muestra	T-20 / 4%
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Fecha	06-05-2024
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Página	1 de 1

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Pet : T-20 / 4 %	Peso Inicial Seco (g) = 624.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 624.0	Grava [No.4 < Diam < 3"] = 0.0 % Arena [No.200 < Diam < No.4] = 98.3 % Finos [Diam < No.200] = 1.7 %	D60 (mm) = 0.403 D30 (mm) = 0.164 D10 (mm) = 0.096	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	1.2	0.19	0.2	99.8
No. 20	0.840	65.1	10.43	10.6	89.4
No. 40	0.425	174.6	27.98	38.6	61.4
No. 60	0.250	69.8	11.19	49.8	50.2
No. 100	0.150	146.1	23.41	73.2	26.8
No. 140	0.106	80.4	12.88	86.1	13.9
No. 200	0.075	75.9	12.16	98.3	1.7
Pan		10.9	1.75	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LÍMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LÍMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plásticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCIÓN	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	K-1
Masa del Recipiente (g)	102.6
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	632.6
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	622.1
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	519.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	2.02%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-T20-4% *Calicata / Muestra:* C-05 / M-02		*Clasif. SUCS* : SP (Arena mal Graduada) *Clasif. AASHTO* : A-3 (0)			*Fecha* :08/07/2024 *Página* : 1 de 1	
TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°16 y Retenido en el Tamiz N°20	PET T20 P_{T-20} (%)	4	0.31	1.7	1.329	2.600
	MUESTRA P_{Cant} (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5200	5200	5200	5200	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7405	7564	7626	7600	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA	4040	4199	4261	4235	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA + RECIPIENTE	682.4	670.9	664.8	691.1	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	636.8	618.0	602.9	616.9	g
MASA DEL AGUA	45.6	52.9	61.9	74.2	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	535.6	514.7	501.6	514.7	g
% HUMEDAD	8.51	10.28	12.34	14.42	%

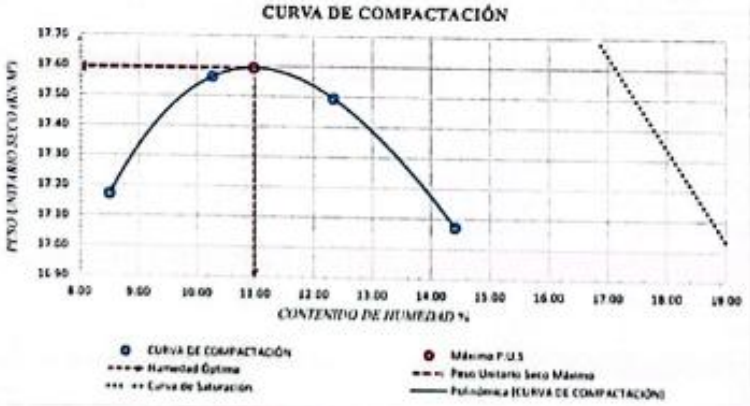
DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.900	1.975	2.004	1.992	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.751	1.791	1.784	1.741	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.173	17.564	17.496	17.073	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	18.5	17.3	17.5	18.9	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN



RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.59 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.794 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
11.0 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivas Plata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-05
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: M-02
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tarro	: N° 20
		Porcentaje	: 4 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de molde:	08/07/2024	Fecha de inmersión:	08/07/2024	Fecha de penetración:	12/07/2024	Área del pistón:	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

MOLDE	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
CAPAS	5		5		5		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	12555	12620	12650	12732	12477	12681	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4227	4292	4103	4175	3939	4143	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	1.985	2.015	1.927	1.961	1.853	1.949	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	523.3	4292.0	554.1	4175.0	551.2	4143.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	481.1	3812.4	509.1	3693.2	488.8	3550.8	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	41.2	479.6	45.0	481.8	42.4	592.2	g
MASA DEL SUELO SECO	378.8	3812.4	405.6	3693.2	387.8	3550.8	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.88	12.58	11.09	13.04	10.93	16.68	%
DENSIDAD SECA	1.790	1.790	1.735	1.735	1.670	1.670	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
8/07/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
9/07/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
10/07/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
11/07/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
12/07/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND.	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%	lecturas	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		13.5	10		8.8	6		8.7	6	
1.270	0.050		42.3	31		30.4	22		24.7	18	
1.905	0.075		97.4	72		61.5	45		49.2	36	
2.540	0.100		175.3	129	11.88	125.1	93	23.09	90.1	66	17.13
3.175	0.125		275.1	202		200.1	147		117.5	86	
3.810	0.150		385.6	283		277.3	204		157.6	116	
4.445	0.175		503.6	370		354.4	261		202.4	149	
5.080	0.200		609.1	448	43.06	428.5	315	29.45	246.1	181	16.64
6.350	0.250		807.6	594		573.5	422		330.1	243	
7.620	0.300		953.8	701		671.3	493		392.2	292	
10.160	0.400		1177.7	866		793.5	583		470.0	345	
12.700	0.500		1288.3	947		842.0	619		523.1	387	

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA
Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

UNS

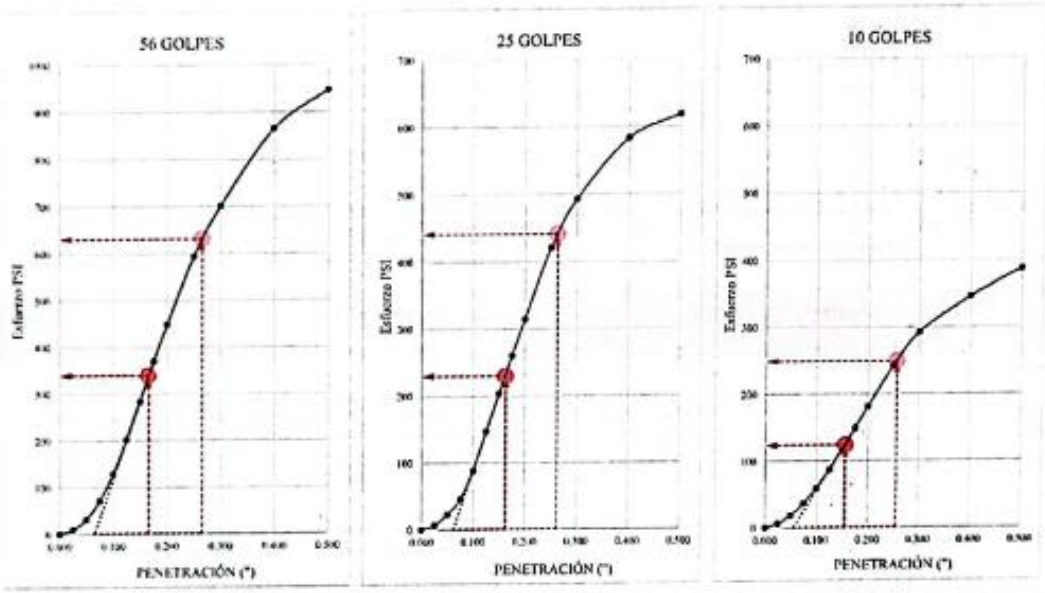
INFORME DE ENSAYO			
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 20
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 4 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

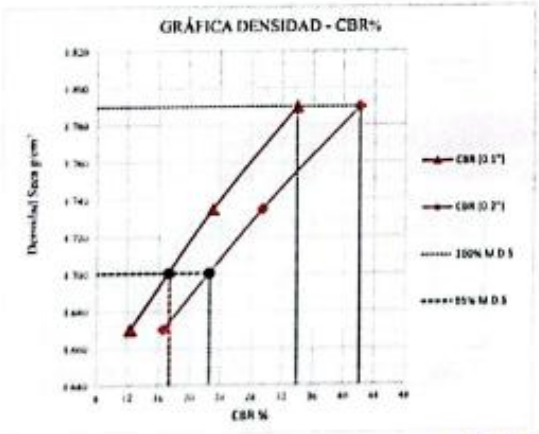
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	08/03/2024	Fecha de inmersión	08/03/2024	Fecha de penetración	12/03/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.0
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.794
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.704
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	33.9
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	42.1
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	17.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	22.6

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	33.9 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	17.4 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio César Rivasplata Díaz

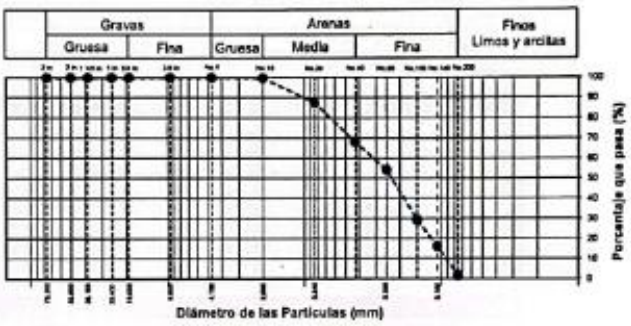
INFORME DE ENSAYO		
PROYECTO : "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Registro N°:	UNS-ES-CBR-T20-6
BACHILLERES : MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	T-20 / 6%
UBICACIÓN : AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Fecha	06-05-2024
	Página	1 de 1

ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO
(ASTM D6913 / D6913M - 17)

Datos de Muestra	Peso de Muestra	% Grava, Arena y Finos	Coef. Uniformidad y Curvatura	Clasificación
Calicata : C-05 Muestra : M2 Pet : T-20 / 6 %	Peso Inicial Seco (g) = 636.0 Peso Mat. > N°4 (g) = 0.0 Peso de Fracción (g) = 636.0	Grava (No.4 < Diam < 3") = 0.0 % Arena (No.200 < Diam < No.4) = 98.3 % Finos (Diam < No.200) = 1.7 %	D60 (mm) = 0.322 D30 (mm) = 0.152 D10 (mm) = 0.093	SUCS: SP (Arena mal Graduada) AASHTO: A-3(0)

TAMIZ	ABERTURA (mm)	Peso Retenido (0,1 g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	% Acumulado que Pasa
3 in.	76.200	0.0	0.00	0.0	100
2 in.	50.800	0.0	0.00	0.0	100
1 -1/2 in.	38.100	0.0	0.00	0.0	100
1 in.	25.400	0.0	0.00	0.0	100
3/4 in.	19.000	0.0	0.00	0.0	100
3/8 in.	9.500	0.0	0.00	0.0	100
No. 4	4.750	0.0	0.00	0.0	100.0
No. 10	2.000	1.0	0.16	0.2	99.8
No. 20	0.840	77.1	12.12	12.3	87.7
No. 40	0.425	124.7	19.61	31.9	68.1
No. 60	0.250	87.8	13.81	45.7	54.3
No. 100	0.150	158.5	24.92	70.6	29.4
No. 140	0.106	83.5	13.13	83.7	16.3
No. 200	0.075	92.3	14.51	98.3	1.7
Pan		11.1	1.75	100.0	0.0

Curva Granulometrica



ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLASTICO
(ASTM D4318 - 17)

LIMITE LÍQUIDO			
DESCRIPCION	1	2	3
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

LIMITE PLÁSTICO			
DESCRIPCION	1	2	-
Nro. de Recipiente		NP	
Masa de Recipiente			
Masa de Recipiente + Suelo Humedo			
Masa Recipiente + Suelo Seco			
N° De Golpes			
Contenido de Humedad			

Limite Liquido	Limite Plástico	Índice de Plasticidad
LL : NP	LP : NP	IP : NP

Gráfico de Fluidez

ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD
(ASTM D2216- 19)

DESCRIPCION	Met.: "A"
Identificación del recipiente (g)	M-4
Masa del Recipiente (g)	101.9
Masa del Recipiente + muestra húmeda (g)	641.9
Masa del Recipiente + muestra seca (g)	631.4
Peso del Agua (g)	10.5
Peso del Suelo Seco (g)	529.5
CONTENIDO DE HUMEDAD	1.98%

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Ampuero Plata Diaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE / ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH

MÉTODOS DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE COMPACTACIÓN UTILIZANDO UN ESFUERZO MODIFICADO DEL SUELO EN LABORATORIO (56 000 FT-LBF/FT^3 (2700 KN-M/M^3))

ASTM D1557-12(2021)

DATOS DE LA MUESTRA

Registro N°: UNS-CBR-T20-6%		Clasif. SUCS	: SP (Arena mal Graduada)		Fecha	:15/07/2024
Calicata / Muestra: C-05 / M-02		Clasif. AASHTO	: A-3 (0)		Página	: 1 de 1
TAMAÑO DE PARTÍCULA PET	FRACCIÓN	PORCENTAJE DE FRACCIÓN	HUMEDAD(%)	HUMEDAD CORREGIDA	GRAVEDAD ESPECÍFICA	GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA
Pasante el Tamiz N°16 y Retenido en el Tamiz N°20	PET T20 P_{T-20} (%)	6	0.31	1.6	1.329	2.554
	MUESTRA P_{C-05} (%)	100	2.13		2.703	

COMPACTACIÓN DE LAS MUESTRAS

PRUEBA	1	2	3	4	UND
MASA DEL MATERIAL USADO	5300	5300	5300	5300	g
NUMERO DE GOLPES POR CAPA	56	56	56	56	N°
NUMERO DE MOLDE	P-1	P-1	P-1	P-1	N°
VOLUMEN DE MOLDE	2126	2126	2126	2126	cm^3
MASA DE MUESTRA HUMEDA + MOLDE	7419	7505	7547	7515	g
MASA DEL MOLDE	3365	3365	3365	3365	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA	4054	4140	4182	4150	g

HUMEDAD DE COMPACTACIÓN

NUMERO DE RECIPIENTE	A-01	A-02	A-03	A-04	N°
MASA DEL RECIPIENTE	101.2	103.3	101.3	102.2	g
MASA DE MUESTRA HUMEDA + RECIPIENTE	695.4	685.4	668.2	705.4	g
MASA DE MUESTRA SECA + RECIPIENTE	644.7	628.2	603.0	627.1	g
MASA DEL AGUA	50.7	57.2	65.2	78.3	g
MASA DE LA MUESTRA SECA	543.5	524.9	501.7	524.9	g
% HUMEDAD	9.33	10.90	13.00	14.92	%

DETERMINACIÓN DE PESOS UNITARIOS

DENSIDAD HUMEDA	1.907	1.947	1.967	1.952	g/cm^3
DENSIDAD SECA	1.744	1.756	1.741	1.699	g/cm^3
PESO UNITARIO SECO	17.104	17.220	17.072	16.658	kN/m^3

HUMEDAD DE SATURACIÓN

HUMEDAD DE SATURACIÓN	18.1	17.7	18.2	19.6	%
PESO UNITARIO DEL AGUA	9.789				kN/m^3

CURVA DE COMPACTACIÓN

RESULTADOS
PESO UNITARIO SECO MÁXIMO
17.22 kN/m^3
DENSIDAD SECA MÁXIMA
1.756 g/cm^3
HUMEDAD ÓPTIMA
11.0 %

JEFE DE LABORATORIO

Ms. Julio César Rubio Flores Plata Diaz

INFORME DE ENSAYO

PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 1 de 2
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Calicata	: C-03
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Muestra	: M-01
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Tamiz	: N° 20
		Porcentaje	: 6 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
(ASTM D1883-21)

DATOS DEL ENSAYO

Fecha de moldeo	:15/07/2024	Fecha de inmersión	:15/07/2024	Fecha de penetración	:19/07/2024	Área del pistón	19.35 cm²

COMPACTACIÓN

	D-1		D-2		D-3		UNIDAD
MOLDE							
CAPAS	5		5		5		N°
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		10		N°
CONDICIÓN DE LA MUESTRA	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	NO SATURADO	SATURADO	
MASA DE MOLDE + SUELO HÚMEDO	13480	13525	13591	13686	12398	12613	g
MASA DE MOLDE	8328	8328	8547	8547	8538	8538	g
MASA DEL SUELO HÚMEDO	4152	4197	4044	4139	3860	4074	g
VOLUMEN DEL MOLDE	2130	2130	2129	2129	2126	2126	cm³
DENSIDAD HÚMEDA	1.949	1.970	1.899	1.944	1.816	1.916	g/cm³
RECIPIENTE	B-01		B-02		B-03		
MASA DE SUELO HÚMEDO + RECIPIENTE	583.3	4193.0	563.1	4139.0	576.5	4074.0	g
MASA DE SUELO SECO + RECIPIENTE	534.9	3742.0	517.1	3639.2	529.9	3481.7	g
MASA DEL RECIPIENTE	102.3	0	103.5	0	101.0	0	g
MASA DEL AGUA	47.4	455.0	46.0	499.8	46.6	592.3	g
MASA DEL SUELO SECO	432.6	3742.0	413.6	3639.2	428.9	3481.7	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	10.96	12.16	11.12	13.73	10.87	17.01	%
DENSIDAD SECA	1.757	1.757	1.709	1.709	1.638	1.638	g/cm³

EXPANSIÓN

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN		DIAL	EXPANSIÓN	
				mm	%		mm	%		mm	%
15/07/2024	14:30	0 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
16/07/2024	14:30	24 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
17/07/2024	14:30	48 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
18/07/2024	14:30	72 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000
19/07/2024	14:30	96 Hrs	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000	0.0000	0.000	0.000

PENETRACIÓN

PENETRACIÓN		CARGA ESTAND	MOLDE N°		D-1	MOLDE N°		D-2	MOLDE N°		D-3
			lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%	lectura	Esfuerzo PSI	CBR%
mm	pulg.	kg/cm2	Kgf	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido	kg/cm2	(sin corrección)	corregido
0.000	0.000		0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0.635	0.025		14.3	10		12.2	9		8.1	6	
1.270	0.050		37.7	28		46.5	34		26.4	20	
1.905	0.075		73.6	56		96.5	71		47.6	35	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
3.175	0.125		215.3	158		198.4	146		94.6	70	
3.810	0.150		295.1	217		255.1	188		113.0	83	
4.445	0.175		369.5	272		307.5	226		138.6	102	
[illegible]	[illegible]		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
6.350	0.250		589.6	433		463.6	341		213.8	156	
7.620	0.300		699.9	514		553.4	407		248.4	183	
10.160	0.400		863.6	635		651.6	482		305.9	225	
12.700	0.500		946.6	696		725.0	533		333.6	245	

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. [illegible] Cesar Inocente Díaz

UNS

INFORME DE ENSAYO

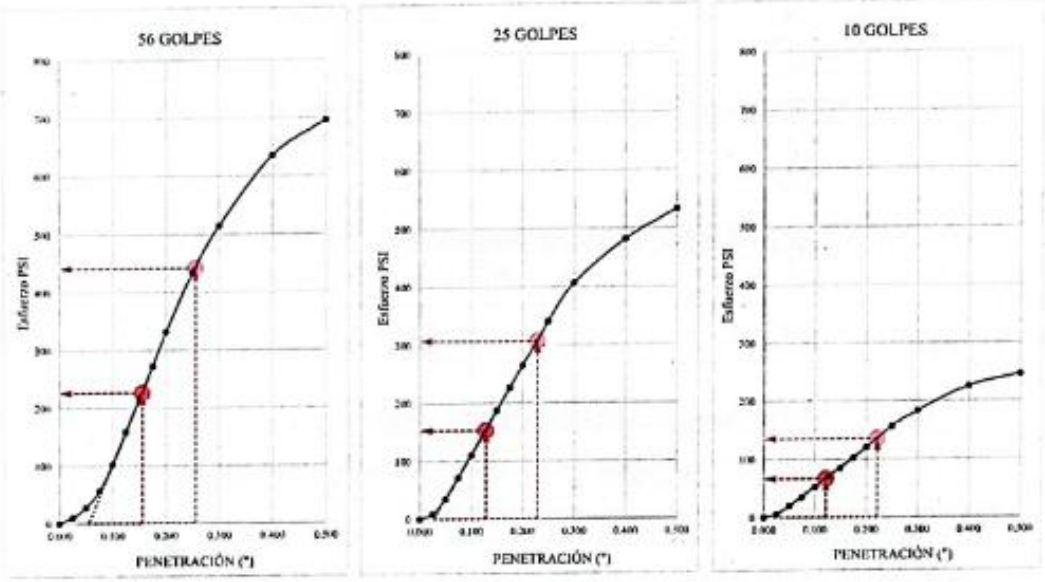
PROYECTO	: "INFLUENCIA DE PROPORCIÓN Y TAMAÑO DE PARTÍCULAS PET PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS DEL AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, 2023"	Página	: 2 de 2
		Calicata	: C-05
BACHILLERES	: MERCEDES DELGADO MANUEL ENRIQUE	Muestra	: M-02
	ZETA VALIENTE CARLOS EDUARDO	Tamiz	: N° 20
UBICACIÓN	: AA.HH. 20 DE JULIO, NUEVO CHIMBOTE, ANCASH	Porcentaje	: 6 %

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RELACIÓN DE CARGA DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

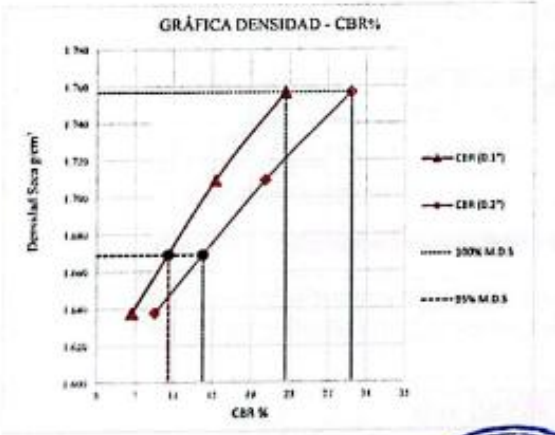
ASTM D1883-21

DATOS DEL ENSAYO					
Fecha de moldeo	:15/07/2024	Fecha de inversión	:15/07/2024	Fecha de penetración	:19/07/2024

GRÁFICA ESFUERZO - PENETRACIÓN



CÁLCULO DE CBR



MÉTODO DE COMPACTACIÓN	:	ASTM D-1557
ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	:	11.0
MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.756
95% MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm3)	:	1.668
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.1")	:	22.6
C.B.R. al 100% de M.D.S (0.2")	:	29.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.1")	:	10.4
C.B.R. al 95% de M.D.S (0.2")	:	14.0

RESULTADOS

Valor del C.B.R. al 100% de la M.D.S	=	22.6 %
Valor del C.B.R. al 95% de la M.D.S	=	10.4 %

JEFE DE LABORATORIO

JEFATURA

Ms. Julio Cesar Rivasplata Diaz

ANEXO 03: FICHA TÉCNICA DEL PET.

PETISA

RECICLAJE DE PLÁSTICO

FICHA TÉCNICA DE PARTÍCULAS PET RECICLADO

PRODUCTO: BOTELLA RECICLADA

El PET se obtiene mediante la policondensación del acido tereftálico y el etilenglicol, lo que forma el polímero polietileno tereftalato.
Es un material no tóxico y resistente a la humedad, los gases y los olores.

PROPIEDADES GENERALES

Un material de gran dureza y rigidez, puede utilizarse en contacto con alimentos debido a no toxicidad.
Una gran transparencia, aunque admite también distintas cargas de colorantes.
Buena resistencia química, puede entrar en contacto con diferentes disolventes y aceites sin estropearse.
Tiene una amplia resistencia al desgaste, a los impactos y a la rotura.
Es un producto ignífugo, es decir, que rechaza la combustión y se protege contra el fuego.
Es un plástico totalmente reciclable y respetuosos con el medio ambiente.

DIMENSIONES POR BOTELLA DE 500 ml	
Peso (g):	23
Ancho (cm):	8.5
Altura (cm):	20.3
Color (cm):	Verde Limón

PROPIEDADES FÍSICAS	
Densidad (g/cm3):	1.329
Espesor (mm) :	0.50

DIMENSIONES DE PARTICULAS TRITURADAS			
Tamiz	Abertura(mm)	Peso (Kg)	Porcentaje
N° 4	4.750	0.4	4.0%
N° 10	2 .000	3.3	33.0%
N° 20	0.841	4.7	47.0%
N° 40	0.425	1.3	13.0%
< N° 40	< 0.425	0.3	3.0%

PROPIEDADES MECÁNICAS

Modulo de Elasicidad (Mpa):	1630.0
Reistencia a la rotura (Mpa):	24.0

+51 966708140
ventaspetisaperu@petisa.com
www.petisaperu.com.pe

ANEXO 04: HOJA TÉCNICA DE LA ARENA PARA ENSAYO DE DENSIDAD

GEOMG S.A.C.

INGENIERIA EN GEOTECNIA Y ENSAYOS DE MATERIALES
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
www.geomgsac.com

INFORME N° GEOMG SAC-LB24-0873

DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE ARENA PARA ENSAYO

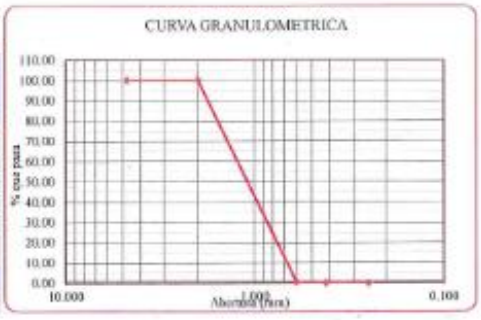
Material: Arena para ensayo
Tipo: Preparado en laboratorio entre tamices No. 10 y No. 30
Reporte: N° LAB-AR-24-008 Fecha: 2/09/2024

1. DETERMINACIÓN DE GRADACIÓN (Aplicación de ASTM C136)

Masa Inicial (gr)	23584.00
Masa lavada y Seca (gr)	23569.90

Mallas	Abertura (mm)	Peso Retenido (gr)	% que Pasa	Criterio	Conclusión
N° 4	4.760	0.0	100	--	--
N° 10	2.000	0.0	100	100%	CUMPLE
N° 30	0.600	23470.3	0.5	--	--
N° 40	0.420	92.7	0.1	--	--
N° 60	0.250	6.9	0.1	<3%	CUMPLE
< N° 60		14.1			

Coeficiente de Uniformidad (Cu)	Valor	Criterio	Conclusión
	1.90	< 2.0	CUMPLE



2. CALIBRACIÓN DE LA DENSIDAD DE LA ARENA (Aplicación de Método B del Anexo A2 del ASTM D1556/D1556M - 15e1)

Prueba No.	1	2	3
Masa de molde + arena (g)	9158	9153	9157
Masa de arena en molde (g)	2851	2846	2850
Densidad de la arena (g/cm³)	1.339	1.336	1.338
Variación con respecto al promedio (%)	0.02	0.11	0.04

Datos	
Masa de molde (g)	6307
Volumen de molde (cm³)	2130

Parámetro Variación con respecto al promedio (%)	Valor	Criterio	Conclusión
	0.02	<= 1	CUMPLE

Densidad promedio de la arena (g/cm³)	1.338

3. CALIBRACIÓN DE CONOS

Identificación del Cono y la Plancha:	Cono N° 1 - Plancha N° 1			
Pruebas	1	2	3	Promedio
Masa de arena inicial + Cono (g)	10348	10348	10348	---
Masa de Arena Que Queda + Cono (g)	8810	8812	8811	---
Masa de Arena en cono (g)	1538	1536	1537	1537
Variación máxima (%)		0.13		---

Identificación del Cono y la Plancha:	Cono N° 2 - Plancha N° 2			
Pruebas	1	2	3	Promedio
Masa de arena inicial + Cono (g)	8280	8280	8278	---
Masa de Arena Que Queda + Cono (g)	6865	6867	6863	---
Masa de Arena en cono (g)	1415	1413	1415	1414
Variación máxima (%)		0.14		---

Identificación del Cono y la Plancha:	Cono N° 3 - Plancha N° 3			
Pruebas	1	2	3	Promedio
Masa de arena inicial + Cono (g)	8339	8340	8342	---
Masa de Arena Que Queda + Cono (g)	6883	6885	6888	---
Masa de Arena en cono (g)	1456	1455	1454	1455
Variación máxima (%)		0.14		---

Identificación del Cono y la Plancha:	Cono N° 4 - Plancha N° 4			
Pruebas	1	2	3	Promedio
Masa de arena inicial + Cono (g)	10350	10352	10353	---
Masa de Arena Que Queda + Cono (g)	8822	8825	8824	---
Masa de Arena en cono (g)	1528	1527	1529	1528
Variación máxima (%)		0.13		---

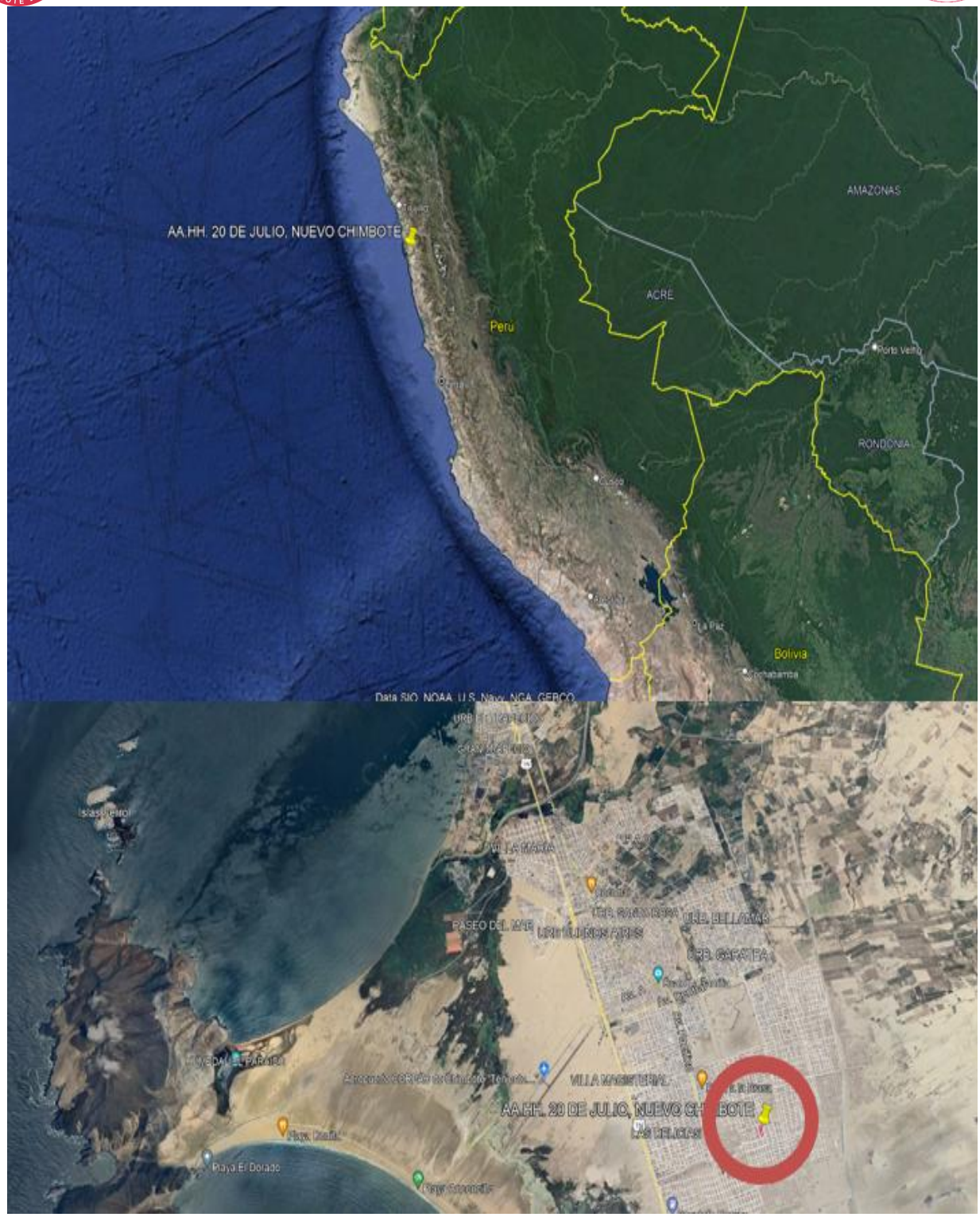
GEOMG S.A.C. V° B° CONCRETO · SUELOS · ASFALTO

Hecho por: E.R. Revisado por: J.M.T

GEOMG S.A.C.
Ing. Jorge E. Morillo Trujillo
CIP N° 68732

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 Lt. 8-9
Nuevo Chimbote – Santa – Ancash
Cel. 943355197 – 998185953, email: geomg17@yahoo.es – informes@geomgsac.com

ANEXO 05: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1: Ubicación de la Zona de estudio.

Fotografía 2: Limitaciones del A.H. 20 de Julio.

Fotografía 3:Vias del A.H.20 de Julio y Puntos de exploración.

- PRIMERA VISITA DE CAMPO: ELABORACION DE CALICATAS

Fotografía 4: Elaboración de la Calicata C-01.

Fotografía 5:Densidad natural en la Calicata C-01.

Fotografía 6: Densidad natural en la Calicatas C-01y C-02.

Fotografía 7: Elaboración de la Calicata C-03.

Fotografía 8: Elaboración de la Calicata C-04.

Fotografía 9: Elaboración de la Calicata C-05.

Fotografía 10: Peso de las muestras obtenidas en campo.

Fotografía 11: Pesos iniciales y finales del cono de arena.

- CONTENIDO DE HUMEDAD

Fotografía 12: Pesos iniciales para el contenido de humedad.

Fotografía 13: Pesos y colocación de muestras en horno.

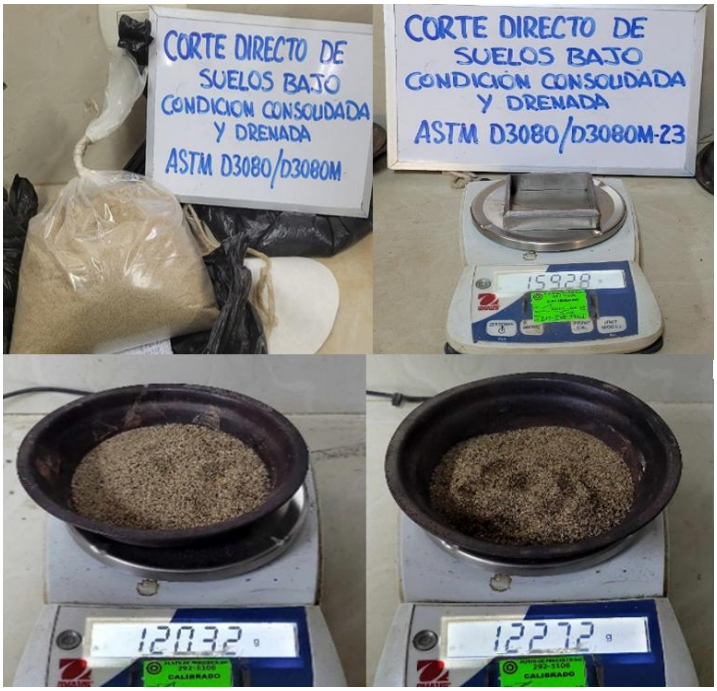
- PESO ESPECIFICO

Fotografía 14: Ensayo de peso específico de la arena.

- GRANULOMETRÍA

Fotografía 15: Granulometría de las muestras.

- CORTE DIRECTO



Fotografía 16: Peso de las muestras y anillo cuadrangular.

Fotografía 17: Equipo para el ensayo de Corte Directo.

Fotografía 18: Moldeo de la muestra y colocación de la caja.

Fotografía 19: Lectura de Desplazamientos.

Fotografía 20: Peso final de la muestra.

- PROCTOR MODIFICADO

Fotografía 21: Equipo de Proctor modificado (molde, martillo y balanza).

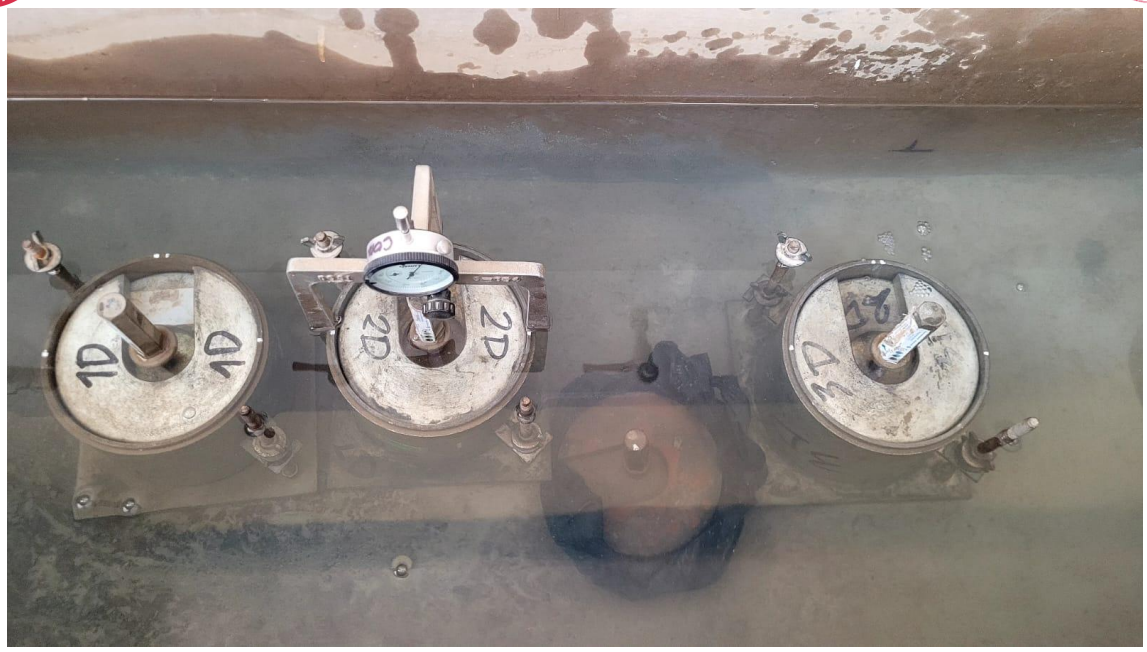
Fotografía 22: Contenido de humedad de las muestras de Proctor Modificado.

Fotografía 23: Compactación Proctor Modificado para CBR.

- CBR

Fotografía 24: Pesos de los Moldes para CBR.

Fotografía 25: Compactación para CBR (10,25y56 golpes).



Fotografía 26: Inmersión en agua.

Fotografía 27: Penetración de las muestras.

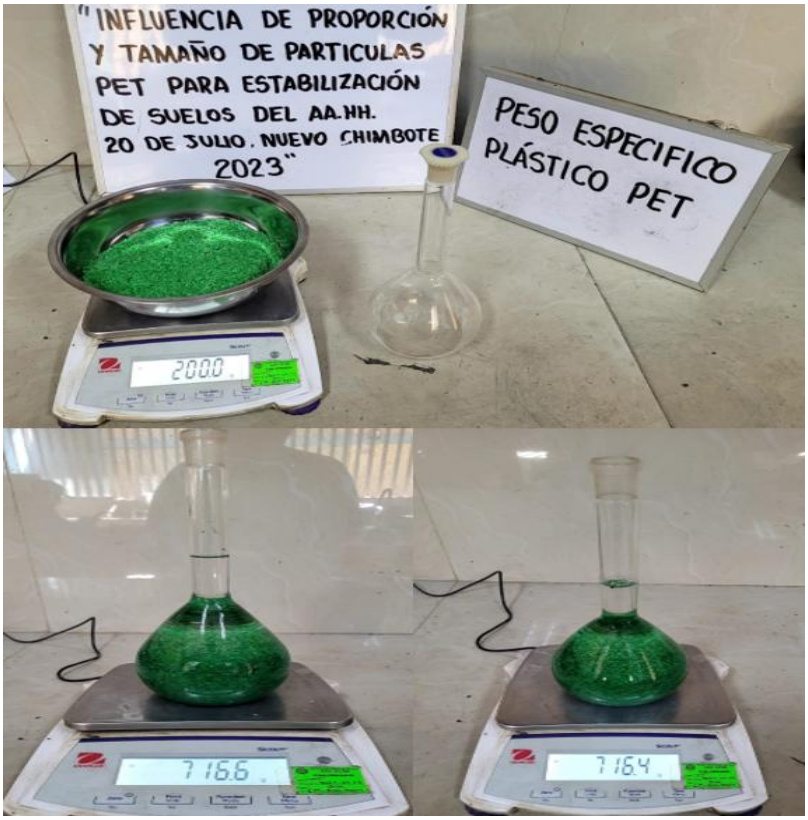
Fotografía 28: Muestras finales después de la Penetración.

- SEGUNDA VISITA DE CAMPO: CALICATA SELECCIONADA

Fotografía 29: Excavación se calicata seleccionada

Fotografía 30: Recolección de muestra de calicata seleccionada

- COMBINACIONES



Fotografía 31: Ensayo de Peso Específico de las partículas PET.

Fotografía 32:Moldeo de muestra de C-01 adicionando 4% de PET retenido en el tamiz N°16 para ensayo de corte directo.

Fotografía 33:Colocación de la muestra de C-01 adicionando 6% de PET retenido en el tamiz N°20 para ensayo de corte directo.

Fotografía 34: Peso de PET para 4% - N° 16.

Fotografía 35: Proctor para CBR de la muestra de 2% - N°16.

Fotografía 36:Proctor para CBR de la muestra de 2% - N°20.

Fotografía 37: Proctor para CBR de la muestra de 4% - N°16.

Fotografía 38:Proctor para CBR de la muestra de 6% - N°16.

Fotografía 39: Pesos de la muestra de C-05 adicionando 6% de PET retenido en el tamiz N°16 para ensayo de CBR.

7.1. ANEXO 05: PLANO DE UBICACIÓN