



Colpa Matara, 11 de enero del 2024.

C.O. N° 04-2024-UI-EPIC

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, hace constar que el Informe Final de Tesis titulado: **“EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022”**, elaborado por los bachilleres en ingeniería civil: **YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA**, para optar el Título Profesional de ingeniero civil, presenta un índice de similitud de 17% excluyendo citas, bibliografía y fuentes que tengan menos de 10 palabras; por lo tanto, cumple con los criterios de evaluación de originalidad establecidos en el acápite g) del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. N° 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Se expide la presente, en conformidad a la directiva antes mencionada, para los fines que estime pertinentes.



Miguel Ángel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH

EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	docplayer.es Fuente de Internet	1%
6	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1%

9	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
10	revistas.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
11	doku.pub Fuente de Internet	<1 %
12	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	<1 %
13	Submitted to ITESM: Instituto Tecnologico y de Estudios Superiores de Monterrey Trabajo del estudiante	<1 %
14	www.doccity.com Fuente de Internet	<1 %
15	upc.aws.openrepository.com Fuente de Internet	<1 %
16	pdfcookie.com Fuente de Internet	<1 %
17	www.finesoftware.es Fuente de Internet	<1 %
18	vsip.info Fuente de Internet	<1 %
19	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %

20	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
21	de.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
22	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
24	Submitted to tec Trabajo del estudiante	<1 %
25	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
26	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
27	repositorio.unesum.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1 %
29	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
30	www.fceia.unr.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
31	dspace.ucuenca.edu.ec	

<1 %

32

Juan Duchesne, Rebecca Schroll, Alison A Smith, Monica L Farrulla et al. "Minimal Leak Test vs Manometry for Endotracheal Cuff Pressure Monitoring: A Pilot Study", Panamerican Journal of Trauma, Critical Care & Emergency Surgery, 2019

Publicación

<1 %

33

fdocuments.ec

Fuente de Internet

<1 %

34

repositorio.umsa.bo

Fuente de Internet

<1 %

35

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

<1 %

36

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

<1 %

37

Submitted to Universidad Privada Antenor Orrego

Trabajo del estudiante

<1 %

38

Submitted to Universidad Católica San Pablo

Trabajo del estudiante

<1 %

39

Submitted to Universidad Continental

Trabajo del estudiante

<1 %

40 Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes <1 %
Trabajo del estudiante

41 Submitted to Corporación Universitaria Iberoamericana <1 %
Trabajo del estudiante

42 repositorio.uandina.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

43 repositorio.unu.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

44 repositorioacademico.upc.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

45 Submitted to Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote <1 %
Trabajo del estudiante

46 documents.mx <1 %
Fuente de Internet

47 basuraenguayana.s5.com <1 %
Fuente de Internet

48 unach.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

49 www.muniabancay.gob.pe <1 %
Fuente de Internet

50 pirhua.udep.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

51	renati.sunedu.gob.pe Fuente de Internet	<1 %
52	repositorio.upecen.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
53	edoc.tips Fuente de Internet	<1 %
54	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1 %
55	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
56	Submitted to BENEMERITA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE PUEBLA BIBLIOTECA Trabajo del estudiante	<1 %
57	Submitted to Universidad Politécnica de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
58	jurnalmahasiswa.unesa.ac.id Fuente de Internet	<1 %
59	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
60	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
61	dspace.uazuay.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

62	futur.upc.edu Fuente de Internet	<1 %
63	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
64	www.ece.uprm.edu Fuente de Internet	<1 %
65	CONSULTORIA CARRANZA E.I.R.L.. "PMA del Proyecto de Construcción y Funcionamiento de la Base de Operaciones Kiteni-IGA0005729", R.D. N° 47-2010-MEM/AAE, 2020 Publicación	<1 %
66	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	<1 %
67	www.basf.cl Fuente de Internet	<1 %
68	www.geotecnia.online Fuente de Internet	<1 %
69	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
70	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
71	www.consumer.es Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía

Activo

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
CHOTA**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE
CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO**

VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por:

YONER OMAR HERRERA MUÑOZ

HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

Asesor:

Mg. Ing. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ

Chota – Perú

2024

**EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL
SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392
CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO
PULVERIZADO, CHOTA, 2022**

POR:

YONER OMAR HERRERA MUÑOZ

HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

**Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la
Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título**

de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



Mg. Ing. Cristhian Saúl López Villanueva

PRESIDENTE



Mg. Ing. Jefferson Ruiz Cachi

SECRETARIO



Dr. Ing. Elmer Natividad Chávez Vásquez

VOCAL



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los miembros del jurado de tesis que suscriben, reunidos en la sala de docentes de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería del campus universitario-Colpamatara, para escuchar y evaluar la sustentación presentado por los Bachilleres en Ingeniería Civil **Yoner Omar Herrera Muñoz** y **Harlin Cleder Diaz Mejia**, denominado "EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022", escuchada la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones formuladas, la declaramos:

13 (Trece)

CON EL CALIFICATIVO (*)

Aprobado

En consecuencia, se le declara **EXPEDITO** para conferirle el Título de Ingeniero civil, elevando la presente acta al coordinador de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería a fin de que se emita el acto resolutivo., en conformidad con la ley universitaria y el estatuto de la Universidad.

Chota, 22 de enero del 2024

Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
PRESIDENTE

Mg. Jefferson Ruiz Cachi
SECRETARIO

Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
VOCAL

Mg. Claudia Emilia Benavidez Núñez
ASESOR

(*) De acuerdo al reglamento específico del proyecto y tesis de investigación de la EPIC, aprobada con Resolución de coordinación N° 141-2020, Artículo 21, cuya calificación es: (20 Summa Cum Laude); (18-19: Aprobado con excelencia); (15-17: Aprobado con mención honrosa); (12-14: Aprobado); (0-11: Desaprobado).



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Ley de Creación N° 29531

LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 160-2018-SUNEDU/CD

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



ACTA DE CONFORMIDAD DE TESIS

Los miembros del jurado, luego de evaluar la Tesis denominada: "EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"; presentado por los Bachilleres en Ingeniería Civil Yoner Omar Herrera Muñoz y Harlin Cleder Diaz Mejia y sustentada el día de 22 de enero del 2024, por Resolución de Coordinación N°015-2024-FCI/UNACH, la declaramos **CONFORME**.

Chota, 30 de enero del 2024


Mg. Cristhian Saúl López Villanueva
PRESIDENTE


Mg. Jefferson Ruiz Cachi
SECRETARIO


Dr. Elmer Natividad Chávez Vásquez
VOCAL


Mg. Claudia Emilia Benavidez Núñez
ASESOR

DEDICATORIA

Queremos dedicar esta investigación a aquellos que han sido fundamentales en nuestro camino y nos han brindado su apoyo incondicional.

En primer lugar, queremos dedicar este trabajo a Dios, quien nos ha iluminado y guiado en cada paso de este proceso. Su amor y fortaleza nos han dado la determinación y la inspiración necesaria para llevar a cabo esta investigación.

A nuestros queridos padres, quienes han sido nuestro mayor apoyo y respaldo en todas nuestras metas académicas y personales. Su cariño, sacrificio y confianza en nosotros ha sido fundamental para lograr este logro. A cada uno de ellos, les agradecemos sinceramente por su amor incondicional.

También queremos dedicar este trabajo a nuestros amigos, aquellos que han estado a nuestro lado, brindándonos su aliento y motivación en todo momento. Su presencia y compañía han sido reconfortantes, y estamos agradecidos por su apoyo constante a lo largo de nuestra trayectoria académica.

A todos aquellos que han formado parte de nuestro camino, quienes nos han apoyado y alentado a lograr nuestros objetivos, les dedicamos este trabajo de investigación. Su confianza y respaldo han sido fundamentales para nuestra formación académica y personal.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar mi más sincero agradecimiento. En primer lugar, queremos agradecer a Dios por brindarnos la sabiduría y fortaleza necesaria para llevar a cabo esta investigación. Su guía y protección estuvieron presentes en cada etapa del proceso.

Agradecemos especialmente a nuestra asesora, la Mg. Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez, por su valiosa orientación, conocimientos y dedicación en la supervisión y asesoría de este trabajo. Su experiencia y apoyo fueron fundamentales para el desarrollo de la investigación.

También queremos expresar nuestra gratitud a la Universidad Nacional Autónoma de Chota y la Escuela Profesional de Ingeniería Civil por brindarnos la oportunidad de realizar este proyecto y por su respaldo académico. Su compromiso con la formación de profesionales de calidad es admirable.

Por último, queremos agradecer enormemente al director, encargados y población aledaña de la I.E. 10392 en Cabracancha por permitirme realizar estudios en su institución educativa. Su disposición y colaboración fueron indispensables para la recolección de datos y la realización de pruebas en el terreno.

Nuevamente, mi profundo agradecimiento a todos los que contribuyeron de alguna manera a este proyecto. Su apoyo fue fundamental para su realización y estoy verdaderamente agradecido por su colaboración.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

GLOSARIO	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Planteamiento del problema	16
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Justificación	18
1.4. Delimitación de la investigación	21
1.5. Limitaciones	22
1.6. Objetivos	22
1.6.1. Objetivo general.....	22
1.6.2. Objetivos específicos	22
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	23
2.1. Antecedentes	23
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	23
2.1.2. Antecedentes nacionales	28
2.1.3. Antecedentes regionales	30
2.2. Bases teórico – científicas	32
2.2.1. Origen del suelo.....	32
2.2.2. Teoría de la capacidad portante del suelo.....	33
2.2.3. Teoría de Terzaghi para la consolidación vertical	36
2.2.4. Teoría de cimentaciones	47
2.2.5. Efecto del uso de vidrio pulverizado en el suelo	49
2.3. Marco conceptual	50
2.3.1. Vidrio pulverizado	50
2.3.2. Suelo	55

2.3.3. Propiedades del suelo.....	57
2.3.4. Capacidad portante	59
2.3.5. Consolidación	61
2.3.6. Cimentaciones superficiales	63
2.4. Hipótesis.....	67
2.5. Operacionalización de variables.....	68
2.5.1. Variable independiente: Vidrio pulverizado.....	68
2.5.2. Variable dependiente: Capacidad portante del suelo.....	68
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	71
3.1. Tipo y nivel de investigación	71
3.2. Diseño de investigación.....	72
3.3. Métodos de investigación.....	72
3.4. Población, muestra y muestreo	74
3.4.1. Población	74
3.4.2. Muestreo	74
3.4.3. Muestra	76
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	77
3.5.1. Técnicas	77
3.5.2. Instrumentos.....	77
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	78
3.6.1. Proceso de obtención de los datos	78
3.6.2. Procesamiento de datos.....	91
3.6.3. Análisis de datos	91
3.7. Aspectos éticos	92
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	93
4.1. Descripción de resultados	93
4.1.1. Propiedades físicas del suelo de cimentación	93
4.1.2. Asentamiento por consolidación.....	104
4.1.3. Propiedades mecánicas del suelo de cimentación.....	108

4.1.4. Capacidad portante del suelo de cimentación.....	114
4.2. Discusión de resultados.....	118
4.3. Contrastación de hipótesis.....	125
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	136
5.1. Conclusiones	136
5.2. Recomendaciones y/o sugerencias	137
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS	138
CAPÍTULO VII. ANEXOS	149
Anexo A. Matriz de consistencia.....	149
Anexo B Estudio de mecánica de suelos del Plan de desarrollo urbano (PDU) – Chota (MPCH, 2018)	150
Anexo C. Colapso del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha	153
Anexo D. Residuos sólidos (MPCH, 2018).....	156
Anexo E. Panel fotográfico	159
Anexo F. Resultado de ensayos de laboratorio.....	173

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Valores de Factores de Carga de Terzaghi.....	35
Tabla 2 Rasgos de Vidrios Comunes.....	51
Tabla 3 Características del Vidrio Sódico o Común.....	51
Tabla 4 Sistemas de Clasificación de Suelos (SUCS)	56
Tabla 5 Tipo de Cimentación y Elemento Estructural al que Sirve	65
Tabla 6 Matriz de Operacionalización de Variables	70
Tabla 7 Tipo de Investigación	71
Tabla 8 Número de Puntos de Exploración	75
Tabla 9 Ubicación de las Calicatas en el Terreno de la I.E. 10392.....	75
Tabla 10 Número de Especímenes para Ensayos en el Suelo Natural	76
Tabla 11 Especímenes en las Muestras de Suelo de Cimentación de la I.E. 10392, por Calicata	76
Tabla 12 Botellas de Vidrios de Bebidas Alcohólicas	80
Tabla 13 Cálculo de Dosificación de Polvo de Vidrio y Forma de Aplicación en Campo.....	91
Tabla 14 Contenido de Humedad del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha	94
Tabla 15 Gravedad Específica del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha	94
Tabla 16 Análisis Granulométrico del Suelo de cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.....	95
Tabla 17 Límite Líquido del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	96
Tabla 18 Límite Plástico del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	97
Tabla 19 Límites de Consistencia del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	97
Tabla 20 Clasificación del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	98
Tabla 21 C1, Limite Liquido del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio.	100
Tabla 22 C5, Limite Liquido del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio.	101
Tabla 23 Limite Liquido del Suelo de Cimentación del Suelo Natural y con Adición de Vidrio.	102
Tabla 24 Limite Plástico del Suelo de Cimentación del Suelo Natural y con Adición de Vidrio.	102
Tabla 25 Índice de Plasticidad del Suelo de Cimentación sin y con Adición de Vidrio.....	103
Tabla 26 Propiedades del Suelo de Cimentación del Suelo Natural.	105
Tabla 27 Propiedades del Suelo de Cimentación del Suelo Natural y con Adición de Vidrio Pulverizado, C1	106
Tabla 28 Propiedades del Suelo de Cimentación del Suelo Natural y con Adición de Vidrio Pulverizado, C1	106

Tabla 29	Propiedades Mecánicas del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	109
Tabla 30	Propiedades Mecánicas del Suelo con Adición de Vidrio Pulverizado, Calicata 1. .	110
Tabla 31	Propiedades Mecánicas del Suelo con Adición de Vidrio Pulverizado, Calicata 5. .	111
Tabla 32	Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	114
Tabla 33	C1, Capacidad Portante del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio Pulverizado.	115
Tabla 34	C5, Capacidad Portante del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio Pulverizado.	115
Tabla 35	Comparación de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la Calicata 1 al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado.	116
Tabla 36	Comparación de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la Calicata 5 al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado.	117
Tabla 37	Data de la Capacidad Portante del Suelo de la I.E.	125
Tabla 38	Data de la Capacidad Portante del Suelo de la I.E. para el Análisis Estadístico	126
Tabla 39	Prueba t-pareada de la Capacidad Portante del Suelo Sin y Con Vidrio Pulverizado para el Análisis Estadístico	126
Tabla 40	Datos de Clasificación del Suelo para Análisis Estadístico	127
Tabla 41	Prueba de Proporción para Tipo de Suelo.....	127
Tabla 42	Datos de Límites de Consistencia del Suelo para Análisis Estadístico	129
Tabla 43	Coeficientes de Correlación de Pearson de la Data Global de Límites de Consistencia	129
Tabla 44	Coeficientes de Correlación de Pearson para Índice de Plasticidad por Calicata	130
Tabla 45	Datos de Asentamiento del Suelo para Análisis Estadístico	131
Tabla 46	Coeficientes de Correlación de Pearson para Asentamiento	131
Tabla 47	Datos de las Propiedades Mecánicas del Suelo para Análisis Estadístico	133
Tabla 48	Coeficientes de Correlación de Pearson para Índice de Plasticidad por Calicata	133
Tabla 49	Botaderos en la Ciudad de Chota.....	157
Tabla 50	Generación de los Residuos Sólidos en la Ciudad de Chota	158

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Grietas en el Piso y Paredes de un Módulo de la I.E. 10392 Cabracancho	20
Figura 2	Diagrama de Falla del Suelo de Cimentación	33
Figura 3	Experimento de Terzaghi	36
Figura 4	Esquema del Depósito de Suelo	37
Figura 5	Elemento Diferencial de Suelo.....	38
Figura 6	Relaciones ϵ vs. σ y e vs σ	41
Figura 7	Curva de Consolidación de una Arcilla.....	43
Figura 8	Curva Teórica de Consolidación, Método de Casagrande.....	44
Figura 9	Curva de Deformación, Método de Taylor.....	45
Figura 10	Rectas Virgen y de Recompresión – Suelo Preconsolidado	47
Figura 11	Ciclo De Producción y Reciclaje de Botellas de Vidrio	54
Figura 12	Flujo para Reutilizar Vidrio de Botellas.....	55
Figura 13	Composición del Suelo	56
Figura 14	Representación del Criterio de Rotura	59
Figura 15	Consolidación Primaria en Arcillas.....	62
Figura 16	Tipos de Cimentaciones Superficiales	63
Figura 17	Zapatas de Esquina con Vigas Centradas (Método Simplificado).....	65
Figura 18	Seguridad al Vuelco y Deslizamiento	67
Figura 19	Diseño de Investigación: Correlacional.....	73
Figura 20	Terreno de la I.E. 10392.....	74
Figura 21	Ubicación de las Calicatas en el Terreno de la I.E. 10392.....	75
Figura 22	Ficha de Datos de la I.E. 10392	78
Figura 23	Pulverización del Vidrio Reciclado.....	79
Figura 24	Flujograma del Proceso de Pulverización del Vidrio Reciclado.....	82
Figura 25	Excavación de Calicatas en la I.E. 10392 – Chalamarca	83
Figura 26	Prueba de Humedad, Suelo I.E. 10392.....	84
Figura 27	Ensayo de Granulometría, Suelo I.E. 10392	85
Figura 28	Ensayo de Peso Específico, Suelo I.E. 10392	86
Figura 29	Ensayo de LL, Suelo I.E. 10392.....	87
Figura 30	Ensayo de LP, Suelo I.E. 10392.....	87
Figura 31	Ensayo de Corte Directo, Suelo I.E. 10392.....	88
Figura 32	Ensayo de Consolidación, Suelo I.E. 10392.....	89
Figura 33	Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancho	95

Figura 34	Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	96
Figura 35	Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	98
Figura 36	C1, Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio.....	100
Figura 37	C5, Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio.....	101
Figura 38	Comparación del Límite Líquido de la C1 y C5 con los Diferentes % de Vidrio...	102
Figura 39	Comparación del LP de la C1 y C5 con los Diferentes % de Vidrio.	103
Figura 40	Comparación del IP de la C1 y C5 con % de Vidrio.	103
Figura 41	Comparación del Asentamiento por Consolidación Primaria del Suelo de la C1 y C5 con los Diferentes % de Vidrio Pulverizado.....	107
Figura 42	Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.	109
Figura 43	Línea de Resistencia al Corte del Suelo Adicionando Vidrio Pulverizado, Calicata 1.	111
Figura 44	Línea de Resistencia al Corte del Suelo Adicionando Vidrio Pulverizado, Calicata 5	112
Figura 45	Comparación de la Cohesión del Suelo al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado.	113
Figura 46	Comparación del Ángulo de Fricción del Suelo al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado.....	113
Figura 47	Comparación de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado, Calicata 1.	116
Figura 48	Comparación de la capacidad portante del suelo de cimentación al adicionar los diferentes porcentajes de vidrio pulverizado, calicata 5	117
Figura 49	Correlograma de Límites de Consistencia del Suelo (Data Global)	129
Figura 50	Regresión Lineal del Índice de Plasticidad de la Calicata 1	130
Figura 51	Regresión Lineal del Índice de Plasticidad de la Calicata 5	130
Figura 52	Regresión Lineal del Asentamiento del Suelo.....	132
Figura 53	Regresión Lineal de la Cohesión del Suelo según Porcentaje de Vidrio Pulverizado	134
Figura 54	Regresión Lineal del Ángulo de Fricción del Suelo según Porcentaje de Vidrio Pulverizado	134
Figura 55	Regresión Lineal de la Capacidad Portante de la Cimentación Corrida del Suelo según Porcentaje de Vidrio Pulverizado	135
Figura 56	Regresión Lineal de la Capacidad Portante de la Cimentación Cuadrada del Suelo según Porcentaje de Vidrio Pulverizado.....	135

Figura 57 Fotografía de la Calicata C3 realizadas por la Municipalidad Provincial de Chota en la periferia de la Ciudad de Chota	151
Figura 58 Ubicación de las Calicatas en Proyección Geodésicas WGS84/Z17S	151
Figura 59 Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos	152
Figura 60 Fisuras en los Pisos de la I.E. 10392	153
Figura 61 Vista de las Veredas de la I.E. 10392.....	154
Figura 62 Fisuras en las Paredes y Piso de los Módulos de la I.E. 10392.....	154
Figura 63 Asentamiento de las Veredas	155
Figura 64 Ubicación Espacial de los Botaderos	156
Figura 65 Composición de los Residuos Sólidos.....	158

GLOSARIO

Arcilla. Suelos inorgánicos no metálicos de origen sedimentario (Apaza, 2019).

Asentamiento. Es la deformación vertical de la superficie del suelo causada por la carga aplicada o por el peso del propio suelo. Se mide en relación con la altura de la capa analizada (Carrillo et al, 2016).

Capacidad portante. La presión de contacto media máxima entre los cimientos y el suelo a la que no pueden producirse daños por cizallamiento ni asentamientos excesivos del suelo debidos a diferencias de presión (Ojanama et al, 2020).

Cimentación. Elemento estructural encargado de transmitir los esfuerzos por carga de la edificación al suelo. La resistencia del suelo suele ser inferior a la de los pilares y muros de carga, y la superficie de contacto entre el suelo y los cimientos es proporcionalmente mayor que la de los elementos que soportan la estructura. Por lo tanto, hay que prestar atención a la estabilidad de la estructura, que viene determinada en gran medida por el tipo de suelo (Ojanama et al, 2020).

Cimentación superficial. Se apoyan en la capa superior del suelo a una profundidad de 0.50 m a 4 m (Nima, 2021).

Consolidación. Proceso por el que los suelos cohesivos, como los suelos arcillosos, limosos y orgánicos, reducen su volumen debido a las cargas externas aplicadas al suelo. Esta reducción de volumen suele producirse a lo largo de un periodo de tiempo bastante prolongado (normalmente varios años) (Poves, 2017).

Suelo. Zona formada por la erosión de las rocas como resultado de diversos procesos físicos y químicos que tienen lugar en la naturaleza (Catalán, 2022).

Vidrio. Sustancia sólida compuesta principalmente de sílice, que suele utilizarse para envasar alimentos embotellados (Vasquez y Girón, 2019).

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo evaluar la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha mediante la incorporación de vidrio pulverizado. Se utilizó una metodología cuantitativa aplicada y la muestra consistió en el suelo de 05 calicatas distribuidas en la I.E. 10392, con porcentajes de vidrio pulverizado de 0%, 5%, 15% y 30% del peso del suelo. Los resultados mostraron que el 80% del suelo de la I.E. se clasifica como limo de baja plasticidad, solo el suelo de la calicata 5 se clasifica como arcilla de alta plasticidad. El asentamiento máximo por consolidación primaria en el suelo limoso es de 14.49 mm en la calicata 1, mientras que en el suelo arcilloso es de 18.85 mm; pero, al agregar vidrio pulverizado, el asentamiento disminuye; en particular, al añadir 30% de vidrio pulverizado, el asentamiento se redujo a 9.26 mm y 12.33 mm para las calicatas 1 y 5 respectivamente. Así mismo, la capacidad portante del suelo varía entre 0.46-0.56 kg/cm² en la calicata 1 y 0.41-0.50 kg/cm² en la calicata 5, dependiendo del tipo de cimentación (corrido-cuadrado); pero, al agregar vidrio pulverizado se reduce la cohesión, se aumenta el ángulo de fricción y se incrementa la capacidad portante; específicamente, al agregar 30% de vidrio pulverizado, la capacidad portante del suelo de la cimentación corrida se incrementó a 0.76 kg/cm² y 0.71 kg/cm² respectivamente para las calicatas 1 y 5. Por tanto, se concluyó que, el uso de 30% de vidrio pulverizado funciona como buen estabilizador del suelo y tiene ventaja ambiental al reducir el material no degradable.

Palabras clave: Consolidación, asentamiento, capacidad admisible, estabilización, polvo de vidrio, cimiento corrido-cuadrado.

ABSTRACT

The objective of the research was to evaluate the bearing capacity of the foundation soil of the I.E. 10392 Cabracancha by incorporating pulverized glass. A quantitative applied methodology was used and the sample consisted of soil from 05 pits distributed in I.E. 10392, with percentages of pulverized glass of 0%, 5%, 15% and 30% of the weight of the soil. The results showed that 80% of the soil in the I.E. is classified as low plasticity silt, only the soil in test pit 5 is classified as high plasticity clay. The maximum settlement by primary consolidation in the silt soil is 14.49 mm in test pit 1, while in the clay soil it is 18.85 mm; but, by adding pulverized glass, the settlement decreases; in particular, by adding 30% of pulverized glass, the settlement was reduced to 9.26 mm and 12.33 mm for test pits 1 and 5, respectively. Likewise, the bearing capacity of the soil varies between 0.46-0.56 kg/cm² in test pit 1 and 0.41-0.50 kg/cm² in test pit 5, depending on the type of foundation (run-square); but, adding pulverized glass reduces the cohesion, increases the friction angle and increases the bearing capacity; specifically, by adding 30% pulverized glass, the bearing capacity of the soil of the run foundation increased to 0.76 kg/cm² and 0.71 kg/cm² respectively for pits 1 and 5. Therefore, it was concluded that, the use of 30% pulverized glass works as a good soil stabilizer and has environmental advantage by reducing the non-degradable material.

Key words: Consolidation, settlement, bearing capacity, stabilization, glass powder, run-square foundation.

CAPÍTULO I.

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El suelo de cimentación presenta diversos problemas durante su uso constructivo (Khan et al., 2018). El colapso del suelo sigue siendo un problema importante que, afecta a los cimientos estructurales (Abbeche et al., 2020), sobre todo cuando se trata de suelos sueltos que, tienen baja capacidad de carga (Khan et al., 2018). La construcción de cimientos sobre suelos finos expansivos ha generado dificultades a nivel global (Blayi et al., 2020).

En Chota, Cajamarca, según la Municipalidad Provincial de Chota (MPCH, 2018), a partir de un análisis previo del suelo, en cuatro puntos estratégicos de la ciudad, donde, la calicata N° 3, se ubica en la comunidad de Cabracancha (ver anexo B), determinaron que, el suelo es limo-arcillosos plástico, mal drenado. El suelo arcilloso tiene propensión a hincharse y encogerse cuando interactúa con la humedad (Singh y Gahir, 2020). Los suelos expansivos, disminuyen su fuerza al humedecerse, expandiéndose y se contraen al secarse, lo que provoca variaciones de volumen (Blayi et al., 2020). Esto explicaría el colapso del suelo de cimentación de la I.E. 10392 del centro poblado Cabracancha, donde el asentamiento del suelo, provocó que, tres de las cinco estructuras de un solo nivel, presentasen grietas en el piso, y paredes, y dos de los módulos se desplomasen, tal como se puede observar en la inspección visual (ver anexo C). Khan et al. (2018) argumentan que, la falla del suelo con asentamiento y cortante surge cuando los esfuerzos cortantes en el suelo exceden el límite, en este caso, para Bagriacik (2017) la estabilización, es la alternativa idónea que, aumenta las propiedades de resistencia de los suelos cohesivos.

Las edificaciones construidas sobre arcilla tienen comportamientos adversos al interactuar el suelo con el agua (Mujtaba et al., 2020). Para resolver tales problemas, la aplicación de desechos industriales como el vidrio está asociada con beneficios técnicos, financieros y ambientales (Bagriacik, 2017). La norma CE.020 (MVCS, 2012) establece distintos métodos químicos de estabilización, no obstante, en la ingeniería geotécnica la utilización y gestión de residuos recientemente se ha vuelto inmensamente importante (Mahmutluoğlu y Bağrıaçık, 2022), en términos de reducción de las proporciones de aditivos químicos para el fortalecimiento del suelo, dañinos para el medio ambiente y relativamente caros (Mahmutluoglu y Bagriacik, 2021). Ashiq et al. (2022) argumenta que, el uso de subproductos de desechos sólidos como el polvo de vidrio de desecho es una técnica eficaz para mejorar las características geotécnicas de suelos arcillosos, no obstante, por la complejidad de los suelos finos (limos y arcillas) requieren un estudio específico aplicado a cada lugar. Es decir, es posible utilizar el vidrio pulverizado para mejorar el suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, pero, se debe verificar cómo este aditivo incide en el suelo, más ahora que, se piensa volver a reconstruir la edificación en el mismo lugar.

El 3.2% de los residuos diarios en los hogares peruanos es vidrio, lo que equivale a 682 toneladas (El Comercio, 2021). Según Díaz et al. (2018) en el año 2018, de las 528 000 t/año de envases de vidrio consumidos en el Perú, 178 000 t/año pasaron a disposición final, siendo acumulados en rellenos sanitarios (92 300 mil t/año) o vertidos en el ambiente (78 200 mil t/año). La ciudad de Chota, región Cajamarca, en el año 2015, al día generaba 10.473 t/día, de residuos sólidos, de los cuales el 35% eran no domiciliarios y el 65% domiciliarios, donde el vidrio representaba el 4.29% de los residuos generados (ver anexo D),

depositados en botaderos cerca de las quebradas San Mateo, Rambram, Colpamayo, entre otras (MPCH, 2018), por tanto, en vez de ser arrojados en botaderos o al aire libre, podrían servir como materia prima para el mejoramiento de las cuantificaciones mecánicas (cohesión y ángulo de fricción) del suelo de cimentación, luego de ser triturados y tamizados por el tamiz N° 60 a N° 100, tal como, argumentan Ibrahim et al. (2021). Siendo así el estudio se ha propuesto para evaluar la incidencia del vidrio pulverizado en el mejoramiento de la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, Chota.

1.2. Formulación del problema

¿En qué medida la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, aumentará al adicionar vidrio pulverizado en Chota?

1.3. Justificación

Los cinco módulos de, un solo nivel, de la I.E. 10392 Cabracancha han sufrido graves daños a su estructura, formando grietas en el piso, paredes y columnas, e incluso dos de ellos han colapsado, a causa de la expansibilidad y asentamiento del suelo de cimentación, no obstante, al ser este el único terreno de la institución, se está pensando volver a reconstruir las edificaciones sobre el mismo suelo, lo que traería los mismos resultados de colapso, por lo que, debe realizarse un proceso previo de estabilización del suelo de cimentación, no obstante, los métodos químicos descritos en la norma CE.020 (MVCS, 2012), generan contaminación en el ambiente, por lo que, en la actualidad, según Mahmutluoglu & Bagriacik (2021) la ingeniería geotécnica piensa en métodos más sustentables con el uso de residuos sólidos o industriales.

El vidrio, es uno de los materiales que, mayor demanda tiene, puesto que se usa para elaborar envases de uso doméstico y no doméstico que luego, no

pueden ser reutilizados (Salvo las botellas gaseosas o de cerveza que estén en buen estado de conservación) generando gran cantidad de material de desecho que, puede servir como materia prima para la estabilización del suelo de cimentación de la mencionada institución educativa, sin embargo, no se podía proponer su uso, sin antes tener noción técnica científica de que su aplicación o uso, incidiría positivamente en el suelo de cimentación, por lo que, era necesario primero determinar las peculiaridades iniciales del suelo, para luego determinar su variación, en relación, con el porcentaje de colocación de la materia adicionante, para corroborar si presenta mejoras en la capacidad del suelo, considerando que, este es un método de estabilización que, según Mujtaba et al. (2020) se asocia con beneficios técnicos, financieros y ambientales.

La contribución teórica que, se logró con el estudio fue conocer si era posible mejorar las características mecánicas resistentes a través del aditamento de polvo de vidrio (vidrio pulverizado) al suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, haciendo énfasis a las teorías de reforzamiento y las teorías de Terzaghi; pero también se realizan estudios de consolidación para comprender el proceso de asentamiento del suelo, dando énfasis a la estabilización de suelos con vidrio pulverizado. Los resultados se pueden generalizar para la mejora mecánica del suelo con las mismas características físicas, tales como tipo de suelo.

Con la investigación se ha obtenido mayor información sobre estabilización de suelos de cimentación con materiales reciclados, así mismo, ha reformulado la actual concepción normativa de que, para estabilizar suelos de cimentación solo se pueden usar aditivos químicos (norma E.020), dando paso, a la estabilización sustentable. Siendo así, los referentes internacionales del tema

son múltiples, pero en el recinto regional y nacional son pocos estudios que, dan relevancia al mejoramiento del suelo de cimentación con aditivos reciclados.

Siendo así, el problema técnico científico que, resuelve, fue la búsqueda de aditivos de estabilización de suelos para cimentación que, sean sustentables, y que, no sean los convencionales descritos en la norma E.020 (MVCS, 2012), por tanto, era conveniente porque permitía identificar si la usanza de vidrio pulverizado mejoraba la capacidad mecánica del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha, Chota. Siendo favorecidos alumnos, pedagogos y personal encargado de administrar la I.E., así como, ingenieros y demás personas relacionadas con el ámbito de la construcción y el mejoramiento del suelo.

Figura 1

Grietas en el Piso y Paredes de un Módulo de la I.E. 10392 Cabracancha



Nota: Ver anexo C.

1.4. Delimitación de la investigación

En el suelo dentro de la jurisdicción de la I.E. 10392 Cabracancha, del distrito de Chota, se han obtenido muestras según la norma E.050 (MVCS, 2018), para determinar sus características físicas (humedad, gradación, plasticidad) a fin de clasificar el suelo, tal como expresa Terzaghi (1925) los límites de consistencia son propiedades físicas que están relacionadas con la distribución del tamaño de las partículas del suelo y su capacidad para retener agua, así mismo, Casagrande (1962) argumenta que los límites de consistencia son características físicas del suelo y no propiedades mecánicas, él creía que los límites de consistencia reflejan la plasticidad del suelo y su capacidad para cambiar de forma bajo estrés; pero también, se han determinado sus características mecánicas, así mismo, se determinó la consolidación del suelo natural.

El vidrio, se consiguió a partir de botellas de bebidas alcohólicas de color blanco y verde, que se pulverizaron, por un proceso inicial de trituración en una chancadora de piedra con una comba de mano, para luego ser pulverizado de forma manual con el maso del ensayo de Proctor modificado, hasta conseguir que esté presente un diámetro entre la malla N° 60-100, es decir al ser tamizado, debe pasar el tamiz N° 60.

Las muestras de suelo tienen dos tipos de clasificación arcilla y limo, por tanto, se ha realizado los ensayos al suelo arcilloso y limoso con menor capacidad portante adicionando 5%, 15% y 30% de vidrio pulverizado, respecto al peso del suelo. En esta mezcla se realizó los ensayos de corte directo y consolidación, para verificar la variación de los parámetros mecánicos.

1.5. Limitaciones

En esta investigación, no se han encontrado limitaciones teóricas ya que existen amplias bases conceptuales para determinar la capacidad portante del suelo, tal como, la teoría de Terzaghi.

No obstante, una limitación práctica está dada a la aplicación del material estabilizante, se ha utilizado vidrio pulverizado entre la malla N° 60-100, obtenido particularmente de botellas de bebidas alcohólicas de color blanco y verde, adicionado en porcentajes de 0, 5, 15 y 30% del peso del suelo.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, adicionando vidrio pulverizado, Chota.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar el tipo de suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Determinar el asentamiento por consolidación del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, con 0, 5, 15 y 30% de vidrio pulverizado.
- Determinar las propiedades mecánicas del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, con 0, 5, 15 y 30% de vidrio pulverizado.
- Comparar la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, con 0, 5, 15 y 30% de vidrio pulverizado.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

En el Journal of Structural and Construction Engineering, Zabihi et al. (2022) investigaron el mejoramiento de la ciudad de arcilla del rey con fibras de vidrio para determinar su efecto en la reducción del asentamiento de cimentaciones corridas. Se utilizaron muestras de suelo en estado natural, así como en estado combinado con diferentes porcentajes de fibra de vidrio igual a 0.2, 0.4 y 0.6, 0.8 y 1% del peso seco del suelo para ensayos de corte directo. Después de estudios, los efectos de usar suelo modificado con profundidades de mejora de 1, 2, y 4 m para cimientos con anchos de 0.75, 1.50 y 2.25 m con la ayuda del software Plaxis2D muestran que, al aumentar el porcentaje de mezcla de fibras de vidrio en suelos arcillosos de grano fino, el asentamiento de cimentación se reduce. La reducción del asentamiento de cimentación en suelos mezclados con 0.8 % de fibras de vidrio es mayor que en suelos mezclados con 1% de fibras de vidrio.

En GEOMATE Journal, Al-Soud et al. (2022) tuvieron como objetivo mejorar las características de la arcilla bentonita mediante la adición de residuos de vidrio pulverizado (0%, 5%, 10% y 15%). La arcilla bentonita presenta IP de 98%, gravedad específica de 2.84 g/cm³, el 98% del suelo pasa la malla N° 200, y se clasifica según SUCS como CH, por ello, para su mejora se prepararon dos tipos de residuos de vidrio: (A) fino (pasando tamiz No. 200) y (B) grueso (pasando tamiz No. 2 mm). Determinaron que con 15% de vidrio en peso reduce considerablemente los límites de Atterberg, obteniendo IP de 55.42% y 49.79%,

cohesión de 50 y 40 kg/cm², ángulo de fricción de 16.8° y 22° para A y B. Concluyeron que, los residuos de vidrio funcionan como buen estabilizador del suelo, y tienen ventaja ambiental al reducir el material no degradable.

En Innovative Infrastructure Solutions, Gul & Mir (2022) determinaron el efecto de la fibra de vidrio y el polvo de horno de cemento en las particularidades físico químicas y geomecánicas del suelo de grano fino. Prepararon 11 grupos de muestras con cuatro porcentajes diferentes de fibra de vidrio (es decir, 0.3 %, 0.6%, 0.9% y 1.2%) y tres porcentajes de polvo de horno de cemento (es decir, 7%, 14% y 21%) cada uno por unidad de peso seco del suelo. Determinaron que, la resistencia del suelo mejora en 9.6 veces respecto al suelo sin tratar, siendo la dosificación más adecuada 14% de polvo de horno de cemento y 0.9% de fibra de vidrio. Concluyeron que, los beneficios técnicos de la combinación en la mejora del suelo son evidente.

En Arabian Journal for Science and Engineering, Mahmutluoğlu & Bağrıaçık (2022) aprovecharon los residuos de fabricación de vidrio activado con álcalis, para mejorar suelos cohesivos, determinando que, se alcanzaba incrementos de la capacidad de carga de hasta 7.35 veces, junto con reducciones de asentamiento de 6.90 veces, en comparación con suelos arcillosos no mejorados. Concluyendo que, la relación óptima de los residuos de vidrio era del 25%, debido a que, logra mayor capacidad de carga y menor asentamiento, notablemente cercanas a la del cemento, con un enfoque respetuoso con el medio ambiente.

En Journal of Materials in Civil Engineering, Sharo et al. (2022) analizaron el uso de fibras de vidrio y cemento como agentes estabilizadores para suelos altamente expansivos. Agregaron fibras con dos relaciones de aspecto (12

y 30 mm de largo) como porcentajes del peso seco del suelo (0.5%, 0.75%, 1% y 1.5%), el cemento se agregó en dos porcentajes por peso seco del suelo (2 % y 6%). Prepararon dieciséis grupos de especímenes de suelo tratados y se sometieron a pruebas de laboratorio. Concluyeron que, el 6% de cemento y 1.5% de fibras cortas de vidrio resultó en un acrecentamiento significativo en la resistencia a la expansión del suelo sobre otras mezclas.

En Silicon, Adetayo et al. (2021) evaluaron las propiedades geotécnicas de la laterita tropical, recolectado a 1.5 m de profundidad, en la Universidad Federal Oye Ekiti, Ikole, en proporciones 1-1 con ceniza de hueso pulverizada y polvo de vidrio residual del 2% al 10%. Los resultados revelaron que la agrupación A-2-4 tenía las mejores características geotécnicas a 1.5 m de profundidad de excavación, mientras que A-3 exhibió las mejores características geotécnicas del suelo a 1.25 m de profundidad. Concluyeron que, la dosis ideal era 2% de ceniza de hueso pulverizada y polvo de vidrio residual.

En la revista Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, Perea (2021) en su revisión bibliografía de 50 publicaciones desde el año 2016 a 2021, realizado en Colombia determinó que el uso de 15% RCD y 15% de polvo de vidrio aumenta las características mecánicas del suelo arcilloso, disminuyendo el asentamiento, mejorando la estabilización y aumentando la carga última en suelos arcillosos, concluyendo que la gran parte de las investigaciones sugieren incluir la proporción de concreto reciclado en 5%, 10%, 15% y vidrio triturado en 5%, 10%, 15% y 25%, debido a que, realizando la compactación adecuada aumenta la firmeza a compresión de 205kpa con la inclusión de concreto y 280kpa con la inclusión de vidrio, usando estos dos materiales se obtendrá un mejora en las propiedades de las arcillas.

En la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Yepes (2021) en su investigación realizó la microzonificación del Barrio la Gloria, de Jipijapa en seis partes, identificando que los suelos, eran limos y arcillas, de alta plasticidad (CH – MH). En los seis sondeos se obtuvieron la carga admisible y ángulo de fricción de (1): 0.94 a 4.22 kg/cm² y 21.85° a 32.05°, (2): 0.94 a 5 kg/cm² y 21.85° a 34.01°, (3): 0.75 a 4.12 kg/cm² y 21.12° a 32.25°, (4): 1.32 a 3.68 kg/cm² y 23.10° a 31.30°, (5): 0.94 a 2.80 kg/cm² y 23.10° a 29.94°, y (6): 1.09 a 3.09 kg/cm² y 23.10° a 29.94°. Concluyendo que la capacidad portante oscilaba de 0.75-5 kg/cm², en su mayoría susceptibles a licuefacción, por lo que, previo a la cimentación requerían pasar por procesos de estabilización.

Blayi et al. (2020) en Hamilton Soran-Jundean en Soran/Irak, estudiaron los suelos expansivos, con LL 44.2% y LP 24.81% de muestras recolectadas de 1 a 2.7 m de profundidad. Mejoraron la resistencia del suelo expansivo mediante el uso de polvo de vidrio de desecho al 2.5, 5, 10, 15 y 25% del peso del suelo, por lo tanto, el LL disminuyó a 22.28% y el LP a 16.44% cuando el polvo de vidrio es el 25%. En el ensayo de corte directo al adicionar polvo de vidrio al 25%, el ángulo de fricción aumenta en 61% (de 19.80° a 31.87°) y la cohesión disminuye en 19% (de 39.13 a 31.68 kpa). Determinaron que agregar polvo de vidrio incide positivamente en el aguante al corte del suelo, por lo que, concluyeron que, la dosis adecuada del residuo para la mejora del suelo arcillosos era 15%.

En KSCE Journal of Civil Engineering, Mujtaba et al. (2020) en su estudio recolecto la muestra arcillosa de Nandipur, aprovechando el polvo de vidrio residual (hasta un 14%) para acrecentar el comportamiento mecánico de arcilla grasa, determinaron que, la arcilla mejoraba su aguante a compresión no

confinada según se adicionaba mayor porcentaje de vidrio residual, pero hasta un límite de 12%. Concluyeron que, este valor puede variar de una arcilla a otra.

En el artículo científico *Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, Castro-Sandoval et al. (2019) en Cúcuta, Colombia en la formación, León tomaron cinco muestras de suelos altamente plásticos con LL: 62.50, 64.40, 65.60, 67.50, 59.70%, e IP: 39.01, 40.24, 40.16, 45.05, 37.73, y plantearon distintos aditivos para estabilización, utilizaron ceniza puzolánica del 20, 25 y 30% en el suelo, verificaron la reducción de LL: 55, 53.40, 52.0% e IP: 33.54, 31.65, 26.31% de plasticidad, al usar polímeros al 4, 6, 8 y 30%, verificaron también, la reducción del índice de plasticidad, concluyeron que, con estos aditivos se menora el potencial de expansibilidad, y mejora la capacidad mecánica del suelo, más aún cuando se usan polímeros hasta 8%.

En *Civil Engineering Journal*, Khan et al. (2018) realizaron su investigación en los subsuelos sueltos de Pabbi, Peshawar, con LL 34.30% e IP 4.142%, determinaron los efectos al incorporar los residuos de polvo de vidrio (4, 8 y 12%) en las propiedades geotécnicas, LL: 33.12, 29.70, 27.31% e IP: 3.44, 3.16, 2.87%, verificando que, la plasticidad del suelo, se reduce a mayor porcentaje de polvo de vidrio, así mismo la capacidad portante aumenta, el ángulo de fricción se incrementa 28.50, 31.30, 24.62°, para 4 y 8%, pero luego decae para 12% de sustancias vítreas en polvo, en cambio la cohesión 0.06 y 0.03N/cm² disminuye 4% y 8% y luego comienza a aumentar 0.07 N/cm² en el 12%. Concluyeron que, 8% es el porcentaje ideal de polvo de vidrio como estabilizador.

En la Universidad Estatal del Sur de Manabí, Baque (2018) determinó que los suelos del sector By Pass – John F. Kennedy, de Jipijapa, lo clasificaron como limos y arcillas de alta plasticidad, a una profundidad de 6 m, con capacidad

portante de 0.56-11.09 kg/cm², y el ángulo de fricción de 27.77-39.31°, con lo que, concluye, que hay zonas con suelos colapsables, y susceptibles a la licuación.

En Journal of Engineering Research, Bagriacik (2017) utilizó fibras de vidrio al 0, 5, 10, 12, 15, 17 y 20% para mejorar el suelo, determinando que las combinaciones de fibras de vidrio logran mejorar el suelo, concluyendo que la mezcla con 17%, es la mejor solución, en la estabilización de suelos cohesivos.

En Journal of Engineering Science and Technology, Olufowobi et al. (2014) determinaron el LL: 24.73% e IP: 15.33% de los suelos arcillosos de Ondo State, y fueron estabilizados, con polvo de vidrio residual en proporciones de 1, 2, 5, 10 y 15%, junto con 15% de cemento (base) de la muestra de suelo. Determinaron que, el suelo clasificado como A-6, presentaba una mejora en sus características de cohesión y ángulo de fricción de 11.6, 12.6, 13, 14, 15, 14.5° y 9.5, 11, 13, 14, 17, 15 kg/cm² respectivamente, obteniendo el mejor resultado al añadir el vidrio en polvo hasta un 10%, con 17 kg/cm² C y 15° ϕ .

2.1.2. Antecedentes nacionales

En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Bravo & López (2021) en la ciudad de Talara, Piura, analizó los suelos arcillosos, con 98.1% finos, LL 47% e IP 24% con un ángulo de fricción (ϕ) 28.90kg/cm² y la cohesión c de 0.05°, determinando que, la mezcla de 7% de vidrio y 6% de valvas de molusco, ambos en polvo, mejora ϕ de 28.9° a 32°, y C de 0.05 a 0.1 kg/cm², respecto al suelo natural. Por lo que, concluyeron que, al utilizar polvo de vidrio 7% y valvas de molusco 6%, se obtiene mejores resultados, aumentando la densidad de 1.7484 a 1.847 g/cm³ y la humedad va de 9.4% a 12.1% y se recomienda que en investigaciones futuras se tenga 6 a 8% PCA, ya que, se evidencia mejor comportamiento mecánico de la arcilla.

En la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Pusari & Rodriguez (2020) en Talara, Piura, analizó los suelos expansivos, con el 86.6% finos, con LL 45.4% e IP 22.7%, ϕ 29.5° y C 0.2 kg/cm², al incorporar polvo de vidrio reciclado (PVP) y fibras de polipropileno (FP) al 5%, 6% y 7.5% el LL (41.7%, 37% y 40.1%), e IP(17.0%, 15.0% y 17.2%) disminuyen, la cohesión era 0.4, 0.2 y 0.2 kg/cm² y el ángulo de fricción 34.3°, 35° y 37.8°. Concluyendo que al incorporar el 5% de PVP, se logra los mejores resultados de ángulo de fricción 0.4 kg/cm² y cohesión 34.3°, obteniendo 1.876 gr/cm³ MDS y 11.5% OCH.

En la Universidad Científica del Perú, Jiménez & Paz (2021) determinaron que, en la Urbanización La Colina, de Tarapoto, presenta un suelo arcilloso plástico, con 55.7% de finos, teniendo como ϕ y cohesión C-1: 14.5° y 2.57 kg/cm², C-2: 14.3° y 2.09 kg/cm², C-3: 14.5° y 2.25 kg/cm², C-4: 14.2° y 2.19 kg/cm², en la C-5: 16.00° y 1.42 kg/cm², y la carga admisible (q_{adm}), de las calicatas C-1 a C-5 es de 1.64, 1.43, 1.52, 1.46 y 1.36kg/cm² respectivamente, a una profundidad de cimentación de 3.00 m, en las calicatas 1,2,3,4,5 la profundidad de desplante es de 2.62, 1.69, 1.87, 3.04 y 1.85 m con ancho de zapata de 2.40 m, y capacidad portante teórica de 1.36 kg/cm².

En la Universidad Privada de Tacna, Angulo & Atencio (2021) realizaron 10 calicatas de 3m, determinaron que el Sector 12 San Antonio, de Tacna, siendo de un suelo de grava mal gradada, con capacidad portante a un 1.00 m profundidad por el Método Terzagui es 3.13 a 3.19 kg/cm², Meyerhof es de 3.70 a 4.03 kg/cm² y por E.050 es de 3.52 a 3.94 kg/cm², a una profundidad de 1.50 m por el Método Terzagui es 4.18 a 4.27 kg/cm², Meyerhof es de 5.23 a 5.70 kg/cm² y por E050 es de 4.32 a 4.83 kg/cm²; y a 2.0 m por el Método Terzagui es 5.24 a 5.34 kg/cm², Meyerhof es de 6.96 a 7.57 kg/cm² y por E050 es de 5.41 a 5.72kg/cm².

Concluyendo que la metodología más confiable es la Terzagui, teniendo la carga admisible media de 3.16, 4.23 y 5.29 kg/cm², a 1, 1.5, y 2 m de profundidad respectivamente.

En la Universidad San Pedro, Jaramillo (2020) realizó seis calicatas en Recuay-Ancash, determinando que, el suelo se clasificaba como arenas arcillosas, gravas con limos y limos arenosos, la capacidad portante en cimentaciones corridas y cuadradas según la teoría de Terzaghi era 0.46 y 0.53 kg/cm², y según Meyerhof era 0.46 y 0.59 kg/cm². concluyendo que, el método de Terzaghi da mayor confianza estructural, por ende, la capacidad admisible en los suelos granulares es mayor a 3.29 kg/cm², mientras que en los suelos finos es menor que 0.53 kg/cm².

En la Universidad Andina del Cusco, Poma & Flores (2020) determinaron la capacidad portante del suelo arcilloso de Tambocancha, Chinchero en Cuzco, para una zapata continua, en la C-1 de 2 m a 3m de profundidad, según Terzaghi, Meyerhof, Hansen y Vesic, determinando que, alcanza valores de 0.68, 1.18, 1.20, 1.19 kg/cm², y 0.77, 1.41, 1.34, 1.32 kg/cm² respectivamente, según el SPT la capacidad es de 0.40 a 0.47kg/cm², y en la C-2 de 2 m a 3m de profundidad, según Terzaghi, Meyerhof, Hansen y Vesic, alcanza valores de 0.66, 1.16, 1.19, 1.17 kg/cm², y 0.75, 1.41, 1.33, 1.31 kg/cm² respectivamente, según el SPT la capacidad es de 0.43 a 0.63kg/cm².concluyendo que los resultados Terzaghi es más conservador y los asentamiento elástico en la C-1 es de 0.55-0.55cm y C-2 es de 0.71 a 0.63cm.

2.1.3. Antecedentes regionales

En la Universidad Nacional Autónoma de Chota, Bustamante (2023) realizó el mejoramiento del suelo con residuos triturados de neumáticos (RTN).

Para ello, excavó nueve calicatas de las cuales 55.56% era limo de alta plasticidad, el 22.22% era limo de baja plasticidad y el otro 22.22% era arcilla de baja plasticidad, que, alcanza 0.60 a 0.83 kg/cm² y 0.7 a 0.91 kg/cm² de capacidad portante para cimentaciones corridas y cuadradas, correspondientemente, pero al agregar 5, 10 y 15% del material residual, la capacidad portante se incrementa a 0.78, 0.90 y 0.86 kg/cm², correspondientemente, por lo que, concluyó que, la dosificación adecuada para el acrecentamiento mecánico del suelo en el sector 3 de Chota era 10% RTN.

En la Universidad Nacional Autónoma de Chota, Peralta (2021) realizó siete (7) calicatas en la Urbanización Los Pinos-Chota, de las que extrajo muestras de suelo a 3 m de profundidad, determinando que, el 42.86% de las calicatas eran limos de alta plasticidad, y el 57.14% eran arcillas plásticas, con capacidad portante inferior a 0.80 kg/cm². Siendo así, adicionó 5, 10 y 15% de residuos de ladrillo triturado, cal y cemento por separado, verificando que, con 15% de cada aditivo, se incrementa la capacidad portante a 0.82, 0.85 y 0.90 kg/cm², respectivamente.

En la Universidad César Vallejo, López & Torres (2021) determinaron que el suelo arcilloso poco plástico de la ciudad de Jaén, tenía un ángulo de fricción de 17.26°, que se incrementaba a 27.19° al mezclarse con arena, y a 25.89° al mezclarse con cemento; mientras que, la cohesión disminuía de 0.169 a 0.011 gr/cm² con arena, y aumentaba a 0.678 gr/cm² con cemento, para densidades de 1.55, 1.85 y 1.80 gr/cm³ cuando el suelo era natural, con arena, o con cemento. Concluyeron que, para el suelo natural, con arena y con cemento, a 1.75 m de profundidad de desplante, en zapatas cuadradas alcanzaba capacidad portante de

0.73, 0.87 y 3.83 kg/cm², mientras que, para zapatas continuas alcanzaba 0.61, 0.89, y 3.14 kg/cm², correspondientemente.

En la Revista *Norandina*, Tarrillo-Bustamante & Herrera-Colunche (2020) realizaron la excavación de diez calicatas para estimar la capacidad portante del suelo arcilloso del sector 3 y 7 de Chota, a una profundidad de 1.50 m, la cohesión del suelo va de 0.22 a 0.45 kg/cm² y llega a un promedio de 0.339 kg/cm², y ϕ interno aumenta desde 5.73 a 18.94° y un promedio de 13.385°, la capacidad portante del suelo arcilloso, variaba de 0.91 a 1.37 kg/cm², alcanzando media de 1.142 kg/cm².

2.2. Bases teórico – científicas

2.2.1. Origen del suelo

A través de procesos de descomposición mecánica y química, las rocas de la corteza terrestre forman el material suelto dentro de ellas (Huancoillo, 2017). Siendo así, el suelo se forma a través de la descomposición mecánica y química.

La descomposición mecánica se refiere a la meteorización de las rocas debido a los cambios de temperatura, la congelación del agua en las juntas y fisuras de las rocas, el contacto con organismos, plantas y otros factores físicos. Estos fenómenos conducen a la formación de arena o, en el mejor de los casos, limo y arcilla en la roca (Archenti, 2019).

Cabe señalar que la descomposición física completa la desintegración química, ya que las partículas minerales y rocosas más pequeñas producidas por la meteorización mecánica son más susceptibles a los cambios químicos que las partículas minerales que están firmemente soldadas entre sí en masas grandes y compactas (Briones e Irigoin, 2015).

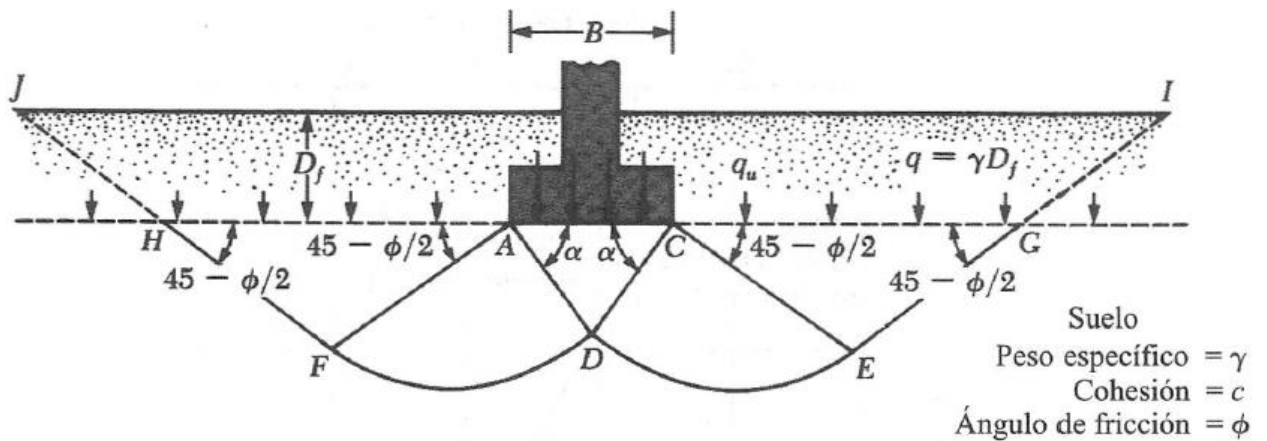
La desintegración química es la acción sobre las rocas que altera su mineralogía o estructura química. El agente principal es el agua y los mecanismos de acción más significativos son la oxidación, la hidratación y la carbonatación. Estos mecanismos conducen a menudo a la formación de arcilla como producto final de la descomposición. Todos los efectos anteriores se ven exacerbados por los cambios de temperatura. Por lo tanto, generalmente hay capas de arcilla bien definidas en las regiones cálidas y húmedas, y capas gruesas de arena o limo en las regiones más frías (Archenti, 2019).

2.2.2. Teoría de la capacidad portante del suelo

Terzaghi (1943) propuso por primera vez una teoría para estimar la capacidad portante última de cimentaciones poco profundas, afirmando que una cimentación es poco profunda si su desplante D_f es menor o igual que, su anchura, mientras que, investigadores posteriores definieron como poco profundas las cimentaciones con D_f tres o cuatro veces el ancho de la cimentación (Braja, 2014).

Figura 2

Diagrama de Falla del Suelo de Cimentación



Nota: (Braja, 2014, p. 394).

Terzaghi sugiere que para cimentaciones continuas o en franjas (en las que la relación entre la anchura y la longitud de la cimentación tiende a cero), la superficie de daño del suelo bajo carga última debe tomarse como se muestra en la Fig. 2. Se supone que el suelo por encima de la cimentación se sustituye por una carga viva equivalente $q=\gamma D_f$ (donde \bar{u} es el peso específico del suelo). La zona de fractura bajo los cimientos se divide en tres partes: (Braja, 2014)

- (1) La zona triangular ACD por debajo de la cimentación.
- (2) Las zonas de cortante radial ADF y CDE, en que las curvas DE y F son arcos.
- (3) Dos zonas pasivas de Rankine triangulares AFH y CEG.

Los ángulos CAD y ACD se suponen iguales al ángulo de fricción del suelo (es decir $\alpha=\phi$). Siendo así, con el análisis del equilibrio, Terzaghi formuló la capacidad última de carga: (Braja, 2014)

$$q_d = c \times N_c + q \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma \quad (\text{Cimentación en franja}) \quad (1)$$

En la ecuación 1, C es la cohesión del suelo, γ el peso específico del suelo, la carga $q=\gamma D_f$ (profundidad de desplante), N_c , N_q y N_γ son factores de la capacidad de carga adimensionales que, son funciones del ángulo de fricción del suelo ϕ .

Siendo así, la capacidad portante se precisa como la presión última por unidad de superficie de una cimentación apoyada en el suelo, que supera la presión generada por el suelo circundante a la cimentación (Amezquita et al, 2012).

$$q_{neto} = q_u - q \quad (2)$$

En la ecuación 2, la capacidad de carga neta, es la resta de la capacidad de carga última y la capacidad de carga.

Usando el análisis de equilibrio, Terzaghi para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones se puede modificar respectivamente: (Sosa, 2022)

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4yBN_y \dots\dots\text{cimentación cuadrada} \quad (3)$$

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.3yBN_y \dots\dots\text{cimentación circular} \quad (4)$$

$$q_u = \frac{2}{3}cN_c + qN_q + \frac{1}{2}yBN_y \dots\dots\text{cimentación corrida} \quad (5)$$

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}yBN_y \text{ cimentación corrida} \quad (6)$$

Donde: C Cohesión del suelo, γ Peso específico del suelo, $q = \gamma D_f$, D_f profundidad de desplante de la cimentación, N_c, N_q, N_y Factores de capacidad de carga adimensionales que son funciones del ángulo de fricción del suelo, ϕ' .

Los factores de capacidad de carga N_c, N_q, N_y se precisan por:

$$N_c = \cot\phi(N_q - 1) \quad (7)$$

$$N_q = \frac{e^{2(\frac{3\pi}{4}-\phi/2)\tan\phi}}{2\cos^2(45+\frac{\phi}{2})} \quad (8)$$

$$N_y = \frac{1}{2} \left(\frac{K_{py}}{\cos^2\phi} - 1 \right) \tan\phi \quad (9)$$

Donde:

$$K_{py} = 3\tan^2(45 + \frac{\phi+33}{2}) \dots\dots\text{coeficiente de empuje pasivo} \quad (10)$$

Tabla 1 Valores de Factores de Carga de Terzaghi

ϕ	N_y	N_c	N_q
0	0	5.70	1.00
1	0.01	6.00	1.10
2	0.04	6.30	1.22
3	0.06	6.62	1.35
4	0.10	6.97	1.49
5	0.14	7.34	1.64
10	0.56	9.61	2.69
15	1.52	12.86	4.45
20	3.64	17.69	7.44
25	8.34	25.13	12.72
30	19.13	37.16	22.46
35	45.41	57.75	41.44
40	115.31	95.66	81.27
45	325.34	172.28	173.28
50	1072.80	347.50	415.14

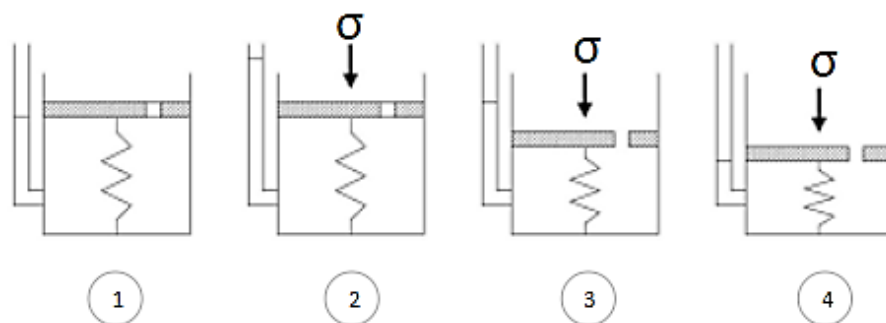
Nota: (Teniente, 2016).

2.2.3. Teoría de Terzaghi para la consolidación vertical

2.2.3.1. Introducción a la teoría de consolidación

Para entender mejor la consolidación, Terzaghi planteó un modelo mecánico. Radica en un cilindro de sección A con un pistón sin fricción; el pistón está conectado a un resorte y el interior del cilindro está lleno de un fluido incompresible. El proceso comienza aplicando una carga de valor P al pistón. En el primer instante, el orificio está cerrado y no hay posibilidad de que el resorte se deforme, por lo tanto, no ejerce ninguna fuerza. Por lo tanto, la fuerza P es totalmente soportada por el fluido. En el segundo caso, el orificio se abre, creando un gradiente de presión P/A entre el interior y el exterior del cilindro, lo que hace que el fluido fluya hacia el exterior, y cuando sale el fluido, el resorte comienza a deformarse. Hacia el exterior, a medida que sale el fluido, el resorte comienza a deformarse y por lo tanto comienza a tomar una parte de la carga P . Finalmente, la posición de equilibrio ocurre cuando la presión en el fluido es igual a la presión externa y el resorte soporta toda la fuerza P . Por analogía con el caso del suelo, la estructura de la partícula sólida está personificada por el resorte, el agua intersticial por el fluido incompresible, y finalmente la red capilar continua (vacío) representada por el orificio (Poliotti y Sierra, 2007).

Figura 3 Experimento de Terzaghi



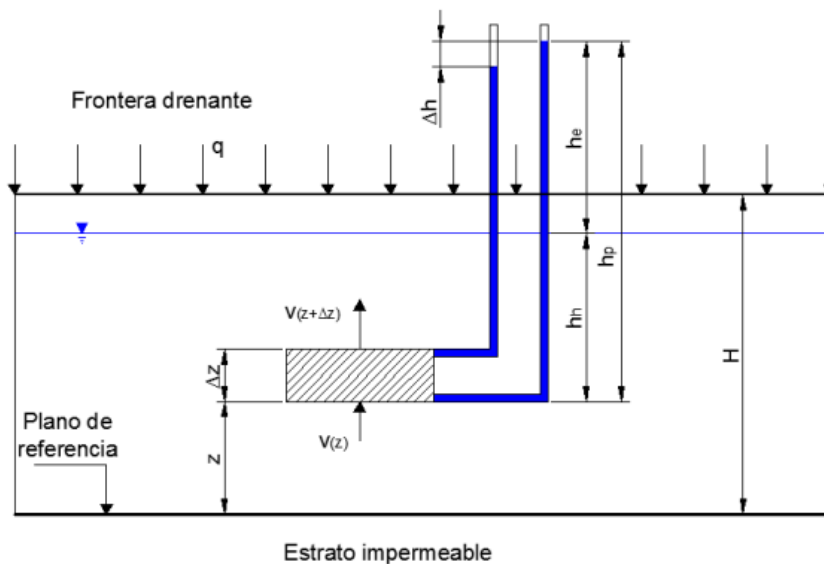
Nota: (Universidad Militar Nueva Granada, 2022).

2.2.3.2. Teoría de consolidación de Terzaghi

Una longitud transversal homogénea e infinita de suelo saturado se somete a una carga uniforme (q) en toda su superficie. El suelo se coloca sobre un sustrato impermeable (por ejemplo, roca sólida u otros suelos con permeabilidad muy baja en cotejo con el suelo sometido a ensayo, $k_{suelo} > 100k_{estrato\ impermeable}$) y puede drenar libre por su cara superior (Fig. 3) (Poliotti y Sierra, 2007).

Figura 4

Esquema del Depósito de Suelo

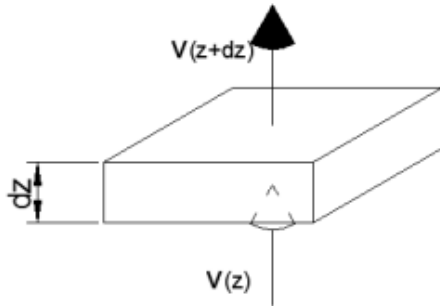


Nota: h_p : es la altura piezométrica, Z : es la posición respecto a un plano de referencia, h_n : es la carga hidráulica, h_e : es el exceso de presión neutra debido a la carga q , H : es el espesor del estrado (Poliotti y Sierra, 2007, p. 21).

La consolidación es un problema que se produce cuando el flujo de agua en un medio poroso no está establecido, lo que significa que, cuando se analiza el flujo de agua en su estado completo, sólo fluye hacia fuera porque no puede fluir hacia dentro. Esta situación no debe confundirse con el caso de elementos altos y bajos en un depósito, donde el flujo de agua está establecido (Muñoz et al., 2020).

Figura 5

Elemento Diferencial de Suelo



Nota: Considerando el flujo en el elemento diferencial ubicado a z del plano referencial: V_z es la velocidad vertical del flujo que entra en el elemento, $V(z+dz)$ es la velocidad vertical del flujo que sale del elemento (Poliotti y Sierra, 2007, p. 21).

Si se emplea el teorema de Taylor, se tiene:

$$V_{(z+dz)} = V_z + \frac{\partial V_z}{\partial z} dz + \frac{1}{2!} \frac{\partial^2 V_z}{\partial z^2} dz^2 + \dots \quad (11)$$

$$V_{(z+dz)} = v_z + \frac{\partial v_z}{\partial z} dz \dots \quad (12)$$

Donde: V_z es la velocidad vertical del flujo que entra en el elemento, $V(z+dz)$ es la velocidad vertical del flujo que sale del elemento, z plano de referencia, ∂ derivada.

El caudal es celeridad por área y sustituyendo resulta:

$$[v_z \frac{\partial v_z}{\partial z} dz]A - v_z A = - \frac{\partial V}{\partial t} \quad (13)$$

Donde A es el área del elemento perpendicular al plano de estudio y V volumen, ∂ derivada, V_z es la velocidad vertical del flujo que entra en el elemento.

$$V \frac{\partial v_z}{\partial z} = \frac{\partial V}{\partial t} \quad (14)$$

Donde, V volumen, ∂ derivada, V_z es la velocidad vertical del flujo que entra en el elemento, t tiempo.

Suponiendo que las partículas de suelo y el agua intersticial son incompresibles, entonces la celeridad de cambio de volumen del elemento $\partial V_v / \partial t$ es igual a la celeridad de cambio de volumen de vacíos $\partial V_v / \partial t$

$$V \frac{\partial v_z}{\partial z} = \frac{\partial V_v}{\partial t} \quad (15)$$

Entonces si $e = V_v / V_s$ y $V_v = e V_s$ (recordar que V_s es constante en el tiempo ya que las partículas de solido son incompresibles y que $V = V_s + V_v$), se plantea el problema como una variación de la relación de vacíos e en el tiempo, $\frac{\partial e}{\partial t}$,

reemplazando en la ecuación (51) queda:

$$V \frac{\partial v_z}{\partial z} = -V_s \frac{\partial e}{\partial t} \quad (16)$$

$$\frac{\partial v_z}{\partial z} = -\frac{1+e}{1+e} \frac{\partial e}{\partial t} \quad (17)$$

A partir de la ecuación de Darcy ($v = Ki, i = h/z$) se obtiene para el flujo vertical del agua intersticial a través del elemento.

$$V_z = -k_z \frac{\partial h}{\partial z} \quad (18)$$

Donde, ∂ derivada, V_z es la velocidad vertical del flujo que entra en el elemento, h es la altura piezométrica, h_h es la carga hidráulica, z plano de referencia.

Siendo

$$h = z + h_h + h_e \quad (19)$$

Donde, h es la altura piezométrica, h_h es la carga hidráulica, z plano de referencia, h_e es el exceso de presión neutra debido a la carga q .

Reemplazando (54) en (53), se obtiene.

$$\frac{\partial}{\partial z} \left(k_z \frac{\partial h}{\partial z} \right) = \frac{1}{1+e} \frac{\partial e}{\partial t} \quad (20)$$

$$k_z \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = \frac{1}{1+e} \frac{\partial e}{\partial t} \quad (21)$$

Suponiendo que, ni el nivel freático ni la posición del elemento varían durante el proceso de consolidación ($z+h_h = \text{cte}$), y lo único que varía es la altura del agua correspondiente al exceso de presión neutra “ h_e ”, de la ecuación (19) se obtiene:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = \frac{\partial^2 h_e}{\partial z^2} \quad (22)$$

Y: el exceso de presión intersticial “ u_e ” en el elemento es:

$$u_e = p_w g h_e \quad (23)$$

Donde, “ u_e ” es la presión intersticial, h_e es el exceso de presión neutra debido a la carga q , g es la gravedad, p_w humedad del suelo.

Se obtiene, reemplazando en la ecuación (23)

$$\frac{\partial^2 h}{\partial z^2} = \frac{1}{p_w g} \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2} \quad (24)$$

$$\frac{\partial e}{\partial t} = \frac{k_z(1+e)}{p_w g} \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2} \quad (25)$$

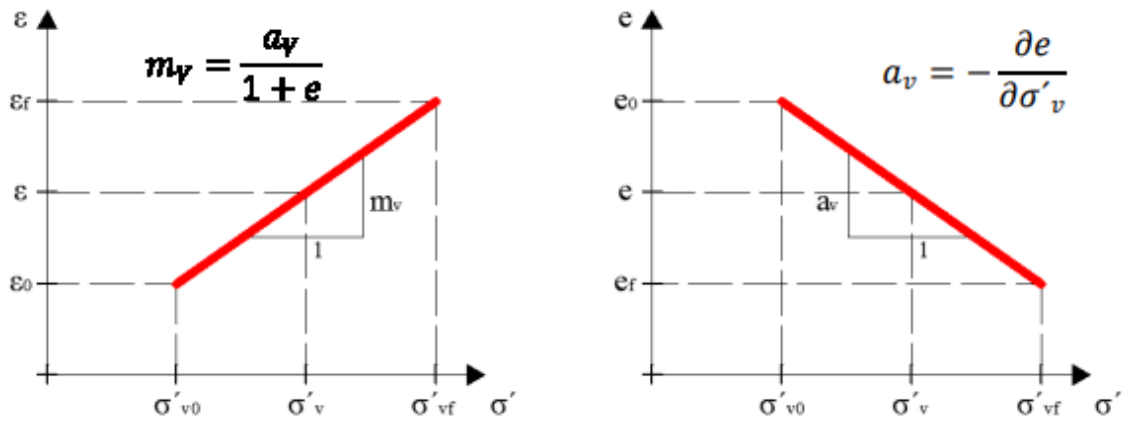
Donde, h es la altura piezométrica, ∂ derivada,

Se alcanza una ecuación con dos incógnitas u_e y e . Para una formulación completa del problema, también es necesaria una ecuación que relacione el exceso de presión de poros con el factor de evacuación. Se obtiene considerando el comportamiento del suelo cuando se deforma bajo tensión vertical; Terzaghi considera este comportamiento como una línea para un incremento de carga dado $\partial \sigma'_v$. Puesto que el cambio de deformaciones es proporcional al cambio de relación de vacíos, esto también implica la existencia de una relación lineal $e-\sigma'_v$. La pendiente de la recta $e-\sigma'_v$ se designa con ∂_v y se denomina coeficiente de compresibilidad y se define como: (Poliotti y Sierra, 2007)

$$a_v = \frac{\partial e}{\partial \sigma'_v} \quad (26)$$

Donde σ'_v . Es la presión vertical efectiva en el elemento.

Figura 6 Relaciones ϵ vs. σ y e vs σ



Nota: (Poliotti y Sierra, 2007, p. 21).

La presión total resulta:

$$\sigma_v = \sigma'_v + u \quad (27)$$

La presión neutra puede subdividirse en una presión hidrostática y un exceso de presión neutra, producida por un incremento en la carga aplicada al suelo como:

$$u = u_h + u_e \quad (28)$$

Así, la presión total resulta, reemplazando en (27)

$$\sigma_v = \sigma'_v + u_h + u_e \quad (29)$$

Derivando la ecuación (29) con respecto del tiempo, como la presión total se mantiene constante en el tiempo, obtenemos:

$$\frac{\partial \sigma'_v}{\partial t} + \frac{\partial u_e}{\partial t} = 0 \quad (30)$$

Llegando así a

$$\frac{\partial \sigma'_v}{\partial t} = -\frac{\partial u_e}{\partial t} \quad (31)$$

Esta expresión demuestra lo ya visto en la analogía de Terzaghi, a medida que disminuye la presión neutra en exceso se da un incremento en la presión efectiva, o se transfiere la presión desde el agua intersticial hacia las partículas de suelo.

Además,

$$\frac{\partial e}{\partial t} = \frac{\partial e}{\partial \sigma'_v} \frac{\partial \sigma'_v}{\partial t} \quad (32)$$

Reemplazando las ecuaciones (26) y (29) en la ecuación (32), se obtiene

$$\frac{\partial e}{\partial t} = a_v \frac{\partial u_e}{\partial t} \quad (33)$$

Si se sustituye en la ecuación (25)

$$\frac{\partial u_e}{\partial t} = \frac{k_z(1+e)}{p_w g a_v} \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2} \quad (34)$$

O bien se puede expresar la ecuación de comportamiento de la consolidación unidimensional (para un z y un t determinado), como:

$$\frac{\partial u_e}{\partial t} = C_v \frac{\partial^2 u_e}{\partial z^2} \quad (35)$$

Donde:

$$C_v = \frac{k_z(1+e)}{p_w g a_v} \quad \text{Es el coeficiente de consolidación vertical}$$

$m_v = \frac{a_v}{1+e}$ es el coeficiente de compresibilidad volumétrica y pendiente de la recta $e \in -\sigma'$.

2.2.3.3. Índice de compresión (Cc)

Skempton (1944) dio la analogía de expresiones empíricas para arcillas inalteradas: (Muñoz et al., 2020)

$$C_c = 0.009[LL - 10] \quad (36)$$

Para arcillas remoldeadas: (Muñoz et al., 2020)

$$C_c = 0.007[LL - 10] \quad (37)$$

2.2.3.4. Índice de hinchamiento (Cs)

El índice de hinchamiento fue indicado por Nagaraj y Murty (1985) como: (Muñoz et al., 2020)

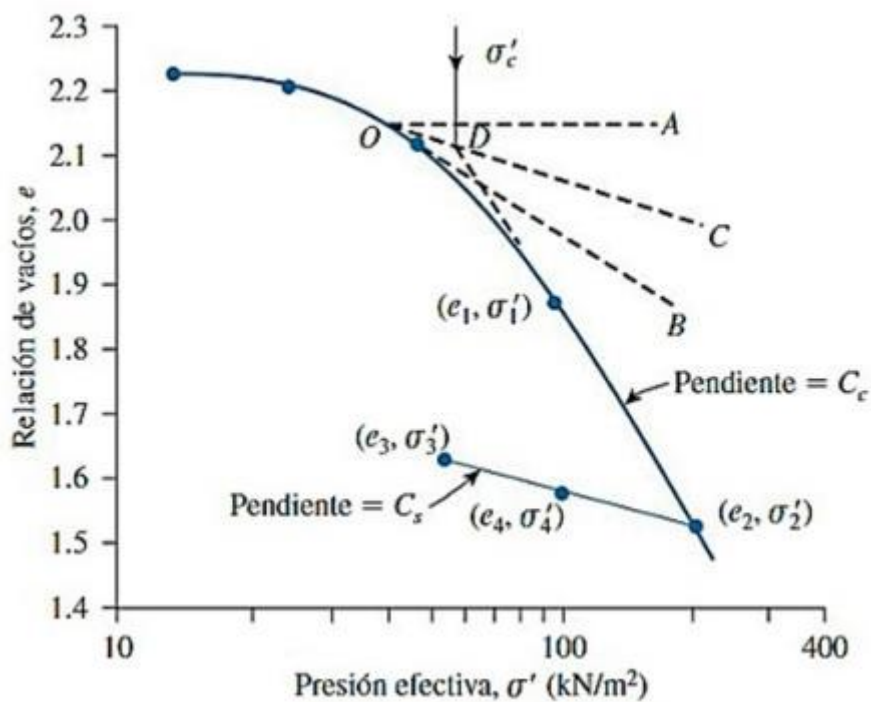
$$C_s = 0.0463 \left[\frac{LL(\%)}{100} \right] G_o \quad (38)$$

2.2.3.5. Gráfica de consolidación

Se hace un bosquejo el cual da una diferenciación de la consolidación del esfuerzo vertical efectivo y su relación de vacíos σ' , con las muestras de laboratorio, en papel logarítmico, “e” se traza en la escala aritmética y σ' en la logarítmica, como en la fig. 7 que se exhibe: La presión de preconsolidación (σ'_c) de una arcilla viene a ser como el suelo fue sometida con una sobrecarga efectiva máxima el cual fue sometida en el pasado. Una arcilla Preconsolidada: es cuando un suelo es sometido en el pasado por un esfuerzo de sobrecarga efectiva menor. Este esfuerzo efectivo máximo se le denomina presión de preconsolidación (Radhika et al., 2020).

Figura 7

Curva de Consolidación de una Arcilla



Nota: (Braja, 2014).

2.2.3.6. Coeficiente de consolidación

Se puede determinar a partir de dos métodos de Casagrande y de Taylor:

(Poliotti y Sierra, 2007)

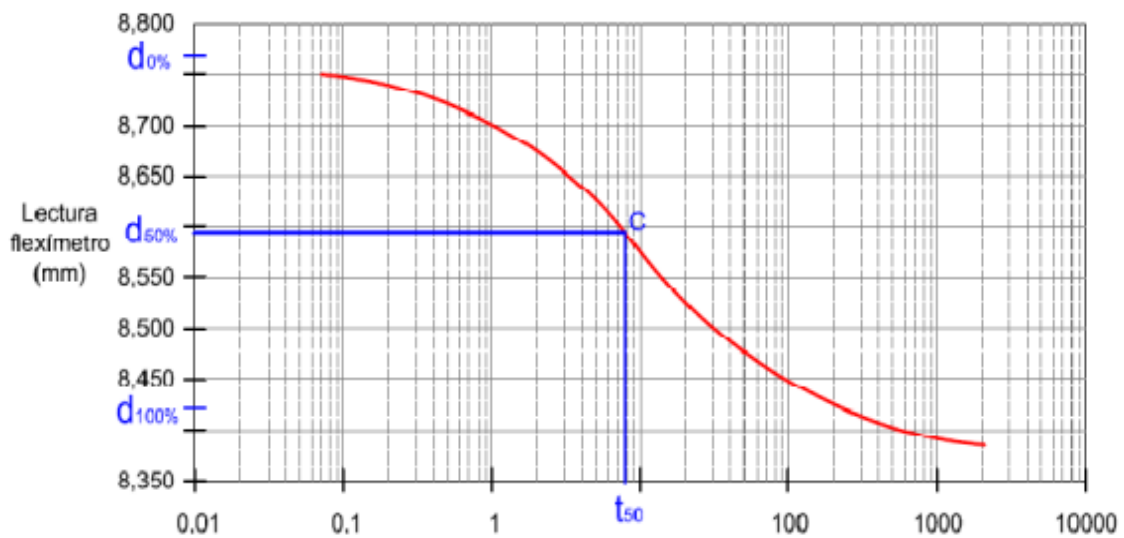
$$C_v = \frac{T_{50} H_{lab}^2}{t_{50}} \quad \text{Método de Casagrande} \quad (39)$$

$$C_v = \frac{T_v H_{lab}^2}{t_{90}} \quad \text{Método de Taylor} \quad (40)$$

Siendo: C_v : Coeficiente de consolidación, t_{ensayo} : Tiempo para el cual ocurre el porcentaje de consolidación determinado en el ensayo, T_v : Factor de tiempo para el $v\%$ de consolidación obtenido de la curva teórica, correspondiente a las condiciones de drenaje del problema, H_{lab} : Máxima distancia que recorre el agua en el ensayo.

Figura 8

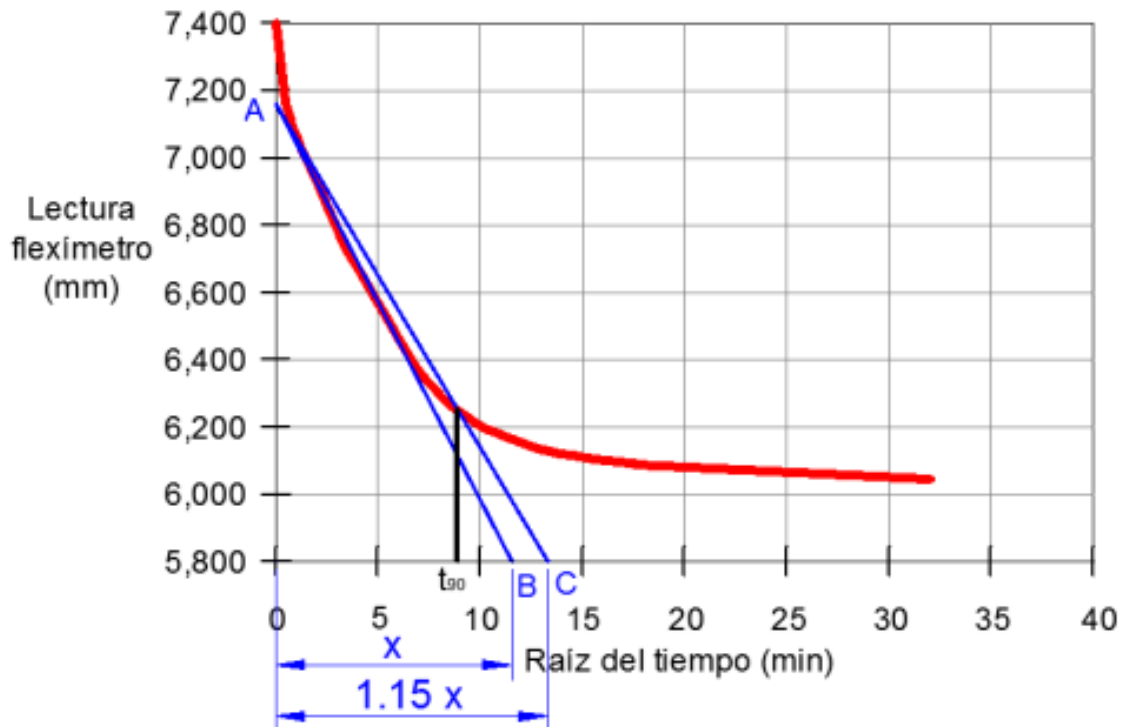
Curva Teórica de Consolidación, Método de Casagrande



Nota: (Poliotti y Sierra, 2007, p. 21).

Figura 9

Curva de Deformación, Método de Taylor



Nota: (Poliotti y Sierra, 2007, p. 21).

2.2.3.7. Tiempo de consolidación

Para valorar el tiempo que, tarda en consolidar un estrato a un grado de consolidación definido, se considera que, $C_v \text{ in situ} = C_v \text{ laboratorio}$, por tanto, una vez calculado dicho coeficiente a partir de las curvas de Taylor o Casagrande, se determina el tiempo: (Muñoz et al., 2020)

$$t = \frac{T_v H^2}{C_v} \quad (41)$$

Siendo: C_v : Coeficiente de consolidación, t : Tiempo para el cual ocurre el porcentaje de consolidación en el estrato en estudio, T_v : Factor de tiempo para el $v\%$ de consolidación obtenido de la curva teórica, correspondiente a las condiciones de drenaje del problema, H : Máxima distancia que recorre el agua en el estrato, el cual dependerá de las condiciones de drenaje in situ.

2.2.3.8. Cálculo de asentamientos

El asentamiento de suelos bajo carga es causado por un fenómeno llamado consolidación, cuyo mecanismo se sabe que en muchos casos es idéntico al proceso de exprimir agua de un medio poroso elástico (Biot, 1941).

$$\frac{\Delta H}{H} = \frac{\Delta e}{1+e_o} \quad (42)$$

$$S = \Delta H = \frac{\Delta e}{1+e_o} H \quad (43)$$

$$\Delta e = Cc [\log(\sigma' + \Delta\sigma') - \log \sigma'_o] \quad (44)$$

$$s = \frac{Cc \times H}{1+e_o} \log \left(\frac{\sigma' + \Delta\sigma'}{\sigma'} \right) \quad (45)$$

$$s = \frac{Cr \times H}{1+e_o} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o} \right) \quad (46)$$

$$s = \frac{Cr \times H}{1+e_o} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_1}{\sigma'_o} \right) + \frac{Cc \times H}{1+e_o} \log \left(\frac{\sigma'_c + \Delta\sigma'_2}{\sigma'_c} \right) \quad (47)$$

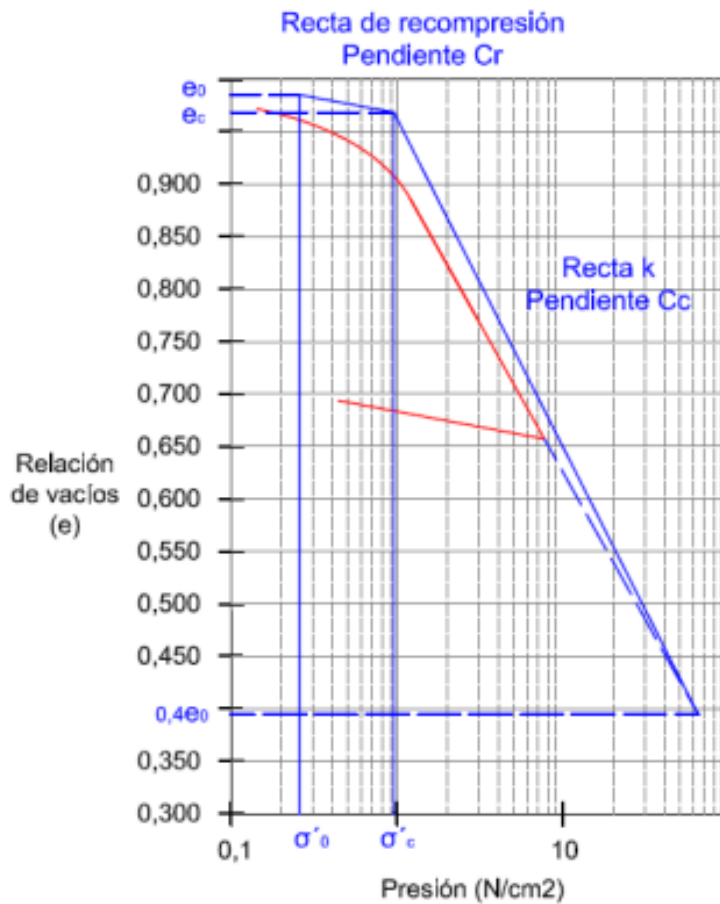
$$\Delta\sigma'_1 = \sigma'_o - \sigma'_c \quad (48)$$

$$\Delta\sigma'_2 = \Delta\sigma' - \Delta\sigma'_1 \quad (49)$$

Siendo: S asentamiento total del estrato a tiempo infinito, H altura o espesor total del estrato que, consolida, e_o relación de vacíos inicial, e_c relación de vacíos correspondiente al punto de preconsolidación, Cr índice de recompresión, Cc índice de compresibilidad, σ'_o presión efectiva de tapada actual, σ'_c carga de preconsolidación, $\Delta\sigma'$ sobrecarga que, ocasiona el proceso de consolidación.

Figura 10

Rectas Virgen y de Recompresión – Suelo Preconsolidado



Nota: (Poliotti y Sierra, 2007).

2.2.4. Teoría de cimentaciones

La teoría de cimentaciones es una rama de la ingeniería estructural que se encarga del estudio y diseño de las bases o cimentaciones de las estructuras. Estas bases se encargan de transmitir las cargas de una estructura al suelo de manera segura y eficiente (Sanchez, 2019).

La teoría de cimentaciones se basa en conceptos de la mecánica de suelos y la mecánica de rocas, que son disciplinas que estudian el comportamiento de los suelos y rocas bajo cargas. El objetivo principal de la teoría de cimentaciones es

asegurar la estabilidad de la estructura y prevenir problemas como hundimientos o fallas en la cimentación (Nima, 2021).

El objetivo principal de la teoría de cimentaciones es garantizar una correcta transferencia de las cargas que actúan sobre la estructura hacia el suelo o roca subyacente. Para lograr esto, se hace necesario analizar y comprender el comportamiento de los suelos y rocas, así como considerar diversos factores como el tipo de suelo, la geometría de la estructura, las cargas que soportará y las condiciones ambientales.

La teoría de cimentaciones se apoya en dos disciplinas principales: la mecánica de suelos y la mecánica de rocas. La mecánica de suelos estudia el comportamiento de las partículas del suelo y las interacciones entre ellas, mientras que la mecánica de rocas se enfoca en el análisis de la resistencia y deformación de las formaciones rocosas.

Al diseñar una cimentación, se deben tener en cuenta varios factores, como el tipo de suelo o roca, las cargas que va a soportar la estructura, las características del terreno, entre otros. Para esto, se llevan a cabo estudios geotécnicos y se realizan pruebas en el sitio para obtener información necesaria (García, 2022).

Para llevar a cabo un diseño de cimentación adecuado, se realiza un estudio geotécnico del sitio de construcción. Este estudio implica la recolección de muestras de suelo y su posterior análisis en laboratorio, así como la realización de pruebas in situ para determinar las propiedades del suelo, como la capacidad portante, la compresibilidad y la permeabilidad.

Existen diferentes tipos de cimentaciones que se utilizan dependiendo de las condiciones del terreno y las características de la estructura. Algunos ejemplos son las cimentaciones superficiales, como losa de cimentación y zapatas; las

cimentaciones profundas, como pilotes y micropilotes; y las cimentaciones especiales, como los anclajes y muros de contención (Nima, 2021).

La teoría de cimentaciones también considera la seguridad y durabilidad de las cimentaciones, ya que deben resistir las cargas a lo largo de la vida útil de la estructura. Además, se busca diseñar cimentaciones económicamente eficientes y ambientalmente sostenibles.

Es importante tener en cuenta que la seguridad y la durabilidad son aspectos esenciales en el diseño de las cimentaciones. Esto implica considerar no solo las cargas de servicio, sino también las cargas excepcionales, como los sismos o los movimientos del suelo. También implica prever la posible acción de agentes agresivos como humedad, agentes químicos y corrosión, buscando siempre extender la vida útil de la estructura y minimizar los daños y costos asociados a futuras reparaciones.

2.2.5. Efecto del uso de vidrio pulverizado en el suelo

Usar tierra reforzada es de mucha importancia en el diseño y construcción de cimentaciones y mejoramiento del suelo, los mismos que, son mejorados a través de tecnologías que ayuda a dar solución a los problemas de estabilidad. Los beneficios del refuerzo del suelo se derivan de dos parámetros que son: Resistir al corte, desarrollado por la fricción en los contactos del refuerzo, comparable a las estructuras de concreto; y mayor resistencia a la tensión del suelo, para darle mejor fortaleza y a su vez mayor confiabilidad para dicho empleo (Quijije, 2019). De allí, el interés por buscar componentes que, tengan un efecto positivo en el mejoramiento de la capacidad resistente del suelo. En la revisión bibliográfica realizada por Perea (2021) se destaca al polvo de vidrio como un aditivo con potencial en la estabilización de suelos de cimentaciones, siendo así el autor ha

llegado a algunas conclusiones generales, sobre el efecto del uso de vidrio pulverizado en el suelo: El uso de vidrio pulverizado reduce la plasticidad del suelo, y aumenta los esfuerzos con valores entre 13.5 y 15.5 kN/m³.

Según Kazmi et al. (2020) con 15% de polvo de vidrio se consigue la estabilidad, y rigidez adecuada, para disminuir el asentamiento (Perea, 2021).

Según Çanakçı, et al. (2016) el polvo de vidrio tiene las características y capacidades correctas para optimar el suelo arcilloso, disminuyendo el potencial al hinchamiento en 5.5% al añadir 12% de polvo de vidrio (Perea, 2021).

Así mismo, al añadir polvo de vidrio el suelo disminuye su ángulo de fricción a la vez que, incrementa su resistencia. El suelo natural con ϕ 35.16° al agregar vidrio pulverizado se reduce a 30.44° que, sería un 13.42% de reducción, lo que a la vez incrementa la resistencia en el mismo porcentaje (Perea, 2021).

2.3. Marco conceptual

2.3.1. Vidrio pulverizado

2.3.1.1. Vidrio

Material de origen inorgánico, transparente, sin forma, rígido y rompible (Vásquez, 2013); generado por la ignición y fundición del árido, calentando la mezcla de óxidos duros ásperos granulados (40%) y arena silíceas (60%), a más de 1000 °C (Fernández, 2003); según Córdova (2018) del procedimiento se alcanza un líquido viscoso transparente, que alcanza rigidez, lo que permite darle forma. El vidrio tiene propiedades importantes que se destacan especialmente en las materias primas que se utiliza (Tabla 1). Las particularidades más evidentes son la firmeza mecánica, propiedades eléctricas, incombustibilidad, firmeza química estabilidad dimensional y rigidez dieléctrica (Antequera et al., 2021).

Tabla 2*Rasgos de Vidrios Comunes*

Componentes (%)	Tipo de vidrio						
	Sílice fundida	Sílice 96	Borosilicato	Recipientes	Fibra vidrio	Vidrio óptico	Vitro cerámica
SiO ₂	99.50	96	81	74	55	54	70
NaO ₂			3.5	16		1	
CaO				5	16		
Al ₂ O ₃			2.5	1	15		18
B ₂ O ₃		4	13		10		
Otros				4MgO	4MgO	37PbO 8K ₂ O	4.5TiO ₂ 2.5Li ₂ O

Nota: (Vásquez, 2013).

Tabla 3*Características del Vidrio Sódico o Común*

T° de fusión °C	Índice de refracción	Energía para moldeo MJ/kg	Punto de ablandamiento °C	Calor específico J/gx°C	Conductividad térmica W/mx°C	Densidad g/cm ³	% de transmitancia a 1 um
1000	1.46	8.2-9.2	700	0.87	1.06	2.5	70-80

Nota: (Karazi et al., 2017).

2.3.1.2. Botellas de vidrio

Las botellas de vidrio son recipientes fabricados a partir de vidrio, un material duradero y resistente. Son utilizadas principalmente para almacenar y envasar líquidos como agua, refrescos, vinos, cervezas, licores y otras bebidas alcohólicas. Se considera el único material envasado totalmente seguro para la conservación de alimentos y productos ecológicos, y el vidrio sodocálcico se utiliza más comúnmente en botellas transparentes, verdes, ámbar y de otros colores (Villavicencio, 2020).

2.3.1.3. Reciclaje del vidrio

El reciclaje del vidrio se refiere al proceso de recolección, separación y transformación de los residuos de vidrio en nuevos productos. Es una forma clave de gestión de residuos sólidos, ya que el vidrio es un material inorgánico que

puede ser reciclado de forma indefinida sin perder sus propiedades físicas y químicas (Cedillo, 2021).

El vidrio es un material que se obtiene a partir de la fusión a altas temperaturas de materias primas como arena de sílice, carbonato de sodio y caliza. Estas materias primas abundan en la naturaleza y su extracción no genera un impacto significativo en el medio ambiente. Sin embargo, cuando el vidrio se desecha en la basura común en lugar de ser reciclado, se convierte en un residuo que puede tardar miles de años en descomponerse en el medio ambiente. Todos los tipos de vidrio, independientemente de su color o estado, pueden reciclarse indefinidamente y no producen subproductos inservibles o tóxicos (Mesa, 2020). Otra ventaja del vidrio es que es fácil de identificar, separar y clasificar, lo que facilita el proceso de reciclaje (Cedillo, 2021).

El proceso de reciclaje del vidrio comienza con la recolección selectiva de los envases de vidrio. En muchos lugares se utilizan contenedores específicos para el vidrio, lo que facilita su posterior clasificación. Una vez recolectados, los envases de vidrio se llevan a una planta de reciclaje donde se someten a un proceso de separación por colores. Esto se debe a que el vidrio puede tener diferentes tonalidades, como verde, ámbar o transparente, y cada color tiene diferentes usos finales. Después de la separación, se trituran y se lavan para eliminar cualquier contaminante (Rodríguez y Yasnó, 2019).

El vidrio triturado se conoce como calcín y puede ser utilizado en diferentes procesos de fabricación. Por ejemplo, puede fundirse y moldearse para hacer nuevos envases de vidrio, o puede utilizarse en la producción de aislantes térmicos, abrasivos, productos cerámicos o en la construcción (Mesa, 2020).

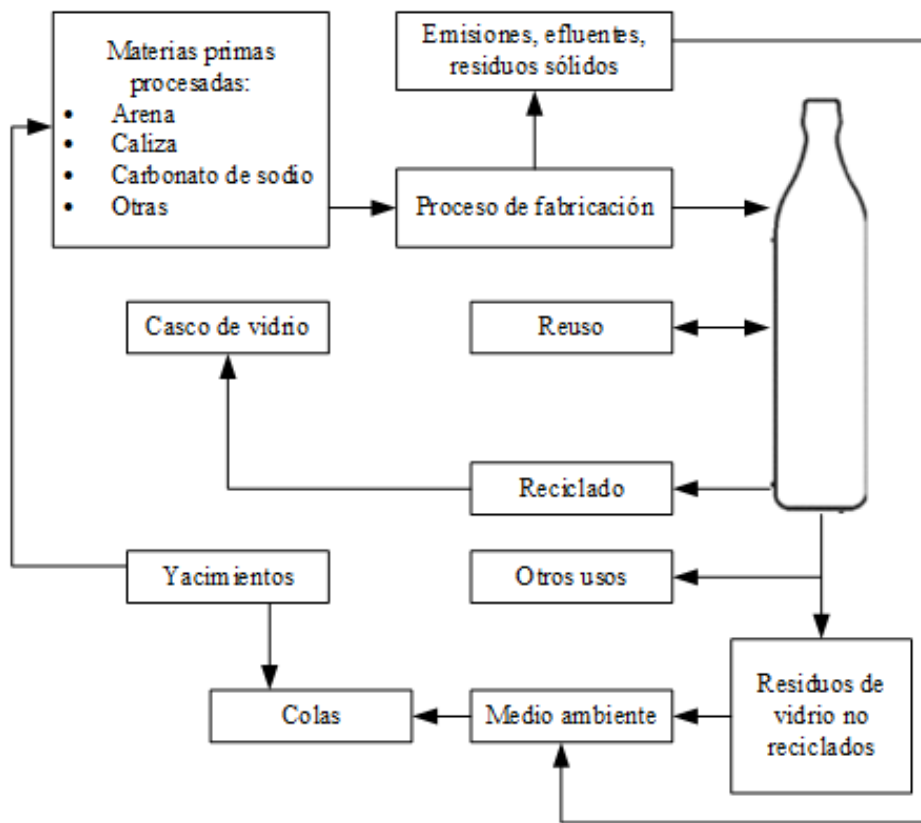
El reciclaje del vidrio tiene múltiples beneficios y sustentos. En primer lugar, contribuye a la reducción de la cantidad de residuos en vertederos y su consiguiente impacto ambiental. Al reciclar el vidrio, se ahorra energía, ya que el proceso de fabricación a partir de materias primas vírgenes requiere altas temperaturas y consume grandes cantidades de energía (Mesa, 2020).

Además, el reciclaje del vidrio también tiene beneficios económicos. Al reutilizar los envases de vidrio, se evita la necesidad de producir nuevos, lo que reduce los costos para las empresas. Asimismo, el calcín de vidrio es un material valioso que puede generar ingresos a través de su venta (Rodríguez y Yasnó, 2019).

Por tanto, el reciclaje del vidrio es un proceso fundamental para la gestión sostenible de los residuos sólidos. Contribuye a la conservación de los recursos naturales, la reducción de la contaminación y la generación de empleo. Es una práctica que todos podemos llevar a cabo para cuidar el medio ambiente y promover una economía circular y cuyo proceso se puede resumir a través de un ciclo de producción y reciclaje de botellas de vidrio, tal como, se muestra en la Figura 11, donde el proceso inicia con la producción de la botella de vidrio a través del uso de materias primas procesadas (arena, caliza, carbonato de sodio, otras), pero dicho proceso de fabricación genera la emisión de CO₂, efluentes y residuos sólidos por lo que se recomienda su reciclado, a través de la recolección de las botellas para la producción de nuevas unidades, o del uso de este material para otros fines, pero con la única finalidad general de que, no se conviertan en residuos que contaminen el medio ambiente, sino que, vuelvan a formar parte del ciclo de producción, como una medida de sostenibilidad ambiental.

Figura 11

Ciclo De Producción y Reciclaje de Botellas de Vidrio



Nota: (Rodríguez y Yasnó, 2019).

2.3.1.4. Proceso de reciclaje

El reciclaje de envases de vidrio es descrito fundamentalmente por Ochoa (2018), no obstante, Rosero y Chuquizan (2019) incorporan los lineamientos para la trituración y/o pulverización de los residuos de vidrio:

Recolección. Los residuos de vidrio son recogidos y acumulados, para luego ser transportados en contenedores especiales. Este vidrio puede proceder de refrescos, licores, cerveza, vino y botellas de vidrio de diversos colores y formas.

Preparación y limpieza. Se retiran las etiquetas y otros tipos de suciedad. Las botellas recogidas deben lavarse con agua caliente y detergente para eliminar cualquier residuo del interior y, a continuación, secarse.

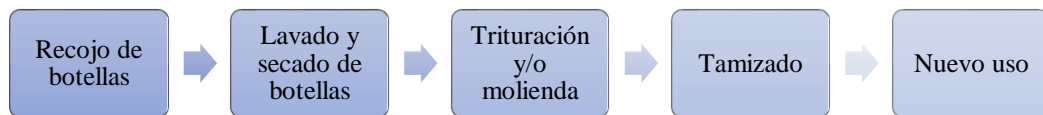
Trituración. Las botellas de vidrio pueden ser trituradas para su reciclaje, pero para una mayor eficiencia y mejores resultados de clasificación, se debe utilizar una trituradora mecánica industrial.

Molienda del vidrio. Una vez triturado el vidrio, se puede usar el equipo de abrasión para molerlo a 300 rpm, para producir un vidrio más pequeño.

Tamizado del vidrio. En la parte superior se aplica el paso por un tamiz n.º 4 para asegurar que el material recuperado tiene la granulometría de arena o por el tamiz n.º 100, cuando se desea que, alcance una gradación fina.

Figura 12

Flujo para Reutilizar Vidrio de Botellas



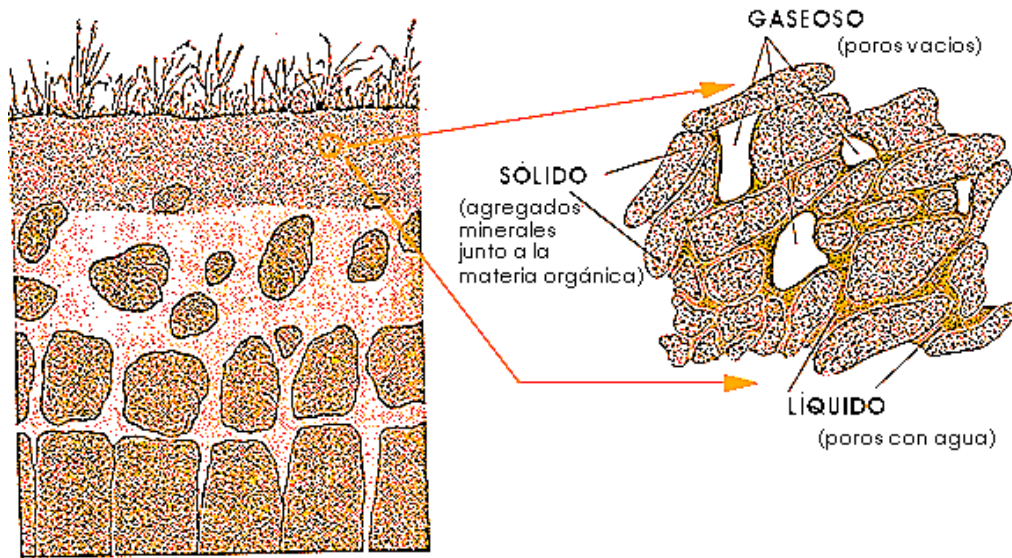
Nota: (Gutiérrez, 2015).

2.3.2. *Suelo*

El suelo es una fina capa de material formada por la descomposición de las rocas, cambios físicos y químicos y la deposición de residuos de la actividad biológica (Crespo, 2004). El suelo se usa como material de construcción, soportando los cimientos de las estructuras. Por ello, los ingenieros civiles necesitan estudiar el origen, la composición granulométrica, la compresibilidad, la resistencia al cizallamiento y otras propiedades de los suelos (Braja, 2014).

Figura 13

Composición del Suelo



Nota: (Edafología, 2023).

Los resultados del análisis granulométrico y la determinación del límite de Atterberg determinan dan la clasificación del suelo. El mismo sistema se designa mediante una notación de dos letras, la primera letra considera los componentes principales del suelo y la segunda describe la información sobre la distribución granulométrica o las propiedades plásticas (Borselli, 2019, p. 8).

Tabla 4

Sistemas de Clasificación de Suelos (SUCS)

Símbolo	Descripción	Condición	
G	Grava	Gradado	W bien
S	Arena		P mal
M	Limo	Plasticidad	
C	Arcilla		H alta
O	Limos o arcillas orgánicas		L baja
Pt	Turba y suelos altamente orgánicos		

Nota: (Borselli, 2019, p. 9).

2.3.3. *Propiedades del suelo*

2.3.3.1. **Propiedades físicas**

Contenido de humedad. Es la representación en porcentaje del peso del agua con relación al peso de las partículas de los sólidos (Catalán, 2022).

$$W\% = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad (50)$$

Donde, W_w peso del agua, W_s peso del suelo seco, pero también se puede calcular según el peso del suelo húmedo y seco:

$$W\% = \frac{\text{peso húmedo} - \text{peso seco}}{\text{peso seco}} \times 100 \quad (51)$$

Para obtener el peso seco del suelo se pone al horno la muestra por 24 h.

Granulometría. El análisis granulométrico se utiliza para determinar el porcentaje de gruesos, limo y arcilla. Este estudio se realiza tamizando el suelo grueso y sedimentando en agua del suelo de grano fino. Los resultados del análisis mecánico se muestran en un gráfico denominado curva granulométrica, que se logra trazando la medida de las partículas en el eje horizontal y el proceso (peso) de las partículas por debajo del tamaño correspondiente en el eje vertical. La forma de la curva granulométrica muestra de un vistazo la distribución granulométrica del suelo: los suelos formados por partículas del mismo tamaño están representados por líneas verticales, mientras que las curvas muy estrechas indican suelos con una amplia gama de tamaños de partículas (suelos bien clasificados) (Catalán, 2022).

Peso específico (γ). Es una reacción entre el peso y el volumen, valor que depende del volumen de agua, la porosidad y el peso específico del sólido (Catalán, 2022).

$$\gamma = \frac{W_m}{V_m} = \frac{W_s + W_w}{V_m} \quad (52)$$

Donde, W_m peso de la masa de suelo, V_m volumen de la masa, W_s peso seco, W_w peso del agua.

Límite líquido (LL). Es la humedad del material, indicado como porcentaje del peso seco del suelo, lo que hace que el suelo pase de líquido a plástico. Según esta definición, los suelos plásticos tienen una resistencia al corte muy baja, pero definida en el límite líquido, según Atterberg 25 g/cm^2 (Sosa, 2022).

$$LL = W_n \times \left(\frac{N}{25}\right)^{\tan\beta} \quad (53)$$

$$LL = KW^n \quad (54)$$

Donde, W_n humedad natural del suelo, N número de golpes, $\tan\beta$ pendiente de la línea de flujo, K es igual a 1 para 25 golpes.

Límite plástico (LP). Se define como la cantidad de agua (%) que descompone el suelo cuando se enrolla en un alambre de 3.2 mm de diámetro. El límite plástico es el límite inferior de la fase plástica del suelo (Sosa, 2022).

$$LL = \frac{W_{rollitos\ 1} + W_{rollitos\ 2}}{2} \quad (55)$$

Índice de plasticidad. La Diferencia entre el límite líquido, y el límite plástico del suelo, indica la plasticidad del suelo.

$$IP = LL - LP \quad (56)$$

2.3.3.2. Propiedades mecánicas

Cohesión. Se trata de fuerzas moleculares y de la atracción entre partículas debida a la película de agua. Como resultado, cuando varía el volumen de agua del suelo, también cambia su fuerza de cohesión. La fuerza de cohesión se mide en kg/cm^2 . Los suelos arcillosos tienen una alta cohesión, que oscila entre 0.25 a 1.5 kg/cm^2 , en cambio, los suelos arenosos casi no tienen cohesión (Catalán, 2022).

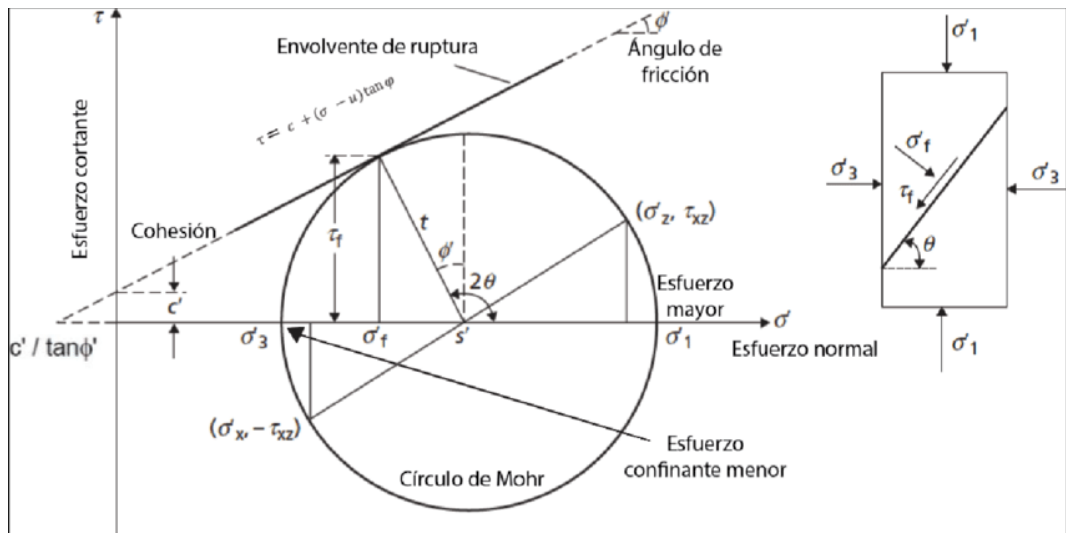
Ángulo de fricción. Es una particularidad de suelo granular y se refiere al ángulo de inclinación o pendiente máxima posible de estos agregados de material granular y tiene una explicación física sencilla. Para cualquier material granular, el ángulo de inclinación viene determinado por la fricción, la cohesión y la forma de las partículas, pero si el material no tiene cohesión y las partículas son muy pequeñas el ángulo de fricción interna será pequeño (Álvarez, 2020).

$$\tau = \sigma \tan \phi + C \quad (57)$$

Donde, τ esfuerzo cortante, σ tensión normal, C cohesión, ϕ ángulo de fricción.

Figura 14

Representación del Criterio de Rotura



Nota: (Oyola-Guzmán y Vaca-Oyola, 2018).

2.3.4. Capacidad portante

Es el desempeño del suelo para soportar las cargas que se le aplican. Técnicamente hablando, la capacidad portante es la presión de contacto media máxima entre los cimientos y el suelo a la que no fallará debido al cizallamiento del suelo. Por lo tanto, la capacidad portante admisible debe basarse en: (Hernández et al, 2021)

- Si la función del suelo de cimentación es resistir un determinado esfuerzo independiente de cualquier deformación, entonces la capacidad portante se denominará carga de diseño.
- Para determinar el equilibrio entre las tensiones aplicadas al suelo y la deformación a la que está sometido, la capacidad portante debe calcularse en función de los criterios de asentamiento admisibles.

La capacidad portante se determina a partir de la teoría de Terzaghi, siendo:
(Arcentales, 2015)

$$q_d = c \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.5 \times \gamma \times B \times N_\gamma; Z = D_f \quad (58)$$

$$q_d = 1.3 c \times N_c + \gamma \times Z \times N_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N_\gamma; Z = D_f \quad (59)$$

La ecuación (58) es la fórmula general para cimientos corridos, y la (59) para zapatas cuadradas con corte general. Donde:

$q_d =$ Capacidad de carga (kg/m^2)

$c =$ cohesión del suelo (kg/m^2)

$\emptyset =$ ángulo de fricción

$\gamma =$ Peso volumétrico del suelo (kg/m^3)

$Z =$ Profundidad de desplande de cimentación (m)

$B =$ ancho menor de la zapata

$N_c, N_q, N_\gamma, N'_c, N'_q, N'_\gamma =$ Factores de carga

$$N_q = e^{\pi \tan \emptyset} \tan^2 \left(\frac{45 + \emptyset}{2} \right) \quad (60)$$

$$N_c = c \times \cot \emptyset (N_q - 1) \quad (61)$$

$$N_\gamma = 1.8 \times (N_q - 1) \times \tan \emptyset \quad (62)$$

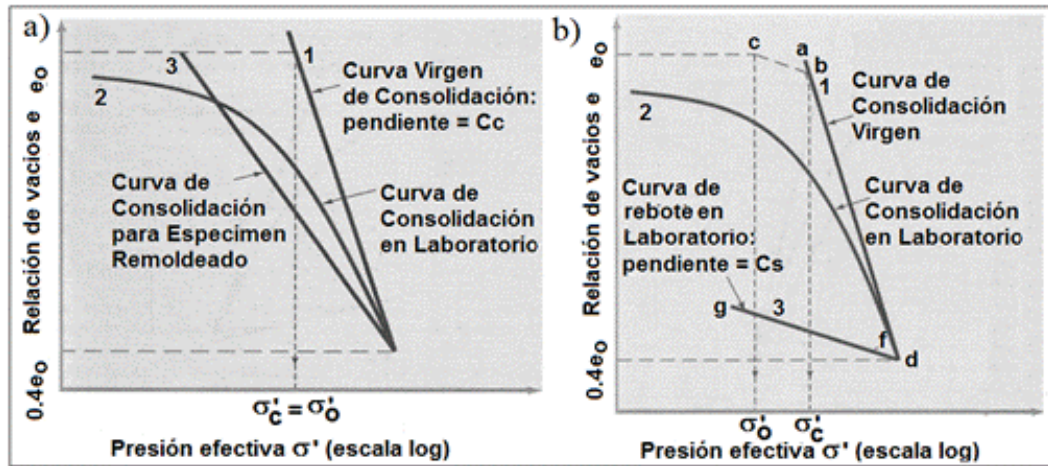
2.3.5. Consolidación

Proceso de deformación de una masa de suelo saturado de grano fino durante un período de tiempo, causado por la tensión total, la tensión de compresión y la presión del agua de poros en la masa y el aumento parcial del flujo de agua, donde la cantidad de consolidación depende de la compresibilidad del material y la velocidad de consolidación depende de la permeabilidad y las condiciones de drenaje del suelo (Vargas et al., 2015). En los suelos cohesivos saturados, el agua de los poros escapa a medida que aumenta la carga. Este proceso se conoce como consolidación. A continuación, el volumen disminuye gradualmente hasta que se alcanza la presión de equilibrio interno. Al disminuir la carga, se expande y el suelo puede permanecer saturado (Alvarado et al., 2015).

El proceso de consolidación conduce a una reducción del volumen bajo carga. La reducción del volumen se debe al desplazamiento del agua contenida en los poros del suelo, lo que se supone que conduce a una reducción de la altura, lo que implica el hundimiento de los estratos. Los ensayos de consolidación proporcionan información suficiente para calcular el alcance de este hundimiento mediante curvas de compresibilidad trazadas a diferentes escalas. (e vs $\log \sigma$, e vs σ , ϵ vs $\log \sigma$) aunque generalmente se formula como relación de vacíos en escala natural versus carga (presión efectiva) en escala logarítmica (Poliotti y Sierra, 2007, p. 21).

Figura 15

Consolidación Primaria en Arcillas



Nota: a) Arcilla normalmente consolidada de baja a mediana sensibilidad. B) Arcilla preconsolidada de baja a mediana sensibilidad. Analizando las curvas de compresibilidad en los resultados de los ensayos, pueden identificarse tres secciones diferentes. La sección A es la primera sección de flexión, en la que aumenta la curvatura; la sección B es la segunda sección recta (cuando se utiliza un diagrama de escala semilogarítmica); y la sección C es la última sección, en la que se reduce la carga y la probeta recupera cierta deformación (Braja, 2014).

El cálculo del asentamiento se altera si la carga de tapada (σ'_0), carga bajo la cual se encuentra el suelo previo a la aplicación de la sobrecarga ($\Delta\sigma'$), es menor o igual a la mayor presión a la cual ha sido sometido el suelo a lo largo de su historia geológica. Siendo así, se hace necesario conocer los conceptos: (Poliotti y Sierra, 2007, p. 21).

Carga de pre consolidación: máxima carga o presión efectiva a la cual ha sido sometido un suelo durante su historia geológica.

Suelo normalmente consolidado: es aquel cuya carga o presión efectiva actual es igual a la carga de pre consolidación

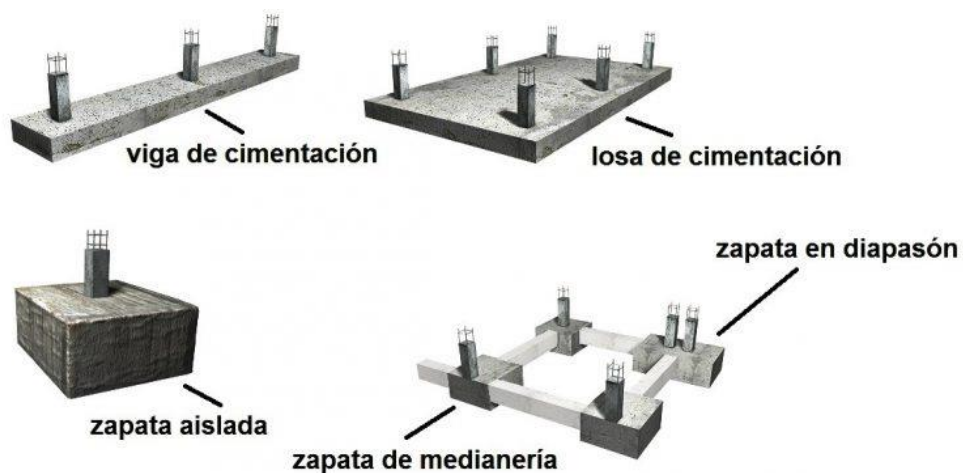
Suelo pre consolidado: es aquel cuya carga o presión efectiva actual es menor que la carga de pre consolidación.

2.3.6. Cimentaciones superficiales

Las cimentaciones poco profundas se definen por una profundidad de asentamiento D_f inferior o igual a la anchura de la cimentación. Estas cimentaciones tienen una profundidad de asentamiento inferior a cuatro veces la anchura de la cimentación. Estos tipos de cimentación circunscriben las cimentaciones extendidas, expansivas y las cimentaciones de losa. Los cimientos extendidos son elementos estructurales, normalmente cuadrados o rectangulares, a veces circulares, diseñados para transferir la carga de la columna a una amplia zona del suelo para aliviar la presión (Sanchez, 2019).

Figura 16

Tipos de Cimentaciones Superficiales



Nota: (Yepes, 2020).

2.3.6.1. Tipos de cimentaciones superficiales

Son llamadas también, directas, estas se pueden clasificar en zapatas aisladas, combinadas, conectadas, corridas y platea de cimentación, las cuales se explican a continuación: (Nima, 2021)

- **Zapatas aisladas.** El tipo más simple de zapata, una cimentación superficial utilizada para soportar una estructura como una columna. En suelos fuertes,

se refiere a zapatas aisladas, ya que se utilizan para soportar una sola columna o sistema portante.

- **Zapatas combinadas.** Este tipo de cimentación soporta más de una columna o muro, es decir, su característica principal es soportar más de un elemento en una sola cimentación, es decir, combinar dos o más columnas, postes o muros uno al lado del otro, o dos o más columnas, postes o muros no uno al lado del otro, lo cual es necesario en ambos casos. Cuando las columnas están tan cerca del límite de la obra que no es posible construir cimientos separados sin cruzar el límite, y cuando los cimientos están cerca de dos columnas adyacentes superpuestas.
- **Zapatas Conectadas.** Este tipo de zapata se utiliza cuando existe un muro perimetral y zapatas de esquina. La zapata enclavada consta de una zapata excéntrica y una zapata interior, unidas por una viga rígida de enlace que permite controlar el giro de la zapata excéntrica correspondiente al poste del muro perimetral.
- **Zapatas Corridas.** Cimentación de hormigón u hormigón armado con una distribución lineal de profundidades y anchuras adecuadas al tipo de suelo. Se utilizan para transmitir adecuadamente las cargas de las estructuras de soporte de muros. También se utilizan como cimientos de vallas, muros de contención por gravedad y vallas pesadas. Cuando el suelo es muy blando, no se recomiendan las cimentaciones continuas.
- **Platea de Cimentación.** Este tipo de cimentación se utiliza cuando la carga estructural es muy pesada y otros tipos de cimentación (aislada o maciza) no pueden soportar el peso adecuadamente y resultan ineficaces. También son eficaces para reducir los asentamientos variables causados por una

distribución desigual de las cimentaciones o de las cargas en suelos heterogéneos. Losas de hormigón armado en ambas direcciones y en la parte superior e inferior.

Tabla 5

Tipo de Cimentación y Elemento Estructural al que Sirve

Tipo de cimentación	Elemento estructural
Zapata aislada	Pilar aislado, interior, medianero o de esquina
Zapata combinada	Dos o más pilares contiguos
Zapata corrida	Alineaciones de tres o más pilares o muros
Pozo de cimentación	Pilar aislado
Emparrillado	Conjunto de pilares y muros distribuidos, en general, en retícula
Losa	Conjunto de pilares y muros

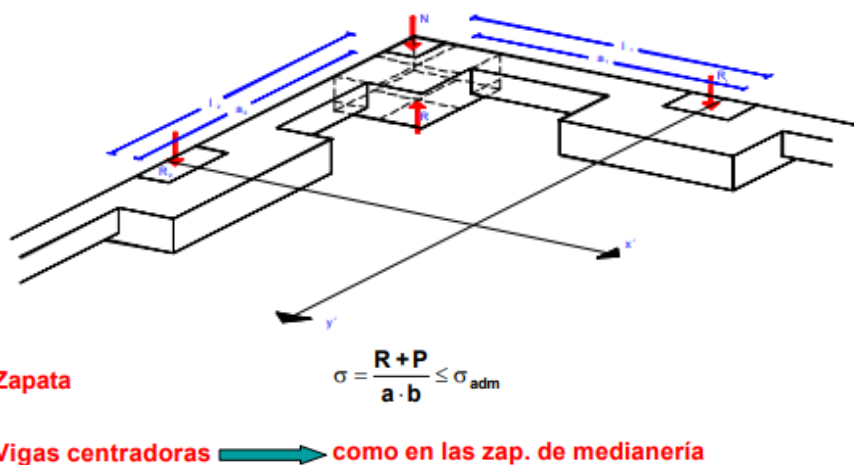
Nota: (Yepes, 2020).

2.3.6.2. Diseño de cimentaciones superficiales

Para el diseño de una cimentación superficial tipo zapata cuadrada existen diferentes pasos, de igual forma indica algunos criterios que se deben tomar como por ejemplo si se va a realizar un diseño sísmico se podrá incrementar la capacidad del suelo un 33% (García, 2022).

Figura 17

Zapatas de Esquina con Vigas Centradas (Método Simplificado)



Nota: (Pérez, 2014).

Según Pérez (2014) existen diversos métodos de cálculo, como los métodos clásicos y modelos complejos con el uso de programas digitales matriciales. Pero García (2022) especifica que, se debe tomar en cuenta:

Área de la cimentación:

$$\text{Área} = \frac{FM \cdot P}{q_{adm}} m^2 \quad (63)$$

Donde: FM= factor de mayoración por momento, variable. P= carga de servicio vertical. Qadm= capacidad de carga admisible del suelo

Dimensión de la zapata (B=L)

$$B = \sqrt{\text{area}} \quad m \quad (64)$$

Donde, B= base de la zapata

Excentricidad

$$\frac{B}{6} \quad (65)$$

$$e = \frac{M}{P} \text{ carga vertical} \quad (66)$$

$$e < \frac{B}{6} m \quad (67)$$

Donde, M= momento, P= carga de servicio vertical.

Revisión de esfuerzos: reacciones máximas, reacciones mínimas.

$$Q_c = \left[\frac{P}{B \cdot L} \right] \times \left(1 \pm \frac{6e}{B} \right) \text{ tn/m}^2 \quad (68)$$

Finalmente, para asegurar el correcto diseño de una cimentación, siempre se realiza la verificación por vuelco y deslizamiento, en todo tipo de zapatas, en especial si hay fuertes cargas horizontales (Pérez, 2014).

Seguridad al vuelco

$$Vf = \frac{\sum \text{Mom. estabilizadores}}{\text{Mom. Vuelco}} \geq 1.50 \quad (69)$$

$$Vf = \frac{(N+P) \times \frac{a}{2}}{M+V \times h} \geq 1.50 \quad (70)$$

Seguridad al deslizamiento

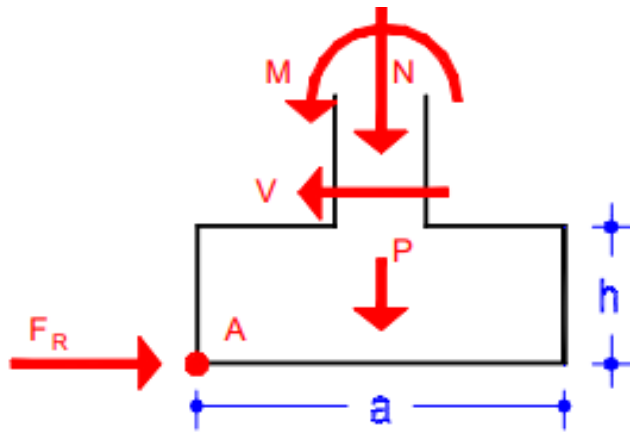
$$Vf = \frac{\text{Fuerza de rozamiento}}{\text{Fuerza horizontal}} \geq 1.50 \quad (71)$$

$$FR = (N + P) \times \tan\left(\frac{2}{3}\varphi\right) \quad \text{Arenas} \quad (72)$$

$$FR = a \times b \times \frac{c}{2} \quad \text{Arcillas} \quad (73)$$

Figura 18

Seguridad al Vuelco y Deslizamiento



Nota: (Pérez, 2014).

2.4. Hipótesis

H1: La capacidad portante del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha, aumenta al adicionar vidrio pulverizado, Chota.

Ho: La capacidad portante del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha, no aumenta al adicionar vidrio pulverizado, Chota.

2.5. Operacionalización de variables

2.5.1. *Variable independiente: Vidrio pulverizado*

El vidrio pulverizado, es un material transparente, constituido básicamente por sílice, en el caso del estudio será reciclado producto de la pulverización de botellas de vidrio, que será incorporado al suelo.

La única dimensión del estudio son las propiedades físicas del vidrio pulverizado, esto involucra las características del mismo, siendo, la dosis de vidrio, donde se tendrán porcentajes de 0, 5, 15, y 30%, la granulometría, se controlará que su gradación sea menor a 0.075 mm, es decir que pase la malla N° 60 y se retenga en la malla N° 100, y el peso unitario del vidrio pulverizado, ya que se adicionará en peso seco del suelo.

2.5.2. *Variable dependiente: Capacidad portante del suelo*

La capacidad portante, es la propiedad que determina la resistencia del suelo de cimentación, característica que, se busca incrementar. El incremento de la capacidad del suelo para resistir las cargas que se coloquen sobre este, por medio de métodos de estabilización. Siendo así, al usar un estabilizante, se genera variaciones en las propiedades físicas y mecánicas del suelo, siendo estas últimas, las que determinan la capacidad de carga del suelo de cimentación.

Propiedades físicas del suelo. Aquellas características propias del suelo que definen su clasificación, en relación a su plasticidad y gradación.

Asentamiento por consolidación. Es la característica por la cual el suelo se va asentando al ser sometido a cargas, lo que, en ocasiones, produce rajaduras y grietas en las paredes de las edificaciones, e incluso puede conducir a su colapso.

- Índice de compresión
- Tiempo de consolidación

- Asentamientos

Propiedades mecánicas. Aquellas características, que rigen la resistencia del suelo y por ende de estas depende la capacidad portante que alcance el suelo.

- Cohesión
- Ángulo de fricción

Características de la cimentación. Dimensiones propias de la cimentación que forman parte de la estimación de la capacidad portante, tales como:

- Profundidad de la cimentación
- Ancho de cimentación

Capacidad portante. Es la capacidad del suelo para resistir las cargas que se colocan sobre este, teniendo un factor de seguridad de 3.00 para cimentaciones superficiales, por tanto, se determina la capacidad de carga última y la admisible.

Tabla 6

Matriz de Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición operacional	Indicadores	Ítem	
VI Vidrio pulverizado	Material transparente, constituido básicamente por sílice, en el caso del estudio será reciclado producto de la pulverización de botellas de vidrio, que será incorporado al suelo	Propiedades físicas	Características del material	Dosis de vidrio	%	
			estabilizante que influirán en el mejoramiento del suelo	Granulometría	%	
				Peso unitario	Kg/m3	
VD Capacidad portante del suelo	El mejoramiento de la capacidad portante, es el incremento de la capacidad del suelo para resistir las cargas que se coloquen sobre este, por medio de métodos de estabilización. Siendo así, al usar un estabilizante, se genera un cambio en las propiedades físicas, y mecánicas del suelo, siendo estas últimas, las que determinan la capacidad de carga del suelo de cimentación.	Propiedades físicas del suelo	Características propias del suelo que lo clasifican	Humedad	%	
				Granulometría	%	
				LL	%	
					LP	%
					Peso específico	Kg/m3
		Propiedades mecánicas	Características resistentes del suelo	Cohesión	Kg/cm2	
				Ángulo de fricción	°	
		Asentamiento por consolidación	Propiedad del suelo para comprimirse con el tiempo debido a las cargas	Índice de compresión	%	
				Tiempo de consolidación	%	
		Características de la cimentación	Aspectos relacionados con la cimentación	Asentamientos	mm	
				Profundidad de cimentación	cm	
				Ancho de cimentación	cm	
		Capacidad portante	Principal característica de estudio define la capacidad de resistir carga		Capacidad de carga última	Kg/cm2
Factor de seguridad	Nº					
Capacidad de carga admisible	Kg/cm2					

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo, se ha seguido un proceso ordenado para dar solución al problema de estudio, donde los datos obtenidos representan valores numéricos, que permiten medir la incidencia del vidrio pulverizado en la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 del centro poblado Cabracancha.

El estudio tipo aplicado, se han utilizado las normas técnicas peruanas, para generar nuevos conocimientos o información, acerca de la viabilidad de usar el vidrio pulverizado como estabilizante del suelo, mejorando sus propiedades, además del asentamiento por consolidación, según dosis de incorporación (0%, 5%, 15% y 30%).

El nivel es explicativo se ha determinado la relación de causa-efecto entre el porcentaje de adición del vidrio, y la capacidad portante que el suelo ha alcanzado, es decir se ha explicado como el comportamiento mecánico del suelo cambia por acción de incorporar polvo de vidrio en el mismo.

Tabla 7

Tipo de Investigación

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque metodológico	Cuantitativa
Control de diseño de la prueba	No experimental
Objetivos	Explicativa
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Fuente de datos	Primaria
Contexto donde sucede	Laboratorio, campo

3.2. Diseño de investigación

El diseño es no experimental descriptivo causal simple, todos los datos se han obtenido de información recolectada en campo y laboratorio por medio de los ensayos y demás procedimientos, pero la muestra se ha definido tomando como criterio las normas técnicas y no un proceso estadístico siendo no probabilística, además se ha relacionado el porcentaje de vidrio pulverizado en el suelo, con la capacidad portante, que ha alcanzado el suelo, en las mismas condiciones de profundidad y ancho de zapata, para cimentaciones superficiales, estableciendo así la descripción de causa – efecto entre las variables.

$$M \leftarrow X Y \quad (74)$$

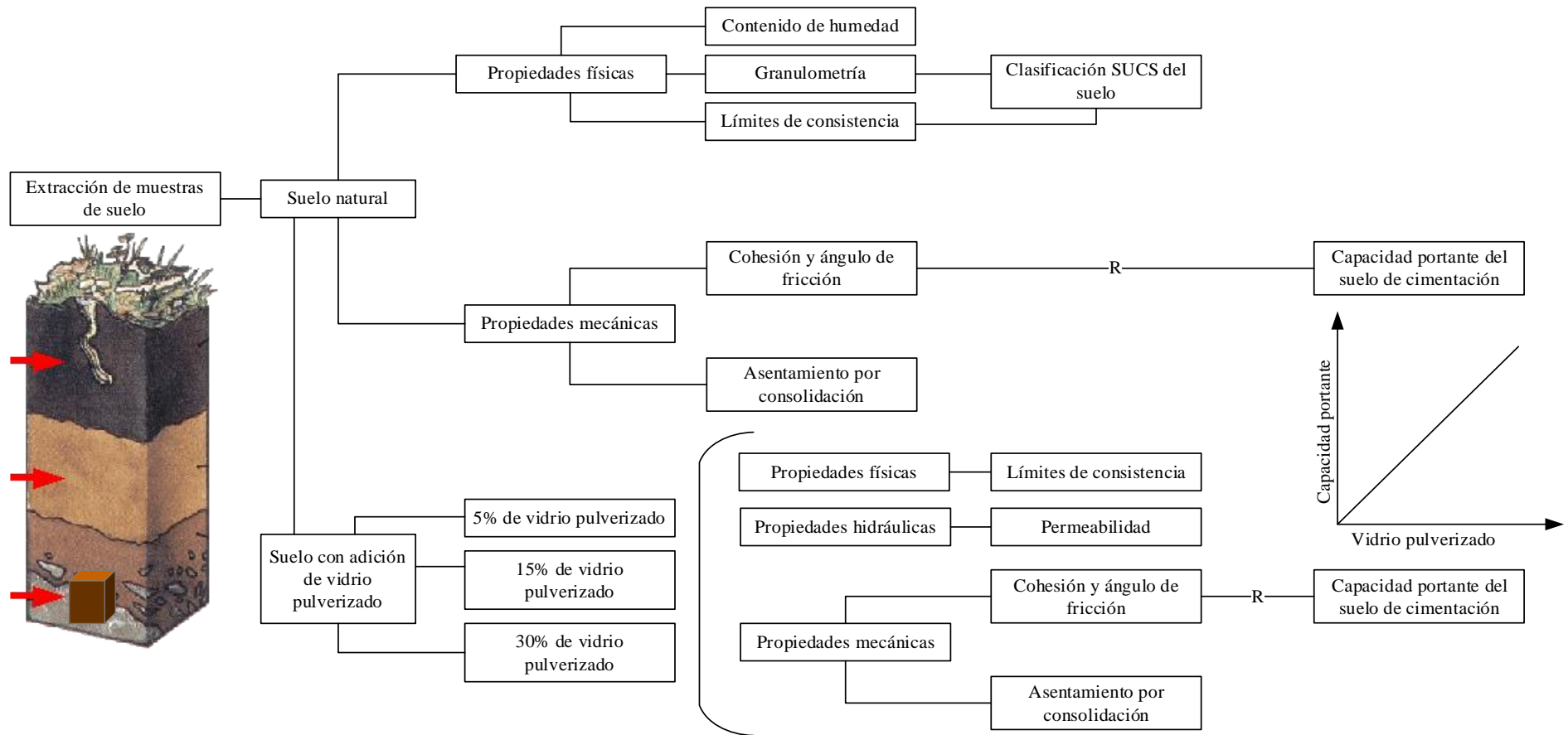
Donde M es la muestra; X la variable independiente aplicada, Y el efecto producido en la variable dependiente.

3.3. Métodos de investigación

Se ha aplicado el método sintético analítico. El método análisis es un proceso que, permite descomponer el elemento en estudio hasta sus mínimas unidades con el propósito de realizar una conceptualización del mismo (Henríquez y Barriga, 2005); siendo así, se divide al área en estudio, en puntos de muestreo (calicatas), de las calicatas se toma muestras inalteradas de suelo, y de ellas se saca probetas para la efectuación de pruebas de laboratorio, es decir se va de los más general a lo más específico, pero luego se requiere una conclusión general, es allí donde, interviene el método sintético. El método sintético es un proceso que, permite la construcción operacional, a través de la unión de los elementos componentes del objeto de estudio (Henríquez y Barriga, 2005), por tanto, se unen los resultados específicos para formar una conclusión general.

Figura 19

Diseño de Investigación: Correlacional



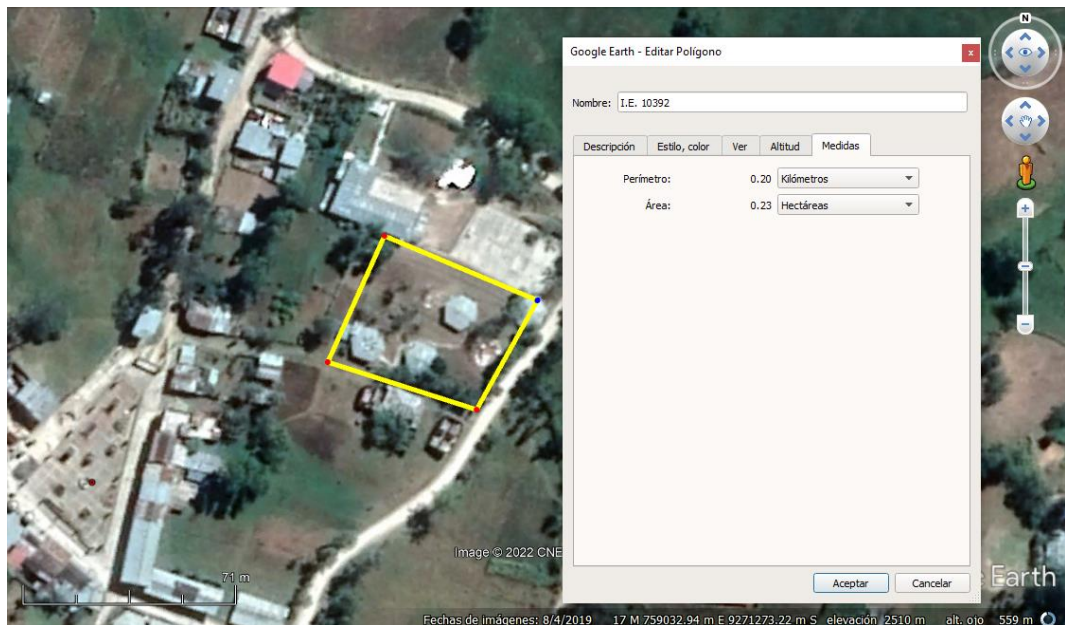
3.4. Población, muestra y muestreo

3.4.1. Población

El suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancho, ubicada en el centro poblado Cabracancho, Chota, tiene una extensión de 0.20 ha.

Figura 20

Terreno de la I.E. 10392



Nota: (Google earth, 2022).

3.4.2. Muestreo

Se ha determinado según la norma E.050 (MVCS, 2018), que sugiere un punto de exploración por cada 225 m² de área techada en el primer piso, para edificaciones de hasta tres niveles, siendo así, la I.E. 10392 Cabracancho, tiene cinco módulos de 125 m², cada uno, por lo que se han realizado cinco (5) calicatas distribuidas uniformemente en la extensión del terreno, de las cuales se han extraído muestras inalteradas según la NTP 339.252 (INACAL, 2019), utilizando tubos muestreadores, para mantener las condiciones naturales de campo.

3.4.3. Muestra

Muestras de suelo de cinco (5) calicatas distribuidas homogéneamente en la I.E. 10392 – Cabracancha, con incorporación de residuos de vidrio pulverizado, que pase el tamiz N°60 y se retenga en el tamiz N° 100, en porcentajes de 0, 5, 15 y 30% del peso seco del suelo en dos calicatas (con la menor capacidad portante) debido a que, el suelo tiene dos clasificaciones en toda la extensión arcillas y limos.

Tabla 10

Número de Especímenes para Ensayos en el Suelo Natural

Ensayo a la muestra de suelo natural	Calicatas					Total
	1	2	3	4	5	
Humedad	1	1	1	1	1	5
Granulometría	1	1	1	1	1	5
LL	3	3	3	3	3	15
LP	2	2	2	2	2	10
Densidad húmeda	1	1	1	1	1	5
Consolidación	3	3	3	3	3	15
Corte directo	3	3	3	3	3	15
Total	14	14	14	14	14	70

Tabla 11

Especímenes en las Muestras de Suelo de Cimentación de la I.E. 10392, por

Calicata

Ensayo a la muestra de suelo	Porcentaje de vidrio pulverizado			Total
	5	15	30	
Límite líquido	3	3	3	9
Límite plástico	2	2	2	6
Consolidación	3	3	3	9
Corte directo (C, \emptyset)	3	3	3	9
Total	12	12	12	36

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1. Técnicas

Observación, técnica que ha permitido la recopilación de datos observados, durante la ejecución de la investigación. Principalmente, ha regido el proceso de reciclaje de los envases de vidrio, para su trituración y pulverizado.

Ensayos de laboratorio, se han ejecutado pruebas físico mecánicas a la muestra de suelo, para conocer sus características sin y con vidrio pulverizado reciclado.

- **Ensayos físicos**, humedad, gradación, LL, LP, peso específico.
- **Ensayos mecánicos**, corte directo, consolidación.

Análisis, es la determinación y comparación de la capacidad portante del suelo natural y con la adición de vidrio pulverizado reciclado.

3.5.2. Instrumentos

Cuaderno de campo, es el instrumento donde se registran los procedimientos visualizados durante la ejecución de la investigación, también abarca la visualización de los procesos realizados por medio de la fotografía.

Formatos de ensayos de laboratorio, es la presentación de los resultados de los ensayos de laboratorio al suelo natural y mejorado con la adición de vidrio pulverizado reciclado a través de formatos planteados según las normas técnicas peruanas (NTP).

Matriz de análisis, es el medio por el cual se ha determinado la relación de causa efecto entre el porcentaje de adición de vidrio triturado reciclado y la capacidad portante del suelo de cimentación, en otras palabras, representa un cuadro resumen de la información compilada como parte de la investigación.

3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

3.6.1. Proceso de obtención de los datos

3.6.1.1. Descripción de la I.E. 10392

La I.E. 10392 Cabracancha, ubicada en el centro poblado Cabracancha, Chota, tiene una extensión de 0.20 ha, dentro de su perímetro existían cinco módulos de 1 nivel, pero dos han colapsado por el asentamiento del suelo, y tres módulos presentan agrietamiento en paredes, elementos estructurales y pisos.

Según la Estadísticas de la Calidad Educativa (Escale, 2022), la I.E. 10392, de nivel primaria, se ubica en el C.P. Cabracancha, distrito y provincia de Chota, Cajamarca, al costado de la I.E. inicial N° 305 y de la I.E. secundaria Santa Rosa de Lima, en las coordenadas UTM WGS84 17S 758995.00 m E, 9271269.00 m S, se encuentra aproximadamente a 4.5 km de la ciudad de Chota, 30 minutos en vía vehicular, y en el 2022, albergaba a 8 docentes y 88 alumnos entre hombres y mujeres dentro de los seis grados de educación.

Figura 22

Ficha de Datos de la I.E. 10392

FICHA DE DATOS

10392			
Código modular	0447201	Dirección	Carretera Cabracancha S/N
Anexo	0	Localidad	
Código de local	105144	Centro Poblado	CABRACANCHA
Nivel/Modalidad	Primaria	Área geográfica	Rural
Forma	Escolarizado	Distrito	Chota
Género	Mixto	Provincia	Chota
Tipo de Gestión	Pública de gestión directa	Departamento	Cajamarca
Gestión / Dependencia	Sector Educación	Código de DRE o UGEL que supervisa el S. E.	060004
Director(a)	Bustamante Diaz Elena Del Socorro	Nombre de la DRE o UGEL que supervisa el S.E.	UGEL Chota
Teléfono		Característica (Censo Educativo 2021)	Polidocente completo
Correo electrónico		Latitud	-6.587928
Página web		Longitud	-78.658745
Turno	Continuo sólo en la mañana		
Tipo de programa	No aplica		
Estado	Activo		



Fuentes de información
Padrón de Instituciones Educativas. Censo Educativo 2021. Carta Educativa del Ministerio de Educación- Unidad de Estadística y cartografía de OpenStreetMap.

Nota: (Escale, 2022).

3.6.1.2. Generación del aditivo estabilizante: polvo de vidrio de envases de botellas

El vidrio pulverizado (aditivo estabilizante), se ha obtenido del reciclado previo de botellas de bebidas alcohólicas (envase blanco y verde) con 60-70% sílice, que, se han recolectado en la periferia de la ciudad, en botaderos informales y dentro, del área urbana de la ciudad de Chota. Las botellas recolectadas han pasado por proceso de lavado y secado para evitar la adhesión de alguna partícula externa. Luego se ha triturado las botellas utilizando una comba de mano, a fin de reducir el tamaño a fracciones menores, las cuales se depositaron en una caja de fierro, y pasaron por trituración mecánica manual utilizando el pistón del ensayo de Proctor modificado para obtener polvo de vidrio. Finalmente, para verificar la gradación del material residual, se ha pasado por tamizaje. El material que, pasa el tamiz N° 60 y tamiz N° 100 se ha considerado apto para el estudio y aquel que, no cumple con tal criterio, ha sido devuelto al depósito para continuar con su pulverización.

Figura 23 *Pulverización del Vidrio Reciclado*



a) Justificación del uso de vidrio de bebidas alcohólicas

El uso de vidrio de bebidas alcohólicas en la mejora de la capacidad portante del suelo se justifica por varios motivos: (Zabihi et al., 2022)

Durabilidad: El vidrio, al ser un material inorgánico, es altamente durable y resistente a la degradación. Esto significa que no se descompondrá con el tiempo en el suelo y mantendrá su capacidad de mejora del suelo a largo plazo.

Granulometría: El vidrio puede ser molido y tamizado para obtener diferentes tamaños de partículas, lo que permite adaptarlo a las necesidades del suelo en términos de porosidad y distribución de tamaños de partículas. Esto puede ayudar a mejorar la capacidad de drenaje y retención de agua del suelo, evitando problemas de encharcamiento o sequedad excesiva.

Porosidad controlada: La porosidad del vidrio puede ser ajustada durante su producción, permitiendo diseñar partículas que tengan poros abiertos y conexiones intergranulares que promuevan la infiltración de agua y el intercambio gaseoso en el suelo.

Al-Soud et al. (2022) argumenta que, en cuanto a los elementos minerales presentes en el vidrio de bebidas alcohólicas, se podría esperar que aporten algunos nutrientes al suelo, como el silicio (Si). Al incorporar vidrio al suelo, se estaría liberando gradualmente silicio, lo cual podría beneficiar el comportamiento mecánico del suelo. También aumenta la resistencia a compresión del suelo, debido a las partículas sólidas del vidrio molido.

Tabla 12 *Botellas de Vidrios de Bebidas Alcohólicas*

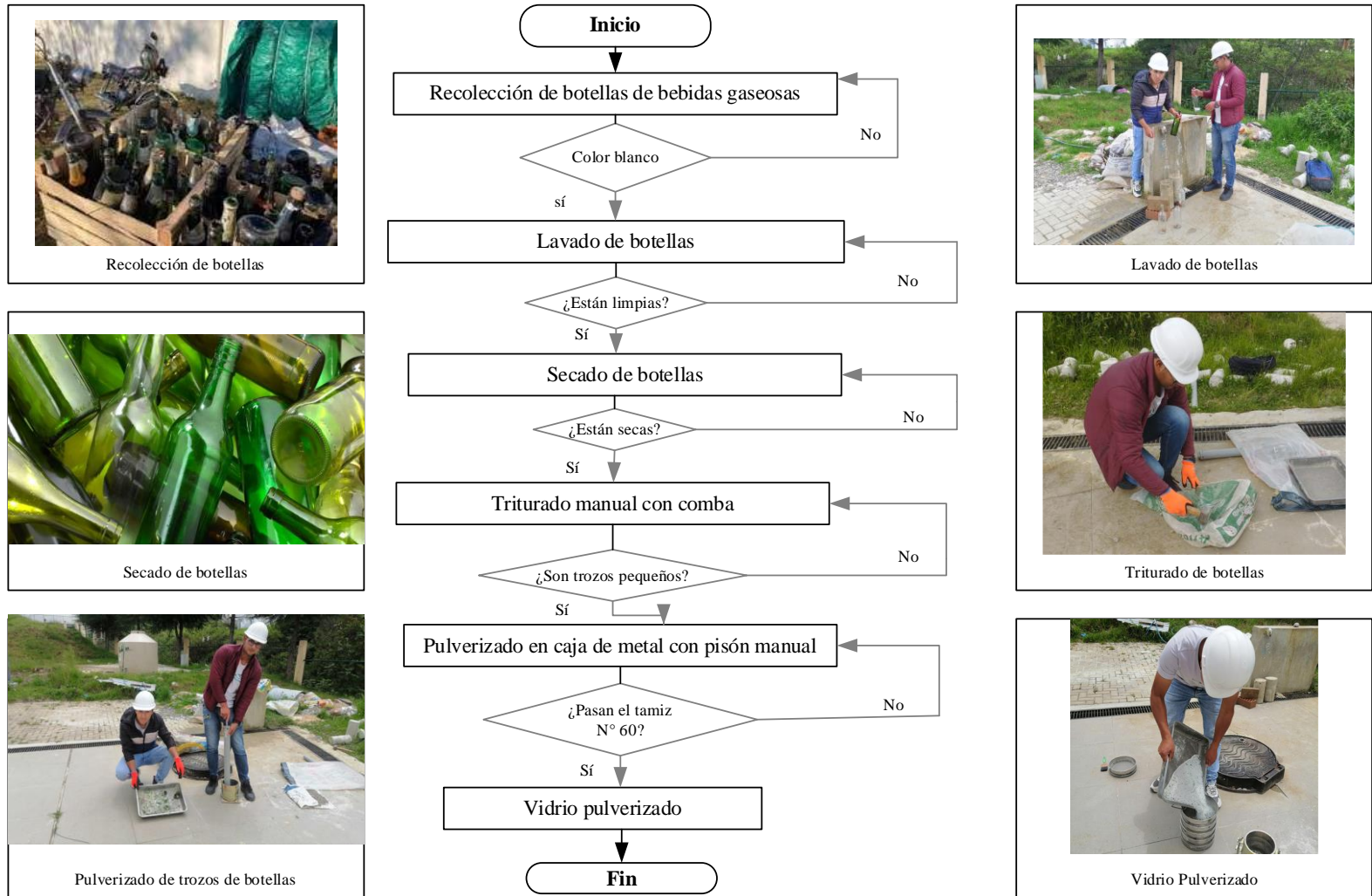
	SiO ₂	NaO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	Otros
Componentes (%)	74	16	5	1		4MgO

Nota: (Vásquez, 2013).

b) Metodología de procesamiento del vidrio

Para el caso del estudio se ha utilizado la metodología de procesamiento de vidrio de Rosero y Chuquizan (2019) el cuál se representa en el flujograma de la Fig. 24., y que consta principalmente de pasos como la recolección de las botellas de bebidas alcohólicas, el lavado de botellas, el secado de botellas, la trituración manual del vidrio con comba, la pulverización con un pisón manual, y la gradación del vidrio para verificar que se encuentre entre los diámetros esperados (del tamiz N° 60 al tamiz N° 100).

Figura 24 *Flujograma del Proceso de Pulverización del Vidrio Reciclado*



3.6.1.3.Extracción de muestras del suelo de cimentación

La muestra se ha determinado según el MVCS (2018), que sugiere un punto de exploración por cada 225 m² de área techada en el primer piso, para edificaciones de hasta tres niveles, siendo así, la I.E. 10392 Cabracancha, tiene cinco módulos de 125 m², cada uno, por lo que se han realizado cinco (5) calicatas distribuidas uniformemente en la extensión del terreno, a una profundidad de 3.00 m, utilizando herramientas manuales (escalera, palana, pico) de las cuales se han extraído muestras inalteradas según la NTP 339.252 (INACAL, 2019), utilizando tubos muestreadores, para mantener las condiciones de campo, a fin de realizar ensayos de clasificación y corte directo en condiciones naturales. Las muestras obtenidas han sido trasladadas a laboratorio en bolsas plásticas impermeables, rotuladas en campo, según descripción del perfil estratigráfico.

Figura 25 *Excavación de Calicatas de 3 m. de profundidad en la I.E. 10392 – Cabracancha*



3.6.1.4. Ensayos de laboratorio al suelo de cimentación

Las pruebas al suelo de cimentación se han realizado en el laboratorio de “Mecánica de suelos” de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, durante los meses de enero a marzo del año 2023, sin embargo, por fallas técnicas en el equipo de corte directo, se tuvieron que concluir los ensayos en el laboratorio GSE – Chota (ensayo de capacidad portante al suelo con polvo de vidrio).

NTP 339.127 Contenido de humedad (INACAL, 2019)

El suelo natural es pesado, luego se lleva al horno por un día, hasta que, tenga un peso constante, se vuelve a pesar.

Figura 26

Prueba de Humedad, Suelo I.E. 10392



NTP 339.128 Granulometría (INACAL, 2019)

La muestra de suelo cuarteada se lava y pasa por el tamiz N° 60 y se retenga en el tamiz N° 100, para separar el material que, se retiene en la cazoleta. Luego se agita la muestra por la serie de mallas, pesando cada muestra retenida por malla.

Figura 27

Ensayo de Granulometría, Suelo I.E. 10392



NTP 339.131 Peso específico (INACAL, 2019)

Se seca el suelo al horno a temperatura constante. Luego se toman de 25 a 50 gr del suelo seco y se pasa el tamiz N° 10, esta muestra se lleva al picnómetro, luego se pesa. Se agrega agua y se deja por 16 horas, para luego sacar el aire atrapado con una bomba de vacíos, después se llena de agua hasta la mitad del picnómetro y se continua con el proceso de extracción de vacíos por 15 minutos

más. Luego se agrega agua destilada y se enrasa con un vidrio, para luego pesar en conjunto. Registrando los pesos determinados.

Figura 28 *Ensayo de Peso Específico, Suelo I.E. 10392*



NTP 339.129 Límite líquido (INACAL, 2019)

Se toma la muestra de suelo que, pasa la malla N° 40, luego se mezcla con agua formando una pasta homogénea que, se deja reposar por un día, luego se coloca la muestra en la copa Casagrande, donde se hace una abertura central, para luego contar la cantidad de golpes necesarios para unir tal abertura, se toma el suelo que, se ha unido y se pesa anteriormente y posteriormente de ser llevada al horno, el ensayo se repite tres veces, y se considera como el LL a la humedad necesaria para unir la muestra con 25 golpes.

Figura 29 *Ensayo de LL, Suelo I.E. 10392*



NTP 339.129 Límite plástico (INACAL, 2019)

Al suelo que, ha sobrado del ensayo de LL, se coloca mayor cantidad de suelo para reducir la fluidez, y se toma la muestra para formar cilindros de 3.2 mm de diámetro, hasta que, presenten quiebre o rajaduras. En ese momento, los rollos son pesados y llevados al horno, para luego volver a pesarlos, repitiendo el ensayo dos veces.

Figura 30 *Ensayo de LP, Suelo I.E. 10392*



NTP 339.171 Corte directo (INACAL, 2017)

Se toma la muestra inalterada extraída con los muestreadores, y se moldean las probetas de ensayo, las cuales se colocan en el equipo de corte. Luego se someten a esfuerzo cortante, para formar la gráfica esfuerzo cortante – esfuerzo tangencial, a fin de definir C y ϕ .

Figura 31

Ensayo de Corte Directo, Suelo I.E. 10392



NTP 339.154 Consolidación (INACAL, 2015)

La muestra cilíndrica, se coloca entre dos piedras porosas. Al estar en contacto con el equipo llamado consolidómetro, se coloca el flexómetro. Se somete a la probeta a distintos escalones de carga, manteniéndolos cada uno de ellos por el tiempo necesario hasta que la velocidad de deformación se reduzca a un valor despreciable. Se arman las curvas de consolidación.

Figura 32

Ensayo de Consolidación, Suelo I.E. 10392



3.6.1.5. Cálculo de la capacidad portante

Se ha determinado de acuerdo a la ecuación de Terzaghi, a 1.5 m de profundidad de desplante, para un ancho de 1.5 m de zapata, para todas las muestras de suelo con y sin vidrio pulverizado, variando solamente las características físico – mecánicas del suelo, tales como: γ , C y ϕ obtenidos de los ensayos mecánicos del suelo. Se han aplicado las siguientes ecuaciones, con los respectivos factores en relación al ángulo de fricción.

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_y \dots\dots \text{cimentación cuadrada} \quad (75)$$

$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_y \text{ cimentación corrida} \quad (76)$$

3.6.1.6. Cálculo de dosificación de polvo de vidrio y forma de aplicación en campo

Para calcular la dosificación de polvo de vidrio se ha utilizado los pesos específicos de los materiales, es decir del suelo y del vidrio, así mismo, se ha considerado las dimensiones de la cimentación con las que se ha estimado la capacidad portante. Siendo así, se ha estimado que, se necesita 0.30 m de altura de vidrio para el mejoramiento de 50 cm de suelo, al 30% de material para lograr un mejoramiento en las propiedades mecánicas del suelo.

$$\text{Peso de suelo} = \text{Volumen de suelo} \times \text{Peso específico de suelo} \quad (77)$$

$$\text{Peso de vidrio} = \text{Peso de suelo} \times \text{Porcentaje de vidrio} \quad (78)$$

$$\text{Volumen de vidrio} = \frac{\text{Peso de vidrio}}{\text{Peso específico del vidrio}} \quad (79)$$

$$\text{Altura de mejoramiento (m)} = \frac{\text{Volumen de vidrio}}{\text{Área de la zapata}} \quad (80)$$

Tabla 13*Cálculo de Dosificación de Polvo de Vidrio y Forma de Aplicación en Campo*

	Calicatas				
	1	2	3	4	5
Dimensiones de la cimentación (m)					
Largo	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Ancho	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Altura	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Datos del mejoramiento					
Espesor de mejoramiento (m)	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Área de mejoramiento (m ²)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
Volumen de mejoramiento (m ³)	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
Pesos específicos (kg/m³)					
Del suelo	2090	1990	2200	2190	2210
Del vidrio	1120	1120	1120	1120	1120
Dosificación de polvo de vidrio					
Porcentaje de vidrio (%)	30	30	30	30	30
Peso para m ³ de mejoramiento de					
suelo	1567.5	1492.5	1650	1642.5	1657.5
Vidrio (kg)	470.25	447.75	495	492.75	497.25
Vidrio (m ³)	0.42	0.40	0.44	0.44	0.44
Altura de vidrio (m)	0.28	0.27	0.29	0.29	0.30

3.6.2. Procesamiento de datos

Se ha procesado la información recolectada a través de programas computacionales, como Microsoft Excel 2021, en el cual los informes de laboratorio, se han presentado de forma esquemática en tablas y gráficos; y ArcGIS 10.5 donde se ha elaborado el mapa de calicatas, para comprensión de la distribución de las mismas en el terreno de la I.E. 10392 – Cabracancha.

3.6.3. Análisis de datos

Se ha realizado la comprobación estadística de la hipótesis en Minitab 22, a fin de aceptar la hipótesis nula (H₀), o alternativa (H₁), esta última se acepta

siempre y cuando el valor p de probabilidad, no supere el valor de significancia, 0.05, para 95% nivel de confianza.

3.7. Aspectos éticos

Según Acevedo (2022) los aspectos éticos son aquellos códigos que, dan rigor científico a una investigación, su cumplimiento garantiza que, el proceso científico o tecnológico conseguido con el estudio sea verás (toda la información compilada debe ser verdadera, autentica, y no representa alteración de los datos en ninguna forma), justo (el riesgo – beneficio del estudio debe ser compensando, no se establecerán análisis que, ponga en riesgo la salud humana, por ello, se ha utilizado equipo de protección personal durante la ejecución de los ensayos de adición, ya que, se trata de material particulado (polvo) en dimensiones menores al tamiz N° 60 pero mayores al tamiz N° 100, y cuya ignición podría ser peligrosa, pero utilizando cubre bocas tal aspecto, queda solucionado, tal como se ha demostrado en la práctica), valido (la información tendrá validez científica, los datos encontrados permitirán ampliar el conocimiento científico acerca de un material residual que, podría aplicarse para la mejora de suelos de cimentación), y confiable (todos los ensayos se han realizado siguiendo los protocolos de prueba definidos en las NTP, así mismo, los formatos de ensayo corresponden a hojas Excel planteadas siguiendo los criterios normativos y los estándares de la EPIC-UNACH). Finalmente, también se ha tomado en cuenta criterios de rigor científico, como el uso de la normatividad para citar y referenciar la información compilada de otros autores, a fin de cometer acciones de plagio.

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de resultados

4.1.1. *Propiedades físicas del suelo de cimentación*

4.1.1.1. Propiedades físicas del suelo natural

Se ha realizado el estudio de mecánica de suelos para determinar el contenido de humedad, peso específico, granulometría, límite líquido y límite plástico de las 5 calicatas ubicadas uniformemente en la I.E 10392 de Cabracancha. Para el ensayo de contenido de humedad se tomaron muestras inalteradas con el fin de conocer el contenido de agua que presenta dicho suelo, en la cual las calicatas 5 y 4 fueron las que presentaron mayor y menor contenido de humedad con 47.07 % y 33.35 % respectivamente (Tabla 14). Para el ensayo de peso específico se tomaron muestras alteradas de las 5 calicatas del suelo de cimentación de la I.E 1.392 Cabracancha, en donde la calicata 5 y 1 tienen el peso específico más alto y más bajo con 2.21 y 2.09 respectivamente (Tabla 15). Para el análisis granulométrico de las 5 calicatas de la I.E 10392 Cabracancha se pasó la muestra por el juego de tamices de 1 ½” hasta la N° 200, en la cual se verifico que el 100 % del suelo pasa por el tamiz de 1”, mientras que los porcentajes que pasan el tamiz N° 200 de las calicatas 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente son: 80.64%, 62.53%, 58.58%, 58.91% y 85.25%. Verificando de esa manera que las 5 calicatas presentan suelo fino ya que sobrepasan el 50% del suelo que pasa el tamiz N° 200 (Tabla 16). Para el límite líquido se tomó muestras alteradas de las 5 calicatas del suelo de la I.E 10392 Cabracancha para la cual se procedió a secar en el horno, para luego pasar dicho suelo por el tamiz n° 40, con este material se procedió a dividir en tres muestras, cada una con un porcentaje de agua distinto, para luego colocar la muestra en la

copa de casa grande y determinara el número de golpes con que la muestra se une. Esa misma muestra se llevó al horno y se determinó el contenido de humedad, tal como se muestra en la Tabla 17, en la misma se aprecia que la calicata 1 y 5 presentan los valores de limite liquido más altos con 49.54% y 59.20% respectivamente, asimismo las calicatas 2, 3 y 4 presentan valores de limite liquido de 42.47%, 38.58%, y 35.37% respectivamente. Para el límite plástico se tomaron dos muestras de suelo por cada calicata y se hicieron rollitos de 3 mm hasta que estos presenten fisuras, se llevaron al horno y con ello se calculó el límite plástico el cual se muestra en la Tabla 18.

Tabla 14

Contenido de Humedad del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancho

Contenido de humedad	Calicatas				
	1	2	3	4	5
Peso de Suelo húmedo	132.20	146.17	145.73	142.2	154.77
Peso de suelo seco	97.23	107.27	106.9	106.67	105.23
Peso del Agua	34.97	38.90	38.83	35.53	49.54
Contenido de humedad (%)	35.96	36.23	36.35	33.35	47.07

Tabla 15

Gravedad Especifica del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancho

Gravedad Especifica	Calicatas				
	1	2	3	4	5
Peso de la muestra seca (gr)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Peso de la fiola más agua destilada (gr)	368.30	368.50	368.70	368.50	368.40
Peso de la fiola más agua destilada más muestra seca(gr)	420.50	418.30	423.20	422.80	423.20
Temperatura (C°)	20	20	20	20	20
Gravedad Especifica (Gs)	2.09	1.99	2.20	2.19	2.21

Tabla 16

Análisis Granulométrico del Suelo de cimentación de la I.E 10392 Cabracancha

Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa				
		1	2	3	4	5
¾"	19.000	99.09	99.27	96.87	96.90	99.36
½"	12.500	98.66	96.17	94.18	44.25	98.90
3/8"	9.500	98.22	94.73	91.48	91.58	98.36
Nº 4	4.750	97.47	90.60	88.42	88.56	97.86
Nº 10	2.000	94.79	85.57	83.58	83.74	95.90
Nº 20	0.840	91.44	79.08	78.10	78.29	93.42
Nº 40	0.425	88.06	72.76	72.57	72.80	90.86
Nº 60	0.250	86.38	68.24	68.66	68.92	89.31
Nº 140	0.106	82.01	63.26	62.22	62.52	86.21
Nº 200	0.075	80.64	62.53	58.58	58.91	85.25

Figura 33

Curva Granulométrica del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha

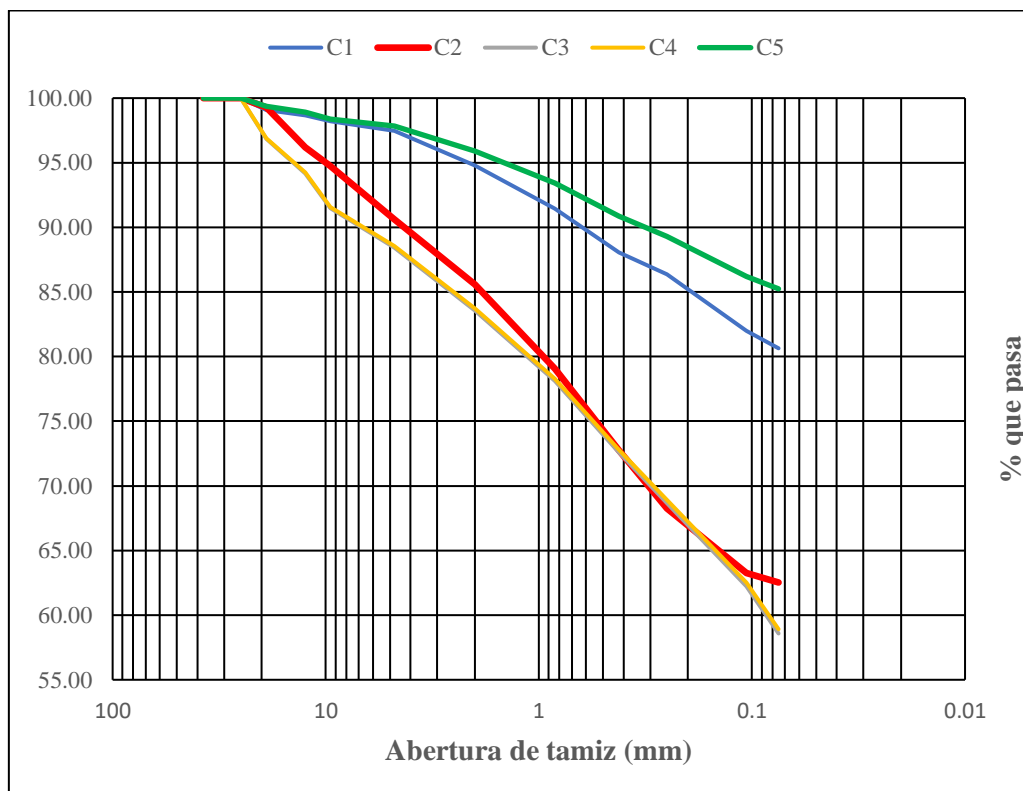


Tabla 17

Límite Líquido del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.

Muestra	CALICATAS									
	1		2		3		4		5	
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
1	32	48.89	33	41.94	33	37.80	33	34.56	34	57.96
2	21	50.00	26	42.29	26	38.25	27	35.35	21	59.72
3	18	50.45	17	43.13	15	39.91	16	36.7	18	60.43
Resultado	25	49.54	25	42.47	25	38.58	25	35.37	25	59.20

Nota: g (número de golpes), % (contenido de humedad), el resultado muestra el contenido de humedad a los 25 golpes, el cual viene a ser el límite líquido del suelo, determinado a partir de la curva de fluidez.

Figura 34

Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.

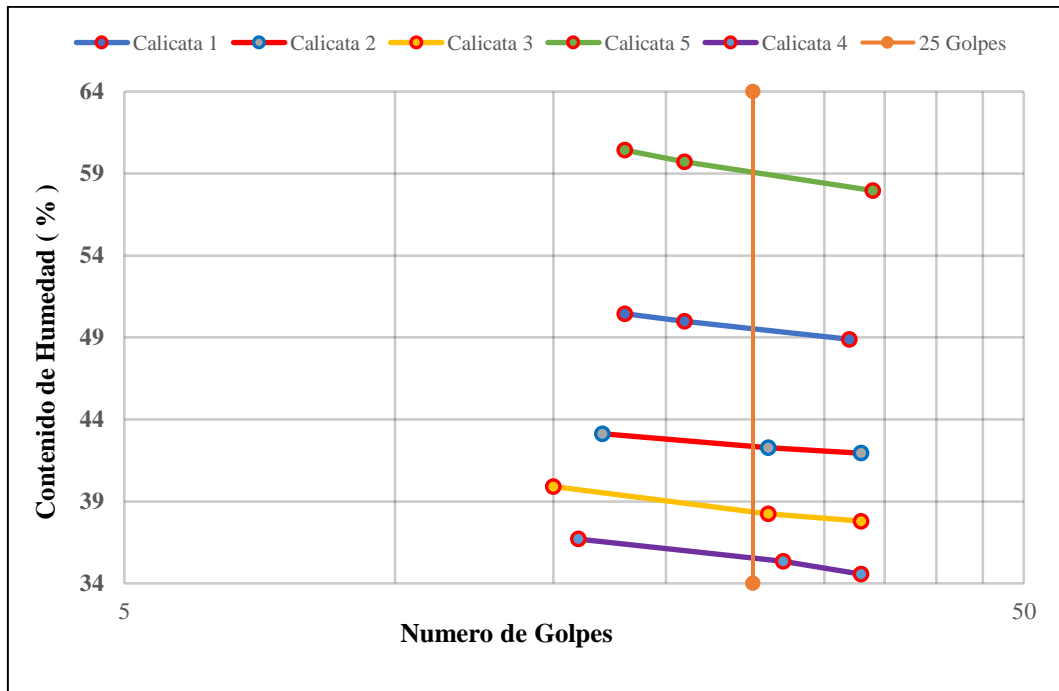


Tabla 18*Límite Plástico del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.*

Límite Plástico (%)	Muestras		Promedio
	1	2	
Calicata 1	31.15	32.05	31.60
Calicata 2	27.54	27.27	27.40
Calicata 3	26.76	25.33	26.05
Calicata 4	25.37	26.47	25.92
Calicata 5	27.12	26.39	26.75

Tabla 19*Límites de Consistencia del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.*

Límites de Consistencia	Calicatas				
	1	2	3	4	5
Límite Líquido	49.54	42.47	38.58	35.37	59.20
Límite Plástico	31.60	27.40	26.05	25.92	26.75
Índice Plástico	17.94	15.07	12.53	9.45	32.45

4.1.1.2. Clasificación del suelo de cimentación

El suelo de cimentación de la I.E 10392 de Cabracancha se ha determinado a partir de cinco (5) calicatas, que según el Sistema Unificado de Clasificación del suelo (SUCS) estaban conformados por dos estratos; De 0 a 30 cm por suelo orgánico o turba y de 30 cm a 3.00 m por suelo Limo-Arcilloso de la cual las calicatas C1, C2, C3 y C4 son limos arenosos de baja plasticidad (ML) y la C5 es una arcilla gruesa arenosa de alta plasticidad (CH). Todas las calicatas presentan más del 50% de suelo que pasa la malla n°200, es decir son suelos finos, con porcentajes de: C1 con 80.64%, C2 con 62.53%, C3 con 58.58%, C4 con 58.91% y C5 con 85.25%. Asimismo, el porcentaje de arena más bajo y más alto corresponden a las calicatas C5 y C3 con 12.61% y 29.84 respectivamente, mientras que las calicatas C1, C2 y C4 obtuvieron porcentajes de 16.83%, 28.08% y 29.65%

respectivamente. El rango de gravas que presenta el suelo es muy bajo, el cual va desde 2.14% perteneciente a la C5 hasta 11.58% perteneciente a la C3. De esta manera el suelo de la I.E 10392 de Cabracancha es fino (limo-arcilloso) de alta y baja plasticidad con poca arena y mayormente escaso de gravas.

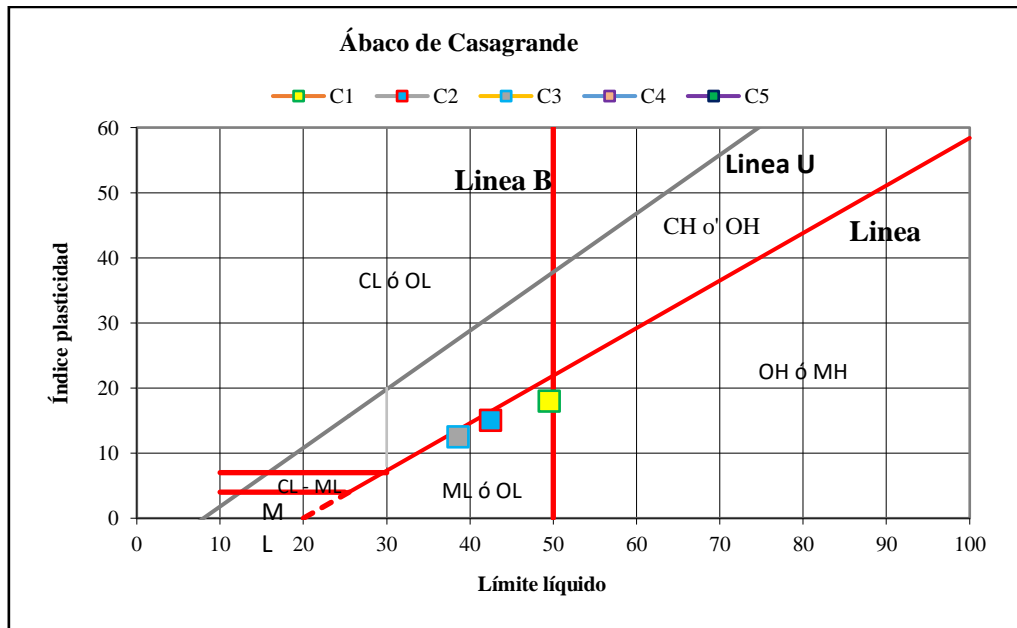
Tabla 20

Clasificación del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.

	Calicata©				
	1	2	3	4	5
Profundidad (m)	0.30 a 3.00	0.30 a 3.00	0.30 a 3.00	0.30 a 3.00	0.30 a 3.00
SUCS	ML	ML	ML	ML	CH
Humedad (%)	35.96	36.23	36.35	33.35	47.07
LL (%)	49.54	42.47	38.58	35.37	59.20
LP (%)	31.60	27.40	26.05	25.92	26.75
IP (%)	17.94	15.07	12.53	9.45	32.45
Grava (%)	2.53	9.40	11.58	11.44	2.14
Arena (%)	16.83	28.08	29.84	29.65	12.61
Finos (%)	80.64	62.53	58.58	58.91	85.25
Gravedad específica (gr/cm3)	2.09	1.99	2.20	2.19	2.21

Figura 35

Clasificación SUCS del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.



4.1.1.3.Límites de consistencia del suelo con vidrio

Como se tiene dos tipos de suelos: Limo arenoso de baja plasticidad (ML) y arcilla gruesa arenosa de alta plasticidad (CH), entonces la adición de vidrio pulverizado se aplicó al suelo de las calicatas que presentan la menor capacidad portante de cada tipo de suelo, siendo así que la calicata C1 de suelo (ML) y C5 de suelo (CH) tienen la menor capacidad portante o la más crítica por lo cual se les adiciono vidrio pulverizado. Al adicionar los diferentes porcentajes de vidrio pulverizado al suelo de la C1 y C5, el Limite Liquido y Limite Plástico bajo considerablemente a medida que se aumentaba el porcentaje de vidrio. El límite liquido de la C1 al adicionar el 5% de vidrio pulverizado es de 48.41%, con 15% de vidrio pulverizado presenta 45.29% y con 30% de VP baja hasta 41.80%, mientras que la C5 disminuye su límite liquido desde 52.43%, 45.29% hasta 44.45% con 5%, 15% y 30% de VP respectivamente, esto se refleja en la Figura 38. El límite plástico al adicionar los porcentajes de vidrio pulverizado al suelo de las calicatas C1 y C5 también baja su porcentaje considerablemente, la C1 presenta 29.09% al adicionar 5% de VP, 24.78% con 15% de VP y 17.05% con 30% de VP, la calicata C5 con 5% de VP presenta 27.79%, 22.39% con 15% de VP y 21.57% con 30% de VP, esto se ve reflejado en la Figura 39, El Índice de plasticidad con la adición de vidrio pulverizado varia a medida que varía el límite líquido y limite plástico, esto se refleja en la Figura 40.

Tabla 21

C1, Limite Liquido del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio.

Muestra	PORCENTAJE DE VIDRIO					
	5%		15%		30%	
	g	%	g	%	g	%
1	34	47.51	35	43.66	34	41.01
2	27	48.05	29	44.70	25	41.74
3	16	49.42	16	47.37	18	42.73
Resultado	25	48.41	25	45.29	25	41.80

Nota: g (número de golpes), % (contenido de humedad), el resultado muestra el contenido de humedad a los 25 golpes, el cual viene a ser el límite líquido del suelo, determinado a partir de la curva de fluidez.

Figura 36

C1, Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio

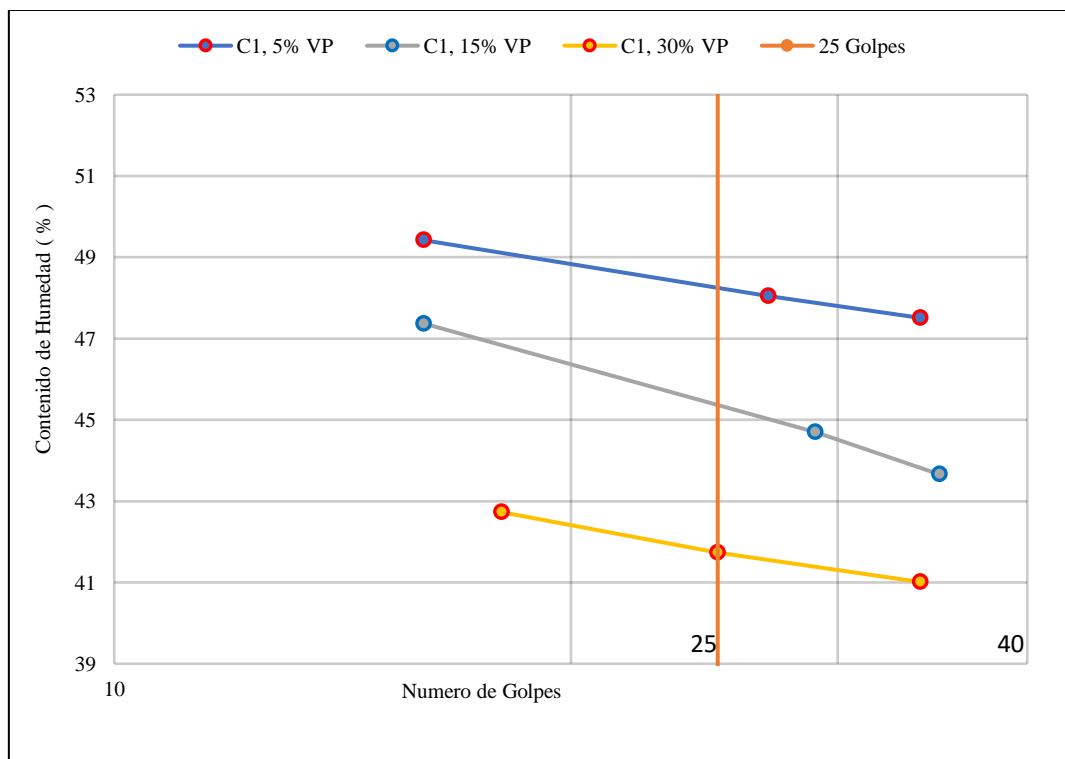


Tabla 22

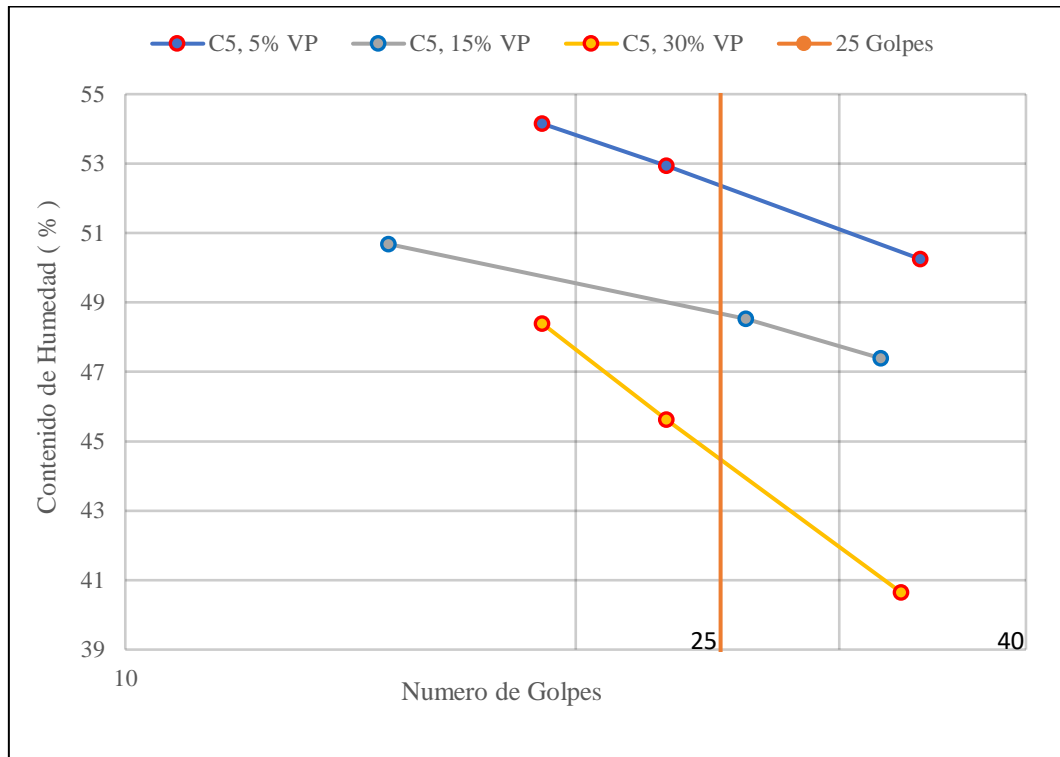
C5, Limite Liquido del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio.

Muestra	PORCENTAJE DE VIDRIO					
	5%		15%		30%	
	g	%	g	%	g	%
1	34	50.25	32	47.39	33	40.65
2	23	52.94	26	48.53	23	45.63
3	19	54.15	15	50.68	19	48.39
Resultado	25	52.43	25	45.29	25	44.45

Nota: g (número de golpes), % (contenido de humedad), el resultado muestra el contenido de humedad a los 25 golpes, el cual viene a ser el límite líquido del suelo, determinado a partir de la curva de fluidez.

Figura 37

C5, Curva de Fluidez del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio.



4.1.1.4. Comparación de los límites de consistencia del suelo

Al comparar los resultados del límite líquido del suelo disminuye al aumentar el porcentaje de vidrio, también se reduce el límite plástico, pero el índice de plasticidad de la calicata 1 se acrecienta en cambio de la calicata 5 se reduce.

Tabla 23 *Limite Liquido del Suelo de Cimentación del Suelo Natural y con Adición de Vidrio.*

Calicata	PORCENTAJE DE VIDRIO			
	0%	5%	15%	30%
1	49.54	48.41	45.29	41.80
5	59.20	52.43	45.29	44.45

Figura 38

Comparación del Límite Liquido de la C1 y C5 con los Diferentes % de Vidrio.

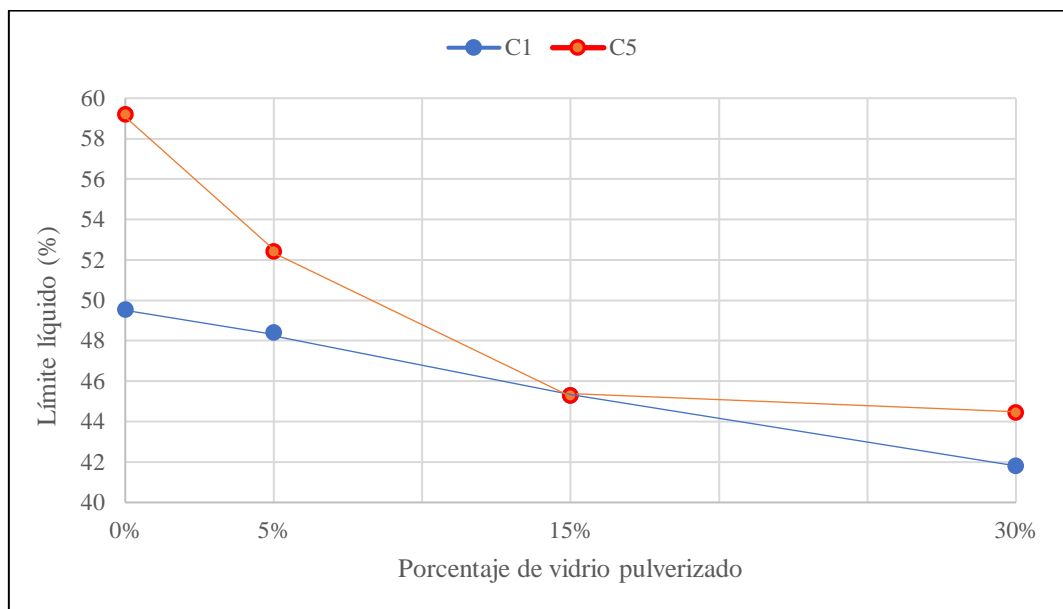


Tabla 24 *Limite Plástico del Suelo de Cimentación del Suelo Natural y con Adición de Vidrio.*

Calicata	PORCENTAJE DE VIDRIO			
	0%	5%	15%	30%
1	31.60	29.05	24.78	17.05
5	26.75	24.64	22.9	21.57

Figura 39 Comparación del LP de la C1 y C5 con los Diferentes % de Vidrio.

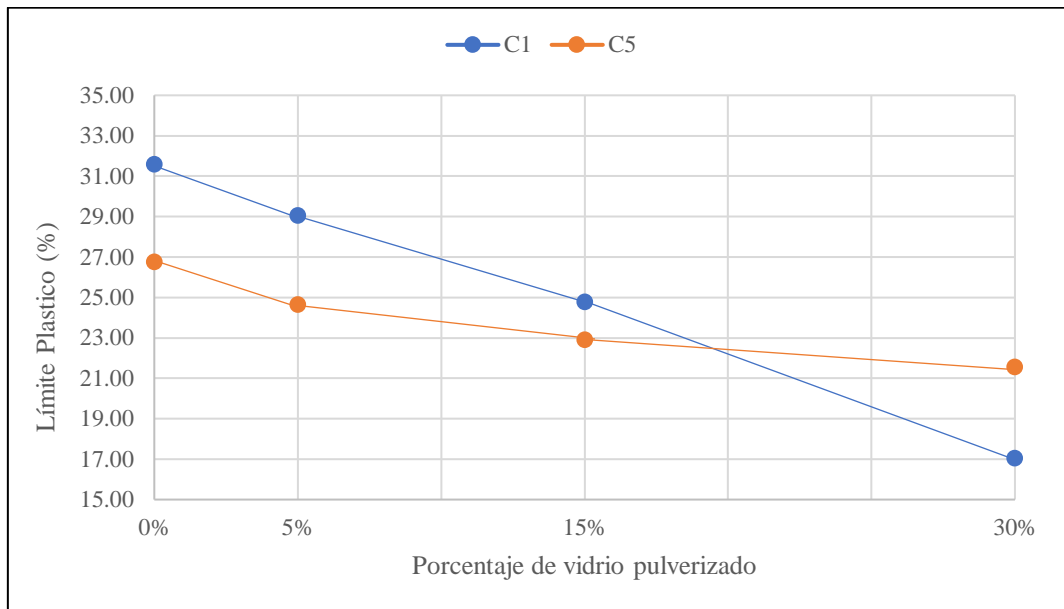
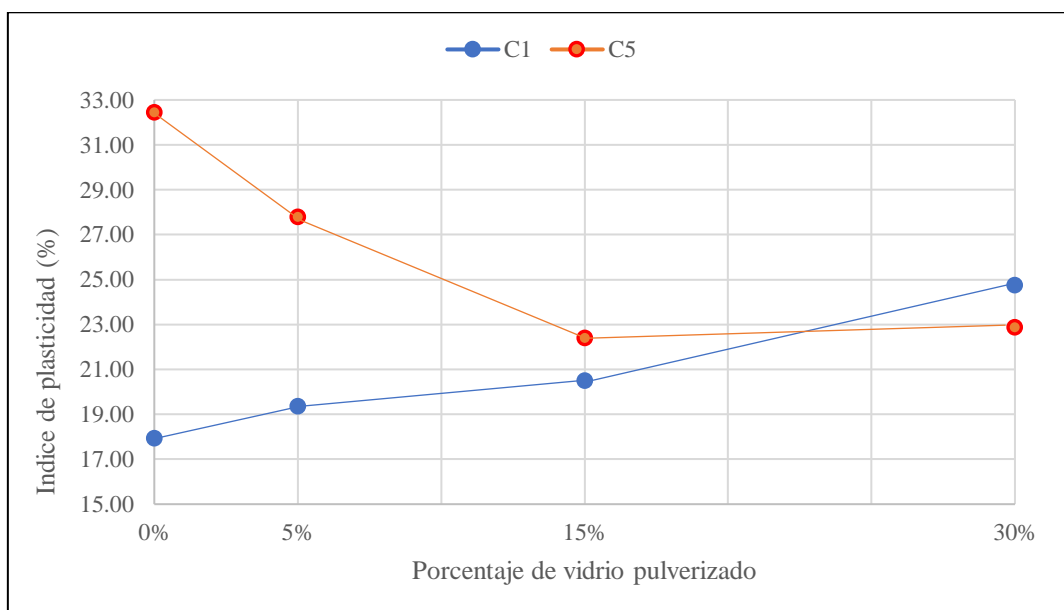


Tabla 25

Índice de Plasticidad del Suelo de Cimentación sin y con Adición de Vidrio.

Calicata	PORCENTAJE DE VIDRIO			
	0%	5%	15%	30%
1	17.94	19.36	20.51	24.75
5	32.44	27.79	22.39	22.88

Figura 40 Comparación del IP de la C1 y C5 con % de Vidrio.



4.1.2. Asentamiento por consolidación

4.1.2.1. Asentamiento del suelo natural

Los resultados obtenidos muestran el nivel de asentamiento del suelo natural por consolidación primaria en cinco calicatas diferentes, identificadas como C1, C2, C3, C4 y C5. El asentamiento del suelo es un fenómeno que ocurre cuando el suelo se comprime y se desplaza verticalmente debido a la aplicación de cargas sobre él. Esto puede ser causado por una variedad de factores, como la construcción de edificios o estructuras, la carga de vehículos o incluso por fenómenos naturales como sismos o erosión. En el caso de la consolidación primaria, el asentamiento ocurre debido a la expulsión del agua presente en el suelo. Al aplicar una carga sobre el suelo, el agua se expulsa de los espacios entre las partículas del suelo, lo que resulta en una compresión del suelo y, por lo tanto, en un asentamiento. Este proceso puede tomar tiempo, ya que el agua debe moverse a través del suelo y salir por los poros o grietas disponibles.

Los valores obtenidos de asentamiento en las calicatas C1, C2, C3, C4 y C5 son 14.49 mm, 9.29 mm, 13.57 mm, 13.02 mm y 18.85 mm, respectivamente. Estos valores representan la cantidad de asentamiento vertical experimentado por el suelo en cada una de las calicatas mencionadas. Siendo así, cuando se construya las edificaciones de la I.E. 10392 Cabracancha debido a la carga de las mismas, y la expulsión de agua intersticial, el suelo se asentará en el tiempo como máximo 20 mm, equivalente a 2 cm, siendo así, el asentamiento del suelo aparentemente es despreciable y no se puede distinguir a simple vista, no obstante, de acrecentarse las cargas este proceso puede darse de forma más rápida y crítica, por lo que, es importante que los ingeniero y diseñadores tomen en cuenta estos resultados para el diseño de la infraestructura educativa. Siendo así, una forma de

evitar el asentamiento además del mejoramiento del suelo es la compactación del suelo a cimentar, debido a que, esto permite que los vacíos se reduzcan y por ende la probabilidad de asentamiento disminuya a largo plazo.

La calicata que alcanza menor asentamiento es la N° 2, siendo esta la que tiene menos de 1 cm de asentamiento, mientras que, las demás calicatas se acercan crecientemente a los 2 cm de asentamiento, siendo la calicata 5 la que, presenta mayor probabilidad de asentamiento con 18.85 mm, seguido de la calicata 1 con 14.49 mm, por ende al ser estas las calicatas con suelo en estado más crítico son las que, deben pasar por un proceso de mejoramiento para asegurar la reducción del asentamiento en el suelo.

Tabla 26

Propiedades del Suelo de Cimentación del Suelo Natural.

Muestra	C1	C2	C3	C4	C5
Peso Específico γ (kg/m ³)	12.15	13.15	13.15	13.15	10.99
Presión aplicada por la estructura	54.92	78.45	84.34	88.26	49.03
Presión de Pre Consolidación (σ_p)	88	91	111	82	107
Límite Líquido LL(%)	49.54	42.47	38.58	35.37	59.20
Índice Plástico IP(%)	17.94	15.07	12.53	9.45	32.45
Índice de Compresión Cc	0.216	0.153	0.195	0.184	0.337
Índice de Entumecimiento	0.034	0.017	0.026	0.022	0.048
Asentamiento por Consolidación Primaria S1xD (mm)	14.49	9.29	13.57	13.02	18.85

4.1.2.2. Asentamiento del suelo con vidrio pulverizado

La consolidación primaria del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha se ve afectada por la adición de diferentes porcentajes de vidrio pulverizado, tanto en la calicata 1 como en la calicata 5. A medida que aumenta el contenido de material residual, los asentamientos comienzan a disminuir. En el caso de la calicata 1, se observa una reducción del asentamiento de 14.5 mm a 9.26 mm con un agregado del 30% de polvo de vidrio. De manera similar, en la calicata 5, el asentamiento disminuye de 18.85 mm a 12.33 mm con el mismo porcentaje de polvo de vidrio. En ambos casos, esto representa una disminución de 0.6 cm.

Tabla 27 *Propiedades del Suelo de Cimentación del Suelo Natural y con Adición de Vidrio Pulverizado, C1*

Muestra	C1-0% VP	C1-5% VP	C1-15% VP	C1-30% VP
Peso Específico γ (kg/m ³)	12.15	12.54	12.89	13.54
Presión aplicada por la estructura	54.92	56.88	69.63	85.32
Presión de Pre Consolidación (σ_p)	88	98	110	120
Límite Líquido LL(%)	49.54	48.41	45.29	41.80
Índice Plástico LP(%)	17.94	19.36	20.51	24.75
Índice de Compresión Cc	0.216	0.125	0.103	0.151
Índice de Entumecimiento	0.034	0.030	0.025	0.016
Asentamiento por Consolidación Primaria S1xD (mm)	14.49	13.11	12.59	9.26

Tabla 28 *Propiedades del Suelo de Cimentación del Suelo Natural y con Adición de Vidrio Pulverizado, C5*

Muestra	C5-0% VP	C5-5% VP	C1-15% VP	C1-30% VP
Peso Específico γ (kg/m ³)	10.99	11.53	12.3	13.15
Presión aplicada por la estructura	49.03	52.96	65.70	81.40
Presión de Pre Consolidación (σ_p)	107	120	120	145
Límite Líquido LL(%)	59.20	52.43	45.29	44.45
Índice Plástico LP(%)	32.45	27.79	22.39	22.88
Índice de Compresión Cc	0.337	0.293	0.153	0.079
Índice de Entumecimiento	0.048	0.042	0.032	0.022
Asentamiento por Consolidación Primaria S1xD (mm)	18.85	17.44	15.48	12.33

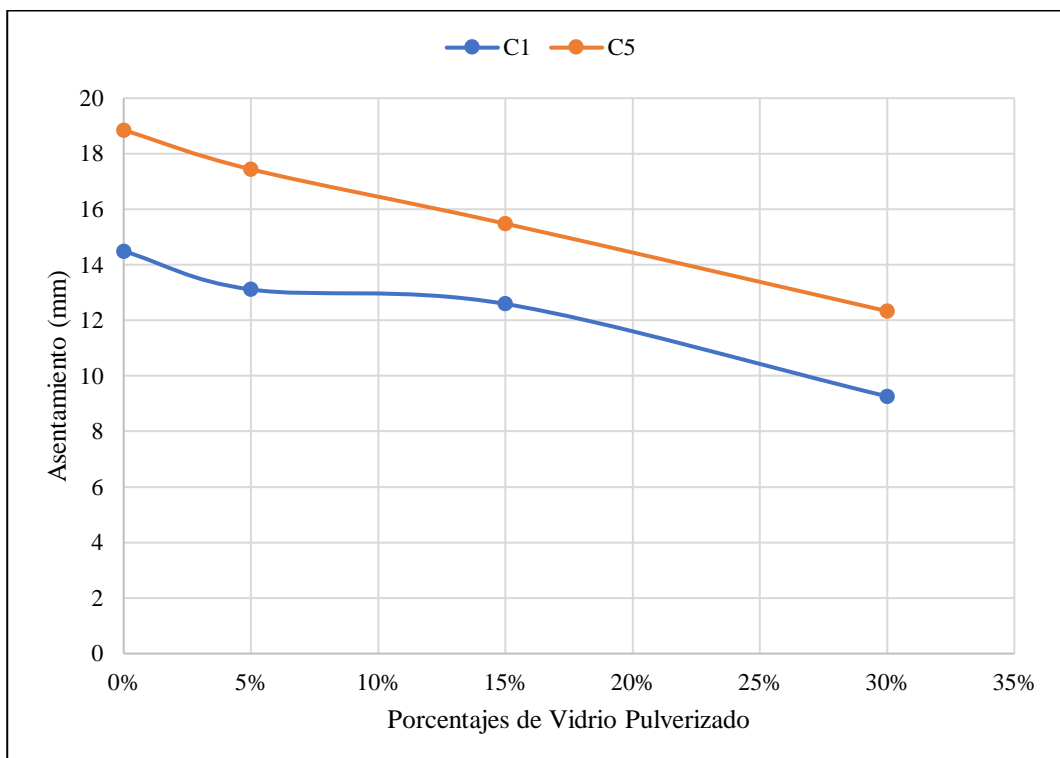
4.1.2.3.Comparación del asentamiento del suelo

Estos resultados indican que el uso de polvo de vidrio hace que el suelo sea más resistente a las cargas, lo que a su vez reduce el asentamiento. Sin embargo, es importante destacar que el suelo de la calicata 1 experimenta un asentamiento final menor que el de la calicata 5, debido a que ya tenía un asentamiento inicial más bajo. A pesar de esta diferencia, ambas calicatas logran una reducción proporcional del asentamiento, de 0.6 cm.

En conclusión, se puede afirmar que el uso del 30% de polvo de vidrio en el suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha resulta en una reducción del asentamiento de 0.6 cm. Estos hallazgos son relevantes para mejorar la estabilidad y resistencia del suelo durante la construcción de la institución educativa.

Figura 41

Comparación del Asentamiento por Consolidación Primaria del Suelo de la C1 y C5 con los Diferentes % de Vidrio Pulverizado.



4.1.3. *Propiedades mecánicas del suelo de cimentación*

Para determinar las propiedades mecánicas del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, se ensayaron tres muestras de cada una de las cinco calicatas llegando a formar la línea de resistencia al corte (figura 42), con cuya ecuación de la línea de tendencia se determinó la cohesión y el ángulo de fricción interna. Con los datos de cohesión, ángulo de fricción y densidad húmeda se ha determinado la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E 10392 Cabracancha para una profundidad de cimentación de 1.50 m y un ancho de cimentación de 1.50 m, por la teoría de Terzaghi, llegando a determinar la capacidad de carga admisible para cimentación corrida y cimentación cuadrada. Las calicatas C1, C2, C3 y C4 presentan el mismo tipo de suelo, por ende, tienen características similares, por lo que la adición de vidrio pulverizado se realizó al suelo de la calicata que presenta las características más críticas, resultando las calicatas C1 y C5 a las que se les adiciono los diferentes porcentajes de vidrio pulverizado.

4.1.3.1. Propiedades mecánicas del suelo natural

La densidad húmeda del suelo natural oscila desde 1.65 gr/cm³ correspondiente a la C1, lo sigue la C2 con 1.68 gr/cm³ y el valor más alto lo tiene la C4 con 1.85 gr/cm³. Mediante la línea de resistencia al corte que se aprecia en la figura 15 se pudo calcular la cohesión y el ángulo de fricción del suelo, la cohesión del suelo va desde 0.22 kg/cm² hasta 0.35 que corresponden a las calicatas (C4, C1) y C5 respectivamente. El ángulo de fricción más bajo lo tiene la C5 con 1.60°, lo sigue la C1 con 4.24° y el valor más alto lo tiene la C4 con 19.59°.

Tabla 29

Propiedades Mecánicas del Suelo de Cimentación de la I.E 10392

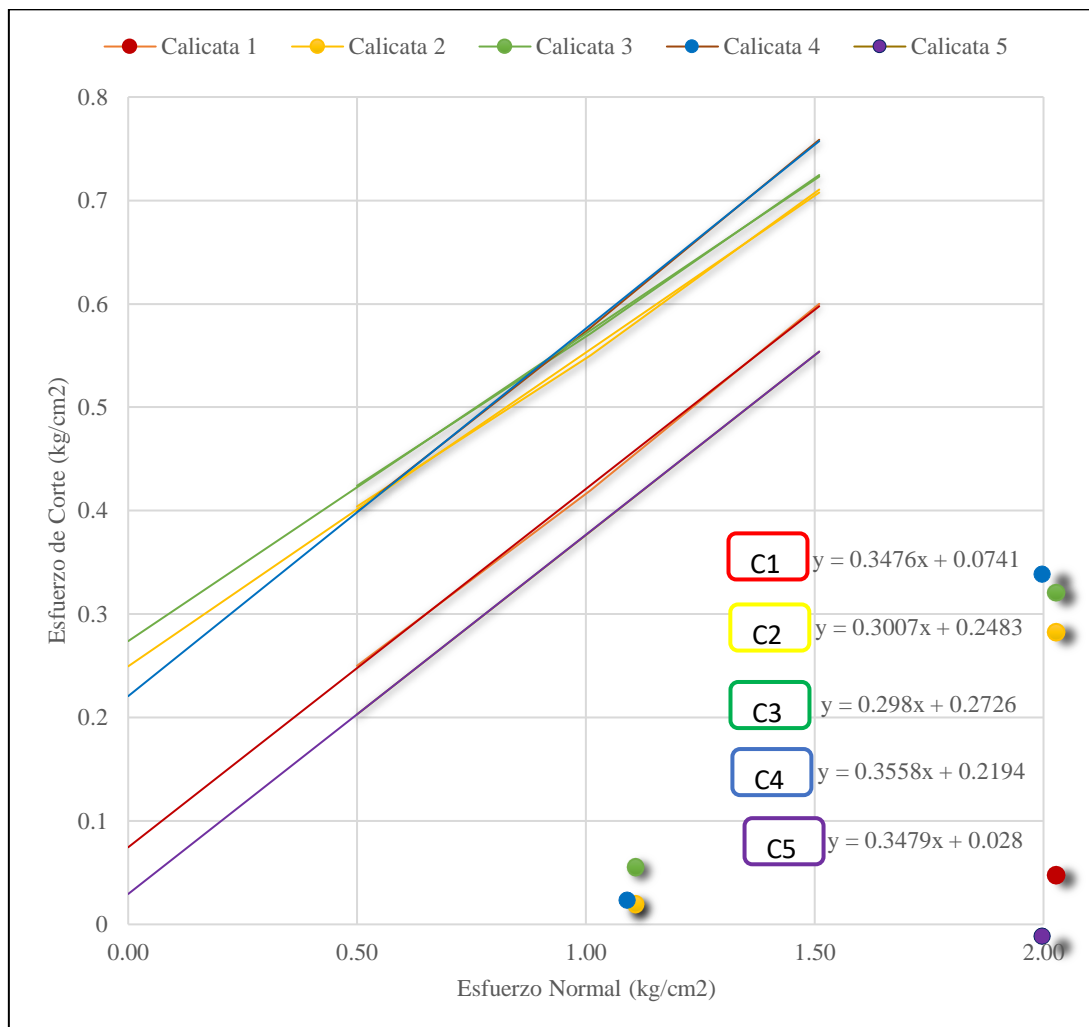
Cabracancha.

Propiedades Mecánicas	Calicatas				
	1	2	3	4	5
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.68	1.80	1.82	1.85	1.65
Cohesión del suelo (kg/cm ²)	0.35	0.30	0.27	0.22	0.35
Angulo de fricción (°)	4.24	13.94	16.59	19.59	1.60

Figura 42

Línea de Resistencia al Corte del Suelo de Cimentación de la I.E 10392

Cabracancha.



4.1.3.2. Propiedades mecánicas del suelo con vidrio pulverizado

Las propiedades mecánicas del suelo de cimentación de la I.E 10392 Cabracancha mejoran significativamente al adicionar los diferentes porcentajes de vidrio pulverizado. La densidad húmeda de la calicata C1 aumenta a medida que se incrementa la adición de VP, con el 5% de VP es de 1.72 gr/cm³, 1.76 gr/cm³ con 15% de VP y 1.81 gr/cm³ con la adición de 30% de VP. La cohesión del suelo de la C1 decrece a medida que aumenta la adición de VP, con 5% de VP presenta una cohesión de 0.34 kg/cm², 0.30 kg/cm² con 15% de VP y 0.26 kg/cm² con 30% de VP. El ángulo de fricción de la C1 aumenta desde 5.31° con la adición de 5% de VP hasta 17.13° con 30% de VP como se muestra en la Tabla 30. En la calicata C5 la densidad húmeda aumenta desde 1.70 gr/cm³ adicionando 5% de VP hasta 1.82 gr/cm³ con 30% de VP. La cohesión del suelo de la C5 baja considerablemente desde 0.34 kg/cm² con 5% de VP hasta 0.29 kg/cm² con la adición de 30% de VP. En cuanto al ángulo de fricción, este se incrementa a medida que aumenta los porcentajes de VP, con 5% de VP tiene un valor de 3.90°, con 15% de VP llega a 10.18° y con 30% de VP sube hasta 14.91°, estos resultados se pueden apreciar en la Tabla 31.

Tabla 30

Propiedades Mecánicas del Suelo con Adición de Vidrio Pulverizado, Calicata

1.

Propiedades Mecánicas	Calicata 1 con adición de vidrio pulverizado		
	5%	15%	30%
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.72	1.76	1.81
Cohesión del suelo (kg/cm ²)	0.34	0.30	0.26
Angulo de fricción	5.31	11.62	17.13

Figura 43

Línea de Resistencia al Corte del Suelo Adicionando Vidrio Pulverizado,

Calicata 1.

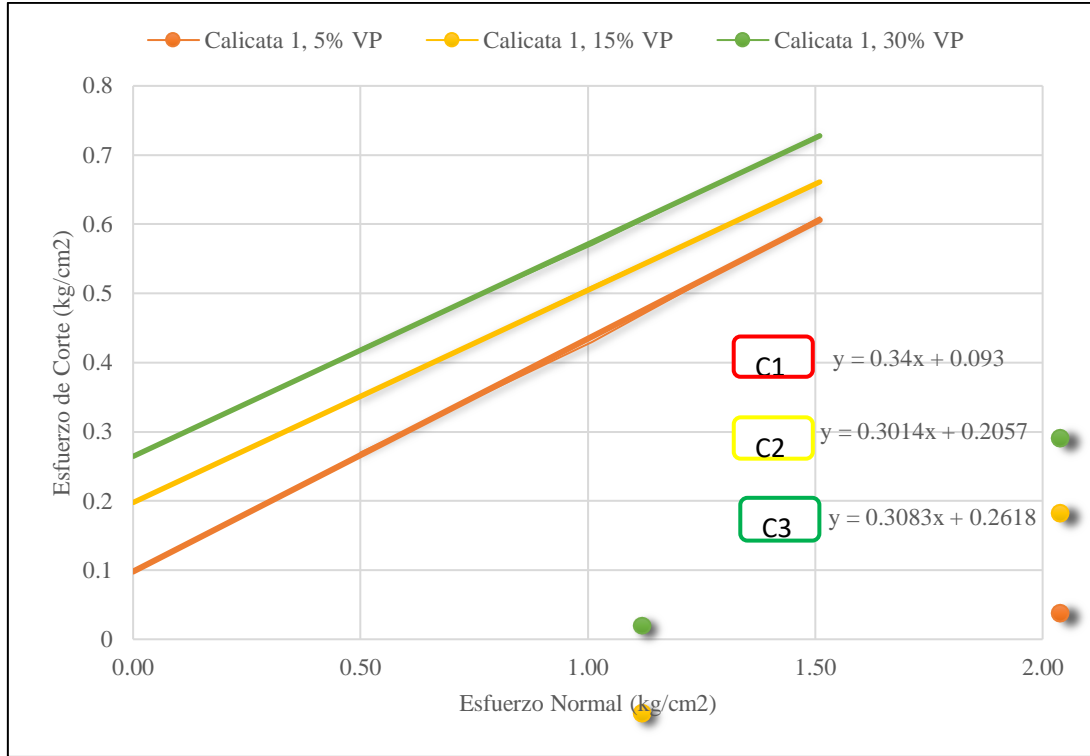


Tabla 31

Propiedades Mecánicas del Suelo con Adición de Vidrio Pulverizado, Calicata

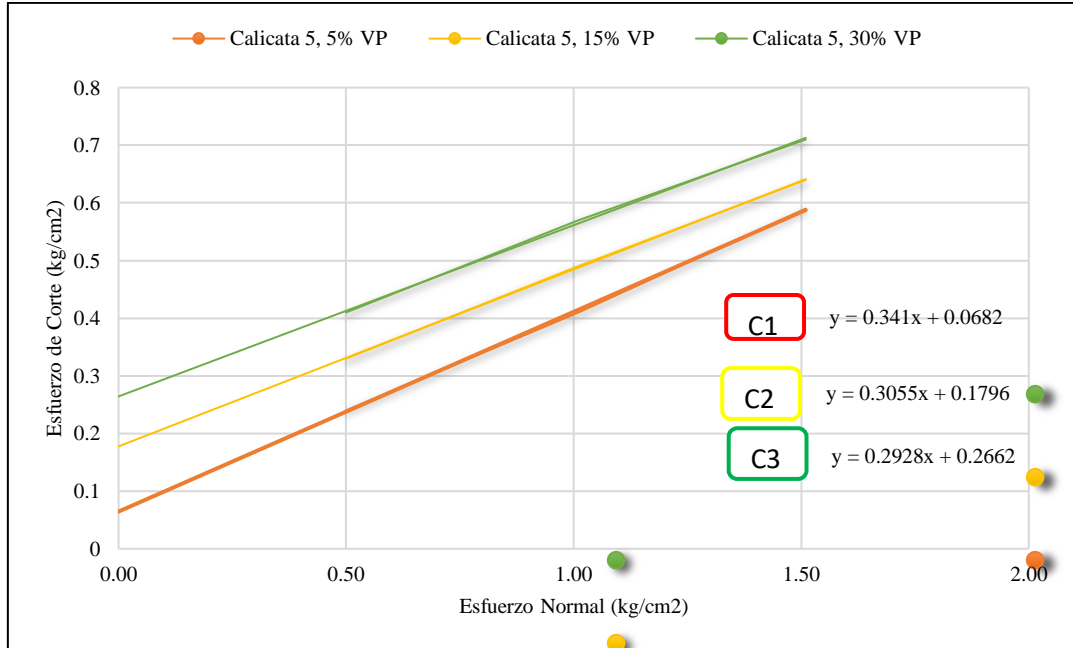
5.

Propiedades Mecánicas	Calicata 5 con adición de vidrio pulverizado		
	5%	15%	30%
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.70	1.76	1.82
Cohesión del suelo (kg/cm ²)	0.34	0.31	0.29
Angulo de fricción	3.90	10.18	14.91

Figura 44

Línea de Resistencia al Corte del Suelo Adicionando Vidrio Pulverizado,

Calicata 5



4.1.3.3. Comparación de las propiedades mecánicas del suelo

De la comparación de las propiedades mecánicas del suelo se ha determinado que, la cohesión del suelo se reduce cuando se incrementa el porcentaje de vidrio pulverizado para la calicata 1 y la calicata 5, mientras que, el ángulo de fricción del suelo de cimentación se incrementa conforme se aumenta el porcentaje de vidrio pulverizado de cada una de las calicatas (1 y 5). El porcentaje de incremento en el ángulo de fricción es considerable, mientras que, la reducción en la cohesión del suelo es relativamente baja, tal como se puede visualizar en la Fig. 45 y en la Fig. 46.

Figura 45

Comparación de la Cohesión del Suelo al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado.

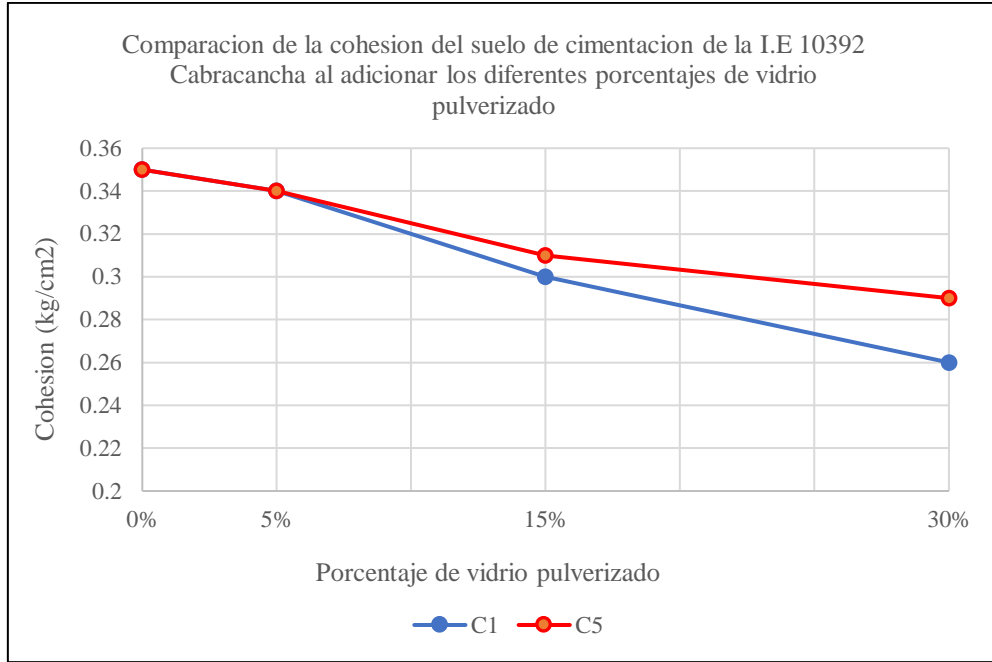
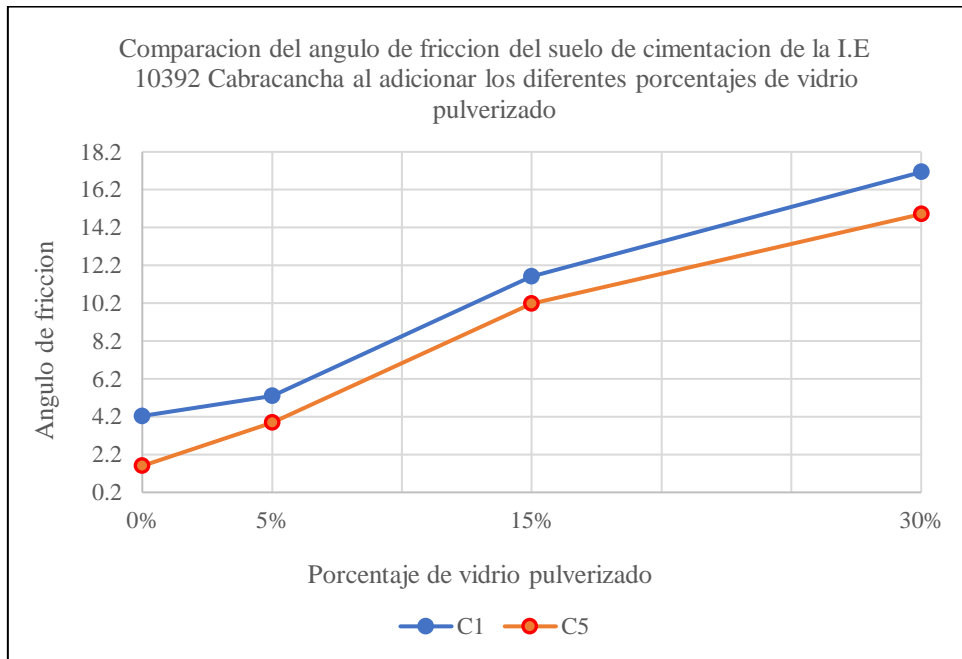


Figura 46

Comparación del Ángulo de Fricción del Suelo al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado.



4.1.4. Capacidad portante del suelo de cimentación

4.1.4.1. Capacidad portante del suelo natural

La capacidad portante de las cinco calicatas del suelo de cimentación de la I.E 10392 Cabracancha, se determinó para una profundidad de desplante de 1.50 m y un ancho de zapata de 1.50 m, la cual oscila entre 0.41 kg/cm² (C5) y 0.81 kg/cm² (C4) para una cimentación corrida y entre 0.50 kg/cm² (C5) a 0.90 kg/cm² (C4) para una cimentación cuadrada, en todos los casos la capacidad portante es menor a 1 kg/cm² por lo que dicho suelo debe ser mejorado.

Tabla 32

Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la I.E 10392 Cabracancha.

	C1	C2	C3	C4	C5
Df (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50
FS	3	3	3	3	3
qadm (kg/cm ²)					
Cimentación corrida	0.46	0.68	0.75	0.81	0.41
Cimentación cuadrada	0.56	0.80	0.86	0.90	0.50

4.1.4.2. Capacidad portante del suelo con vidrio pulverizado

Para el cálculo de la capacidad portante con la adición de vidrio pulverizado, este se adiciono a las calicatas C1 y C5, ya que estas presentan las características más críticas y capacidad portante más baja de los dos tipos de suelos que se ha determinado en dicha investigación. Al adicionar el vidrio pulverizado, la capacidad portante del suelo se incrementa considerablemente a medida que aumentan los porcentajes de vidrio pulverizado. Los porcentajes de adición de vidrio pulverizado fueron 5%, 15% y 30% respecto al peso del suelo. Para una cimentación corrida la C1 presenta 0.48 kg/cm² con 5% de VP, 0.60 kg/cm² con

15% de VP y 0.76 kg/cm² con 15% de VP, la C5 presenta 0.45 kg/cm² con el 5% de VP, 0.57 kg/cm² con 15% de VP y 0.71 kg/cm² con 30% de VP. Para una cimentación cuadrada, la C1 presenta 0.58 kg/cm² con 5% de VP, 0.71 kg/cm² con 15% de VP y 0.87 kg/cm² con el 30% de VP, por su parte la C5 presenta 0.54 kg/cm² con el 5% de VP, 0.67 kg/cm² con 15% de VP y 0.83 kg/cm² con 30% de VP.

Tabla 33

C1, Capacidad Portante del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio Pulverizado.

	C1-5%VP	C1-15%VP	C1-30%VP
Df (m)	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50
FS	3	3	3
qadm (kg/cm ²)			
Cimentación corrida	0.48	0.60	0.76
Cimentación cuadrada	0.58	0.71	0.87

Tabla 34

C5, Capacidad Portante del Suelo de Cimentación con Adición de Vidrio Pulverizado.

	C5-5%VP	C5-15%VP	C5-30%VP
Df (m)	1.50	1.50	1.50
B (m)	1.50	1.50	1.50
FS	3	3	3
qadm (kg/cm ²)			
Cimentación corrida	0.45	0.57	0.71
Cimentación cuadrada	0.54	0.67	0.83

4.1.4.3. Comparación de la capacidad portante del suelo con vidrio pulverizado

Al comparar la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, con 0, 5, 15 y 30% de vidrio pulverizado, se ha verificado que, la resistencia mecánica del suelo tanto para una cimentación corrida como para una cimentación cuadrada, se incrementan conforme se acrecienta el porcentaje de polvo de vidrio pulverizado adicionado. Dicho comportamiento de incremento de la capacidad portante del suelo se observa para la calicata 1 y para la calicata 5.

Tabla 35

Comparación de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la Calicata 1 al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado.

	0%	5%	15%	30%
Cimentación corrida	0.46	0.48	0.60	0.76
Cimentación cuadrada	0.56	0.58	0.71	0.87

Figura 47

Comparación de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado, Calicata 1.

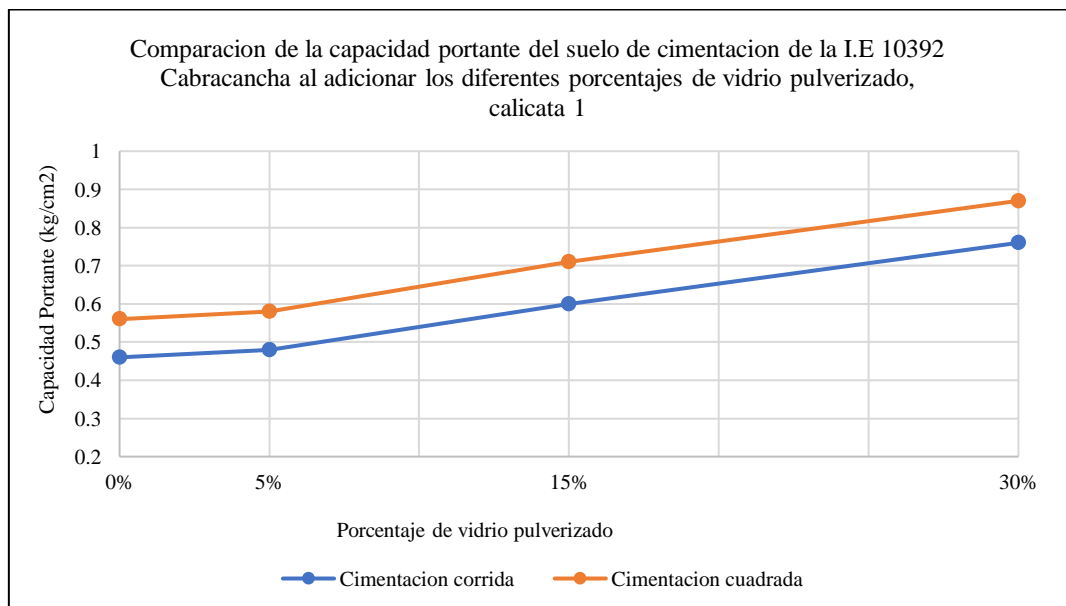


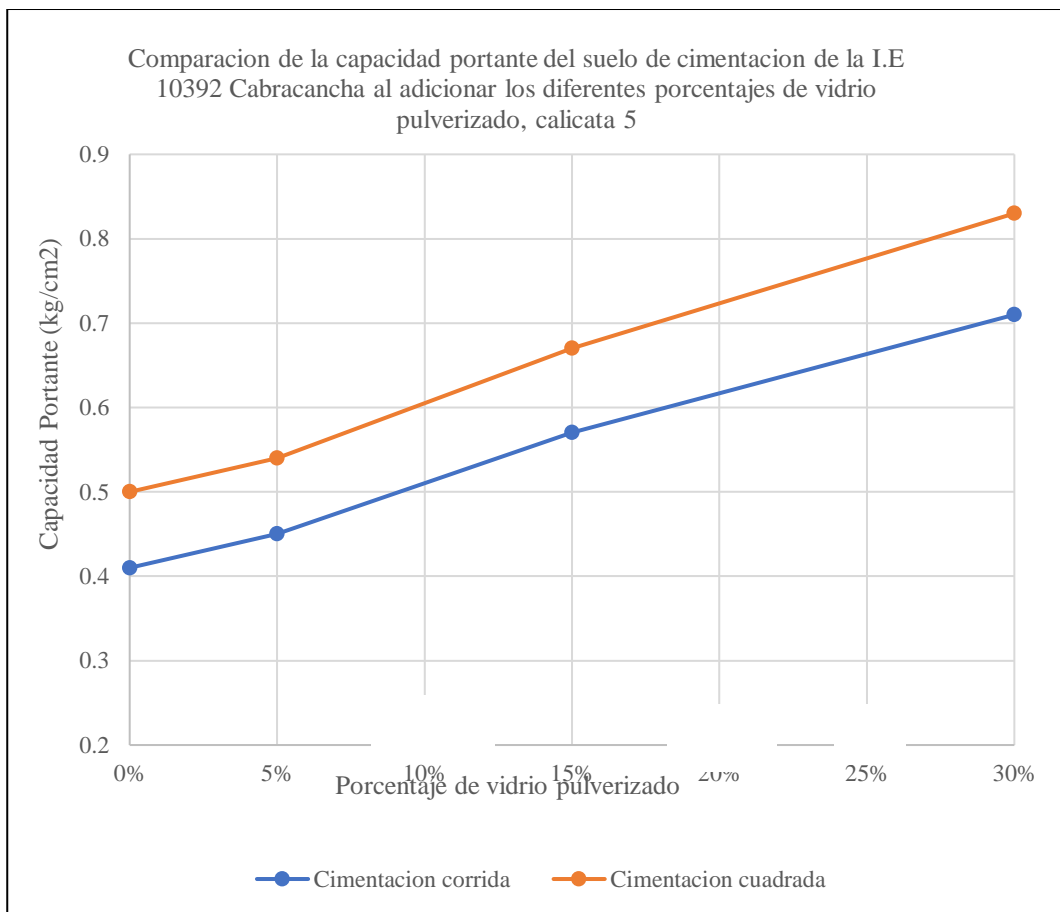
Tabla 36

Comparación de la Capacidad Portante del Suelo de Cimentación de la Calicata 5 al Adicionar los Diferentes Porcentajes de Vidrio Pulverizado.

	0%	5%	15%	30%
Cimentación corrida	0.41	0.45	0.57	0.71
Cimentación cuadrada	0.50	0.54	0.67	0.83

Figura 48

Comparación de la capacidad portante del suelo de cimentación al adicionar los diferentes porcentajes de vidrio pulverizado, calicata 5



4.2. **Discusión de resultados**

La clasificación del suelo es un aspecto importante para comprender su comportamiento geotécnico y su influencia en la construcción y diseño de estructuras. En este estudio realizado en la I.E. 10392 Cabracancha, se determinó que el 80% del suelo se clasifica como limo de baja plasticidad (ML), mientras que solo el suelo de la calicata 5 se clasifica como arcilla de alta plasticidad, con los límites e índices de plasticidad más altos registrados. Siendo así, se ha identificado que, los suelos están distribuidos entre limos y arcillas, tal como en el Barrio la Gloria de Jipijapa analizado por Yepes (2021) y en el sector By Pass de Jipijapa analizado por Baque (2018). Pero, tiene mayor similitud con el estudio realizado por Bustamante (2023) también en el distrito de Chota pero en el área urbana, mientras que, Cabracancha se ubica en el área rural, no obstante, a pesar de la diferencia geográfica, Bustamante (2023) también determinó que, al menos el 80% de la extensión del terreno de evaluación tenía suelo que se clasificaba como limo de alta a baja plasticidad y tan solo el 20% eran arcillas de baja plasticidad, no obstante, aun con esta similitud clasificatoria, la capacidad portante del suelo en el sector 3 de Chota (0.6-0.83 kg/cm²) es superior a la estimada para la I.E. 10392 de Cabracancha – Chota (0.46-0.56 kg/cm²). Sin embargo, contrastan con el estudio de Peralta (2021) ubicado en la urbanización Los Pinos de la ciudad de Chota, cuyos suelos eran en su mayor parte arcillas plásticas (57.14%), mientras que, el 42.86% eran limos de alta plasticidad, siendo así en este lugar la distribución de limos y arcillas estaba dada casi en partes iguales, mientras que, en la I.E. 10392 Cabracancha mayormente los suelos son limosos de alta plasticidad.

La presencia predominante de limo de baja plasticidad en la mayoría del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha es consistente con los hallazgos de investigaciones previas. Rafael & Vásquez (2023) también encontraron que la mayoría de los suelos del Fundo Tuctuhuasi en Chota eran de baja plasticidad, lo cual puede estar relacionado con la composición mineralógica y las condiciones de formación del suelo en la región. No obstante, difiere con otras localidades, como la estudiada por Zabihi et al. (2022) cuya ciudad estaba integrada generalmente por suelos arcillosos.

Los límites de plasticidad registrados en este estudio, que varían entre 35.37% y 49.54%, están dentro del rango típico para suelos limosos de baja plasticidad (Rafael & Vásquez, 2023). Estos resultados indican que el suelo presenta una capacidad limitada para cambiar de forma y consolidarse bajo carga, lo que puede influir en la compactación y estabilidad de las construcciones en el área, tal como, el suelo en Cúcuta – Colombia estudiado por Castro-Sandoval et al. (2019) quienes también verificaron que, el uso de aditivos puede reducir la plasticidad del suelo y menorar su potencial de expansibilidad.

En contraste, el suelo de la calicata 5 se clasifica como arcilla de alta plasticidad, lo que implica una mayor capacidad de deformación y resistencia a cambios de volumen, tal como, argumentan Tarrillo-Bustamante & Herrera-Colunche (2020) y Jiménez & Paz (2021). Los límites e índices de plasticidad registrados en esta calicata, 59.2% y 32.45% respectivamente, son los más altos encontrados en el estudio y sugieren una mayor plasticidad y sensibilidad de este suelo ante cargas y cambios en la humedad, tal como, argumentan Al-Soud et al. (2022) quienes determinaron que el suelo arcillosos presentaba una plasticidad considerable, pero que, su capacidad portante era baja por lo que, requería de

estabilización, no obstante, estos tal como, en la investigación demostraron que, el uso de vidrio pulverizado reduce considerablemente los límites de Atterberg (el límite líquido e índice de plasticidad del suelo) mismo, concuerdan en el porcentaje adecuado de adición para obtener mejores características físicas siendo 15%. En cambio, Mujtaba et al. (2020) y Khan et al. (2018) en Pabbi Peshawar determinaron como porcentaje adecuado de aditamento a 12%, siendo 3% menor al estimado para el suelo de la I.E. de Cabracancha, no obstante, los mismos autores, concuerdan en que este valor puede cambiar entre una arcilla y otra, por la complejidad del material en estudio “El suelo”, siendo el resultado común que, a mayor porcentaje de polvo de vidrio menor plasticidad del suelo.

En el suelo de la I.E. 10392 Cabracancha al utilizar 15% de vidrio pulverizado el índice de plasticidad del suelo arcilloso de la calicata 5 se reduce a 22.39% de 32.45% (suelo natural), pero si se incrementa el porcentaje el índice de plasticidad se incrementa siendo 22.88% al utilizar 30% de vidrio pulverizado, no obstante, estos resultado difieren con los resultados para suelo limoso, el suelo limoso lejos de disminuir su plasticidad la ve incrementada conforme se aumenta el porcentaje de vidrio pulverizado, no obstante, esto se explica por la diferencia en la gradación de uno y otro material, mientras que, el limo es un suelo más grueso que la arcilla por lo que, al adicionar vidrio pulverizado el suelo se vuelve más fino acrecentando su plasticidad; el suelo arcilloso es más fino incluso que el material adicionante (vidrio pulverizado) por lo que, este le da mayor consistencia reduciendo así su plasticidad. En cambio, para Blayi et al. (2020) cuyos suelos analizados en Hamilton eran finos, determinó como porcentaje adecuado de aditamento a 25% debido a que con este alcanzaba mayor reducción en el índice de plasticidad, siendo así, esta diferencia se debe principalmente a que, su suelo

es una mezcla de limo y arcilla con arena, mientras que, en la I.E. 10392 Cabracancha solamente se encuentra suelo fino.

En el emplazamiento de la I.E. 10392 Cabracancha el asentamiento máximo por consolidación primaria en el suelo limoso de baja plasticidad es de 14.49 mm en la calicata 1; y para el suelo arcilloso, el asentamiento es de 18.85 mm, superando al suelo limoso. El asentamiento del suelo en Cabracancha es mucho menor al asentamiento del suelo de Tambocancha en Cuzco donde es de 5.5 cm (Poma & Flores, 2020) siendo de tres veces más el asentamiento del suelo en Cabracancha, sin embargo, esto se debe a la clasificación del suelo, mientras que, en Cabracancha el suelo es una mezcla de limo plástico y arcilla de baja plasticidad en Tambocancha el suelo en su totalidad es arcilloso altamente plástico, lo que condiciona que, haya mayor elasticidad, sin embargo, para ser el emplazamiento de una institución educativa se espera que, el suelo sea lo más estable posible, por tanto, que, el asentamiento sea menor es favorable.

Según Chu et al. (2008), el asentamiento máximo por consolidación primaria en suelos limosos de baja plasticidad generalmente es menor que en suelos arcillosos. Tal como, en la I.E. N° 10392, donde el suelo arcilloso presentó un mayor asentamiento por consolidación primaria que el suelo limoso. Esto se debe a las propiedades específicas del suelo arcilloso y a las condiciones de carga aplicadas durante el estudio.

Por otro lado, varios estudios han demostrado que la adición de vidrio pulverizado puede tener un efecto significativo en la reducción del asentamiento por consolidación primaria en suelos. Esto es respaldado por los hallazgos de Khan et al. (2018), Bagriacik (2017) y Zabihi et al. (2022), quienes encontraron que a medida que se aumenta el porcentaje de adición de vidrio pulverizado, el

asentamiento se reduce. Siendo consistentes con estos hallazgos, ya que se observó una disminución en el asentamiento a medida que se aumentaba el porcentaje de adición de vidrio pulverizado.

Cuando se adicionó un 30% de vidrio pulverizado al suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, se observó una reducción significativa en el asentamiento en ambos tipos de suelos; se encontró que al añadir un 30% de vidrio pulverizado, el asentamiento se reduce considerablemente, llegando a ser de 9.26 mm y 12.33 mm para las calicatas 1 y 5 respectivamente. Estos resultados son consistentes con el estudio de Olufowobi et al. (2014), quienes encontraron que la adición de vidrio pulverizado puede mejorar las características de consolidación de los suelos, y con el estudio de Zabihi et al. (2022) cuyo suelo arcilloso también reducía su asentamiento con el uso de fibra de vidrio, no obstante, el aditamento lo realizaron en volumen (0.8%), mientras que, en el caso del estudio se ha planteado en peso del suelo. Estos hallazgos son importantes para la ingeniería geotécnica, ya que sugieren que la adición de vidrio pulverizado puede ser una estrategia efectiva para reducir el asentamiento en suelos limosos y arcillosos.

La capacidad portante del suelo es un parámetro crucial en el diseño de cimentaciones, ya que determina la carga máxima que el suelo puede soportar sin sufrir fallas o asentamientos excesivos. Varios investigadores han estudiado la capacidad portante de diferentes tipos de suelos y el efecto de la adición de diferentes materiales en dicha capacidad. La capacidad portante del suelo de la I.E. 10392 varía entre 0.46-0.56 kg/cm² en la calicata 1 y 0.41-0.50 kg/cm² en la calicata 5, dependiendo del tipo de cimentación utilizado (corrida o cuadrada), estos valores son mucho menores a los estimados por Angulo & Atencio (2021), esta diferencia se debe a que, el tipo de suelo analizado es distinto, mientras que,

en Cabracancha los suelos son finos conformados por limos o arcillas, en San Antonio – Tacna los suelos son gravosos en combinación con suelos granulares; pero la capacidad portante obtenida en la I.E. 10392 – Cabracancha es similar al suelo limo arenoso de Recuay – Ancash estudiado por Jaramillo (2020) quien argumenta que en el lugar la capacidad portante era menor a 0.53 kg/cm^2 . Sin embargo, al adicionar polvo de vidrio se observa una reducción en la cohesión, un aumento en el ángulo de fricción y un incremento en la capacidad portante. Específicamente, al agregar 30% de polvo de vidrio, la capacidad portante del suelo de la cimentación corrida se incrementa a 0.76 kg/cm^2 y 0.71 kg/cm^2 respectivamente para las calicatas 1 y 5. Por tanto, este es el porcentaje adecuado de aditamento en el suelo, mientras que, para Blayi et al. (2020), Perea (2021) y Mahmutluoğlu & Bağriaçık (2022) el porcentaje óptimo de adición de residuos de vidrio era del 25%, no obstante, en todos los casos el porcentaje recomendado de uso de vidrio pulverizado es similar, y logra buenas características mecánicas en el suelo, con un enfoque respetuoso con el medio ambiente.

Según Khan et al. (2018), la adición de polvo de vidrio al suelo puede mejorar su capacidad portante. En la I.E. 10392 Cabracancha se ha determinado que al agregar 30% de polvo de vidrio, la capacidad portante del suelo de la cimentación corrida se incrementa a 0.76 kg/cm^2 y 0.71 kg/cm^2 respectivamente para las calicatas 1 y 5. Este incremento en la capacidad portante puede ser atribuido a la reducción en la cohesión del suelo y al aumento en el ángulo de fricción, tal como, en el estudio de Bravo & López (2021) y Pusari & Rodríguez (2020). No obstante, este incremento solo representa un aumento de 1.65 veces la resistencia del suelo, mientras que, en el análisis de Gul & Mir (2022) el acrecentamiento de la capacidad portante fue de 9.6 veces la capacidad portante

del suelo sin tratar, pero, dichas diferencia se debe a que, Gul & Mir (2022) no utilizaron solamente la fibra de vidrio, sino que, además utilizaron polvo de horno de cemento, lo que, genera un mayor acrecentamiento. Otro estudio realizado por Olufowobi et al. (2014) demostró que la adición de polvo de vidrio al suelo también puede mejorar su resistencia al corte; encontraron que la adición de polvo de vidrio resultó en un aumento significativo en el ángulo de fricción del suelo, lo que contribuyó a un incremento en la capacidad portante, tal como, argumentan Blayi et al. (2020) quienes determinaron para el suelo de Hamilton que, al adicionar polvo de vidrio al 25%, el ángulo de fricción aumenta en 61% (de 19.80° a 31.87°) y la cohesión disminuye en 19% (de 39.13 a 31.68 kpa).

Finalmente, se concluye que, la adición de polvo de vidrio al suelo utilizado en la cimentación puede resultar en una mejora de las propiedades mecánicas del suelo, con la reducción del asentamiento y el aumento en su capacidad portante, este incremento puede ser atribuido a la reducción de la plasticidad, reducción en la cohesión del suelo, el aumento en el ángulo de fricción y las propiedades del polvo de vidrio. Estos hallazgos son consistentes con los estudios realizados por Adetayo et al. (2021), Sharo et al. (2022), Al-Soud et al. (2022), Gul & Mir (2022); por tanto, los residuos de vidrio funcionan como buen estabilizador del suelo, con beneficios técnicos evidentes y tienen ventaja ambiental al reducir el material no degradable.

4.3. Contrastación de hipótesis

En la prueba estadística para un nivel de confianza del 95%, se acepta la hipótesis nula (H_0) cuando el valor p es mayor a 0.05 (nivel de significancia), caso contrario se acepta la hipótesis alternativa (H_1). Para realizar la prueba de la hipótesis general se han utilizado inicialmente los datos de la tabla 37, pero luego se utilizaron los mismos para generar la información de la capacidad portante del suelo de la I.E. 10392 datos que se muestran en la tabla 38, con dichos datos se compararon las medias muestrales de la capacidad portante del suelo natural y la capacidad portante del suelo con vidrio pulverizado, determinando que el valor p es menor a 0.05 por tanto se acepta la hipótesis alternativa (H_1), por tanto, se concluyó que, la capacidad portante del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha, aumenta al adicionar vidrio pulverizado, Chota.

- H_1 : La capacidad portante del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha, aumenta al adicionar vidrio pulverizado, Chota. ($u_1 - u_2 > 0$)
- H_0 : La capacidad portante del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha, no aumenta al adicionar vidrio pulverizado, Chota. ($u_1 - u_2 = 0$)

Tabla 37 *Data de la Capacidad Portante del Suelo de la I.E.*

Calicatas	% de vidrio	Cohesión	Ángulo de fricción	Qadm (kg/cm ²)	
				Cimentación corrida	Cimentación cuadrada
C1	0	0.35	4.24	0.46	0.56
	5	0.34	5.31	0.48	0.58
	15	0.30	11.62	0.60	0.71
	30	0.26	17.13	0.76	0.87
C2	0	0.30	13.94	0.68	0.80
C3	0	0.27	16.59	0.75	0.86
C4	0	0.22	19.59	0.81	0.90
C5	0	0.35	1.60	0.41	0.50
	5	0.34	3.90	0.45	0.54
	15	0.31	10.18	0.57	0.67
	30	0.29	14.91	0.71	0.83

Tabla 38*Data de la Capacidad Portante del Suelo de la I.E. para el Análisis Estadístico*

Calicatas	Qadm 0%, Ccorr	Qadm 0%, Ccuad	Qadm 30%, Ccorr	Qadm 30%, Ccuad
1	0.46	0.56	0.76	0.87
2	0.68	0.80	1.12	1.24
3	0.75	0.86	1.26	1.37
4	0.81	0.90	1.403	1.494
5	0.41	0.50	0.71	0.83

Nota: Qadm 0% Ccorr capacidad admisible del suelo sin vidrio pulverizado sobre una cimentación corrida, Qadm 30% Ccorr capacidad admisible del suelo con 30% de vidrio pulverizado sobre una cimentación corrida, Qadm Ccuad capacidad admisible del suelo sin vidrio pulverizado sobre una cimentación cuadrada, Qadm Ccuad capacidad admisible del suelo con 30% de vidrio pulverizado sobre una cimentación cuadrada.

Tabla 39*Prueba t-pareada de la Capacidad Portante del Suelo Sin y Con Vidrio**Pulverizado para el Análisis Estadístico*

Data	Prueba de hipótesis	Valor T	Valor p
u1 Qadm 30% Ccorr u2 Qadm 0% Ccorr	$u1 - u2 > 0$	7.41	0.001
u1 Qadm 30% Ccuad u2 Qadm 0% Ccuad	$u1 - u2 > 0$	8.16	0.001

a) Clasificación del suelo

Se han utilizado los datos de la tabla 40, luego en el programa Minitab 22 se ha planteado una prueba estadística de proporción de 1 muestra, para determinar el tipo de suelo más predominante en el emplazamiento de la I.E. 10392 Cabracancha, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS). Siendo así, se ha determinado como resultado la tabla 41, en la que se puede concluir que a pesar de que, la probabilidad de que, el suelo se clasifique como limo de baja plasticidad es del 80%, no se puede aceptar H1, sino que, se debe

aceptar H_0 , esto se debe a que, el límite inferior de la probabilidad es de 34.25% es decir el rango en el que, puede variar la complejidad del suelo es amplia, aun así se puede afirmar que, en el lugar se encuentran dos clasificaciones de suelo, suelo limoso de baja plasticidad y suelo arcilloso de alta plasticidad.

- H_0 : El tipo de suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es variado (H_0 : probabilidad $(p) < 0.50$).
- H_1 : El tipo de suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) es limo de alta plasticidad (H_1 : probabilidad $(p) > 0.50$).

Tabla 40

Datos de Clasificación del Suelo para Análisis Estadístico

CALICATAS	SUCS	LL (%)	IP (%)
1	ML	49.54	17.94
2	ML	42.47	15.07
3	ML	38.58	12.53
4	ML	35.37	9.45
5	CH	59.2	32.45

Tabla 41

Prueba de Proporción para Tipo de Suelo

N	Evento	Muestra p	Límite inferior de 95% para p	Valor p
5	4	0.800	0.342592	0.187

b) Límites de consistencia del suelo con vidrio pulverizado

Se ha utilizado los datos de tendencia normal que se muestran en la tabla 42 para verificar si se acepta o rechaza la hipótesis de estudio. En el programa Minitab 22 se ha aplicado la correlación de Pearson determinando que efectivamente el

porcentaje de vidrio influye en la reducción del límite líquido con un coeficiente de Pearson de -0.804 pero al analizar el índice de plasticidad en conjunto se concluye que la aplicación de vidrio pulverizado no tiene correlación con el IP, no obstante, si se analiza por separado para cada calicata se concluye que para el suelo limoso tiene una correlación directa a mayor porcentaje de vidrio pulverizado mayor índice de plasticidad, con el suelo arcilloso tiene una correlación indirecta a mayor porcentaje de vidrio pulverizado menor índice de plasticidad, siendo así, como en la I.E. 10392 Cabracancha se encuentra ambos tipos de suelos, se puede uniformizar un porcentaje de adición medio, no obstante, cabe recalcar que, al aumentar el IP del suelo limoso con vidrio pulverizado tan solo alcanza un IP similar al máximo reducido al aplicar vidrio pulverizado al suelo arcilloso. Siendo así, el porcentaje adecuado de aditamento sigue siendo 30% de vidrio pulverizado respecto al peso del suelo.

- H0: La adición de vidrio pulverizado no influye en la reducción de los límites de consistencia del suelo de cimentación de la .E. 10392 Cabracancha.
- H1: La adición de vidrio pulverizado influye en la reducción de los límites de consistencia del suelo de cimentación de la .E. 10392 Cabracancha.

Tabla 42*Datos de Límites de Consistencia del Suelo para Análisis Estadístico*

CALICATAS	% VIDRIO	LL (%)	IP (%)
1	0	49.54	17.94
	5	48.41	19.36
	15	45.29	20.51
	30	41.8	24.75
5	0	59.2	32.45
	5	52.43	27.79
	15	45.29	22.39
	30	44.45	22.88

Tabla 43*Coefficientes de Correlación de Pearson de la Data Global de Límites de Consistencia*

Correlación de Pearson	LL (%)	IP (%)
Porcentaje de vidrio	-0.804	-0.105

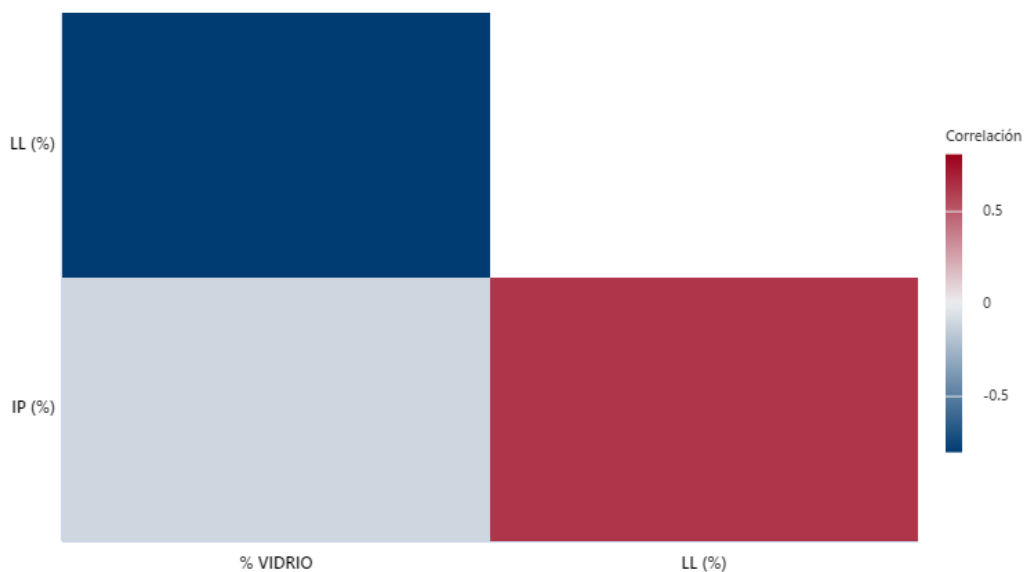
Figura 49*Correlograma de Límites de Consistencia del Suelo (Data Global)*

Tabla 44

Coefficientes de Correlación de Pearson para Índice de Plasticidad por Calicata

Correlación de Pearson	IP (%) calicata 1	IP (%) calicata 5
Porcentaje de vidrio	0.987	-0.841

Figura 50 *Regresión Lineal del Índice de Plasticidad de la Calicata 1*

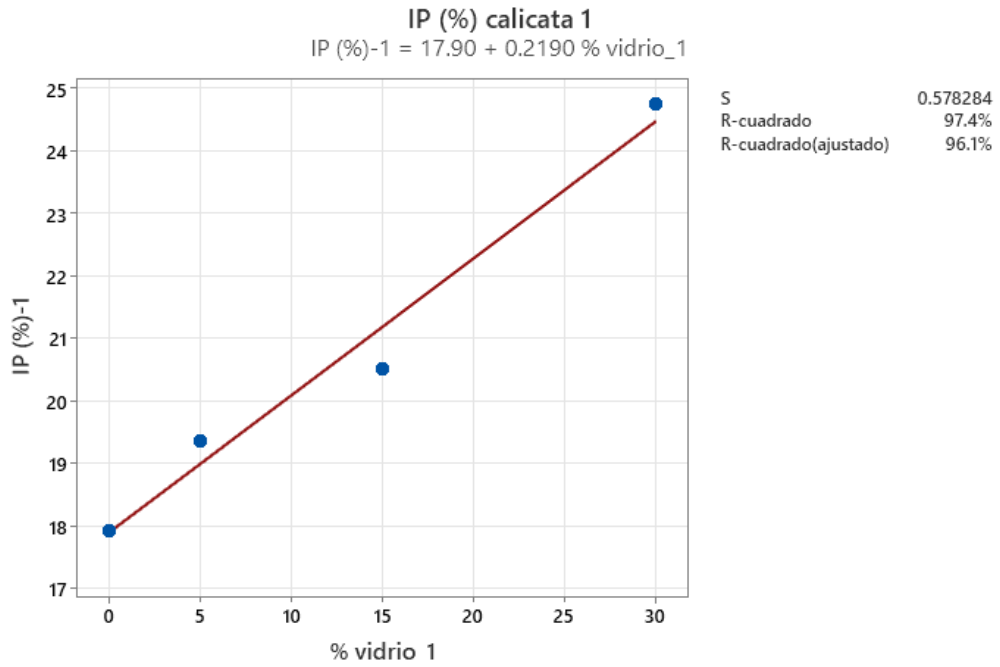
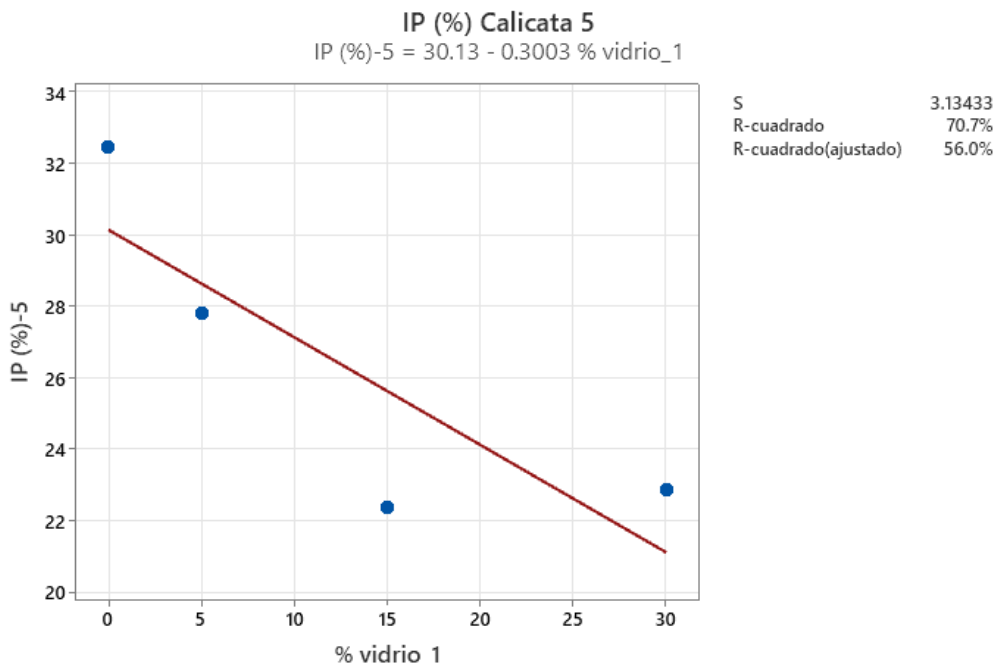


Figura 51 *Regresión Lineal del Índice de Plasticidad de la Calicata 5*



c) Asentamiento por consolidación del suelo con vidrio pulverizado

Se ha utilizado los datos de tendencia normal que se muestran en la tabla 45 para verificar si se acepta o rechaza la hipótesis de estudio. En el programa Minitab 22 se ha aplicado la correlación de Pearson determinando que efectivamente el porcentaje de vidrio influye en la disminución del asentamiento por consolidación del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.728.

- Ho: La adición de vidrio pulverizado no influye en la reducción del asentamiento por consolidación del suelo de cimentación de la .E. 10392 Cabracancha.
- H1: La adición de vidrio pulverizado influye en la reducción del asentamiento por consolidación del suelo de cimentación de la .E. 10392 Cabracancha.

Tabla 45

Datos de Asentamiento del Suelo para Análisis Estadístico

Calicata	% de vidrio pulverizad	Asentamiento (mm)
C1	5	13.11
	15	12.59
	30	9.26
C5	5	17.44
	15	15.48
	30	12.33

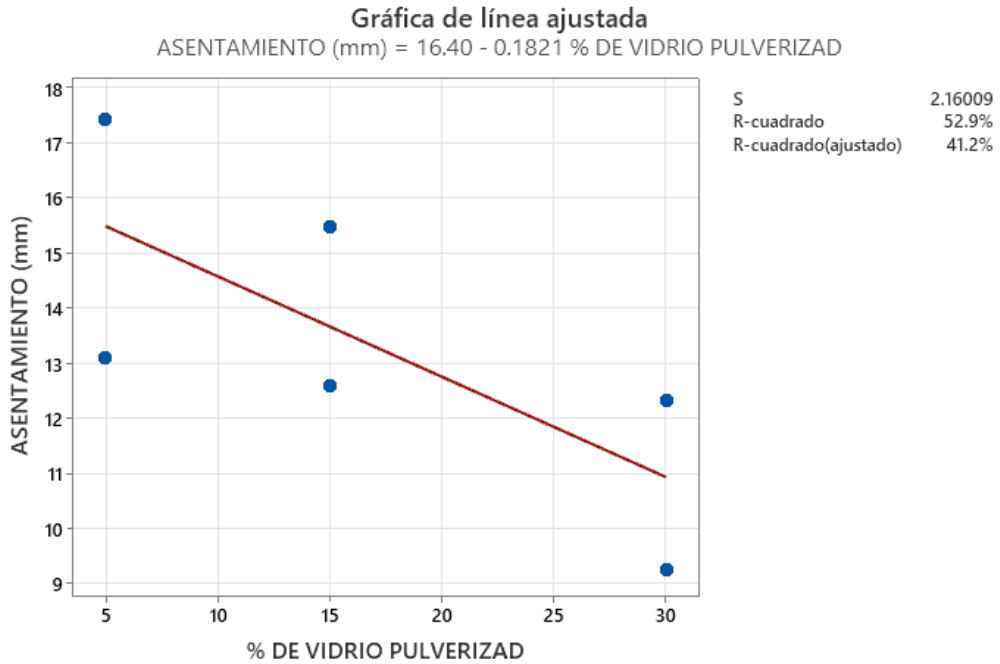
Tabla 46

Coefficientes de Correlación de Pearson para Asentamiento

Correlación de Pearson	Asentamiento
Porcentaje de vidrio	-0.728

Figura 52

Regresión Lineal del Asentamiento del Suelo



d) Propiedades mecánicas del suelo con vidrio pulverizado

Se ha utilizado los datos de tendencia normal que se muestran en la tabla 47 para verificar si se acepta o rechaza la hipótesis de estudio. En el programa Minitab 22 se ha aplicado la correlación de Pearson determinando que efectivamente el porcentaje de vidrio influye en las propiedades mecánicas del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha. Se ha verificado que, el ángulo de fricción se incrementa con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.973, la cohesión disminuye con un coeficiente de correlación de Pearson de -0.959 y la capacidad portante del suelo se incrementa con un coeficiente de correlación de Pearson de 0.983 y 0.981 correspondientemente para cimentación corrida y cuadrada.

- Ho: Las propiedades mecánicas del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha no mejoran al adicionar vidrio pulverizado.
- H1: Las propiedades mecánicas del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha mejoran al adicionar vidrio pulverizado.

Tabla 47

Datos de las Propiedades Mecánicas del Suelo para Análisis Estadístico

Calicatas	% de vidrio	Cohesión	Angulo de fricción	Qadm Cimentación corrida	Qadm Cimentación cuadrada
C1	0	0.35	4.24	0.46	0.56
	5	0.34	5.31	0.48	0.58
	15	0.30	11.62	0.60	0.71
	30	0.26	17.13	0.76	0.87
C5	0	0.35	1.60	0.41	0.50
	5	0.34	3.90	0.45	0.54
	15	0.31	10.18	0.57	0.67
	30	0.29	14.91	0.71	0.83

Tabla 48

Coefficientes de Correlación de Pearson para Índice de Plasticidad por Calicata

Correlación de Pearson	% de vidrio
Cohesión	-0.959
Ángulo de fricción	0.973
Qadm cimentación corrida	0.983
Qadm cimentación cuadrada	0.981

Figura 53 Regresión Lineal de la Cohesión del Suelo según Porcentaje de Vidrio Pulverizado

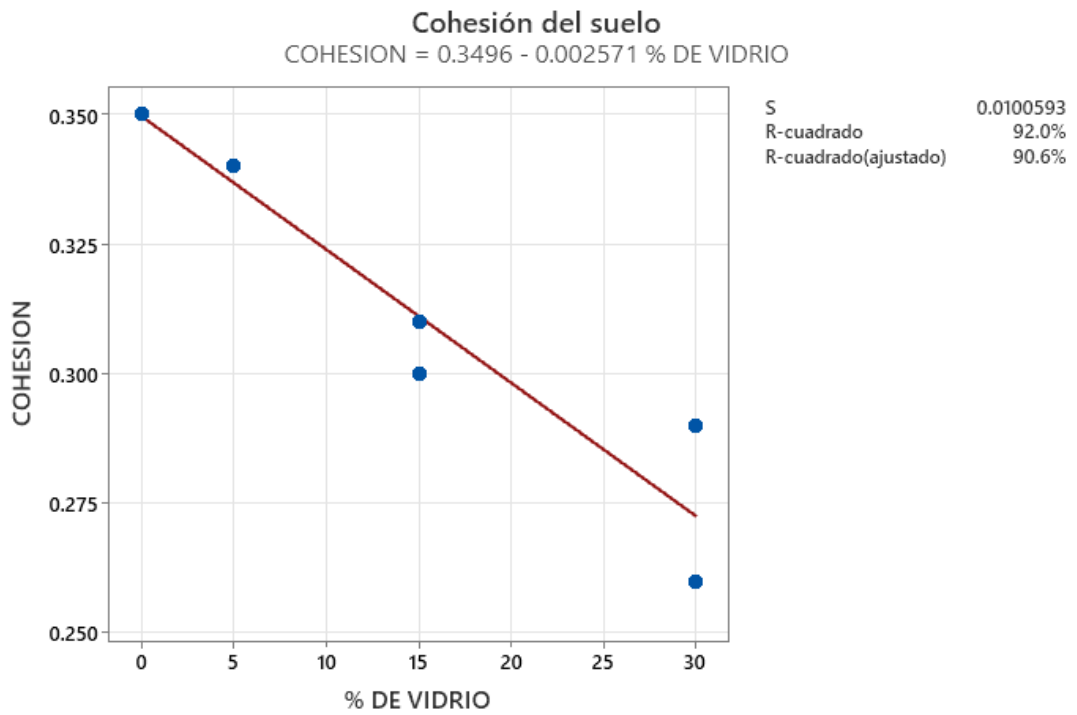


Figura 54 Regresión Lineal del Ángulo de Fricción del Suelo según Porcentaje de Vidrio Pulverizado

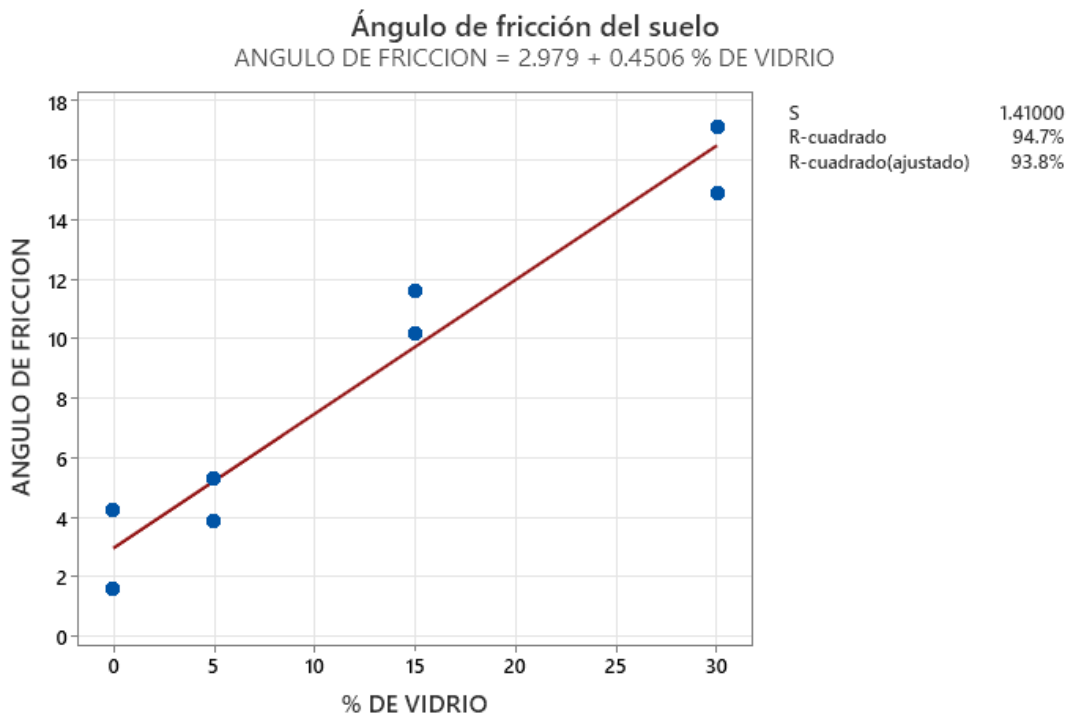


Figura 55 Regresión Lineal de la Capacidad Portante de la Cimentación

Corrida del Suelo según Porcentaje de Vidrio Pulverizado

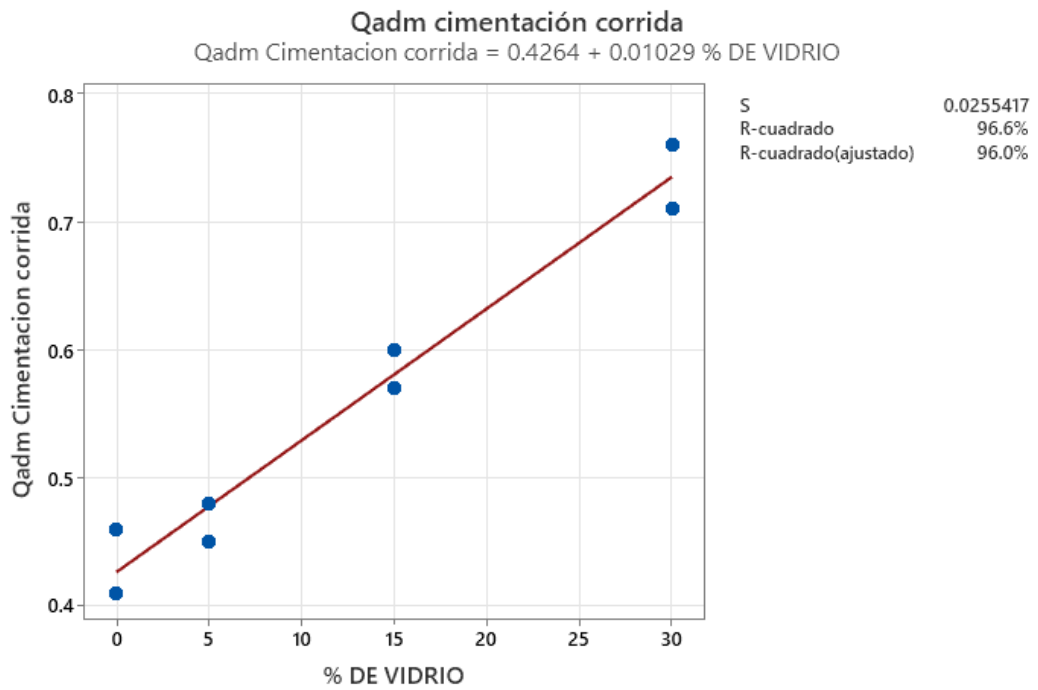
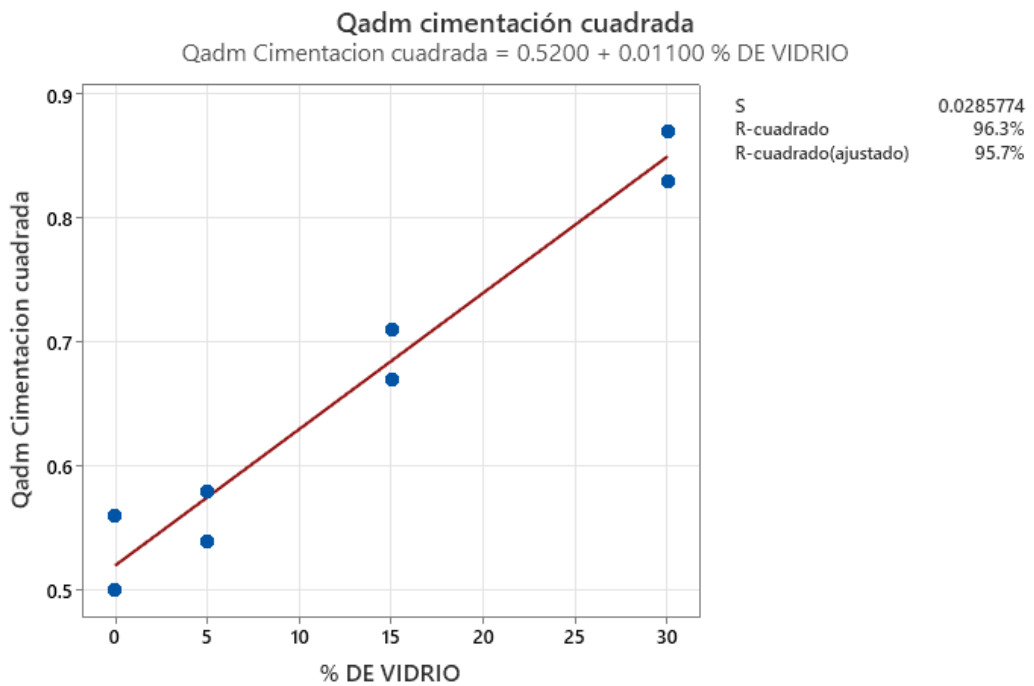


Figura 56 Regresión Lineal de la Capacidad Portante de la Cimentación

Cuadrada del Suelo según Porcentaje de Vidrio Pulverizado



CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

De forma general se ha concluido que, la capacidad portante del suelo de la I.E. 10392 Cabracancha, aumenta conforme se adiciona vidrio pulverizado, Chota, obteniendo coeficientes de correlación de Pearson de 0.983 y 0.981 para cimentaciones corridas y cuadradas. Siendo las conclusiones específicas:

- 1) En la I.E. 10392 Cabracancha, el 80% del suelo está clasificado como limo de baja plasticidad (ML). Los límites de plasticidad de este suelo varían entre 35.37% y 49.54%, mientras que los índices de plasticidad oscilan entre 9.45% y 17.94%. Sin embargo, en la calicata 5, se ha clasificado el suelo como arcilla de alta plasticidad, con los límites e índices de plasticidad más altos registrados, que corresponden a 59.2% y 32.45% respectivamente.
- 2) El asentamiento máximo por consolidación primaria en el suelo limoso de baja plasticidad alcanza los 14.49 mm en la calicata 1. Por otro lado, en el suelo arcilloso, el asentamiento por consolidación primaria es de 18.85 mm, superando al suelo limoso. Sin embargo, al incorporar vidrio pulverizado, se observa una disminución en el asentamiento. En particular, se encontró que al añadir un 30% de vidrio pulverizado, el asentamiento disminuye de manera considerable, alcanzando valores de 9.26 mm y 12.33 mm para las calicatas 1 y 5 respectivamente.
- 3) Al adicionar polvo de vidrio al suelo, se observa una reducción en la cohesión, un aumento en el ángulo de fricción y un incremento en la capacidad portante, debido a que el 80% del suelo son limos. En particular, al añadir un 30% de vidrio pulverizado, la cohesión del suelo disminuye de 0.35 kg/cm² a 0.26

kg/cm² en la calicata 1 y a 0.29 kg/cm² en la calicata 2. Asimismo, el ángulo de fricción aumenta de 4.24 °C a 17.13 °C en la calicata 1 y de 1.60 °C a 14.91 °C en la calicata 2. En conclusión, la adición de vidrio pulverizado logra mejorar sustancialmente las propiedades mecánicas del suelo.

- 4) La capacidad portante del suelo en la I.E. 10392 varía entre 0.46-0.56 kg/cm² en la calicata 1 y 0.41-0.50 kg/cm² en la calicata 5, dependiendo del tipo de cimentación utilizada (corrida o cuadrada). Sin embargo, al adicionar un mayor porcentaje de vidrio pulverizado, se observa un incremento en la capacidad portante del suelo. En particular, al añadir un 30% de polvo de vidrio, la capacidad portante de la cimentación corrida se incrementa hasta alcanzar 0.76 kg/cm² y 0.71 kg/cm² respectivamente en las calicatas 1 y 5.

5.2. Recomendaciones y/o sugerencias

- Se recomienda considerar el uso de 30% de vidrio pulverizado obtenido de botellas de bebidas alcohólicas (de color verde y blanco) con 60% a 70% de sílice, como un material adicional en la mejora de la capacidad portante del suelo de cimentación. Sin embargo, es importante llevar a cabo estudios más detallados sobre las propiedades de este material, así como investigar su comportamiento a largo plazo.
- Se aconseja a las empresas de la ciudad de Chota acrecentar su compromiso con el reciclaje y la sostenibilidad para contribuir directamente al éxito de esta propuesta para mejorar la capacidad portante del suelo con vidrio pulverizado.
- Se recomienda realizar futuras investigaciones en la zona para evaluar otros posibles métodos de mejora de la capacidad portante del suelo.

CAPÍTULO VI.

REFERENCIAS

- Abbeche, K., Panczer, G., & Belagraa, L. (2020). Study of the effect of waste glass fibers incorporation on the collapsible soil stability behavior. *KnE Engineering*, 157-166. <https://knepublishing.com/index.php/KnE-Engineering/article/view/6806>
- Acevedo Pérez, I. (2002). Aspectos éticos en la investigación científica. *Ciencia y enfermería*, 8(1), 15-18. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95532002000100003>
- Adetayo, O. A., Umego, O. M., Faluyi, F., Odetoye, A. O., Bucknor, A. O., Busari, A. A., & Sanni, A. (2021). Evaluation of pulverized cow bone ash and waste glass powder on the geotechnical properties of tropical laterite. *Silicon*, 1-10. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12633-021-00999-4>
- Al-Soud, M. S., Fartosy, S. H., Jabur, A. R., Majeed, M. W., Madhloom, H. M., & Al-Ansari, N. (2022). Sustainable improvement of bentonite clay characteristics by adding pulverized waste glass. *GEOMATE Journal*, 23(95), 10-19. <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/3391>
- Angulo, R., y Atencio, V.H. (2021). *Determinación de la capacidad de carga admisible para las cimentaciones superficiales del Sector 12 San Antonio, distrito G. Albarracín, provincia Tacna – 2020*. [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna]. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1758>
- Antequera, P., Jiménez, L., y Miravete, A. (2021). *Los materiales compuestos de fibra de vidrio*. Editorial Reverté. S.A. ISBN: 978-84-291-9667-2. <https://afly.co/x996>
- Archenti Zegarra, J. F. (2019). *Zonificación de la capacidad portante del suelo en la localidad de Lagunas distrito de Lagunas, Alto Amazonas-región de Loreto*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/3139>
- Apaza, J. R. (2019). *Caracterización de la mezcla de arcillas para la fabricación de ladrillo artesanal de la concesión San Pedro 2000 del distrito de Salcedo-Puno*. [Tesis de grado para optar el título de ingeniero químico, Universidad Nacional del Altiplano de Puno]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12623>
- Arcentales, R.F. (2015). *Diseño de intercambiadores de calor utilizando el lenguaje de programación java*. Universidad Central del Ecuador.

- Ashiq, S. Z., Akbar, A., Farooq, K., Kazmi, S. M. S., & Munir, M. J. (2022). Suitability Assessment of Marble, Glass Powders and Poly-Propylene Fibers for Improvement of Siwalik Clay. *Sustainability*, 14(4), 2314. <https://doi.org/10.3390/su14042314>
- Alvarez Benaute, M. I. (2020). *Modelamiento del hidrograma de ruptura mediante características hidrométricas y propiedades mecánicas del suelo del dique natural de la laguna Palcacocha, Huaraz. 2019*. [Tesis para optar el título de ingeniero agrícola, Universidad Nacional Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo]. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4337>.
- Alvarado Mejía, L. Y., & Palomino Benites, S. A. (2015). *Determinación del esfuerzo de preconsolidación para el cálculo de asentamiento de suelos finos de la zona de Sagari–Cuzco*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Ricardo Palma]. <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2246>
- Bagriacik, B. (2017). Experimental Study about Soil Improvement with Glass Fibers. *International Journal of Engineering Research*, 6(8), 392-396. DOI: 10.5958/2319-6890.2017.00045.9
- Baque, G.A. (2018). *Caracterización físico - mecánicas del suelo para cimentación en edificaciones de categoría baja, sector By Pass – John F. Kennedy, ciudad Jipijapa*. [Tesis de grado previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1055>
- Biot, M. A. (1941). General theory of three-dimensional consolidation. *Journal of applied physics*, 12(2), 155-164. <https://doi.org/10.1063/1.1712886>
- Blayi, R. A., Sherwani, A. F. H., Ibrahim, H. H., Faraj, R. H., & Daraei, A. (2020). Strength improvement of expansive soil by utilizing waste glass powder. *Case Studies in Construction Materials*, 13(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2020.e00427>
- Borselli, L. (2019). *Parte II Clasificación ingenieril de los suelos y de los macizos rocosos*. Facultad de Ingeniería UASLP.
- Braja, M. Das. (2014). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*, 4ª ed. Cengage Learning. Obtenido de <https://es.pdfdrive.com/ing-cimentaciones-braja-das-7ma-ed-e33998997.html>

- Bravo, B.E., y Lopez, H.A. (2021). *Mejoramiento de las propiedades mecánicas de suelos arcillosos empleando valvas de molusco y vidrio en la ciudad de Talara, Piura*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/654603>
- Briones Alva, M. E., & Irigoin Gonzales, N. U. (2015). *Zonificación mediante el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) y la capacidad portante del suelo, para viviendas unifamiliares en la expansión urbana del anexo Lucmacucho Alto-sector Lucmacucho, distrito de Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6679>
- Bustamante, M.H. (2023). *Mejoramiento de la capacidad portante del suelo natural de cimentación adicionando residuos triturados de neumáticos sector 3 de la Ciudad de Chota*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/366>
- Catalán Mendoza, J. R. (2022). *Determinación de la capacidad portante del suelo para construcción del botadero de desmonte noreste, de la Unidad Minera Anama 2018*. [Tesis para optar el título de ingeniero de minas , Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac].
- Castro-Sandoval, A., Melo-Pabón, C. A., & Angulo-Blanquicetz, G. (2019). Soluciones innovadoras para problemas de cimentación sobre suelos cohesivos altamente plásticos. *Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, 10(1), 54-62. <https://doi.org/10.25213/2216-1872.9>
- Carrillo-Molano, R. A., & Caro-Chiquillo, E. Y. (2016). *Diseño y aplicación de un modelo reducido de mechas drenantes modificadas y bandeja de retención de agua adaptada para acelerar la consolidación de suelos blandos*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. <http://hdl.handle.net/10983/13937>
- Cedillo, N. E. (2021). *Ladrillo prefabricado con plástico y vidrio reciclado apto para la construcción de viviendas económicas y sociales*. [Tesis de grado, Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil]. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4526>
- Chu, D. B., Stewart, J. P., Boulanger, R. W., & Lin, P. S. (2008). Cyclic softening of low-plasticity clay and its effect on seismic foundation performance. *Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering*, 134(11), 1595-1608. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1090-0241\(2008\)134:11\(1595\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1090-0241(2008)134:11(1595))

- Córdova, C. E. (2018). *Análisis del concreto simple utilizando vidrio pulverizado como adición para concreto de alta resistencia con agregados de la ciudad de Chiclayo*. [Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1197>
- Crespo, C. (2004). *Mecánica de suelos y cimentaciones, 5ta ed.* Limusa.
- Díaz, R. Velarde, G. y Lino, G. (2021). Análisis de flujo de materiales de envases de vidrio para producción, consumo y comercio en el Perú. *South Sustainability*, 2(1), 1-9. DOI: 10.21142/SS-0201-2021-026
- Edafología. (2023). *Lección 2. Constituyentes del suelo. Fase sólida*. Edafología [Online]. Recuperado de: <http://edafologia.ugr.es/introeda/tema02/tema02%20OLD/m1solida.htm>
- El Comercio. (2021, 30 de octubre). *En el Perú el 25% de las 260 mil toneladas de vidrio producidas contienen vidrio reciclado*. El Comercio. <https://elcomercio.pe/economia/en-el-peru-el-25-de-las-260-mil-toneladas-de-vidrio-producidas-contienen-vidrio-reciclado-noticia/?ref=ecr>
- Estadística de la Calidad Educativa. (ESCALE, 2022). *Ficha de datos de la I.E. 10392, código modular 0447201, ubicada en el centro poblado Cabracancha, distrito Chota, provincia Chota, región Cajamarca*. ESCALE. http://escale.minedu.gob.pe/PadronWeb/info/ce?cod_mod=0447201&anexo=0
- Fernández, N.J. (2003). *El vidrio: Constitución, fabricación, propiedades*, 3ª ed. Consejo de Investigaciones Científicas. ISBN: 84-00-08158-7. <https://afly.co/x986>
- García León, M. J. (2022). *Importancia de los resultados obtenidos mediante el ensayo de penetración estándar en el diseño de las cimentaciones superficiales* (Bachelor's thesis, Jijpajapa. UNESUM). [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/3485>
- Gul, N., & Mir, B. A. (2022). Influence of glass fiber and cement kiln dust on physicochemical and geomechanical properties of fine-grained soil. *Innovative Infrastructure Solutions*, 7(6), 344. <https://doi.org/10.1007/s41062-022-00943-4>
- Gutiérrez Andrade, M. Á. (2015). *Cristalería ecológica a base de botellas de vidrio recicladas*. [Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5444>

- Henríquez, G., & Barriga, O. (2005). El Rombo de la Investigación. *Cinta De Moebio. Revista De Epistemología De Ciencias Sociales*, (23). Recuperado a partir de <https://sintesisdejurisprudencia.uchile.cl/index.php/CDM/article/view/26077>
- Hernández Becerra, W. M., & Torres Castañeda, H. L. (2021). Expansión urbana y zonificación de la capacidad portante del suelo en el ámbito periurbano de la ciudad capital del distrito de Catilluc, provincia San Miguel, región Cajamarca 2019.[Tesis para optar el título de ingeniería civil, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/27749>
- Huancoillo Humpiri, Y. J. (2017). *Mejoramiento de suelo arcilloso con ceniza volante y cal para su uso como pavimento a nivel de afirmado en la carretera desvío Huancané–Chupa–Puno*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_481893c61bc69de986ddc24460679122
- Ibrahim, H. H., Mawlood, Y. I., & Alshkane, Y. M. (2021). Using waste glass powder for stabilizing high-plasticity clay in Erbil city-Iraq. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 15(4), 496-503. <https://doi.org/10.1080/19386362.2019.1647644>
- INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.127. Suelos. Método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.128. Suelos. Método de ensayo para el análisis granulométrico. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.129. Suelos. Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite plástico, e índice de plasticidad de suelos. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (2019, 24 de octubre). *NTP 339.131. Suelos. Método de ensayo para determinar el peso específico relativo de las partículas sólidas de un suelo. 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (2019, 16 de octubre). *NTP 339.142. Suelos. Método de ensayo para la compactación del suelo en laboratorio utilizando una energía estándar (600 kN-m/m³ (12 400 pie-lbf/pie³)). 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad.

- INACAL. (2015, 25 de noviembre). *NTP 339.154. Suelos. Método de ensayo normalizado para propiedades de consolidación unidimensional de suelos*. Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (2017, 26 de diciembre). *NTP 339.171. Suelos. Método de ensayo normalizado para el corte directo de suelos bajo condiciones consolidadas drenadas. 1a Ed.* Instituto Nacional de Calidad.
- INACAL. (2019, 23 de octubre). *NTP 339.252. Suelos. Guía normalizada para muestreo de suelos de la zona vadosa (zona no saturada por encima del nivel freático). 1ª Ed.* Instituto Nacional de Calidad.
- Jaramillo, M.A. (2020). *Capacidad admisible mediante los métodos de Terzagui y Meyerhof para diseño de cimentaciones, Recuay-Ancash*. [Tesis de grado, Universidad San Pedro].
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/14321>
- Jiménez, A., y Paz, N. (2021). *Determinación de la capacidad portante admisible del suelo para cimentaciones superficiales en la habilitación urbana La Colina, del distrito Tarapoto, San Martín, 2020*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Científica del Perú].
<http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1196>
- Karazi, S. M., Ahad, I. U., & Benyounis, K. Y. (2017). Laser micromachining for transparent materials. *Reference Module in Materials Science and Materials Engineering*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803581-8.04149-7>
- Khan, M. S., Tufail, M., & Mateullah, M. (2018). Effects of waste glass powder on the geotechnical properties of loose subsoils. *Civil Engineering Journal*, 4(9), 2044-2051. <https://civilejournal.org/index.php/cej/article/view/1145>
- López, A.J., y Torres, D. (2021). *Mejoramiento del suelo de fundación para cimentaciones superficiales mediante la determinación de los parámetros de resistencia Jaén - Cajamarca 2021*. [Tesis de grado, Universidad César Vallejo].
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/71261>
- Mahmutluoğlu, B., & Bağrıaçık, B. (2022). Utilization of Alkali-Activated Glass Manufacturing Waste in the Improvement of Cohesive Soils. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 1-14. <https://link.springer.com/article/10.1007/s13369-022-06621-y>

- Mahmutluoglu, B., & Bagriacik, B. (2021). Sustainable implementation of glass manufacturing waste and geogrids in the improvement of fine-grained soils. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 25(4), 1295-1307. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-021-1344-7>
- Mesa, N.L. (2020). *Implementación de prelavado para reducción de la merma de botellas de vidrio retornable en una empresa productora de bebidas gaseosas*. [Tesis de maestría en ingeniería de procesos y sistemas industriales, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano]. <http://hdl.handle.net/20.500.12010/7290>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, MVCS. (2012) *Norma CE.020 Estabilización de suelos y taludes (D.S. N° 017-2012-Vivienda)*. MVCS. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo2/05_CE/017-2012-CE020.pdf
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, MVCS. (2018). *Norma E.050. R.M. N° 406-2018-VIVIENDA*. MVCS. https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf
- Montoya, J. y Pinto, F. (2010). *Cimentaciones*. Universidad de los Andes.
- Mujtaba, H., Khalid, U., Farooq, K., Elahi, M., Rehman, Z., & Shahzad, H. M. (2020). Sustainable utilization of powdered glass to improve the mechanical behavior of fat clay. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 24(12), 3628-3639. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12205-020-0159-2>
- Municipalidad Provincial de Chota, MPCH. (2018). Plan de desarrollo urbano, PDU Chota 2017 – 2027. MPCH.
- Muñoz, S. P., Sánchez, W. A., & García, J. M. (2020). Teoría de consolidación, una revisión de la literatura. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 7(2), 121-135. DOI: <https://doi.org/10.26495/icti.v7i2.1493>
- Nima Maza, C. F. (2021). Diseño de cimentaciones superficiales para equipos dinámicos en la agroindustria basados en las Norma E. 030–diseño sismo resistente y ASCE/SEI 7-10. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/3296>
- Ochoa, L. M. (2018). *Evaluación de la influencia del vidrio reciclado molido como reductor de agregado fino para el diseño de mezclas de concreto en pavimentos*

- urbanos*. [Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/4571>
- Olufowobi, J., Ogundaju, A., Michael, B., & Aderinlewo, O. (2014). Clay soil stabilisation using powdered glass. *Journal of Engineering Science and Technology*, 9(5), 541-558. DOI: 10.28991/cej-03091137
- Ojanama Sangama, S. R., & Garcia Cordova, S. (2020). Micro-zonificación del suelo para uso de cimentaciones superficiales en el barrio San Juan-barrió Tangumi-barrio La Victoria, en el distrito de Soritor. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/3827>
- Oyola-Guzmán, R. D., & Vaca-Oyola, L. S. (2018). Uso de la teoría de Mohr-Coulomb para explicar el mejoramiento de suelos mediante el proceso de compactación. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 12(1), 1-11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6476533>
- Peralta, L. (2021). *Mejoramiento de la capacidad portante del suelo aplicando distintas dosis de residuos triturados de ladrillo, lechada de cal y cemento diluido: Caso Urbanización “Los Pinos”, Chota-2020*. [Tesis para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad Nacional Autónoma de Chota].
- Perea, D.J. (2021). Uso del concreto y vidrio reciclado en la capacidad de carga de suelos arcillosos. *Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo*, 51 (1y2), 119-132. DOI: 10.47864/SE(51)2021p119-132_131
- Pérez, J. (2014). *Métodos de cálculo de cimentaciones superficiales*. Cimentaciones. ETSAC. [Online]. Recuperado de: <https://www.udc.es/dep/dtcon/estructuras/ETSAC/Publicaciones/pub-val/Suelos/Zapatas%20EHE.pdf>
- Poliotti, M., y Sierra, P. (2007). *Geología y Geotecnia. Tema Consolidación Unidimensional de Suelos*. Universidad Nacional de Rosario. https://www.fceia.unr.edu.ar/geologiaygeotecnia/Consolidacion%20unidim%20de%20suelos_2011s2.pdf
- Poma, N.N., y Flores, W. (2020). *Análisis comparativo en la estimación de la capacidad portante de un suelo cohesivo para diferentes tipos de cimentaciones superficiales, usando ecuaciones de cálculo y ensayo SPT según las características físico mecánicas del sector Tambocancha – Chinchero*. [Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/3832>

- Poves Espinoza, J. P. (2017). *Influencia de las columnas de grava compactada en el asentamiento de suelos blandos, sector de Palian*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional del Centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/4106>
- Pusari, O.A., Rodríguez, J.Y. (2020). *Estudio experimental de mejoramiento de las propiedades de resistencia al corte de un suelo expansivo con polvo de vidrio reciclado y fibras de polipropileno en la ciudad de Talara, departamento de Piura*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <http://hdl.handle.net/10757/653985>
- Radhika, B. P., Krishnamoorthy, A., & Rao, A. U. (2020). A review on consolidation theories and its application. *International Journal of Geotechnical Engineering*, 14(1), 9-15. <https://doi.org/10.1080/19386362.2017.1390899>
- Rafael, R. & Vásquez, R.A. (2023). *Evaluación de la Capacidad Portante del Suelo en Relación al Nivel Freático con Fines de Cimentación Caso: Fundo Tuctuhuasi, Chota-2022*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Autónoma de Chota]. <http://hdl.handle.net/20.500.14142/428>
- Rodríguez, L., y Yasnó, N. (2019). *Diagnóstico de los residuos de botellas de vidrio de bebidas alcohólicas en el casco urbano del municipio de Neiva*. [Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional Abierta Y A Distancia]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/28030>
- Rosero, R.R., y Chuquizan, A.A. (2019). *Prototipo de máquina trituradora de botellas de vidrio recicladas para la empresa surpapeles en San Juan de Pasto*. [Tesis de grado, Corporación Universitaria Autónoma de Nariño, San Juan de Pasto – Colombia]. <http://hdl.handle.net/20.500.12276/705>
- Singh, G., & Gahir, J. S. (2020). Soil Stabilization with Fly-Ash and Glass Powder. *Journal of Green Engineering*, 10, 6029-6038. <http://www.jgenng.com/wp-content/uploads/2020/11/volume10-issue9-105.pdf>
- Sanchez Arroyo, I. J. (2019). *Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en viviendas unifamiliares en el Centro Poblado de Huamanmarca*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Nacional del centro del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5045>.
- Sharo, A. A., Alawneh, A. S., Al Zghool, H. N., & Rabab'ah, S. R. (2022). Effect of Alkali-Resistant Glass Fibers and Cement on the Geotechnical Properties of

- Highly Expansive Soil. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 34(2), 04021417. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)MT.1943-5533.0004058](https://doi.org/10.1061/(ASCE)MT.1943-5533.0004058)
- Sosa Cori, B. Y. (2022). *Estudio comparativo de la capacidad portante admisible para el diseño de cimentaciones superficiales por los métodos de terzagui y meyerhof según las características del suelo del centro poblado de yanag del distrito de pillco marca–Huánuco 2020*. [Tesis para optar el título de ingeniera civil, Universidad de Huánuco]. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/3234>
- Tarrillo-Bustamante, D. M., & Herrera-Colunche, R. L. (2020). Comportamiento de los suelos en la zona periférica norte de la ciudad de Chota, distrito y provincia de Chota, Cajamarca: Soil behavior in the northern peripheral area of the city of Chota, district and province of Chota, Cajamarca. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 3(1), 46-55. <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p46>
- Teniente Paucar, A. J. (2016). *Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de Terzagui y Meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta*. [Tesis para optar el título de ingeniera Civil, Universidad Andina del Cusco]. <https://repositorio.uandina.edu.pe/handle/20.500.12557/708>
- Universidad Militar Nueva Granada. (2022). *Guía para la ejecución de ensayos en mecánica de suelos. Práctica N° 10. Ensayo de consolidación unidimensional*. Programa de Ingeniería Civil. <http://mecanicadesuelosumng.weebly.com/praacutectica-n-10-ensayo-de-consolidacion-unidimensional.html#/>
- Vasquez, Y. F., y Girón, Y. C. (2019). *Análisis de la resistencia del concreto con adición de vidrio pulverizado*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Civil, Universidad de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/244>
- Vásquez, L. A. (2013). *Evaluación de desechos de vidrio en las operaciones de fusión de concentrados polisulfurados ecuatorianos*. [Tesis de grado, Escuela Politécnica Nacional de Quito]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5664>
- Vargas Vargas, A. F., Quimbayo Cortes, D. R., & Nuñez Hernández, J. Y. (2015). *Características de la consolidación en los suelos cohesivos en la vereda Barzalozza. Girardot-etapa III*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Piloto de Colombia]. <http://repository.unipiloto.edu.co/handle/20.500.12277/5656>

- Villavicencio, R.A. (2020). *Estudio de pre factibilidad de una estación de reciclaje y formación de botellas de vidrio dentro del Distrito Metropolitano de Quito*. [Trabajo de fin de grado, Universidad San Francisco de Quito USFQ]. <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/9235>
- Yepes, Y.V. (2021). *Determinar las características geotécnicas para detectar eventuales problema de cimentación en edificaciones de categoría baja, Barrio la Gloria, Ciudad Jipijapa*. [Tesis de grado previa a la obtención del título de Ingeniero Civil, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2966>
- Yepes, V. (2020). *Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. Colección Manual de Referencia, 2ª edición*. Editorial Universitat Politècnica de València, 480 pp. Ref. 328. ISBN: 978-84-9048-903-1. <https://victoryepes.blogs.upv.es/2019/01/09/concepto-y-clasificacion-de-las-cimentaciones/>
- Zabihi Samani, M., Dolati, P., Babaei, Z., & Daryabari, M. (2022). Investigation of clay of rey town improvement with glass fibers and its effect on reducing the settling of strip foundations. *Journal of Structural and Construction Engineering*, 9(6), 81-107. 10.22065/JSCE.2021.300156.2535

CAPÍTULO VII. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tema: Evaluación de la capacidad portante del suelo de cimentación en la I.E. 10392 Cabracancha, adicionando vidrio pulverizado, Chota, 2022

Autores: Yoner Omar Herrera Muñoz, y Harlin Cleder Diaz Mejia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿En qué medida la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, aumentará al adicionar vidrio pulverizado en Chota?	Objetivo general Evaluar la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, adicionando vidrio pulverizado, Chota.	H1: La capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, aumenta al adicionar vidrio pulverizado, Chota.	VI Vidrio pulverizado	Propiedades físicas	Dosis de vidrio Granulometría Peso unitario	Enfoque: cuantitativo
	Objetivos específicos – Determinar el tipo de suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).	Ho: La capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, no aumenta al adicionar vidrio pulverizado, Chota.	VD Capacidad portante	Propiedades físicas del suelo	Humedad Granulometría Límite líquido Límite plástico Peso específico Cohesión	Tipo de investigación: aplicada
	– Determinar el asentamiento por consolidación del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, con 0, 5, 15 y 30% de vidrio pulverizado.	Propiedades mecánicas		Ángulo de fricción Índice de compresión	Diseño de investigación: descriptiva causal simple	
	– Determinar las propiedades mecánicas del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, con 0, 5, 15 y 30% de vidrio pulverizado.	Asentamiento por consolidación	Índice de expansión Asentamientos	Muestra: Cinco (5) calicatas en el suelo de cimentación de la I.E. 10392		
– Comparar la capacidad portante del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancha, con 0, 5, 15 y 30% de vidrio pulverizado.	Características de la cimentación	Profundidad y ancho de cimentación				
	Capacidad portante	Capacidad de carga última				

Anexo B Estudio de mecánica de suelos del Plan de desarrollo urbano (PDU) – Chota
(MPCH, 2018)

La ciudad de Chota se ubica sobre las capas geológicas de las formaciones Chota y Celendín.

La formación Chota se encuentra en su mayor extensión, esta es de tipo de roca sedimentaria, con litología formada por conglomerados de areniscas y lutitas, presenta drenaje imperfecto por ser acuíferos porosos consolidados y pertenecen a la era Mesozoico, periodo cretáceo, época superior.

En la parte Noreste se asienta la formación Celendín, la cual es de tipo de roca sedimentaria, con litología formada por margas, calizas y lutitas, presenta drenaje imperfecto por ser acuíferos fisurados de fácil deslizamiento y pertenecen a la era Mesozoico, periodo cretáceo, época superior.

Como parte del diagnóstico se realizó un estudio de suelos con la finalidad de conocer a mayor detalle las características físicas; se tomaron 04 muestras donde se realizaron Calicatas (Ver: Figura 23. Tomas Fotográficas de las calicatas, Figura 24. Ubicación de las Calicatas). Los resultados indican que los suelos superficialmente son orgánicos, por debajo de los 40 cm son arcillosos con alta plasticidad y contracción, drenajes imperfectos a malos lo que permite fácil erosión hídrica como lo específica las formaciones Chota y Celendín, la napa freática se encuentra a 1.10 metro y la permeabilidad es muy lenta por lo que en las edificaciones se debe considerar acciones de drenajes.

Figura 57

Fotografía de la Calicata C3 realizadas por la Municipalidad Provincial de Chota en la periferia de la Ciudad de Chota



Nota: (MPCH, 2018).

Figura 58

Ubicación de las Calicatas en Proyección Geodésicas WGS84/Z17S



Nota: (MPCH, 2018).

Figura 59

Resultados del Estudio de Mecánica de Suelos

Calicata 01	Calicata 02	Calicata 03	Calicata 04
Estrato N° 1.	Estrato N° 1.	Estrato N° 1.	Estrato N° 1.
Potencia: 0.0 – 0.40 m.	Potencia: 0.0 – 0.40 m.	Potencia: 0.0 – 0.45 m.	Potencia: 0.0 – 0.20 m.
Suelo orgánico	Suelo orgánico	Suelo orgánico	Suelo orgánico
Estrato N° 2:	Estrato N° 2:	Estrato N° 2:	Estrato N°2
Potencia: 0.40 – 3.50 m.	Potencia: 0.40 – 1.30 m.-	Potencia: 0.45 – 1.0 m.-	Potencia: 0.2 – 1.20 m.
Tipo de suelo: Arcilloso gravoso	Tipo de suelo: Arcilloso Limoso gravoso pedregoso	Tipo de suelo: Limoso ferruginoso.	Tipo de suelo: Arcilloso limoso gravoso
Estructura: Bloques angulares.	Estructura: Bloques sub angulares.	Estructura: Bloques ngulares.	Estructura: Bloques angulares.
Plasticidad: Alta.	Plasticidad: Alta.	Plasticidad: Alta.	Plasticidad: Alta.
Contracción: Alta.	Contracción:Alta.	Contracción: Alta.	Contracción: Alta.
Color: Marrón claro grisáceo	Color: Gris amarillento.	Color: Gris con machas de limonita.	Color: Marrón grasaceo con manchas de color gris oscuro que indica saturación del suelo.
Reacción: Violenta al HCl 15% .	Reacción: Violenta al HCl 15% .	Reacción: Violenta al HCl 15% .	Reacción: Violenta al HCl 15% .
Minerales: Hematita, limonita y calcita.	Minerales: Hematita, limonita y calcita.	Minerales: Carbonatos de calcio..	Minerales: Calcita
Drenaje: Imperfecto.	Drenaje: Imperfecto.	Drenaje: Malo.	Drenaje: Malo.
Permeabilidad: Moderadamente lenta.	Permeabilidad: Moderadamente lenta.	Permeabilidad: Moderadamente lenta.	Permeabilidad: Muy lenta
			Napa freática: A 1.10 m. de profundidad.
	Estrato N° 3	Estrato N° 3	
	Potencia: 1.30 – 2.00 m.	Potencia: 1.00 – 1.20 m.	
	Tipo de suelo: Arcilloso arenoso.	Tipo de suelo: Arcilloso limoso ferruginoso	
	Estructura: Bloques sub angulares.	Estructura: Bloques angulares.	
	Plasticidad: Media.	Plasticidad: Alta.	
	Contracción: Media.	Contracción: Alta.	
	Color: Marrón amarillento con manchas de color gris	Color: Gris amarillento.	
	Reacción: Violenta al HCl 15% .	Reacción: Violenta al HCl 15% .	
	Minerales: Hematita y limonita.	Minerales: Calcita y limonita.	
	Drenaje: Imperfecto Malo.	Drenaje: Malo.	
	Permeabilidad: Muy lenta	Permeabilidad: Muy lenta	
		Notación: Capa freática a 1.10 m. de profundidad.	

Nota: (MPCH, 2018).

Anexo C. Colapso del suelo de cimentación de la I.E. 10392 Cabracancho

A partir de la visita a campo realizada a la I.E. 10392 del centro poblado Cabracancho, se tiene evidencia fotográfica de los daños que han sufrido los cinco módulos de 1 nivel, de la institución educativa a causa del asentamiento del suelo de cimentación, lo que ha provocado grietas y fisuras en el piso, paredes, columnas, etc., llevando incluso al colapso de las paredes de dos de los módulos, por lo que actualmente no son utilizados para impartir clases, no obstante, se desea volver a construir sobre dicho terreno, por lo que previamente debe pasar por un proceso de estabilización.

Figura 60

Fisuras en los Pisos de la I.E. 10392



Figura 61

Vista de las Veredas de la I.E. 10392



Figura 62

Fisuras en las Paredes y Piso de los Módulos de la I.E. 10392



Figura 63 *Asentamiento de las Veredas*

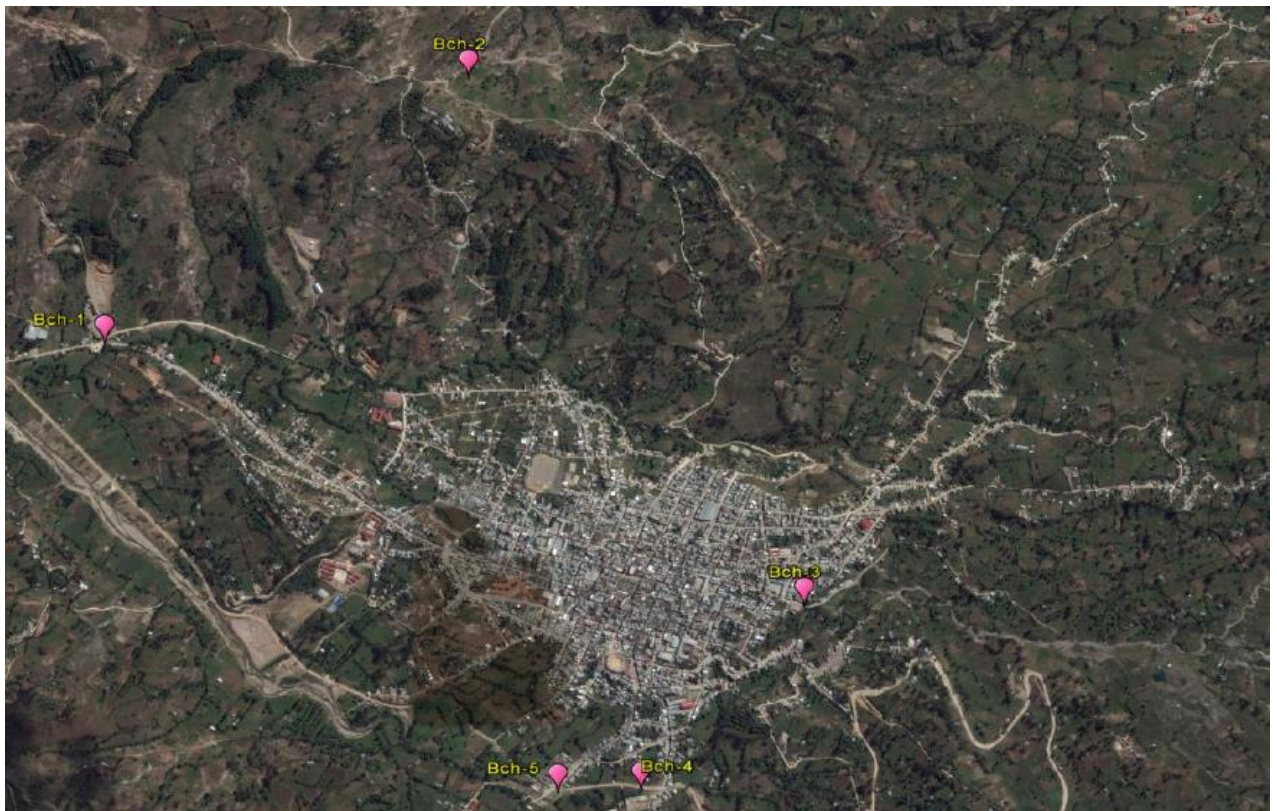


Anexo D. Residuos sólidos (MPCH, 2018)

Los residuos domésticos y no domésticos son recogidos por la municipalidad a través de un sistema de recojo de servicio público; son llevados hacia el botadero de Rambran ubicado hacia el norte a 3.21 km del centro de la ciudad donde se entierran previa colocación de una capara de cal; el botadero tiene una extensión de es de 4,700 metros cuadrados y en la visita no se observó acumulación desproporcionada de la basura ni malos olores. No obstante, los lixiviados de los residuos sólidos se combinan con las aguas residuales de los vertederos, contaminado el agua de los ríos y causando daño negativo a la biodiversidad. También, se observa focos de contaminación del suelo por la acumulación de residuos sólidos en las calles, ríos y quebradas.

Figura 64

Ubicación Espacial de los Botaderos



Nota: (MPCH, 2018).

Tabla 49*Botaderos en la Ciudad de Chota*

Nro	Código	Descripción	Coordenadas UTM		Cuerpo Receptor
			Este	Norte	
1	Bch-1	Botadero de residuos sólidos domésticos PECSA	758087	92750886	Qda San Mateo
2	Bch-2	Botadero de residuos sólidos domésticos Qda Rambram	759321	9276146	Qda Rambram
3	Bch-3	Botadero de residuos sólidos domésticos Qda Colpamayo	760444	9274021	Qda Colpamayo
4	Bch-4	Botadero de residuos sólidos domésticos Sector Los Eucaliptos	759890	9273284	Qda San Mateo
5	Bch-5	Botadero de residuos sólidos domésticos Pte. Chotano	759609	9273277	Qda Colpamayo

Nota: (MPCH, 2018).

Residuos Sólidos Urbanos (Domésticos y No Domésticos)

En el 2015, La municipalidad de Chota realizó un estudio de caracterización de los residuos sólidos; con una proyección de 19,273 habitantes concluye que la generación es de 10.473 Tn/día y de estos más del 80% son reaprovecharles.

La caracterización indica que la producción per cápita es de 0.355 Kg/Habitante por Día y a nivel de predios de 6,838.7 Kg/Día; así mismo que los residuos sólido no domiciliarios es de aproximadamente el 35% (3,634.56 Kg/ día) y el domiciliario el 65% (6838.7 Kg/ día) (Ver: Figura 36. Generación de los Residuos Sólidos en la ciudad de Chota).

Los residuos domiciliarios no domiciliarios en su composición provienen de desperdicios orgánicos (comestibles, papel, cartón) en mayor proporción; mientras que en menor proporción plásticos y otros (Ver: Figura 35. Composición de los Residuos Sólidos).

Anexo E. Panel fotográfico

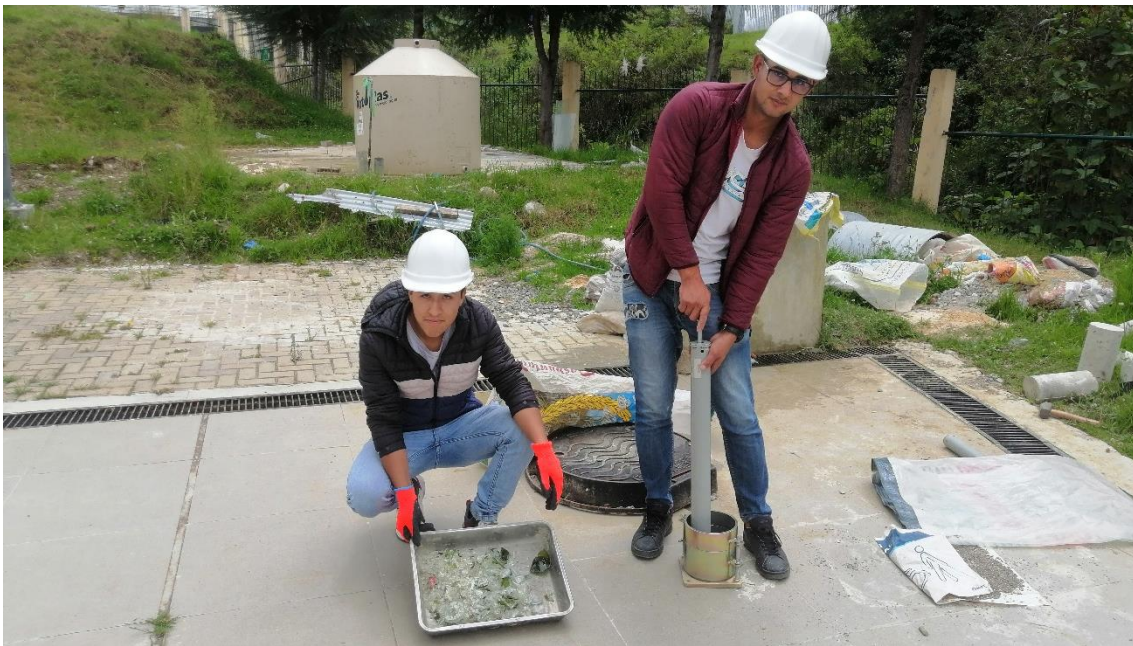
Fotografía 1. Proceso de recolección de las botellas de vidrio por el tesista



Fotografía 2. Lavado de las botellas alcohólicas por parte de los tesistas



Fotografía 3. Trituración y pulverización de las botellas de vidrio utilizando el equipo de Proctor modificado



Fotografía 4. Tamizado del vidrio pulverizado por el tamiz N° 60 al tamiz N° 100



Fotografía 5. Excavación de la calicata 1 (3 m. de profundidad) en la I.E. Cabracancha



Fotografía 6. Excavación de la calicata 2 (3 m. de profundidad) en la I.E. Cabracancha



Fotografía 7. Excavación de la calicata 3 (3 m. de profundidad) en la I.E. Cabracancha



Fotografía 8. Excavación de la calicata 4 (3 m. de profundidad) en la I.E. Cabracancha



Fotografía 9. Excavación de la calicata 5 (3 m. de profundidad) en la I.E. Cabracancha



Fotografía 10. Tesistas en el laboratorio de mecánica de suelos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Fotografía 11. Colocación de la muestra en el horno para determinar la humedad natural del suelo



Fotografía 12. Tesistas realizando el cuarteo de las muestras de suelo en el laboratorio para los ensayos físicos



Fotografía 13. Tesistas realizando el proceso de lavado del suelo por el tamiz N° 200 para el ensayo de granulometría



Fotografía 14. Tesistas realizando el ensayo de granulometría del suelo, (a) pasando el suelo por las mallas y (b) pesando el porcentaje retenido en los tamices



Fotografía 15. Realizando el ensayo de límite líquido del suelo, proceso de mezclado de suelo y agua



Fotografía 16. Realizando el ensayo de límite plástico del suelo, proceso de elaboración de los rollitos de suelo



Fotografía 17. Muestras de límite plástico, rollitos de suelo de 3 mm en las taras



Fotografía 18. Densidad húmeda del suelo, tesistas colocando agua en la pipeta para el ensayo de peso específico del suelo



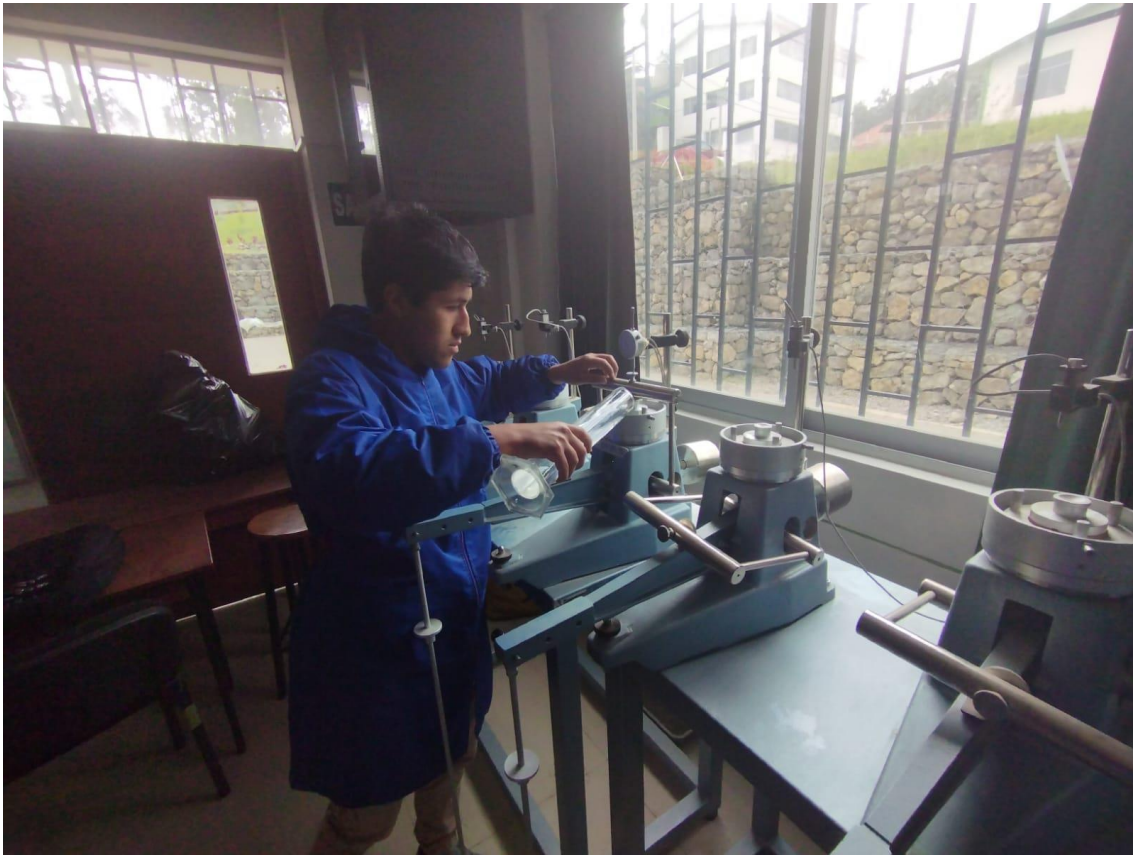
Fotografía 19. Preparación de la muestra para el ensayo de consolidación del suelo, con ayuda del técnico del laboratorio



Fotografía 20. Encargado del laboratorio verificando el equipo para Consolidación



Fotografía 21. Colocación de agua en la muestra del ensayo de consolidación



Fotografía 22. Registro de datos del ensayo de consolidación por parte del encargado de laboratorio en las muestras de suelo



Fotografía 23. Pesado del vidrio pulverizado para preparar las muestras combinadas para el ensayo de corte directo



Fotografía 24. Mezcla del suelo con vidrio pulverizado para elaborar las muestras para el ensayo de corte directo



Fotografía 25. Formación de la probeta para ensayo de corte directo en el laboratorio externo GSE-Chota



Fotografía 26. Ensayo de corte directo del suelo sin y con vidrio pulverizado en el laboratorio externo GSE-Chota



Fotografía 27. Muestra de suelo en el ensayo de corte directo en el laboratorio externo

GSE – Chota




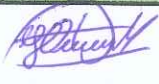

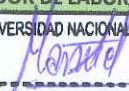


Anexo F. Resultado de ensayos de laboratorio

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.127		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 01	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		RESPONSABLES	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		REVISADO POR	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	
FECHA DE ENSAYO:		28 de febrero del 2023				

COORDENADAS UTM	
ESTE	759025
NORTE	9271270

Calicata	C01			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Peso de la tara (gr)	37.2	37.1	37.1	37.13
Peso de la tara mas muestra humeda (gr)	169.1	169.4	169.5	169.33
Peso de la tara mas muestra seca (gr)	134.4	134.5	134.2	134.37
Peso de la muestra humeda (gr)	131.9	132.3	132.4	132.20
Peso de la muestra seca (gr)	97.2	97.4	97.1	97.23
Peso de agau (gr)	34.7	34.9	35.3	34.97
Contenido de humedad (%)	35.70%	35.83%	36.35%	35.96%

CONTENIDO DE HUMEDAD: 35.96%


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO		
COORDINADOR DE LABORATORIO		
DOCENTE		
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA  Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	  CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL REG. CIP. N° 176824 Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA
Fecha: 18 de octubre del 2023		

		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.127		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 02	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		RESPONSABLES	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		REVISADO POR	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	
FECHAA DE ENSAYO:		28 de febrero del 2023				

COORDENADAS UTM	
ESTE	759014
NORTE	9271279

Calicata	C02			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Peso de la tara (gr)	36.90	37.40	37.20	37.17
Peso de la tara mas muestra humeda (gr)	167.60	192.10	190.30	183.33
Peso de la tara mas muestra seca (gr)	133.30	150.30	149.70	144.43
Peso de la muestra humeda (gr)	130.70	154.70	153.10	146.17
Peso de la muestra seca (gr)	96.40	112.90	112.50	107.27
Peso de agau (gr)	34.30	41.80	40.60	38.90
Contenido de humedad (%)	35.58%	37.02%	36.09%	36.23%

CONTENIDO DE HUMEDAD: 36.23%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR Fecha: 18 de octubre del 2023	  Walter Manuel Vasquez Tapiá RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA	  CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.127			
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 03	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		RESPONSABLES		
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:		28 de febrero del 2023		REVISADO POR Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

COORDENADAS UTM	
ESTE	758999
NORTE	9271284

Calicata	C03			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Peso de la tara (gr)	37.10	36.90	37.30	37.10
Peso de la tara mas muestra humeda (gr)	187.60	179.50	181.40	182.83
Peso de la tara mas muestra seca (gr)	148.40	141.50	142.10	144.00
Peso de la muestra humeda (gr)	150.50	142.60	144.10	145.73
Peso de la muestra seca (gr)	111.30	104.60	104.80	106.90
Peso de agau (gr)	39.20	38.00	39.30	38.83
Contenido de humedad (%)	35.22%	36.33%	37.50%	36.35%

CONTENIDO DE HUMEDAD: 36.35%



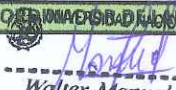


OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO		
COORDINADOR DE LABORATORIO		
DOCENTE		
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	 Walter Manuel Vásquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS Ing. WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA	 CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 176824
Fecha: 18 de octubre del 2023		

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.127			
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 04	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		RESPONSABLES	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		REVISADO POR	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	
FECHAA DE ENSAYO:		28 de febrero del 2023				

COORDENADAS UTM	
ESTE	758989
NORTE	9271269

Calicata	C04			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Peso de la tara (gr)	37.20	37.20	36.90	37.10
Peso de la tara mas muestra humeda (gr)	172.20	199.40	166.30	179.30
Peso de la tara mas muestra seca (gr)	139.00	159.10	133.20	143.77
Peso de la muestra humeda (gr)	135.00	162.20	129.40	142.20
Peso de la muestra seca (gr)	101.80	121.90	96.30	106.67
Peso de agau (gr)	33.20	40.30	33.10	35.53
Contenido de humedad (%)	32.61%	33.06%	34.37%	33.35%

CONTENIDO DE HUMEDAD: 33.35%





OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	DOCENTE
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR Fecha: 18 de octubre del 2023	 Walter Manuel Vasquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA	  CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL Reg. CIP N° 176824 Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.127			
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 05	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		RESPONSABLES	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		REVISADO POR	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	
FECHAA DE ENSAYO:		28 de febrero del 2023				

COORDENADAS UTM	
ESTE	759003
NORTE	9271260

Calicata	C01			
Muestra	M1	M2	M3	Promedio
Peso de la tara (gr)	36.90	37.30	37.10	37.10
Peso de la tara mas muestra humeda (gr)	183.80	198.20	193.60	191.87
Peso de la tara mas muestra seca (gr)	136.80	147.00	143.20	142.33
Peso de la muestra humeda (gr)	146.90	160.90	156.50	154.77
Peso de la muestra seca (gr)	99.90	109.70	106.10	105.23
Peso de agau (gr)	47.00	51.20	50.40	49.53
Contenido de humedad (%)	47.05%	46.67%	47.50%	47.07%

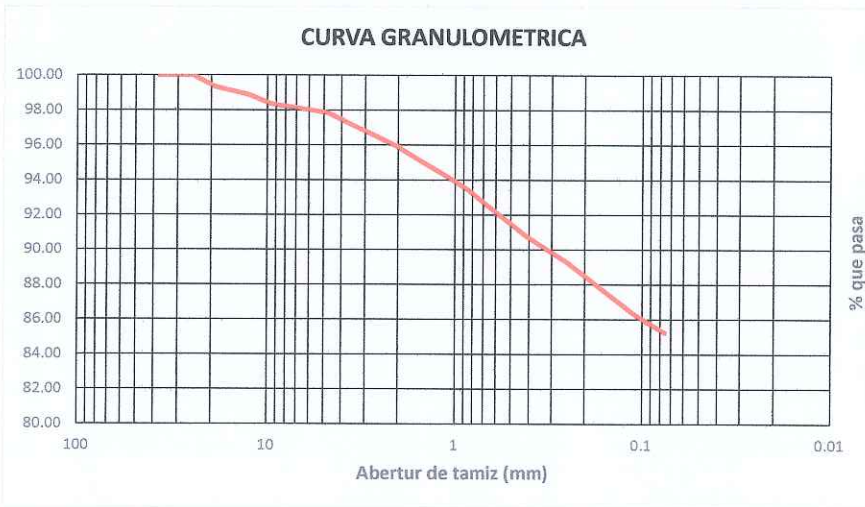
CONTENIDO DE HUMEDAD: 47.07%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	DOCENTE
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR Fecha: 18 de octubre del 2023	 Walter Manuel Vasquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA	 Claudia E. Benavidez Nuñez INGENIERA CIVIL Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA REG. CIP. N° 176824

		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.128		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 05	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA			RESPONSABLES	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023			REVISADO POR	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nu	
FECHA DE ENSAYO:	02 de marzo del 2023					

Peso seco de la muestra ensayada (gr) : 8384.30

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	53.90	0.64	0.64	99.36
1/2"	12.500	38.30	0.46	1.10	98.90
3/8"	9.500	45.40	0.54	1.64	98.36
N°4	4.750	42.20	0.50	2.14	97.86
N°10	2.000	163.90	1.95	4.10	95.90
N°20	0.840	208.00	2.48	6.58	93.42
N°40	0.420	214.60	2.56	9.14	90.86
N°60	0.250	129.90	1.55	10.69	89.31
N°140	0.106	260.30	3.10	13.79	86.21
N°200	0.075	80.60	0.96	14.75	85.25
Casoleta		7147.20	85.25	100.00	0.00



% GRAVA	2.14	% Areana	12.61	% Finos	85.25
---------	------	----------	-------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200 85.25%

Limite Liquido 59.20%

Indice de Plasticidad 32.44%

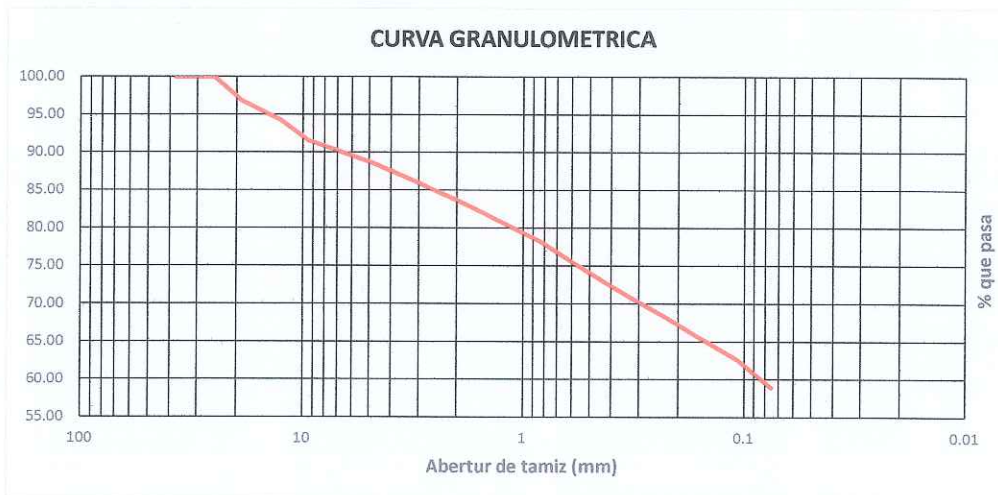
Tipo de Suelo CH Arcilla de Alta Plasticidad (Arcilla gruesa arenosa)

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	 Walter Manuel Vasquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA	 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ INGENIERO Ing. BENAVIDEZ NUNEZ CLAUDIA EMILIA Reg. CIP. N° 176824
Fecha: 18 de octubre del 2023		

		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.128			
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 04	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		RESPONSABLES		
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:		02 de marzo del 2023		REVISADO POR		
				Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

Peso seco de la muestra ensayada (gr) : 7249.50

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	224.87	3.10	3.10	96.90
1/2"	12.500	192.27	2.65	5.75	94.25
3/8"	9.500	193.37	2.67	8.42	91.58
N°4	4.750	219.17	3.02	11.44	88.56
N°10	2.000	348.87	4.81	16.26	83.74
N°20	0.840	394.97	5.45	21.71	78.29
N°40	0.420	398.57	5.50	27.20	72.80
N°60	0.250	280.87	3.87	31.08	68.92
N°140	0.106	464.27	6.40	37.48	62.52
N°200	0.075	261.57	3.61	41.09	58.91
Casoleta		4270.67	58.91	100.00	0.00



% GRAVA	11.44	% Areana	29.65	% Finos	58.91
---------	-------	----------	-------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200 : 58.91%

Limite Liquido : 35.37%

Indice de Plasticidad : 9.44%

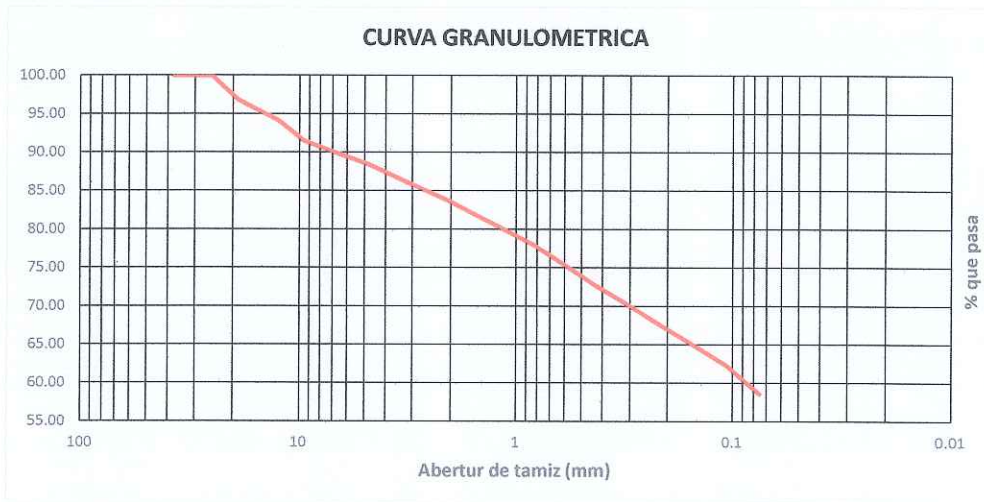
Tipo de Suelo : ML Limo arenoso de baja plasticidad

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	Walter Manuel Vásquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA	CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ INGENIERA CIVIL Ing. BENAVIDEZ NÚÑEZ CLAUDIA EMILIA REG. CIP. N° 176814
Fecha: 18 de octubre del 2023		

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
		PROTOCOLO			
		ENSAYO	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
		NORMA	NTP 339.128		
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 03	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA			RESPONSABLES	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023			REVISADO POR	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez
FECHA DE ENSAYO:	02 de marzo del 2023				

Peso seco de la muestra ensayada (gr) : 7249.50

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	227.25	3.13	3.13	96.87
1/2"	12.500	194.65	2.69	5.82	94.18
3/8"	9.500	195.75	2.70	8.52	91.48
N°4	4.750	221.55	3.06	11.58	88.42
N°10	2.000	351.25	4.85	16.42	83.58
N°20	0.840	397.35	5.48	21.90	78.10
N°40	0.420	400.95	5.53	27.43	72.57
N°60	0.250	283.25	3.91	31.34	68.66
N°140	0.106	466.65	6.44	37.78	62.22
N°200	0.075	263.95	3.64	41.42	58.58
Casoleta		4246.91	58.58	100.00	0.00



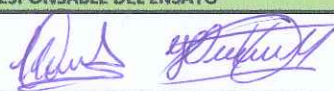


% GRAVA	11.58	% Areana	29.84	% Finos	58.58
---------	-------	----------	-------	---------	-------


Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200 : 58.58%

Limite Liquido : 38.58%

Indice de Plasticidad : 12.53%

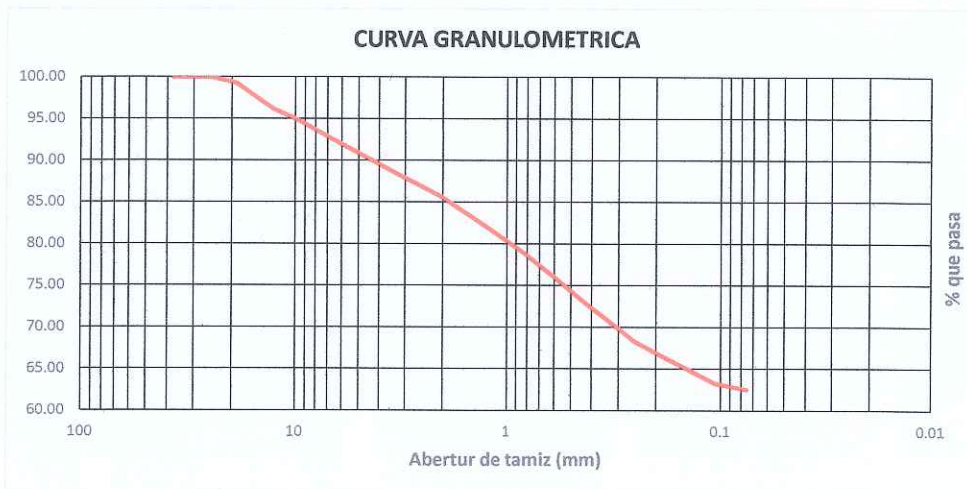
Tipo de Suelo : ML Limo arenoso de baja plasticidad

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
 DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR Fecha: 18 de octubre del 2023	 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA	 Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA Reg. CIP Nº 176924

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.128			
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 02	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA			RESPONSABLES	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023			REVISADO POR	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	
FECHA DE ENSAYO:	01 de marzo del 2023					

Peso seco de la muestra ensayada (gr) : 5220.50

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	38.07	0.73	0.73	99.27
1/2"	12.500	161.77	3.10	3.83	96.17
3/8"	9.500	75.47	1.45	5.27	94.73
N°4	4.750	215.27	4.12	9.40	90.60
N°10	2.000	262.77	5.03	14.43	85.57
N°20	0.840	338.67	6.49	20.92	79.08
N°40	0.420	330.17	6.32	27.24	72.76
N°60	0.250	235.97	4.52	31.76	68.24
N°140	0.106	259.77	4.98	36.74	63.26
N°200	0.075	38.37	0.73	37.47	62.53
Casoleta		3264.20	62.53	100.00	0.00




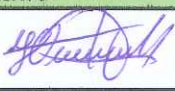
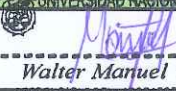
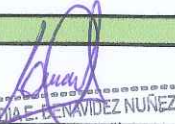
% GRAVA	9.40	% Areana	28.08	% Finos	62.53
---------	------	----------	-------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200 : 62.53%

Limite Liquido : 42.47%

Indice de Plasticidad : 15.06%

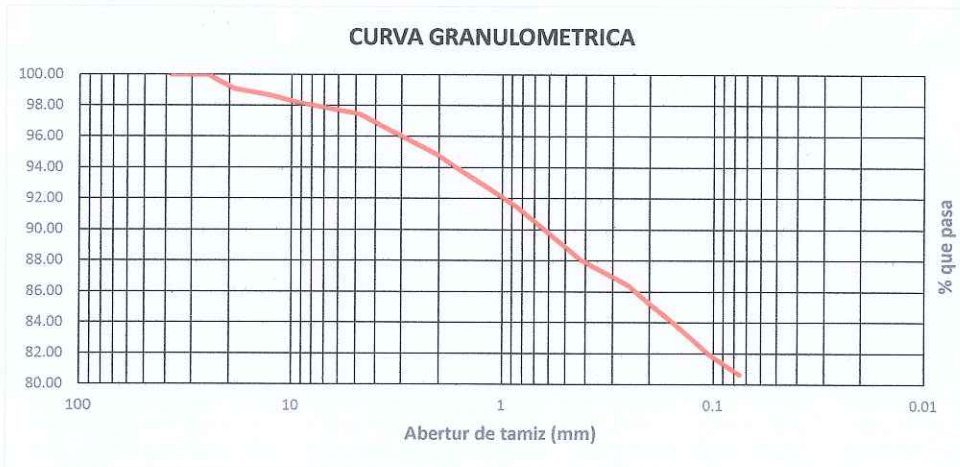
Tipo de Suelo : CL Limo arenoso de baja plasticidad

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	 Walter Manuel Vasquez RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ	 Claudia Emilia Benavidez Nuñez INGENIERA CIVIL REG. CIP. N° 1768
Fecha: 18 de octubre del 2023		

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
		PROTOCOLO			
		ENSAYO	ANALISIS GRANULOMETRICO DEL SUELO POR TAMIZADO EN SECO	CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.128	
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA	N° 01	NUMERO DE ESTRATOS	1	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA			RESPONSABLES	Harlin Cleder Diaz Mejia
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023				Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	01 de marzo del 2023			REVISADO POR	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Peso seco de la muestra ensayada (gr) : 6830.50

Malla	Abertura (mm)	Peso Retenido Parcial	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Pasa
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	61.90	0.91	0.91	99.09
1/2"	12.500	29.30	0.43	1.34	98.66
3/8"	9.500	30.40	0.45	1.78	98.22
N°4	4.750	51.20	0.75	2.53	97.47
N°10	2.000	182.90	2.68	5.21	94.79
N°20	0.840	229.00	3.35	8.56	91.44
N°40	0.420	230.60	3.38	11.94	88.06
N°60	0.250	114.90	1.68	13.62	86.38
N°140	0.106	298.30	4.37	17.99	82.01
N°200	0.075	93.60	1.37	19.36	80.64
Casoleta		5508.40	80.64	100.00	0.00






% GRAVA	2.53	% Areana	16.83	% Finos	80.64
---------	------	----------	-------	---------	-------

Porcentaje de suelo que pasa la malla N° 200 80.64%

Limite Liquido 49.54%

Indice de Plasticidad 17.94%

Tipo de Suelo ML Limo arenoso de baja plasticidad

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS	ASESOR
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	 Walter Manuel Vasquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS C.E. LA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	 Claudia Emilia Benavidez Nuñez INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 176824
Fecha: 18 de octubre del 2023		

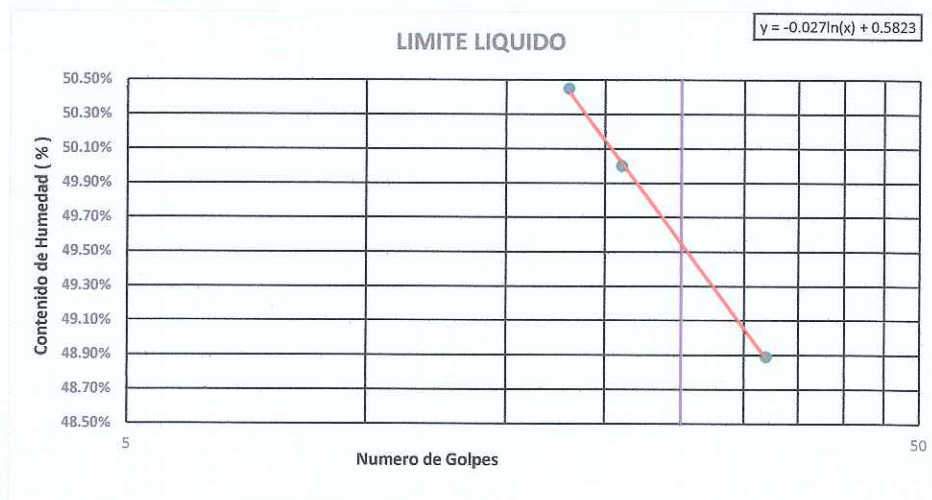
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 01	N° ESTRATOS:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad (ML)	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		03 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	3	2	1
Peso de la tara (gr)	37.20	37.20	37.00
Peso tara + suelo humedo (gr)	70.70	69.30	70.40
Peso tara + suelo seco (gr)	59.70	58.60	59.20
Numero de golpes	32	21	18
Peso de suelo seco (gr)	22.50	21.40	22.20
Peso agua (gr)	11.00	10.70	11.20
humedad (%)	48.89%	50.00%	50.45%

Limite Plastico





Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	25.40	25.40	25.40
Peso tara + suelo humedo (gr)	33.40	35.70	34.55
Peso tara + suelo seco (gr)	31.50	33.20	32.35
Peso de suelo seco (gr)	6.10	7.80	6.95
Peso agua (gr)	1.90	2.50	2.20
Humedad (%)	31.15%	32.05%	31.60%



Limite liquido : 49.54%

Limite Plastico : 31.60%

Indice de Plasticidad : 17.94%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	CO-UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA	ASESOR
  DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	 Walter Manuel Vásquez RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Ing. EVALUADOR PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA
Fecha: 18 de octubre del 2023		

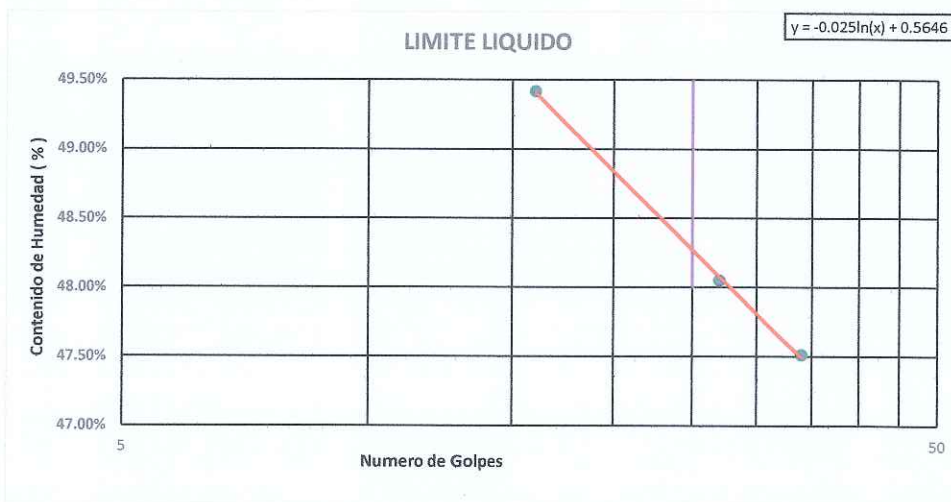
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 01	PORCENTAJE DE VIDRIO	5%	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad (ML)	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		06 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	1	2	3
Peso de la tara (gr)	37.10	36.90	37.30
Peso tara + suelo humedo (gr)	62.80	59.70	64.00
Peso tara + suelo seco (gr)	54.30	52.30	55.40
Numero de golpes	16	27	34
Peso de suelo seco (gr)	17.20	15.40	18.10
Peso agua (gr)	8.50	7.40	8.60
humedad (%)	49.42%	48.05%	47.51%

Limite Plastico





Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	26.50	25.50	26.00
Peso tara + suelo humedo (gr)	36.80	37.40	37.10
Peso tara + suelo seco (gr)	34.50	34.70	34.60
Peso de suelo seco (gr)	8.00	9.20	8.60
Peso agua (gr)	2.30	2.70	2.50
Humedad (%)	28.75%	29.35%	29.0%



Limite liquido : 48.41%

Limite Plastico : 29.05%

Indice de Plasticidad : 19.36%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
 	 Walter Manjuel Vázquez RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	 CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL Reg. CIP. N° 176824
DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR Fecha: 18 de octubre del 2023		

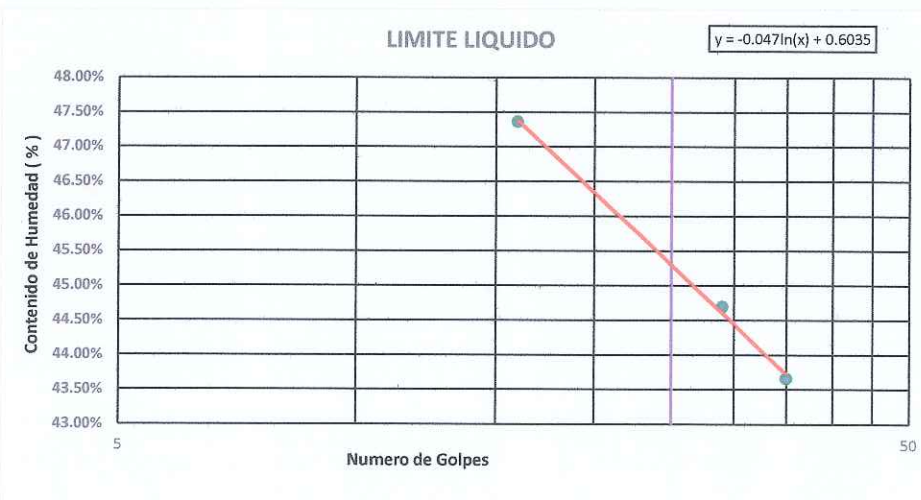
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 01	PORCENTAJE DE VIDRIO	15%	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad (ML)	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		06 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	1	2	3
Peso de la tara (gr)	37.40	36.70	36.60
Peso tara + suelo humedo (g)	68.20	68.10	67.20
Peso tara + suelo seco (gr)	58.30	58.40	57.90
Numero de golpes	16	29	35
Peso de suelo seco (gr)	20.90	21.70	21.30
Peso agua (gr)	9.90	9.70	9.30
humedad (%)	47.37%	44.70%	43.66%

Limite Plastico


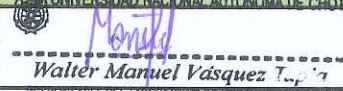

Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	26.40	27.70	27.05
Peso tara + suelo humedo (g)	34.40	34.80	34.60
Peso tara + suelo seco (gr)	32.80	33.40	33.10
Peso de suelo seco (gr)	6.40	5.70	6.05
Peso agua (gr)	1.60	1.40	1.50
Humedad (%)	25.00%	24.56%	24.78%



Limite liquido : 45.29%

Limite Plastico : 24.78%

Indice de Plasticidad : 20.51%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	 Walter Manuel Vásquez RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Ing. VÁSQUEZ PROFESIONAL EN INGENIERIA	 CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA Reg. C.I.P. N° 176824
Fecha: 18 de octubre del 2023		

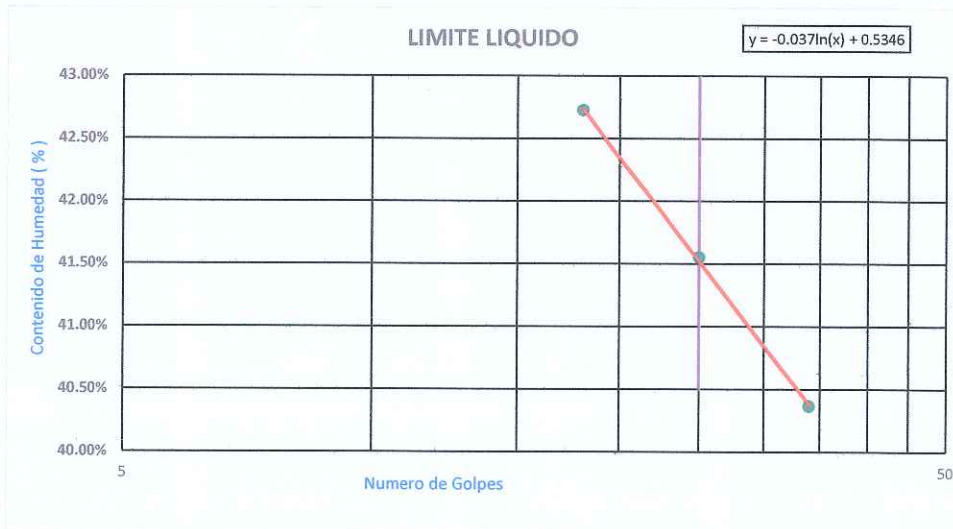
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 01	PORCENTAJE DE VIDRIO	30%	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad (ML)	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		06 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	3	2	1
Peso de la tara (gr)	36.60	37.40	37.50
Peso tara + suelo humedo (gr)	68.00	68.40	68.10
Peso tara + suelo seco (gr)	58.60	59.30	59.30
Numero de golpes	18	25	34
Peso de suelo seco (gr)	22.00	21.90	21.80
Peso agua (gr)	9.40	9.10	8.80
humedad (%)	42.73%	41.55%	40.37%

Limite Plastico

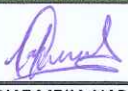
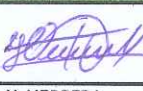


Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	24.80	23.20	24.00
Peso tara + suelo humedo (gr)	31.40	32.50	31.95
Peso tara + suelo seco (gr)	30.40	31.20	30.80
Peso de suelo seco (gr)	5.60	8.00	6.80
Peso agua (gr)	1.00	1.30	1.15
Humedad (%)	17.86%	16.25%	17.05%



Limite liquido : 41.55%

Limite Plastico : 17.05%

Indice de Plasticidad : 24.50%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
 	 Walter Manuel Vásquez	
DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	Ing. WALTER MANUEL VÁSQUEZ	Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA
Fecha: 18 de octubre del 2023		Res. CIP. N° 176824

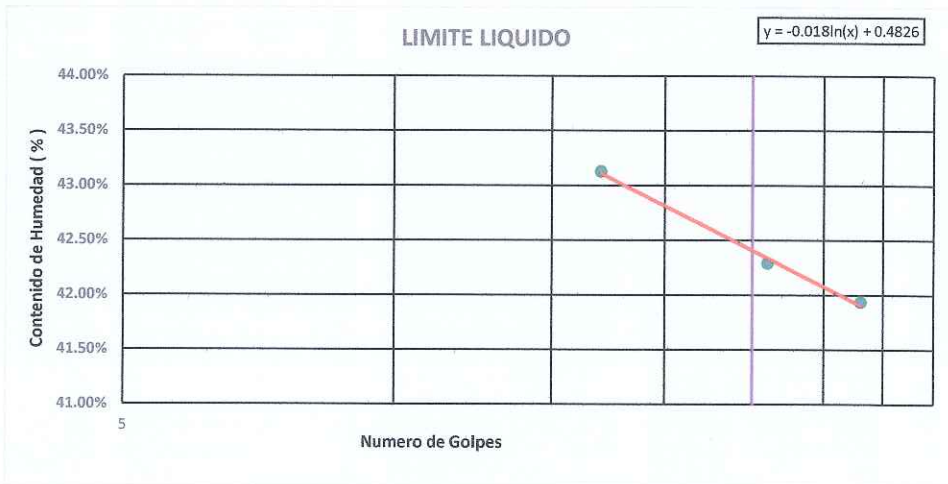
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 02	N° ESTRATOS:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad (ML)	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Díaz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		03 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	1	2	3
Peso de la tara (gr)	36.90	37.30	37.20
Peso tara + suelo humedo (gr)	67.10	69.60	68.00
Peso tara + suelo seco (gr)	58.00	60.00	58.90
Numero de golpes	17	26	33
Peso de suelo seco (gr)	21.10	22.70	21.70
Peso agua (gr)	9.10	9.60	9.10
humedad (%)	43.13%	42.29%	41.94%

Limite Plastico

Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	25.50	26.40	25.95
Peso tara + suelo humedo (gr)	34.30	37.60	35.95
Peso tara + suelo seco (gr)	32.40	35.20	33.80
Peso de suelo seco (gr)	6.90	8.80	7.85
Peso agua (gr)	1.90	2.40	2.15
Humedad (%)	27.54%	27.27%	27.40%





Limite liquido : 42.47%

Limite Plastico : 27.40%

Indice de Plasticidad : 15.06%

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		ASESOR	
 					
DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR		Ing. WALTER MANUEL VÁSQUEZ T. S. C. RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS		Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA	
Fecha: 18 de octubre del 2023					

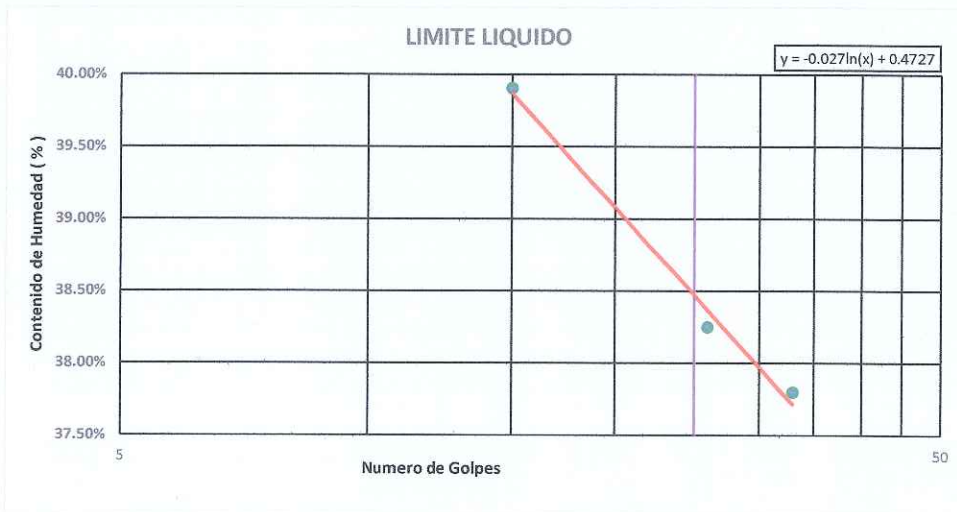
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
		PROTOCOLO			
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
		NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA	N° 03	N° ESTRATOS:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	03 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	1	2	3
Peso de la tara (gr)	37.20	36.20	37.20
Peso tara + suelo humedo (gr)	67.00	66.20	66.00
Peso tara + suelo seco (gr)	58.50	57.90	58.10
Numero de golpes	15	26	33
Peso de suelo seco (gr)	21.30	21.70	20.90
Peso agua (gr)	8.50	8.30	7.90
humedad (%)	39.91%	38.25%	37.80%

Limite Plastico

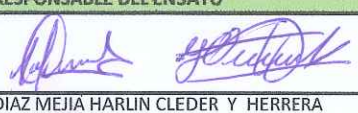
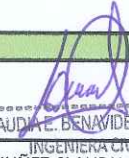

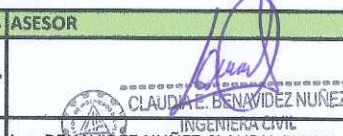
Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	26.00	25.70	25.85
Peso tara + suelo humedo (gr)	35.00	35.10	35.05
Peso tara + suelo seco (gr)	33.10	33.20	33.15
Peso de suelo seco (gr)	7.10	7.50	7.30
Peso agua (gr)	1.90	1.90	1.90
Humedad (%)	26.76%	25.33%	26.05%



Limite liquido : 38.58%

Limite Plastico : 26.05%

Indice de Plasticidad : 12.53%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO		ASESOR
 DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR		 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL REG. CIP. N° 170024
 Ing. WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA		 Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA
Fecha: 18 de octubre del 2023		

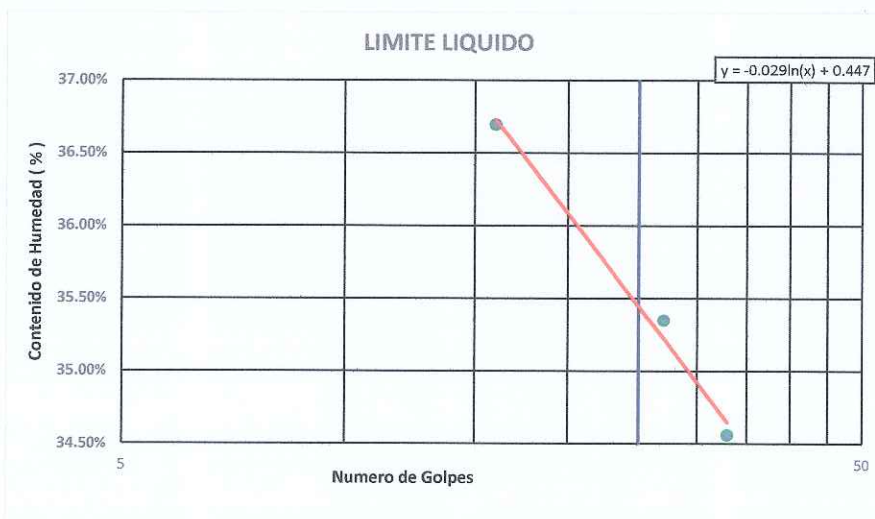
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 04	N° ESTRATOS:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad (ML)	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Díaz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		03 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	1	2	3
Peso de la tara (gr)	36.80	37.30	37.20
Peso tara + suelo humedo (g)	66.60	66.40	66.40
Peso tara + suelo seco (gr)	58.60	58.80	58.90
Numero de golpes	16	27	33
Peso de suelo seco (gr)	21.80	21.50	21.70
Peso agua (gr)	8.00	7.60	7.50
humedad (%)	36.70%	35.35%	34.56%

Limite Plastico

Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	31.90	32.70	32.30
Peso tara + suelo humedo (g)	40.30	41.30	40.80
Peso tara + suelo seco (gr)	38.60	39.50	39.05
Peso de suelo seco (gr)	6.70	6.80	6.75
Peso agua (gr)	1.70	1.80	1.75
Humedad (%)	25.37%	26.47%	25.92%




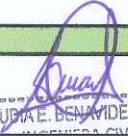


Limite liquido : 35.37%

Limite Plastico : 25.92%

Indice de Plasticidad : 9.44%

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO		UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA		ASESOR	
 					
DÍAZ MEJÍA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR		Ing. WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIÁ		Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA	
Fecha: 18 de octubre del 2023					

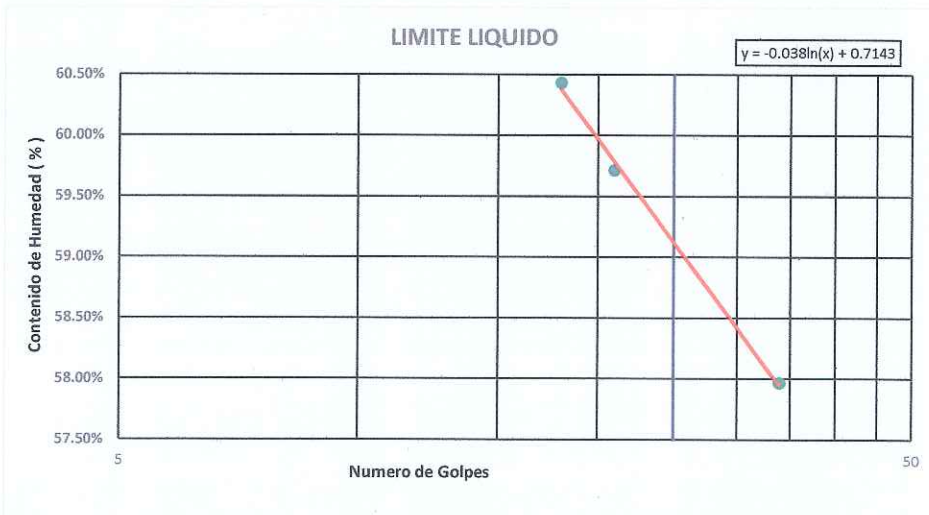
		LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA			
		PROTOCOLO			
		ENSAYO	LÍMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
		NORMA	NTP 339.129	
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA	N° 05	N° ESTRATOS:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla gruesa arenosa de alta plasticidad (CH)
UBICACIÓN:		I.E. 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Díaz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:		03 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Limite Líquido

Muestra N°	1	2	3
Peso de la tara (gr)	37.10	37.30	36.90
Peso tara + suelo humedo (g)	74.00	71.00	72.60
Peso tara + suelo seco (gr)	60.10	58.40	59.50
Numero de golpes	18	21	34
Peso de suelo seco (gr)	23.00	21.10	22.60
Peso agua (gr)	13.90	12.60	13.10
humedad (%)	60.43%	59.72%	57.96%

Limite Plastico


Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	25.30	27.10	26.20
Peso tara + suelo humedo (g)	32.80	36.20	34.50
Peso tara + suelo seco (gr)	31.20	34.30	32.75
Peso de suelo seco (gr)	5.90	7.20	6.55
Peso agua (gr)	1.60	1.90	1.75
Humedad (%)	27.12%	26.39%	26.75%



Limite liquido : 59.20%

Limite Plastico : 26.75%

Indice de Plasticidad : 32.44%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA	ASESOR
 		
DÍAZ MEJÍA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR	Walter Manuel Vásquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL Ing. WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA	CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA Reg. CIP N° 175824
Fecha: 18 de octubre del 2023		

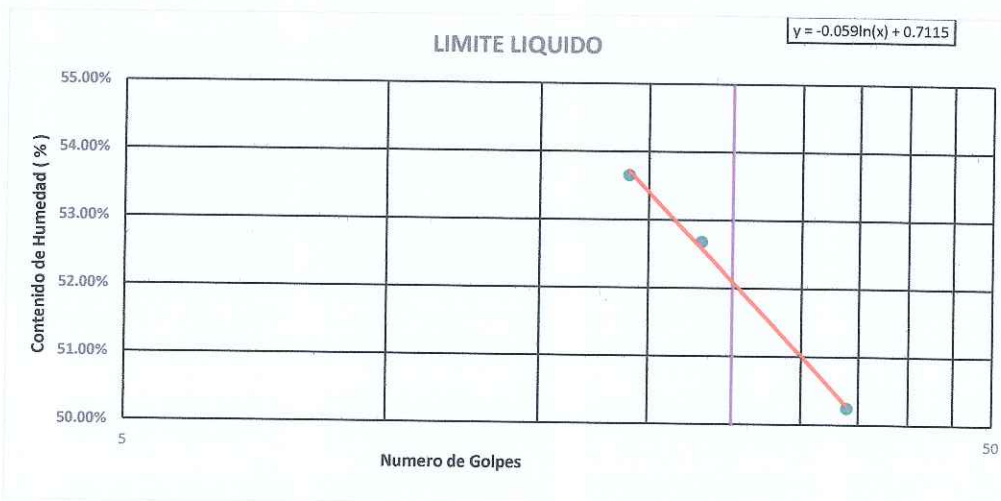
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
		PROTOCOLO			
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA	N° 05	PORCENTAJE DE VIDRIO	5%	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla gruesa arenosa de alta plasticidad (CH)
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlín Cleder Díaz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:		06 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Limite Liquido

Muestra N°	1	2	3
Peso de la tara (gr)	37.10	37.30	36.90
Peso tara + suelo humedo (gr)	68.60	68.60	67.40
Peso tara + suelo seco (gr)	57.60	57.80	57.20
Numero de golpes	19	23	34
Peso de suelo seco (gr)	20.50	20.50	20.30
Peso agua (gr)	11.00	10.80	10.20
humedad (%)	53.66%	52.68%	50.25%

Limite Plastico


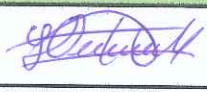

Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	27.00	25.60	26.30
Peso tara + suelo humedo (gr)	35.50	34.30	34.90
Peso tara + suelo seco (gr)	33.80	32.60	33.20
Peso de suelo seco (gr)	6.80	7.00	6.90
Peso agua (gr)	1.70	1.70	1.70
Humedad (%)	25.00%	24.29%	24.64%



Limite liquido : 52.16%

Limite Plastico : 24.64%

Indice de Plasticidad : 27.52%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO		ASESOR
 		
DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR		Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA
Fecha: 18 de octubre del 2023		

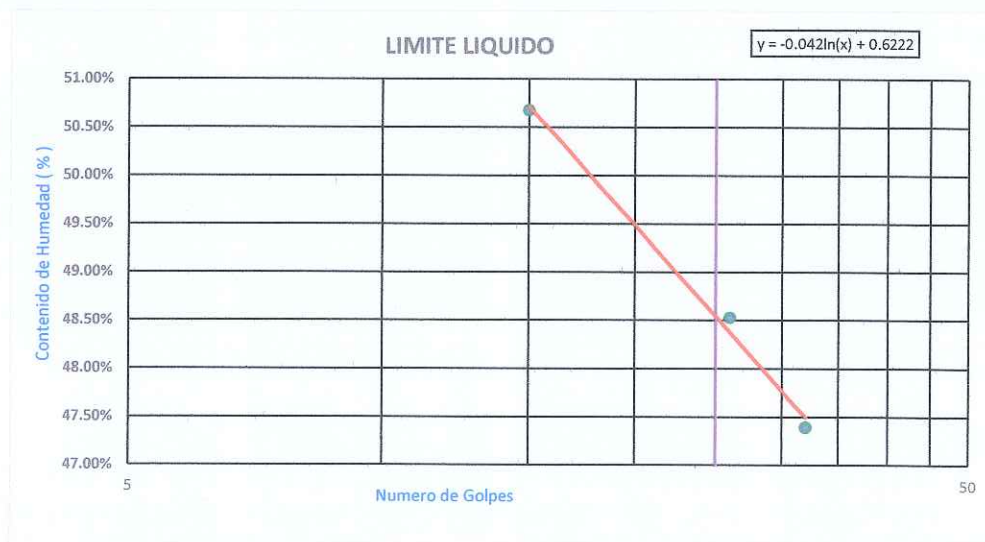
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 05	PORCENTAJE DE VIDRIO	15%	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlín Cleder Díaz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		06 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	1	2	3
Peso de la tara (gr)	36.80	36.90	36.50
Peso tara + suelo humedo (gr)	70.10	67.20	67.60
Peso tara + suelo seco (gr)	58.90	57.30	57.60
Numero de golpes	15	26	32
Peso de suelo seco (gr)	22.10	20.40	21.10
Peso agua (gr)	11.20	9.90	10.00
humedad (%)	50.68%	48.53%	47.39%

Limite Plastico

Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	25.30	26.90	26.10
Peso tara + suelo humedo (gr)	35.50	38.70	37.10
Peso tara + suelo seco (gr)	33.60	36.50	35.05
Peso de suelo seco (gr)	8.30	9.60	8.95
Peso agua (gr)	1.90	2.20	2.05
Humedad (%)	22.89%	22.92%	22.90%



Limite liquido : 45.29%

Limite Plastico : 22.90%

Indice de Plasticidad : 22.39%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA	ASESOR
 	 Walter Manuel Vásquez Tapiá <small>RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</small> ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL <small>Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA</small>	 <small>CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ</small> Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA <small>Reg. CIP N° 176924</small>
Fecha: 18 de octubre del 2023		

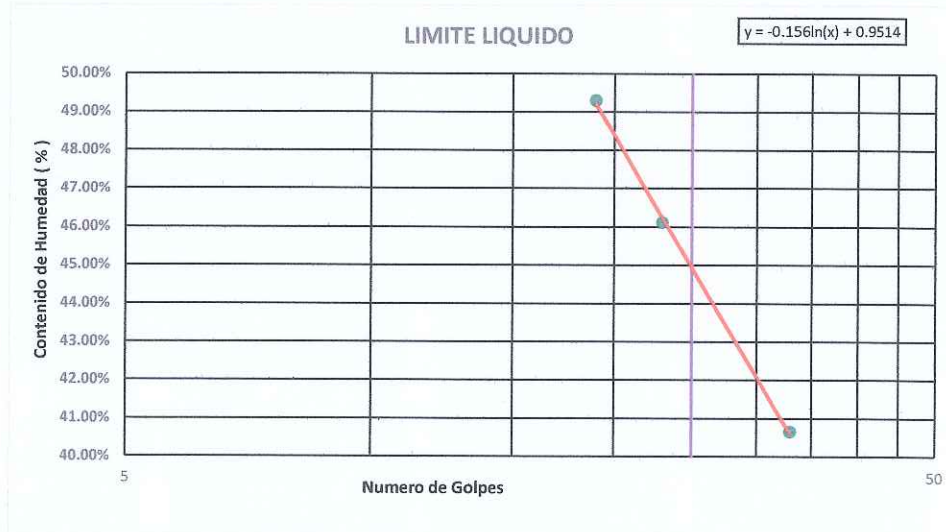
		LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO	LIMITES DE CONSISTENCIA		CÓDIGO DEL DOCUMENTO	
		NORMA	NTP 339.129		
PROYECTO		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA	N° 05	PORCENTAJE DE VIDRIO	30%	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla de baja plasticidad	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m	
FECHA DE MUESTREO:		27 de febrero del 2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		06 de marzo del 2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Limite Liquido

Muestra N°	3	2	1
Peso de la tara (gr)	37.10	37.20	36.70
Peso tara + suelo humedo (g)	69.20	67.30	66.80
Peso tara + suelo seco (gr)	58.60	57.80	58.10
Numero de golpes	19	23	33
Peso de suelo seco (gr)	21.50	20.60	21.40
Peso agua (gr)	10.60	9.50	8.70
humedad (%)	49.30%	46.12%	40.65%

Limite Plastico

Muestra N°	1	2	Prom
Peso de la tara (gr)	25.80	25.80	25.80
Peso tara + suelo humedo (g)	43.60	48.50	46.05
Peso tara + suelo seco (gr)	40.50	44.40	42.45
Peso de suelo seco (gr)	14.70	18.60	16.65
Peso agua (gr)	3.10	4.10	3.60
Humedad (%)	21.09%	22.04%	21.57%



Limite liquido : 44.93%

Limite Plastico : 21.57%

Indice de Plasticidad : 23.36%

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO   DIAZ MEJIA HARLIN CLEDER Y HERRERA MUÑOZ YONER OMAR		ASESOR  Ing. BENAVIDEZ NUÑEZ CLAUDIA EMILIA Reg. CIP N° 176824
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA LABORATORIO DE MECANICA DE SUEOS Ing. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA		
Fecha: 18 Octubre del 2023		



	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO O GRAVEDAD ESPECIFICA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO
	NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA	N° 01	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023	RESPONSABLES:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	07 de marzo del 2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

GRAVEDAD ESPECIFICA

CALICATA N° 01	
Temperatura de secado de la muestra en el horno	110°C
Peso de la muestra seca (gr).....(a)	100.00
Peso de la fiola mas agua destilada (gr).....(b)	368.30
Peso de la fiola mas agua destilada mas muestra seca (gr)....(c)	420.50
Temperatura (°C).....(T)	20°
Factor K	1.00

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) \times k$$

Gravedad Especifica (Gs)	2.09
--------------------------	------

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
  HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA YONER OMAR HERRERA MUÑOZ	 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA  Ing. Walter J. Muñoz INGENIERO PROFESIONAL QUEZUYA P.O. ASISTENTE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	 ING. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NÚÑEZ INGENIERA CIVIL Reg. CIP Nº 176824
Fecha: 18 de octubre del 2023		




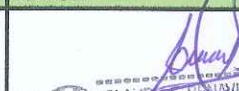
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO O GRAVEDAD ESPECIFICA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO
	NORMA	NTP 339.131
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA	N° 02	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023	RESPONSABLES:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	07 de marzo del 2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

GRAVEDAD ESPECIFICA

CALICATA N° 02	
Temperatura de secado de la muestra en el horno	110°C
Peso de la muestra seca (gr).....(a)	100.00
Peso de la fiola mas agua destilada (gr).....(b)	368.50
Peso de la fiola mas agua destilada mas muestra seca (gr)....(c)	418.30
Temperatura (°C).....(T)	20°
Factor K	1.00

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) \times k$$

Gravedad Especifica (Gs)	1.99
--------------------------	------

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
  HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA YONER OMAR HERRERA MUÑOZ	 Ing. Walter Manuel Vasquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	 ING. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUNEZ Reg. CIP. N° 176824
Fecha: 18 de octubre del 2023		


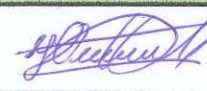

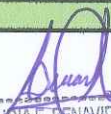
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO O GRAVEDAD ESPECIFICA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO
	NORMA	NTP 339.131
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA	N° 03	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023	RESPONSABLES:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	07 de marzo del 2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

GRAVEDAD ESPECIFICA

CALICATA N° 03	
Temperatura de secado de la muestra en el horno	110°C
Peso de la muestra seca (gr).....(a)	100.00
Peso de la fiola mas agua destilada (gr).....(b)	368.70
Peso de la fiola mas agua destilada mas muestra seca (gr)....(c)	423.20
Temperatura (°C).....(T)	20°
Factor K	1.00

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) \times k$$

Gravedad Especifica (Gs)	2.20
--------------------------	------

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DEL LABORATORIO	ASESOR
 	 Walter Manuel Vásquez Tapia <small>RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS</small> <small>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</small> ING. WALTER MANUEL VÁSQUEZ TAPIA	 CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ <small>Reg. CIP. N° 176824</small>
HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA YONER OMAR HERRERA MUÑOZ		ING. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
Fecha: 18 de octubre del 2023		

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO O GRAVEDAD ESPECIFICA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO
	NORMA	NTP 339.131
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA	N° 04	TIPO DE MATERIAL:	Limo arenoso de baja plasticidad
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023	RESPONSABLES:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	07 de marzo del 2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

GRAVEDAD ESPECIFICA

CALICATA N° 04	
Temperatura de secado de la muestra en el horno	110°C
Peso de la muestra seca (gr).....(a)	100.00
Peso de la fiola mas agua destilada (gr).....(b)	368.50
Peso de la fiola mas agua destilada mas muestra seca (gr)....(c)	422.80
Temperatura (°C).....(T)	20°
Factor K	1.00

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) \times k$$

Gravedad Especifica (Gs)	2.19
--------------------------	------

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA YONER OMAR HERRERA MUÑOZ	 Walter Manuel Vasquez Tapia RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL ING. WALTER MANUEL VASQUEZ TAPIA	 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ ING. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ Reg. CIP. N° 176824
Fecha: 18 de octubre del 2023		

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA		
	PROTOCOLO		
	ENSAYO	PESO ESPECIFICO O GRAVEDAD ESPECIFICA	CÓDIGO DEL DOCUMENTO
	NORMA	NTP 339.131	
PROYECTO	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA	N° 05	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla gruesa arenosa de alta plasticidad
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA	PROFUNDIDAD:	0.30 m A 3.00 m
FECHA DE MUESTREO:	27 de febrero del 2023	RESPONSABLES:	Harlin Cleder Díaz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	07 de marzo del 2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

GRAVEDAD ESPECIFICA

CALICATA N° 05	
Temperatura de secado de la muestra en el horno	110°C
Peso de la muestra seca (gr).....(a)	100.00
Peso de la fiola mas agua destilada (gr).....(b)	368.40
Peso de la fiola mas agua destilada mas muestra seca (gr)....(c)	423.20
Temperatura (°C).....(T)	20°
Factor K	1.00

$$Gs = \left(\frac{a}{b + a - c} \right) \times k$$

Gravedad Especifica (Gs)	2.21
--------------------------	------

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
 	  Walter Manuel Vásquez RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS ING. WALTER MANUEL VÁSQUEZ	 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ INGENIERA CIVIL ING. CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA YONER OMAR HERRERA MUÑOZ		
Fecha: 18 de octubre del 2023		





"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N°01 (ENSAYO DE CORTE DIRECTO)

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN


HARLIN CLEDOR DIAZ MESIA


Joner Omar Herrero Muñoz


LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC

Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC

Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL



CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Res. CIP. N° 176824

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 3

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"
Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA **Muestreado por** : SOLICITANTE
Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA **Ensayado por** : G.R.R.
Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA **Fecha de Ensayo**: 9/03/2023
Material : TERRENO NATURAL **Turno**: DIA
Código de Muestra : 001 **Profundidad**: 3.00 m
Sondaje / Calicata : 01 **Norte**: 9271270
N° de Muestra : M-1 **Este**: 759025
ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA **Cota**: 2491 ms.n.m.

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.234	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.234	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.239	gr/cm ³
Humedad Inic:	36.4	%	Humedad Inic:	36.4	%	Humedad Inic:	36.1	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.51	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.25	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.42	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.60	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.01	0.03	0.41	0.04	0.05	0.41	0.08	0.07
0.83	0.02	0.06	0.83	0.05	0.07	0.83	0.10	0.08
1.24	0.03	0.07	1.24	0.06	0.08	1.24	0.12	0.10
1.65	0.04	0.10	1.65	0.08	0.10	1.65	0.16	0.13
2.48	0.05	0.11	2.48	0.09	0.11	2.48	0.18	0.15
3.30	0.06	0.16	3.30	0.11	0.14	3.30	0.20	0.17
4.13	0.07	0.18	4.13	0.13	0.15	4.13	0.24	0.19
4.95	0.08	0.20	4.95	0.14	0.17	4.95	0.27	0.21
5.78	0.09	0.22	5.78	0.17	0.20	5.78	0.29	0.23
6.60	0.10	0.23	6.60	0.18	0.21	6.60	0.31	0.24
7.43	0.10	0.24	7.43	0.20	0.23	7.43	0.33	0.26
8.25	0.11	0.26	8.25	0.22	0.26	8.25	0.34	0.26
9.08	0.12	0.28	9.08	0.24	0.27	9.08	0.36	0.28
9.90	0.13	0.29	9.90	0.25	0.29	9.90	0.40	0.31
10.73	0.14	0.32	10.73	0.27	0.31	10.73	0.42	0.32
11.55	0.16	0.35	11.55	0.28	0.32	11.55	0.45	0.33
12.38	0.17	0.38	12.38	0.31	0.34	12.38	0.47	0.35
13.20	0.19	0.42	13.20	0.32	0.35	13.20	0.51	0.37
14.03	0.20	0.44	14.03	0.34	0.37	14.03	0.52	0.37
14.85	0.23	0.49	14.85	0.37	0.39	14.85	0.54	0.39
15.68	0.24	0.51	15.68	0.40	0.43	15.68	0.56	0.40
16.50	0.25	0.53	16.50	0.42	0.45	16.50	0.60	0.42

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin INGENIERO EN SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Yoner Omar Herrera Muñoz INGENIERO CIVIL	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC Claudia E. Benavidez Nuñez INGENIERA CIVIL

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

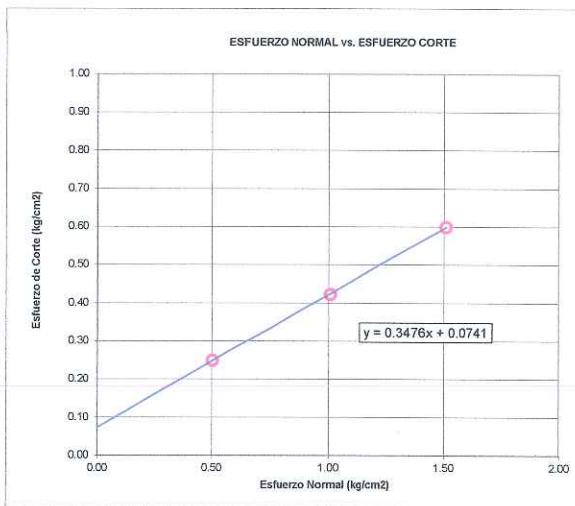
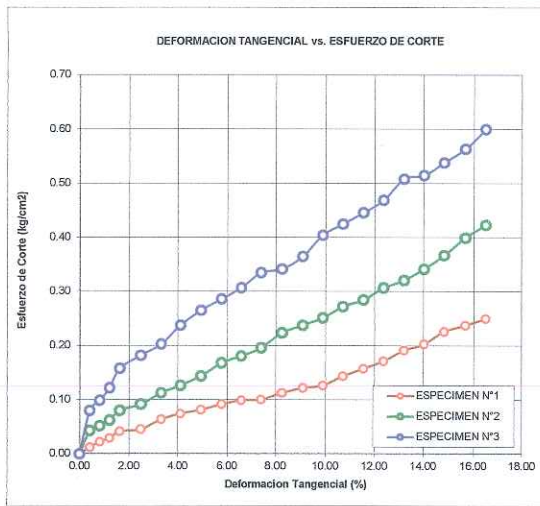


INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	2 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Turno	: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte	: 9271270
N° de Muestra	: M-1	Este	: 759025
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota	: 2491 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.35 kg/cm²
 Angulo de fricción ϕ : 4.2°

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC	Nombre y firma: 	Nombre y firma: Claudia E. Benavidez Nuñez INGENIERA CIVIL

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
RUC: 20605442235
DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
UBICACIÓN	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA		
EXPLORACION	: 01		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 3.00		
COORDENADAS	N: 9271270	E: 759025	Z: 2491
SOLICITANTES	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA		ESTADO : REMOLDEADA
		RESP. DE LAB :	G.R.R
		FECHA :	9/03/2023

Densidad Húmeda gr/cm ³	=	1.68	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ²	=	0.35	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.50 m
Angulo de Friccion, f, °	=	4.24			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga		Factor de Seguridad	=	3
	General	Local		
Nc =	7.06	6.57		
Nq =	1.52	1.33		
Ng =	0.34	0.21		

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	1.38	0.46
Cimentacion cuadrada	1.68	0.56

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Correa Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL

HARLIN C. DIAZ MESA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAVIO BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824



“GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION”
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO, ADICIONANDO EL 5% DE VIDRIO PULVERIZADO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION



HARLIN C. DIAZ MESA


Yoner Omar Herrero Muñoz



CLAUDIA BENAVIDEZ RUIZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824


LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO


LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 267970

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 3

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"
Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA **Muestreado por** : SOLICITANTE
Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA **Ensayado por** : G.R.R
Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA **Fecha de Ensayo**: 9/03/2023
Material : TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 5% DE VIDRIO PULVERIZADO **Turno**: DIA
Código de Muestra : 001 **Profundidad**: 3.00 m
Sondaje / Calicata : 01 **Norte**: 9271270
N° de Muestra : M-1 **Este**: 759025
ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA **Cota**: 2491 ms.n.m.

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.5	mm	Altura Inicial:	23.5	mm	Altura Inicial:	23.5	mm
Lado de caja :	60.5	mm	Lado de caja :	60.5	mm	Lado de caja :	60.5	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.279	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.279	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.279	gr/cm ³
Humedad Inic:	34.8	%	Humedad Inic:	34.8	%	Humedad Inic:	34.7	%
Esf. Normal :	0.50	ka/cm ²	Esf. Normal :	1.01	ka/cm ²	Esf. Normal :	1.51	ka/cm ²
Esf. Corte:	0.27	ka/cm ²	Esf. Corte:	0.43	ka/cm ²	Esf. Corte:	0.61	ka/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.04	0.41	0.05	0.06	0.41	0.08	0.07
0.83	0.03	0.07	0.83	0.06	0.07	0.83	0.10	0.09
1.24	0.03	0.08	1.24	0.07	0.08	1.24	0.12	0.10
1.65	0.05	0.11	1.65	0.08	0.10	1.65	0.16	0.13
2.48	0.05	0.13	2.48	0.09	0.11	2.48	0.18	0.15
3.30	0.07	0.17	3.30	0.12	0.14	3.30	0.21	0.17
4.13	0.08	0.19	4.13	0.13	0.16	4.13	0.22	0.18
4.96	0.09	0.20	4.96	0.15	0.18	4.96	0.24	0.19
5.78	0.10	0.24	5.78	0.17	0.20	5.78	0.26	0.20
6.61	0.12	0.27	6.61	0.20	0.23	6.61	0.27	0.21
7.43	0.12	0.28	7.43	0.21	0.24	7.43	0.29	0.22
8.26	0.13	0.31	8.26	0.22	0.25	8.26	0.31	0.24
9.08	0.15	0.34	9.08	0.24	0.27	9.08	0.34	0.26
9.91	0.16	0.36	9.91	0.25	0.28	9.91	0.37	0.28
10.74	0.17	0.38	10.74	0.27	0.31	10.74	0.40	0.30
11.56	0.18	0.41	11.56	0.30	0.33	11.56	0.43	0.32
12.39	0.20	0.44	12.39	0.31	0.34	12.39	0.47	0.35
13.21	0.21	0.45	13.21	0.33	0.36	13.21	0.51	0.37
14.04	0.22	0.47	14.04	0.34	0.37	14.04	0.53	0.38
14.87	0.23	0.49	14.87	0.37	0.40	14.87	0.55	0.39
15.69	0.24	0.51	15.69	0.40	0.43	15.69	0.58	0.41
16.52	0.27	0.56	16.52	0.43	0.46	16.52	0.61	0.43

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: Yoner Omar Herrera Muñoz	Nombre y firma: Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 367970

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

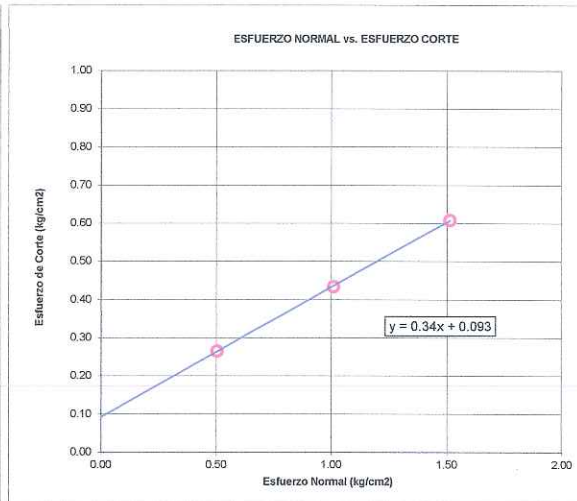
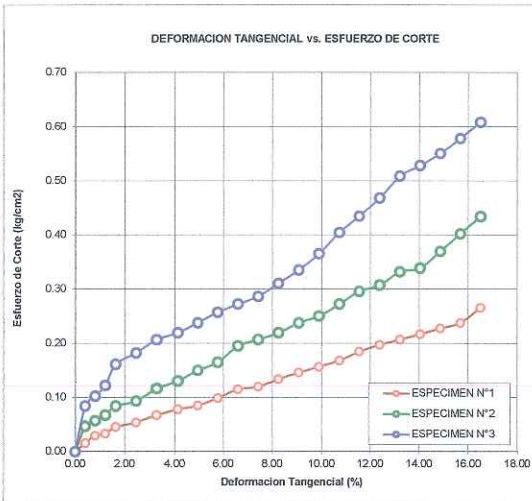


INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	2 de 3

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022" Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA Material : TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 5% DE VIDRIO PULVERIZADO	Muestreado por : SOLICITANTE Ensayado por : G.R.R Fecha de Ensayo : 9/03/2023 Turno : DIA
Código de Muestra : 001 Sondaje / Calicata : 01 N° de Muestra : M-1 ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA	Profundidad : 3.00 m Norte : 9271270 Este : 759025 Cota : 2491 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.34 kg/cm²
 Angulo de fricción ϕ : 5.3°

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASEALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma: Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267925

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
 RUC: 20605442235
 DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
 CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
UBICACIÓN	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA		
EXPLORACION	: 01		
MUESTRA	: M-1		
PROFUNDIDAD	: 3.00		
COORDENADAS	N: 9271270	E: 759025	Z: 2491
SOLICITANTES	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA		RESP. DE LAB : G.R.R
			FECHA : 9/03/2023
			ESTADO : REMOLDEADA

Densidad Húmeda gr/cm3	=	1.72	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm2	=	0.34	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.50 m
Angulo de Friccion, f, °	=	5.31			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN'_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN'_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN'_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad =		3
	General	Local	
Nc =	7.46	6.81	
Nq =	1.69	1.42	
Ng =	0.44	0.27	

Capacidad de Carga	Falla Local (kg/cm2)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	1.43	0.48
Cimentacion cuadrada	1.73	0.58

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 28700

Harlin C. Diaz Mejia
 HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz
 Yoner Omar Herrera Muñoz

Claudia E. Benavidez Nuñez
 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO, ADICIONANDO EL 15% DE VIDRIO PULVERIZADO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Harlin C. Diaz Mesia
HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrero Muñoz
Yoner Omar Herrero Muñoz

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Geremias Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 227 644

Claudia E. Benavidez Nuñez
CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 3

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Muestreado por : SOLICITANTE
 Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Ensayado por : G.R.R
 Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA Fecha de Ensayo: 9/03/2023
 Material : TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 15% DE VIDRIO PULVERIZADO Turno: DIA

Código de Muestra : 001 Profundidad: 3.00 m
 Sondaje / Calicata : 01 Norte: 9271270
 N° de Muestra : M-1 Este: 759025
 ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA Cota: 2491 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.6	mm	Altura Inicial:	23.6	mm	Altura Inicial:	23.6	mm
Lado de caja :	60.7	mm	Lado de caja :	60.7	mm	Lado de caja :	60.7	mm
Area Inicial:	28.9	cm ²	Area Inicial:	28.9	cm ²	Area Inicial:	28.9	cm ²
Densidad Seca:	1.312	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.312	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.314	gr/cm ³
Humedad Inic:	33.7	%	Humedad Inic:	33.7	%	Humedad Inic:	33.7	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.51	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.35	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.51	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.66	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ _r)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ _r)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (σ _r)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.06	0.41	0.05	0.07	0.41	0.08	0.07
0.82	0.03	0.07	0.82	0.07	0.08	0.82	0.10	0.08
1.24	0.04	0.11	1.24	0.08	0.10	1.24	0.13	0.11
1.65	0.05	0.13	1.65	0.09	0.11	1.65	0.16	0.13
2.47	0.06	0.16	2.47	0.11	0.14	2.47	0.19	0.15
3.30	0.08	0.20	3.30	0.12	0.15	3.30	0.20	0.17
4.12	0.10	0.24	4.12	0.13	0.16	4.12	0.24	0.19
4.95	0.11	0.27	4.95	0.16	0.19	4.95	0.25	0.20
5.77	0.13	0.31	5.77	0.18	0.22	5.77	0.27	0.22
6.60	0.15	0.34	6.60	0.20	0.24	6.60	0.29	0.23
7.42	0.16	0.37	7.42	0.22	0.25	7.42	0.33	0.26
8.24	0.17	0.39	8.24	0.24	0.28	8.24	0.36	0.28
9.07	0.18	0.42	9.07	0.28	0.32	9.07	0.40	0.31
9.89	0.21	0.47	9.89	0.29	0.34	9.89	0.44	0.33
10.72	0.22	0.49	10.72	0.31	0.35	10.72	0.47	0.35
11.54	0.23	0.51	11.54	0.33	0.37	11.54	0.51	0.38
12.37	0.24	0.53	12.37	0.37	0.41	12.37	0.53	0.39
13.19	0.26	0.58	13.19	0.40	0.44	13.19	0.55	0.40
14.01	0.27	0.59	14.01	0.43	0.47	14.01	0.57	0.42
14.84	0.29	0.64	14.84	0.47	0.51	14.84	0.62	0.44
15.66	0.33	0.70	15.66	0.49	0.53	15.66	0.65	0.46
16.49	0.35	0.75	16.49	0.51	0.54	16.49	0.66	0.46

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: Yoner Omar Herrera Muñoz	Nombre y firma: Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 257850

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. DAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	2 de 3

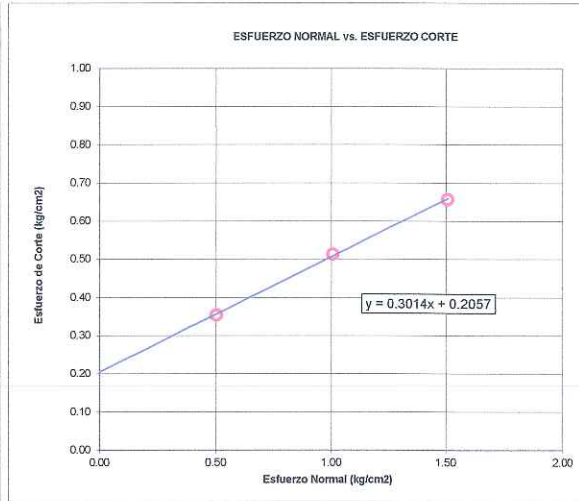
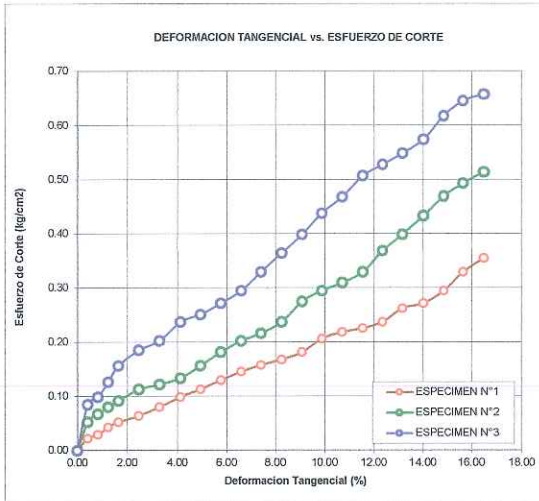
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 15% DE VIDRIO PULVERIZADO	Turno	: DIA

Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte	: 9271270
N° de Muestra	: M-1	Este	: 759025
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota	: 2491 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión © : 0.30 kg/cm2
 Angulo de fricción (φ) : 11.6°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	JEFE LEM Nombre y firma: Yoner Omar Herrera Muñoz	CQC - LEM Nombre y firma: Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 257030

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. B. S. NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
RUC: 20605442235
DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"
UBICACIÓN : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA
EXPLORACION : 01
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 3.00
COORDENADAS : N: 9271270 E: 759025 Z: 2491
SOLICITANTES : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA

Profundidad de Cimentacion, Df = 1.50 m
Ancho de Cimentacion, B, m = 1.50 m
Densidad Húmeda gr/cm3 = 1.76
Cohesion del Suelo ,kg/cm2 = 0.30
Angulo de Friccion, f, ° = 11.62

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

Table with columns for Para falla General and Para falla Local, listing formulas for Cimentacion corrida, Cimentacion cuadrada, and Cimentacion circular.

Table for Factores de Capacidad de Carga and Factor de Seguridad, showing values for General and Local factors and a safety factor of 3.

Table for Capacidad de Carga, showing values for Cimentacion corrida and Cimentacion cuadrada under Falla Local (kg/cm2).

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 26725

Signature of Harlin C. Diaz Mejia
HARLIN C. DIAZ MEJIA

Signature of Yoner Omar Herrero Muñoz
Yoner Omar Herrero Muñoz

Signature of Claudia E. B. Videz Nuñez
CLAUDIA E. B. VIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION"
EJECUCION DE OBRAS DE INGENIERIA, ELABORACION DE
PERFILES Y EXPEDIENTES TECNICOS, ESTUDIO DE ANALISIS
DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO, ADICIONANDO EL 30% DE VIDRIO PULVERIZADO



LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION


HARLIN C. DIAZ MESIA


Joner Omar Herrero Muñoz



CLAUDIA E. BENAVIDES RIOS
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Geremias Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

DIRECCION: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo:	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 30% DE VIDRIO PULVERIZADO	Turno:	: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad:	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte:	: 9271270
N° de Muestra	: M-1	Este:	: 759025
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota:	: 2491 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.6	mm	Altura Inicial:	23.6	mm	Altura Inicial:	23.6	mm
Lado de caja :	60.5	mm	Lado de caja :	60.5	mm	Lado de caja :	60.5	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.380	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.380	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.381	gr/cm ³
Humedad Inic:	31.6	%	Humedad Inic:	31.6	%	Humedad Inic:	31.5	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.51	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.42	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.57	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.73	kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.03	0.07	0.41	0.07	0.08	0.41	0.11	0.09
0.83	0.04	0.11	0.83	0.09	0.11	0.83	0.13	0.11
1.24	0.05	0.13	1.24	0.10	0.12	1.24	0.16	0.13
1.65	0.08	0.20	1.65	0.13	0.16	1.65	0.20	0.16
2.48	0.09	0.23	2.48	0.16	0.19	2.48	0.23	0.19
3.30	0.11	0.28	3.30	0.19	0.24	3.30	0.26	0.21
4.13	0.13	0.31	4.13	0.22	0.27	4.13	0.29	0.23
4.96	0.15	0.35	4.96	0.24	0.28	4.96	0.34	0.27
5.78	0.17	0.40	5.78	0.26	0.31	5.78	0.37	0.29
6.61	0.20	0.46	6.61	0.29	0.34	6.61	0.40	0.32
7.44	0.21	0.48	7.44	0.31	0.36	7.44	0.44	0.34
8.26	0.22	0.51	8.26	0.32	0.37	8.26	0.47	0.36
9.09	0.24	0.55	9.09	0.34	0.39	9.09	0.50	0.38
9.91	0.25	0.57	9.91	0.37	0.41	9.91	0.53	0.40
10.74	0.27	0.61	10.74	0.39	0.44	10.74	0.55	0.41
11.57	0.30	0.67	11.57	0.41	0.46	11.57	0.56	0.42
12.39	0.32	0.71	12.39	0.44	0.48	12.39	0.59	0.43
13.22	0.34	0.75	13.22	0.46	0.50	13.22	0.61	0.44
14.04	0.36	0.78	14.04	0.48	0.52	14.04	0.64	0.47
14.87	0.38	0.81	14.87	0.50	0.54	14.87	0.68	0.49
15.70	0.40	0.85	15.70	0.54	0.58	15.70	0.70	0.49
16.52	0.42	0.88	16.52	0.57	0.60	16.52	0.73	0.51

OBSERVACIONES:
Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 237070

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

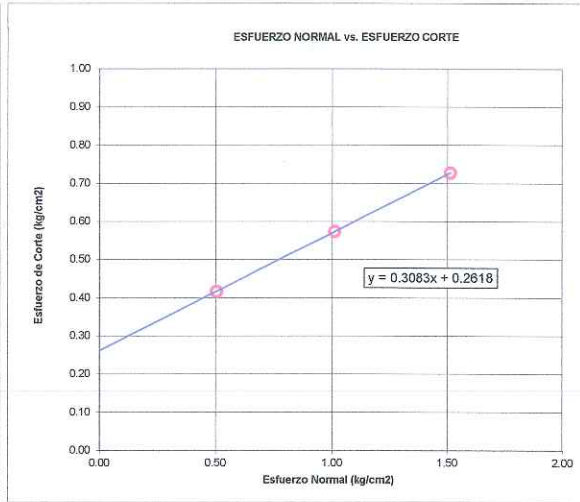
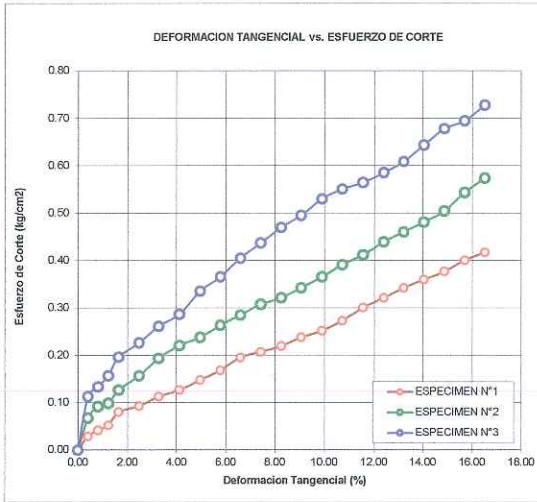


INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	2 de 3

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022" Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA Material : TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 30% DE VIDRIO PULVERIZADO	Muestreado por : SOLICITANTE Ensayado por : G.R.R Fecha de Ensayo : 9/03/2023 Turno : DIA
Código de Muestra : 001 Sondaje / Calicata : 01 N° de Muestra : M-1 ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA	Profundidad : 3.00 m Norte : 9271270 Este : 759025 Cota : 2491 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión @ : 0.26 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) : 17.1°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: Yoner Omar Herrera Muñoz	Nombre y firma: Geremias Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 207071

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. NAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176924



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
RUC: 20605442235
DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"
UBICACIÓN : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA
EXPLORACION : 01
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 3.00
COORDENADAS : N: 9271270 E: 759025 Z: 2491
SOLICITANTES : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA

RESP. DE LAB : G.R.R
FECHA : 9/03/2023
ESTADO : REMOLDEADA

Densidad Húmeda gr/cm³ = 1.81
Cohesion del Suelo ,kg/cm² = 0.26
Angulo de Friccion, f, ° = 17.13

Profundidad de Cimentacion, Df = 1.50 m
Ancho de Cimentacion, B, m = 1.50 m

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

	General	Local
Nc =	14.69	10.53
Nq =	5.53	3.17
Ng =	2.94	1.33

Factor de Seguridad = 3

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	2.27	0.76
Cimentacion cuadrada	2.60	0.87

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Cecilia Rimarachin Rimarachin
INGENIERO CIVIL

Harlin C. Diaz Mejia
HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrero Muñoz
Yoner Omar Herrero
Muñoz

Claudia E. Cordero Nunez
CLAUDIA E. CORDERO NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N°02 (ENSAYO DE CORTE DIRECTO)

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC

Erlin Clavo Kimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC

Yoner Omar Herrera Muñoz
INGENIERIA CIVIL

CLAVO E. ENNAVIDEZ NUNEZ
INGENIERIA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo:	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Turno:	: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad:	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 02	Norte:	: 9271279
N° de Muestra	: M-1	Este:	: 759014
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota:	: 2491 ms.n.m.


ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.5	mm	Altura Inicial:	23.5	mm	Altura Inicial:	23.5	mm
Lado de caja :	60.3	mm	Lado de caja :	60.3	mm	Lado de caja :	60.3	mm
Area Inicial:	28.5	cm ²	Area Inicial:	28.5	cm ²	Area Inicial:	28.5	cm ²
Densidad Seca:	1.317	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.317	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.323	gr/cm ³
Humedad Inic:	36.6	%	Humedad Inic:	36.6	%	Humedad Inic:	36.2	%
Esf. Normal :	0.51	ka/cm ²	Esf. Normal :	1.02	ka/cm ²	Esf. Normal :	1.53	ka/cm ²
Esf. Corte:	0.40	ka/cm ²	Esf. Corte:	0.55	ka/cm ²	Esf. Corte:	0.71	ka/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/e)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.06	0.41	0.05	0.06	0.41	0.09	0.08
0.83	0.03	0.08	0.83	0.06	0.08	0.83	0.12	0.10
1.24	0.05	0.11	1.24	0.08	0.10	1.24	0.16	0.13
1.66	0.06	0.14	1.66	0.09	0.12	1.66	0.20	0.16
2.49	0.06	0.16	2.49	0.12	0.15	2.49	0.23	0.19
3.32	0.08	0.20	3.32	0.16	0.19	3.32	0.28	0.22
4.15	0.10	0.24	4.15	0.20	0.24	4.15	0.30	0.24
4.98	0.12	0.28	4.98	0.22	0.26	4.98	0.33	0.26
5.81	0.14	0.32	5.81	0.24	0.28	5.81	0.37	0.29
6.64	0.15	0.34	6.64	0.25	0.30	6.64	0.41	0.32
7.47	0.16	0.37	7.47	0.28	0.32	7.47	0.44	0.34
8.30	0.20	0.45	8.30	0.29	0.34	8.30	0.46	0.36
9.13	0.21	0.47	9.13	0.31	0.35	9.13	0.49	0.37
9.96	0.23	0.51	9.96	0.34	0.38	9.96	0.51	0.38
10.79	0.24	0.54	10.79	0.36	0.40	10.79	0.55	0.41
11.62	0.26	0.57	11.62	0.38	0.42	11.62	0.57	0.42
12.45	0.28	0.60	12.45	0.41	0.45	12.45	0.59	0.43
13.28	0.29	0.63	13.28	0.44	0.48	13.28	0.61	0.44
14.11	0.31	0.67	14.11	0.47	0.50	14.11	0.65	0.47
14.94	0.33	0.71	14.94	0.51	0.54	14.94	0.68	0.48
15.77	0.37	0.78	15.77	0.53	0.56	15.77	0.70	0.49
16.60	0.40	0.84	16.60	0.55	0.57	16.60	0.71	0.49

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:  Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma:  Claudia E. Benavidez Nuñez INGENIERA CIVIL


 HARLIN C. DIAZ MESIA


 Yoner Omar Herrera
 MUÑOZ


 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

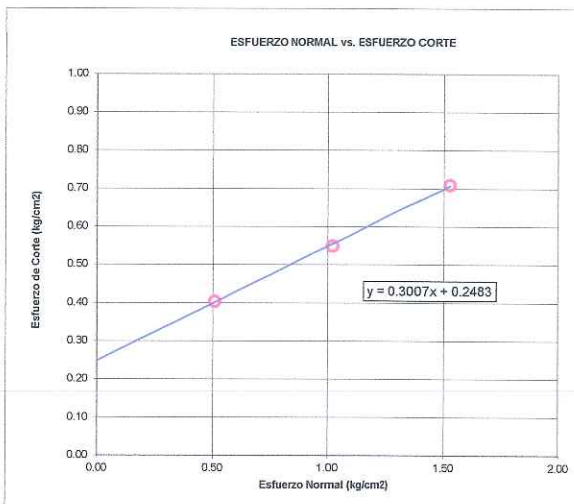
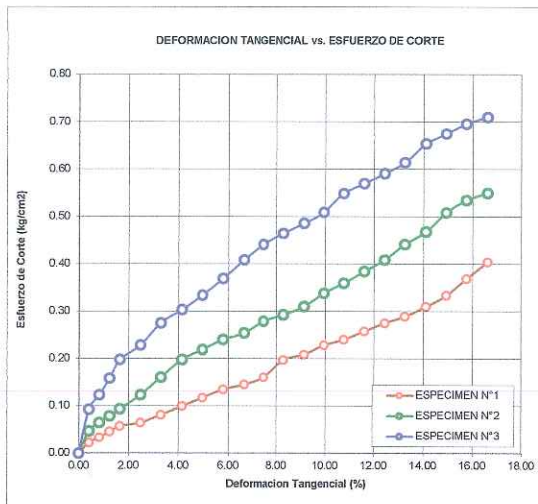


INFORME		Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080		Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Turno	: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 02	Norte	: 9271279
N° de Muestra	: M-1	Este	: 759014
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota	: 2491 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión @ : 0.30 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) : 13.9°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: ERIN CLAVO RIMARACHIN LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	Nombre y firma: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	Nombre y firma: CEREMIO RIMARACHIN RIMARACHIN INGENIERO CIVIL

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAVO RIMARACHIN RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
RUC: 20605442235
DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

Table with 2 columns: Field Name and Value. Fields include TESIS, UBICACIÓN, EXPLORACION, MUESTRA, PROFUNDIDAD, COORDENADAS, SOLICITANTES, RESP. DE LAB, FECHA, and ESTADO.

Table with 2 columns: Parameter and Value. Parameters include Densidad Húmeda, Cohesion del Suelo, Angulo de Fricción, Profundidad de Cimentación, and Ancho de Cimentación.

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

Table with 3 columns: Type of Foundation, Formula for General Failure, and Formula for Local Failure. Rows include Cimentación corrida, cuadrada, and circular.

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

Table with 3 columns: Factor Name, General, and Local. Rows include Nc, Nq, and Ng.

Capacidad de Carga

Falla Local (kg/cm2)

Table with 3 columns: Foundation Type, Qu, and Qadm. Rows include Cimentación corrida and cuadrada.

Observaciones

Signature and stamp of Erlin Clavo Rimarachin, LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

Signature and stamp of Coletias Rimarachin, INGENIERO CIVIL

Signature and name of HARLIN C. DIAZ MESIA

Signature and name of Yoner Omar Herrera Muñoz

Signature and stamp of CLAUDIA KAVITZ NÚÑEZ, INGENIERA CIVIL, Reg. CIP. N° 176624



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N°03 (ENSAYO DE CORTE DIRECTO)

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION


HARLIN C. DIAZ MEJIA




Yoner Omar Herrera Muñoz



CLAUDIA E. B...
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERIA CIVIL

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"	
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por : SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por : G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Turno: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 03	Norte: 9271284
N° de Muestra	: M-1	Este: 758999
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota: 2491 ms.n.m.

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja :	60.5	mm	Lado de caja :	60.5	mm	Lado de caja :	60.5	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.327	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.327	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.343	gr/cm ³
Humedad Inic:	37.4	%	Humedad Inic:	37.4	%	Humedad Inic:	35.9	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.51	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.42	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.57	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.72	kg/cm ²

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.03	0.07	0.41	0.06	0.07	0.41	0.11	0.09
0.83	0.03	0.09	0.83	0.08	0.10	0.83	0.13	0.11
1.24	0.05	0.13	1.24	0.10	0.12	1.24	0.15	0.12
1.65	0.07	0.17	1.65	0.11	0.14	1.65	0.17	0.14
2.48	0.08	0.20	2.48	0.13	0.16	2.48	0.20	0.16
3.30	0.09	0.22	3.30	0.15	0.18	3.30	0.23	0.19
4.13	0.12	0.28	4.13	0.17	0.20	4.13	0.26	0.21
4.96	0.13	0.31	4.96	0.20	0.23	4.96	0.30	0.24
5.78	0.15	0.35	5.78	0.22	0.26	5.78	0.33	0.26
6.61	0.17	0.40	6.61	0.24	0.28	6.61	0.37	0.29
7.44	0.18	0.42	7.44	0.26	0.30	7.44	0.40	0.32
8.26	0.21	0.48	8.26	0.30	0.35	8.26	0.44	0.34
9.09	0.22	0.51	9.09	0.32	0.37	9.09	0.49	0.37
9.91	0.23	0.52	9.91	0.34	0.39	9.91	0.50	0.38
10.74	0.25	0.56	10.74	0.37	0.41	10.74	0.53	0.40
11.57	0.27	0.61	11.57	0.38	0.42	11.57	0.57	0.43
12.39	0.29	0.64	12.39	0.40	0.45	12.39	0.61	0.45
13.22	0.31	0.68	13.22	0.45	0.49	13.22	0.63	0.46
14.04	0.34	0.74	14.04	0.47	0.51	14.04	0.66	0.48
14.87	0.37	0.80	14.87	0.51	0.54	14.87	0.68	0.49
15.70	0.40	0.85	15.70	0.54	0.57	15.70	0.70	0.50
16.52	0.42	0.89	16.52	0.57	0.60	16.52	0.72	0.51

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Claudia Benavidez Nuñez INGENIERA CIVIL

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176024

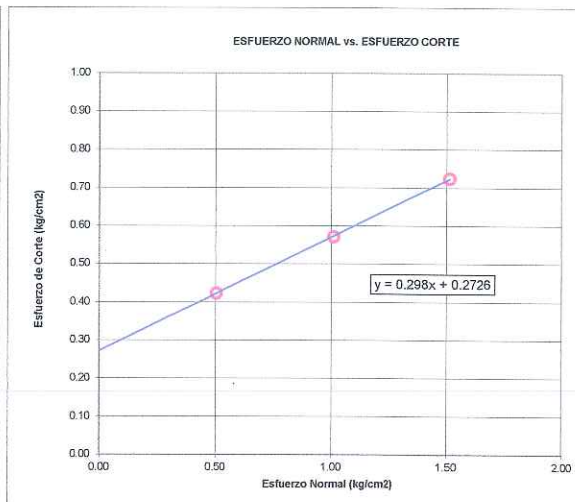
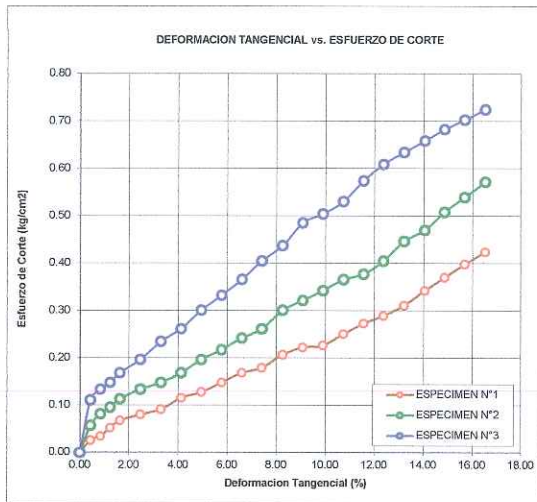


INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	2 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Turno	: DÍA
Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 03	Norte	: 9271284
N° de Muestra	: M-1	Este	: 758999
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota	: 2491 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión @ : 0.27 kg/cm²
 Angulo de fricción (φ) : 16.6°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	QCQ - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremía Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL (Reg. CIP N° 20700)

HARLIN C. DIAZ MESA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. NAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
 RUC: 20605442235
 DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
 CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"
UBICACIÓN : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA
EXPLORACION : 03
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 3.00 **RESP. DE LAB** : G.R.R
COORDENADAS : N: 9271284 E: 758999 Z: 2491 **FECHA** : 9/03/2023
SOLICITANTES : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA **ESTADO** : REMOLDEADA

Profundidad de Cimentacion, Df = 1.50 m
 Ancho de Cimentacion, B, m = 1.50 m
 Densidad Húmeda gr/cm3 = 1.82
 Cohesion del Suelo ,kg/cm2 = 0.27
 Angulo de Friccion, f, ° = 16.59

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

	General	Local
Nc =	14.20	10.30
Nq =	5.23	3.05
Ng =	2.72	1.25

Factor de Seguridad = 3

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm2)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	2.25	0.75
Cimentacion cuadrada	2.59	0.86

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Ceremias Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL

CLAUDIO E. D. NAVIÑEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrero Muñoz





"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS



CALICATA N°04 (ENSAYO DE CORTE DIRECTO)


LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN


HARLIN C. DIAZ MESIA


Joner Omar Herrera Muñoz

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC

Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC

Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 176824


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 3

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Muestreado por : SOLICITANTE
 Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Ensayado por : G.R.R
 Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA Fecha de Ensayo: 9/03/2023
 Material : TERRENO NATURAL Turno: DIA

Código de Muestra : 001 Profundidad: 3.00 m
 Sondaje / Calicata : 04 Norte: 9271269
 N° de Muestra : M-1 Este: 758989
 ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA Cota: 2491 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.388	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.388	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.390	gr/cm ³
Humedad Inic:	33.5	%	Humedad Inic:	33.5	%	Humedad Inic:	33.3	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.51	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.40	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.58	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.76	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.03	0.07	0.41	0.06	0.08	0.41	0.11	0.09
0.83	0.04	0.11	0.83	0.09	0.11	0.83	0.16	0.13
1.24	0.06	0.15	1.24	0.10	0.13	1.24	0.20	0.16
1.65	0.07	0.19	1.65	0.13	0.17	1.65	0.23	0.19
2.48	0.09	0.23	2.48	0.16	0.19	2.48	0.26	0.21
3.30	0.10	0.24	3.30	0.20	0.24	3.30	0.30	0.24
4.13	0.12	0.28	4.13	0.23	0.28	4.13	0.33	0.27
4.95	0.13	0.32	4.95	0.25	0.30	4.95	0.36	0.29
5.78	0.14	0.34	5.78	0.27	0.32	5.78	0.41	0.32
6.60	0.17	0.40	6.60	0.30	0.35	6.60	0.44	0.35
7.43	0.18	0.43	7.43	0.32	0.37	7.43	0.47	0.37
8.25	0.21	0.48	8.25	0.34	0.40	8.25	0.49	0.38
9.08	0.22	0.50	9.08	0.36	0.42	9.08	0.54	0.42
9.90	0.24	0.54	9.90	0.40	0.45	9.90	0.57	0.43
10.73	0.26	0.58	10.73	0.44	0.49	10.73	0.61	0.46
11.55	0.27	0.61	11.55	0.47	0.52	11.55	0.63	0.47
12.38	0.29	0.64	12.38	0.49	0.55	12.38	0.66	0.49
13.20	0.30	0.66	13.20	0.51	0.56	13.20	0.67	0.49
14.03	0.32	0.70	14.03	0.53	0.57	14.03	0.69	0.50
14.86	0.34	0.74	14.86	0.55	0.59	14.86	0.71	0.51
15.68	0.36	0.78	15.68	0.56	0.60	15.68	0.74	0.52
16.51	0.40	0.84	16.51	0.58	0.61	16.51	0.76	0.53

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Claudio E. Navidez Nunez INGENIERO CIVIL

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIO E. NAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176624

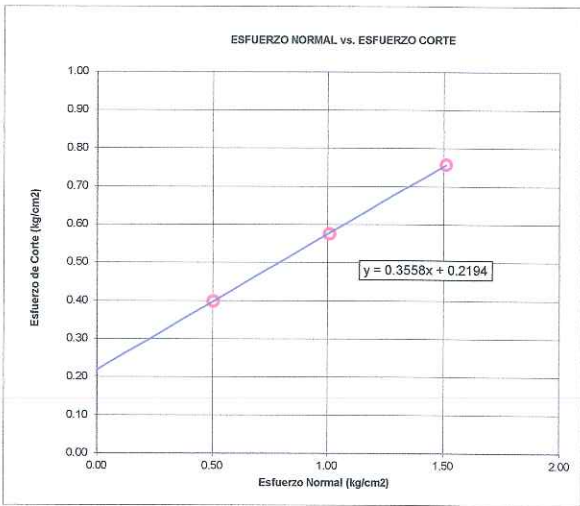
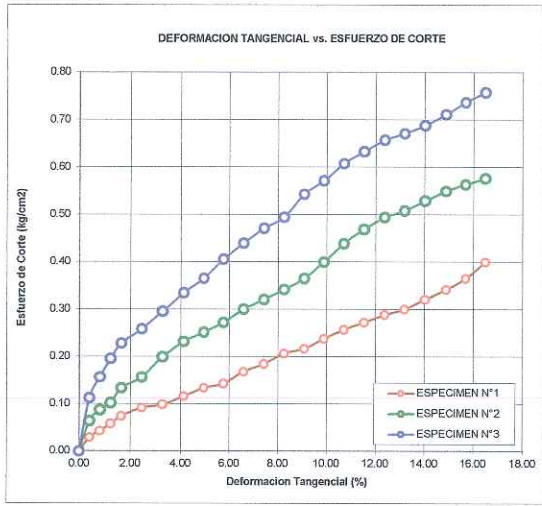


INFORME		Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080		Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Turno	: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 04	Norte	: 9271269
N° de Muestra	: M-1	Este	: 758989
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota	: 2491 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión @ : 0.22 kg/cm2
 Angulo de fricción (φ) : 19.6°

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC	Nombre y firma: 	Nombre y firma:

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIO B. NAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
 RUC: 20605442235
 DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
 CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
UBICACIÓN	I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA		
EXPLORACION	04		
MUESTRA	M-1		
PROFUNDIDAD	3.00	RESP. DE LAB	G.R.R
COORDENADAS	N: 9271269 E: 758989 Z: 2491	FECHA	9/03/2023
SOLICITANTES	YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	ESTADO	REMOLDEADA

Densidad Húmeda gr/cm3	=	1.85	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm2	=	0.22	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.50 m
Angulo de Friccion, ϕ , °	=	19.59			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad	=	3
	General	Local	
Nc =	17.22	11.65	
Nq =	7.13	3.76	
Ng =	4.16	1.71	

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm2)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	2.42	0.81
Cimentacion cuadrada	2.71	0.90

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 Ingeniero en Construcción y Pavimento

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
 Yoner Omar Herrera Muñoz
 Ingeniero Civil

CLAUDIA E. NAVIDEZ NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176624

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

CALICATA N°05 (ENSAYO DE CORTE DIRECTO)

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrero Muñoz

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC

Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC

Coremias Rimarachin
INGENIERO CIVIL

CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 2

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo:	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Turno:	: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad:	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 05	Norte:	: 9271260
N° de Muestra	: M-1	Este:	: 759003
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota:	: 2191 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE

0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.124	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.124	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.121	gr/cm ³
Humedad Inic:	47.1	%	Humedad Inic:	47.1	%	Humedad Inic:	47.2	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.51	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.20	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.38	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.55	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/c)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.01	0.03	0.41	0.04	0.05	0.41	0.08	0.07
0.83	0.02	0.04	0.83	0.04	0.05	0.83	0.09	0.08
1.24	0.02	0.06	1.24	0.06	0.08	1.24	0.12	0.10
1.65	0.03	0.08	1.65	0.08	0.10	1.65	0.13	0.11
2.48	0.04	0.10	2.48	0.09	0.11	2.48	0.16	0.13
3.30	0.06	0.14	3.30	0.11	0.13	3.30	0.18	0.14
4.13	0.06	0.16	4.13	0.12	0.15	4.13	0.21	0.17
4.95	0.08	0.19	4.95	0.13	0.16	4.95	0.23	0.18
5.78	0.09	0.22	5.78	0.15	0.18	5.78	0.26	0.21
6.60	0.10	0.23	6.60	0.17	0.20	6.60	0.27	0.21
7.43	0.11	0.26	7.43	0.20	0.23	7.43	0.30	0.23
8.25	0.12	0.28	8.25	0.20	0.23	8.25	0.32	0.25
9.08	0.13	0.29	9.08	0.22	0.25	9.08	0.34	0.26
9.91	0.13	0.30	9.91	0.23	0.26	9.91	0.37	0.28
10.73	0.14	0.32	10.73	0.25	0.28	10.73	0.40	0.30
11.56	0.15	0.33	11.56	0.27	0.30	11.56	0.43	0.32
12.38	0.17	0.37	12.38	0.29	0.32	12.38	0.46	0.34
13.21	0.17	0.38	13.21	0.31	0.34	13.21	0.48	0.35
14.03	0.18	0.40	14.03	0.34	0.37	14.03	0.50	0.36
14.86	0.19	0.41	14.86	0.36	0.38	14.86	0.52	0.37
15.68	0.20	0.42	15.68	0.37	0.39	15.68	0.54	0.38
16.51	0.20	0.43	16.51	0.38	0.40	16.51	0.55	0.39

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Erlin Clavo Rimarachin Licenciado en SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC Gustavo Rimarachin Rimarachin INGENIERO CIVIL

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. RAMIREZ NORIEGA
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824

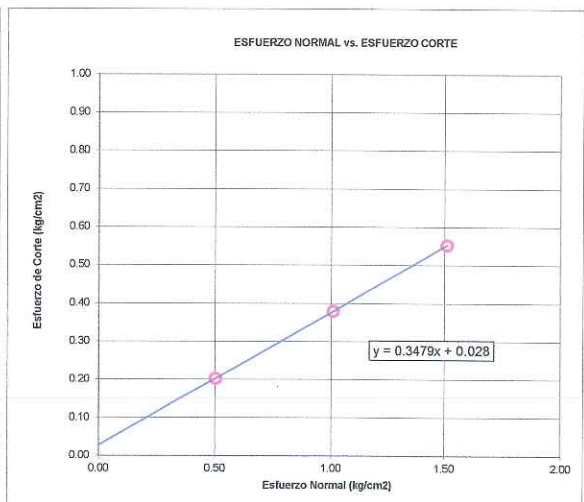
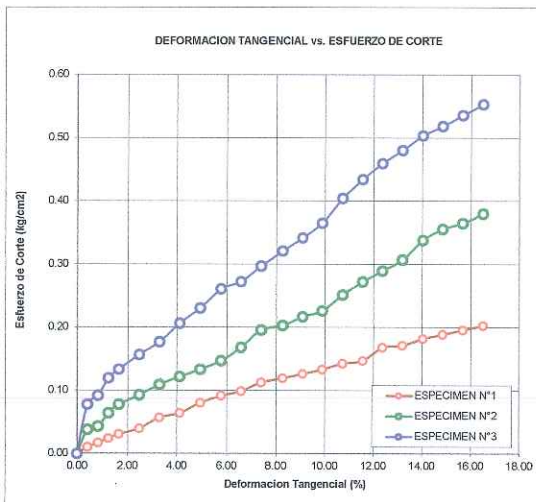


INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	2 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"	
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por : SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por : G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL	Turno: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 05	Norte: 9271260
N° de Muestra	: M-1	Este: 759003
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota: 2191 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión @ : 0.35 kg/cm2
 Angulo de fricción (φ) : 1.6°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORIO EN SUELOS CONCRETO Y ASCALTO	Nombre y firma: 	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Gerencia Técnica Erlin Clavo Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 267820

HARLIN C. DIAZ MEJÍA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAVO RIMARACHIN
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
 RUC: 20605442235
 DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
 CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
UBICACIÓN	I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA		
EXPLORACION	05		
MUESTRA	M-1		
PROFUNDIDAD	3.00	RESP. DE LAB	G.R.R
COORDENADAS	N: 9271260 E: 759003 Z: 2191	FECHA	9/03/2023
SOLICITANTES	YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	ESTADO	REMOLDEADA

Densidad Húmeda gr/cm3 =	1.65	Profundidad de Cimentacion, Df =	1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm2 =	0.35	Ancho de Cimentacion, B, m =	1.50 m
Angulo de Friccion, f, ° =	1.60		

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad = 3	
	General	Local
Nc =	6.18	6.02
Nq =	1.17	1.11
Ng =	0.12	0.08

Capacidad de Carga	Falla Local (kg/cm2)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	1.22	0.41
Cimentacion cuadrada	1.49	0.50

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Erlin Clavo Rimarachin
 LICENCIADA EN SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
 Geremida Rimarachin Rimarachin
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824

CLAUDIA BENJAMIN NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO, ADICIONANDO EL 5% DE VIDRIO PULVERIZADO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN

HARLIN C. DIAZ MESA

Yoner Omar Ferrero Muñoz

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. Nº 20019

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME		Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080		Versión	01
		Fecha	
		Página	1 de 2

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Muestreado por : SOLICITANTE
 Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Ensayado por : G.R.R
 Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA Fecha de Ensayo: 9/03/2023
 Material : TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 5% DE VIDRIO PULVERIZADO Turno: DIA

Código de Muestra : 001 Profundidad: 3 m
 Sondaje / Calicata : 05 Norte: 9271260
 N° de Muestra : M-1 Este: 759003
 ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA Cota: 2191 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja :	60.2	mm	Lado de caja :	60.2	mm	Lado de caja :	60.2	mm
Area Inicial:	28.5	cm ²	Area Inicial:	28.5	cm ²	Area Inicial:	28.5	cm ²
Densidad Seca:	1.179	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.179	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.176	gr/cm ³
Humedad Inic:	44.3	%	Humedad Inic:	44.3	%	Humedad Inic:	44.5	%
Esf. Normal :	0.51	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.02	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.53	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.24	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.41	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.59	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/a)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/a)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/a)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42	0.02	0.04	0.42	0.04	0.05	0.42	0.09	0.07
0.83	0.02	0.06	0.83	0.06	0.08	0.83	0.10	0.09
1.25	0.03	0.08	1.25	0.08	0.10	1.25	0.12	0.10
1.66	0.04	0.10	1.66	0.09	0.11	1.66	0.14	0.11
2.49	0.05	0.13	2.49	0.11	0.14	2.49	0.16	0.13
3.32	0.06	0.16	3.32	0.14	0.16	3.32	0.19	0.16
4.15	0.08	0.19	4.15	0.14	0.17	4.15	0.23	0.18
4.98	0.09	0.22	4.98	0.16	0.19	4.98	0.24	0.19
5.81	0.10	0.24	5.81	0.17	0.20	5.81	0.27	0.21
6.64	0.11	0.26	6.64	0.19	0.22	6.64	0.30	0.23
7.48	0.12	0.28	7.48	0.20	0.23	7.48	0.31	0.24
8.31	0.12	0.28	8.31	0.22	0.25	8.31	0.33	0.25
9.14	0.15	0.34	9.14	0.24	0.27	9.14	0.36	0.27
9.97	0.16	0.37	9.97	0.25	0.29	9.97	0.38	0.29
10.80	0.17	0.38	10.80	0.28	0.31	10.80	0.41	0.30
11.63	0.18	0.40	11.63	0.29	0.32	11.63	0.43	0.32
12.46	0.19	0.41	12.46	0.31	0.34	12.46	0.45	0.32
13.29	0.19	0.42	13.29	0.33	0.36	13.29	0.47	0.34
14.12	0.21	0.44	14.12	0.35	0.37	14.12	0.51	0.36
14.95	0.22	0.47	14.95	0.37	0.39	14.95	0.55	0.39
15.78	0.23	0.49	15.78	0.39	0.41	15.78	0.57	0.40
16.61	0.24	0.51	16.61	0.41	0.43	16.61	0.59	0.41

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTE	Nombre y firma:	Nombre y firma: LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Claudio David Nunez INGENIERO CIVIL

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIO DAVID NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176624



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	2 de 3

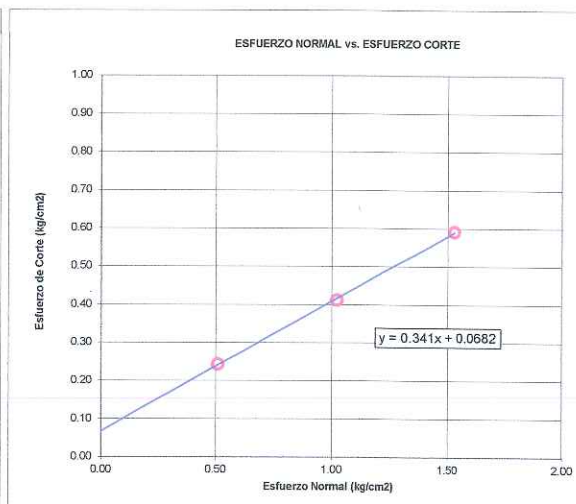
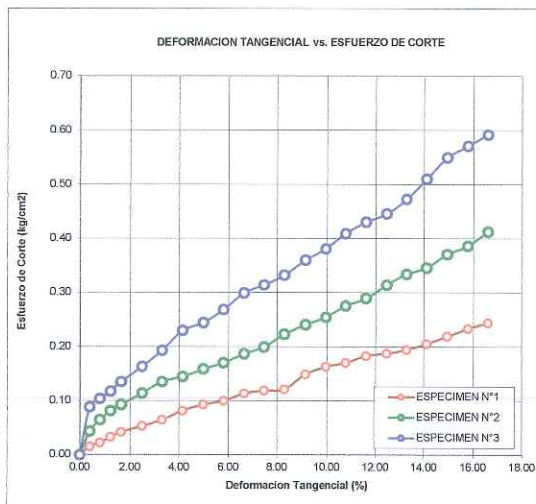
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 5% DE VIDRIO PULVERIZADO	Turno	: DIA

Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 3 m
Sondaje / Calicata	: 05	Norte	: 9271260
N° de Muestra	: M-1	Este	: 759003
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota	: 2191 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.34 kg/cm²
 Angulo de fricción ϕ : 3.9°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	JEFE LEM Nombre y firma: 	CQC - LEM Nombre y firma: Geremys Rímara Chín Rimarachín INGENIERO CIVIL REGISTRO Nº 27700

HARLIN C DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIO B. NAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC
RUC: 20605442235
DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
UBICACIÓN	I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA		
EXPLORACION	05		
MUESTRA	M-1		
PROFUNDIDAD	3		
COORDENADAS	N: 9271260	E: 759003	Z: 2191
SOLICITANTES	YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA		ESTADO: REMOLDEADA
		RESP. DE LAB:	G.R.R
		FECHA:	9/03/2023

Densidad Húmeda gr/cm ³	=	1.70	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ²	=	0.34	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.50 m
Angulo de Friccion, f, °	=	3.90			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad = 3	
	General	Local
Nc =	6.94	6.49
Nq =	1.47	1.30
Ng =	0.31	0.20

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	1.34	0.45
Cimentacion cuadrada	1.63	0.54

Observaciones

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Cecilia Rimarachin Rimarachin
INGENIERA CIVIL

CLAUDIA BENAVÍDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrero Muñoz




"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO, ADICIONANDO EL 15% DE VIDRIO PULVERIZADO

LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION


HARLIN C. DIAZ MESIA


Jonor Omar Herrero Muñoz

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
Erlin Clavo Rimarachin
INGENIERO CIVIL


 CLAVITO C. DAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA Nº 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 2

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Muestreado por : SOLICITANTE
 Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Ensayado por : G.R.R
 Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA Fecha de Ensayo: 9/03/2023
 Material : TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 15% DE VIDRIO PULVERIZADO Turno: DIA

Código de Muestra : 001 Profundidad: 3 m
 Sondaje / Calicata : 05 Norte: 9271260
 N° de Muestra : M-1 Este: 759003
 ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA Cota: 2191 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.267	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.267	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.254	gr/cm ³
Humedad Inic:	38.8	%	Humedad Inic:	38.8	%	Humedad Inic:	40.0	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.51	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.33	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.49	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.64	kg/cm ²

Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)	Deformación horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.02	0.06	0.41	0.05	0.07	0.41	0.09	0.08
0.83	0.03	0.08	0.83	0.08	0.10	0.83	0.12	0.10
1.24	0.05	0.11	1.24	0.10	0.12	1.24	0.14	0.11
1.65	0.06	0.15	1.65	0.11	0.14	1.65	0.16	0.14
2.48	0.08	0.19	2.48	0.13	0.16	2.48	0.19	0.16
3.30	0.09	0.22	3.30	0.15	0.18	3.30	0.22	0.18
4.13	0.11	0.27	4.13	0.17	0.20	4.13	0.24	0.19
4.95	0.12	0.29	4.95	0.19	0.23	4.95	0.26	0.21
5.78	0.15	0.35	5.78	0.20	0.24	5.78	0.29	0.23
6.60	0.16	0.38	6.60	0.22	0.26	6.60	0.31	0.24
7.43	0.18	0.43	7.43	0.24	0.28	7.43	0.34	0.27
8.25	0.20	0.47	8.25	0.25	0.29	8.25	0.37	0.28
9.08	0.22	0.50	9.08	0.27	0.31	9.08	0.39	0.30
9.90	0.23	0.52	9.90	0.30	0.34	9.90	0.41	0.31
10.73	0.24	0.55	10.73	0.32	0.36	10.73	0.43	0.33
11.55	0.26	0.58	11.55	0.34	0.38	11.55	0.45	0.34
12.38	0.28	0.61	12.38	0.37	0.41	12.38	0.48	0.35
13.20	0.29	0.63	13.20	0.39	0.43	13.20	0.51	0.37
14.03	0.30	0.64	14.03	0.41	0.45	14.03	0.54	0.39
14.85	0.31	0.66	14.85	0.44	0.47	14.85	0.57	0.41
15.68	0.32	0.68	15.68	0.47	0.50	15.68	0.61	0.43
16.50	0.33	0.71	16.50	0.49	0.51	16.50	0.64	0.45

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma:	Nombre y firma: Clavio A. Davidel Núñez INGENIERO CIVIL

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAVIO A. DAVIDEL NÚÑEZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176624



INFORME		Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080		Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

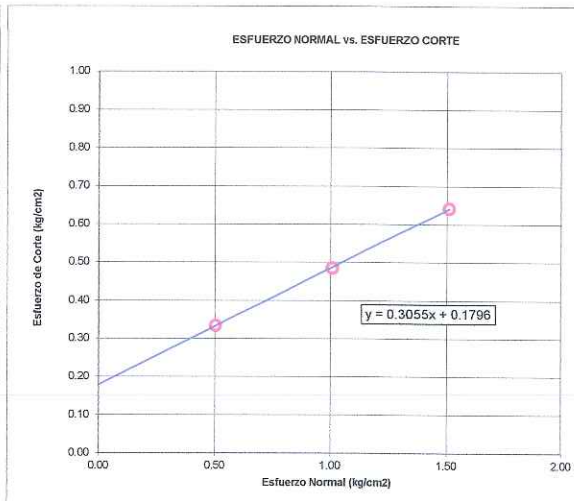
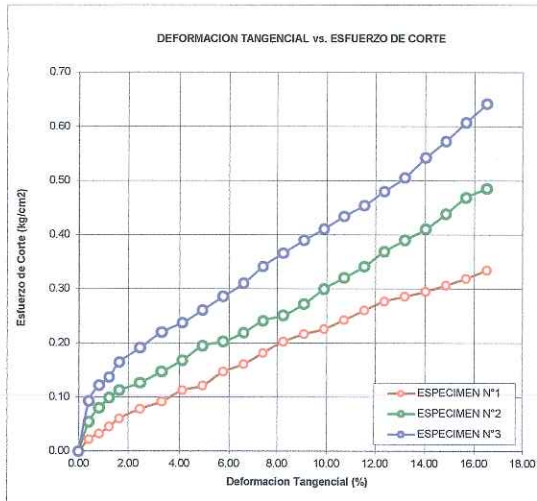
TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 15% DE VIDRIO PULVERIZADO	Turno	: DIA

Código de Muestra	: 001	Profundidad	: 3 m
Sondaje / Calicata	: 05	Norte	: 9271260
N° de Muestra	: M-1	Este	: 759003
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota	: 2191 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión c : 0.31 kg/cm²
 Angulo de fricción ϕ : 10.2°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	Nombre y firma: Yoner Omar Herrera Muñoz	Nombre y firma: Geremías Rimarachin INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 207200

HARLIN E. DIAZ MEJÍA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA B. CAVIDEZ RÓNIZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



"GSE LABORATORIO, INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC"
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETO Y
PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO, ADICIONANDO EL 30% DE VIDRIO PULVERIZADO


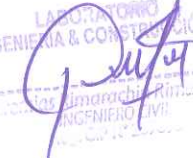
LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION


HARLIN C. DIAZ MESA


Joner Omar Herrero Muñoz

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Erin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

 LABORATORIO
INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

Claudia E. Davidez Nunez
INGENIERO CIVIL

 
CLAUDIA E. DAVIDEZ NUNEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

DIRECCIÓN: Jr. ANAXIMANDRO VEGA N° 865 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com



INFORME	Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
	Fecha	
	Página	1 de 3

TESIS : "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"

Solicitantes : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Muestreado por : SOLICITANTE
 Atención : YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA Ensayado por : G.R.R.
 Ubicación de Proyecto : I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA Fecha de Ensayo: 9/03/2023
 Material : TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 30% DE VIDRIO PULVERIZADO Turno: DIA

Código de Muestra : 001 Profundidad: 3.00 m
 Sondaje / Calicata : 05 Norte: 9271260
 N° de Muestra : M-1 Este: 759003
 ESTRUCTURA : I.E. 10392 CABRACANCHA Cota: 2191 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm	Altura Inicial:	23.7	mm
Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm	Lado de caja :	60.6	mm
Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²	Area Inicial:	28.8	cm ²
Densidad Seca:	1.340	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.340	gr/cm ³	Densidad Seca:	1.341	gr/cm ³
Humedad Inic:	35.5	%	Humedad Inic:	35.5	%	Humedad Inic:	35.5	%
Esf. Normal :	0.50	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.01	kg/cm ²	Esf. Normal :	1.51	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.41	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.57	kg/cm ²	Esf. Corte:	0.71	kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/a)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/a)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (t/a)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.03	0.07	0.41	0.07	0.09	0.41	0.12	0.10
0.83	0.05	0.11	0.83	0.09	0.11	0.83	0.13	0.11
1.24	0.06	0.14	1.24	0.10	0.13	1.24	0.16	0.13
1.65	0.07	0.19	1.65	0.11	0.14	1.65	0.17	0.14
2.48	0.08	0.20	2.48	0.13	0.16	2.48	0.20	0.17
3.30	0.10	0.25	3.30	0.16	0.20	3.30	0.24	0.19
4.13	0.12	0.28	4.13	0.17	0.21	4.13	0.27	0.22
4.95	0.13	0.32	4.95	0.20	0.24	4.95	0.30	0.24
5.78	0.16	0.37	5.78	0.24	0.28	5.78	0.31	0.25
6.60	0.17	0.40	6.60	0.25	0.30	6.60	0.34	0.27
7.43	0.18	0.43	7.43	0.27	0.32	7.43	0.38	0.29
8.25	0.20	0.46	8.25	0.30	0.34	8.25	0.40	0.31
9.08	0.21	0.47	9.08	0.32	0.37	9.08	0.44	0.33
9.90	0.23	0.53	9.90	0.34	0.39	9.90	0.46	0.35
10.73	0.25	0.57	10.73	0.38	0.42	10.73	0.48	0.36
11.55	0.27	0.61	11.55	0.39	0.44	11.55	0.52	0.38
12.38	0.30	0.66	12.38	0.41	0.45	12.38	0.54	0.40
13.20	0.32	0.70	13.20	0.44	0.48	13.20	0.58	0.42
14.03	0.34	0.74	14.03	0.47	0.51	14.03	0.61	0.44
14.85	0.36	0.79	14.85	0.51	0.55	14.85	0.65	0.46
15.68	0.39	0.83	15.68	0.53	0.56	15.68	0.68	0.48
16.50	0.41	0.87	16.50	0.57	0.60	16.50	0.71	0.50

OBSERVACIONES:
 Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: Erlin Clavo Rimarachin <small>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC</small> <small>CHOTA - SUCURSAL SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</small>	Nombre y firma:	Nombre y firma: <small>LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC</small> <small>CHOTA - SUCURSAL SUELOS CONCRETO Y ASFALTO</small>

HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAVO DE NAVIDEZ NÚM. 1
INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

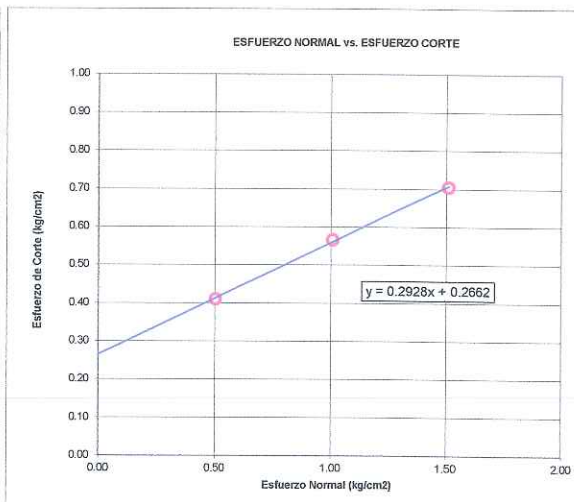
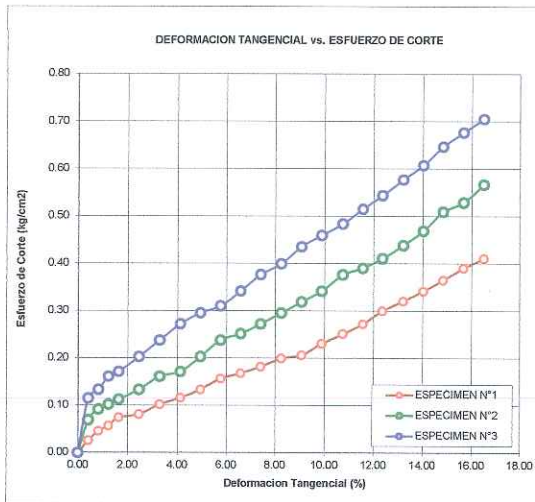


INFORME		Código	AE-FO-020
ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080		Versión	01
		Fecha	
		Página	2 de 3

TESIS	: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"		
Solicitantes	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Muestreado por	: SOLICITANTE
Atención	: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA	Ensayado por	: G.R.R
Ubicación de Proyecto	: I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA	Fecha de Ensayo:	: 9/03/2023
Material	: TERRENO NATURAL ADICIONANDO EL 30% DE VIDRIO PULVERIZADO	Turno:	: DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad:	: 3.00 m
Sondaje / Calicata	: 05	Norte:	: 9271260
N° de Muestra	: M-1	Este:	: 759003
ESTRUCTURA	: I.E. 10392 CABRACANCHA	Cota:	: 2191 ms.n.m.

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080**

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min



Resultados:
 Cohesión @ : 0.29 kg/cm2
 Angulo de fricción (φ) : 14.9°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC		
TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma: ERIN CLAVO RIMARACHIN INGENIERA CIVIL	Nombre y firma: YONER OMAR HERRERA MUÑOZ INGENIERO CIVIL	Nombre y firma: CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ INGENIERA CIVIL

HARLIN C. DIAZ MEJÍA

YONER OMAR HERRERA MUÑOZ

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824



ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
 RUC: 20605442235
 DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
 CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

TESIS	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022"			RESP. DE LAB :	G.R.R
UBICACIÓN	I.E. 10392 CABRACANCHA - CHOTA			FECHA :	9/03/2023
EXPLORACION	05			ESTADO :	REMOLDEADA
MUESTRA	M-1				
PROFUNDIDAD	3.00				
COORDENADAS	N: 9271260	E: 759003	Z: 2191		
SOLICITANTES	YONER OMAR HERRERA MUÑOZ Y HARLIN CLEDER DIAZ MEJÍA				

Densidad Húmeda gr/cm ³	=	1.82	Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm ²	=	0.29	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.50 m
Angulo de Friccion, f, °	=	14.91			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

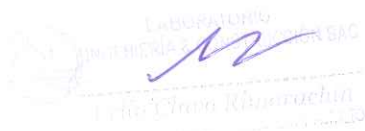
	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3 c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga	Factor de Seguridad = 3	
	General	Local
Nc =	12.79	9.64
Nq =	4.41	2.71
Ng =	2.14	1.05

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm ²)	
	q _u	q _{adm}
Cimentacion corrida	2.14	0.71
Cimentacion cuadrada	2.48	0.83

Observaciones



HARLIN C. DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

CLAUDIA E. ARCE DE NUNEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL	CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154	
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."	

CALICATA:	C-01	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA			COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023			RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	10/03/2023			REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

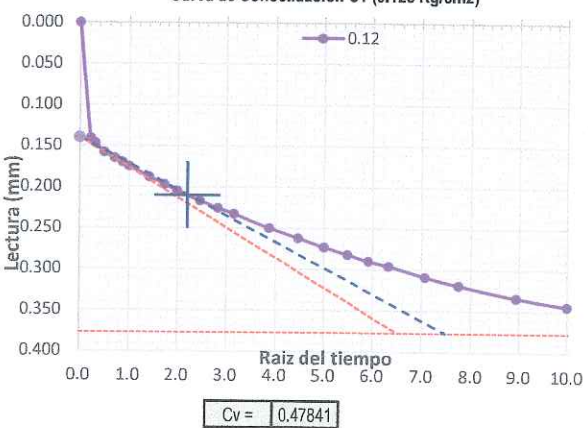
APLICACIÓN DE LA CARGA

Tiempo (min)	Raíz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0.141	0.000	0.001	0.002	0.002	0.2	0.231
0.1	0.316	0.147	0.065	0.072	0.152	0.152	0.226	0.266
0.25	0.500	0.158	0.072	0.08	0.165	0.175	0.265	0.3
0.5	0.707	0.165	0.078	0.088	0.188	0.21	0.292	0.334
0.75	0.866	0.17	0.082	0.097	0.205	0.231	0.309	0.355
1	1.000	0.175	0.085	0.102	0.216	0.256	0.321	0.371
2	1.414	0.188	0.087	0.105	0.223	0.268	0.355	0.417
3	1.732	0.197	0.093	0.114	0.242	0.297	0.377	0.449
4	2.000	0.205	0.097	0.12	0.254	0.318	0.396	0.473
6	2.449	0.217	0.099	0.125	0.262	0.333	0.424	0.509
8	2.828	0.226	0.104	0.131	0.276	0.354	0.445	0.533
10	3.162	0.233	0.107	0.136	0.286	0.37	0.461	0.551
15	3.873	0.25	0.11	0.141	0.295	0.382	0.487	0.577
20	4.472	0.262	0.116	0.15	0.313	0.404	0.504	0.591
25	5.000	0.273	0.121	0.157	0.325	0.418	0.517	0.601
30	5.477	0.282	0.125	0.162	0.336	0.428	0.525	0.607
35	5.916	0.29	0.128	0.167	0.344	0.436	0.532	0.611
40	6.325	0.296	0.13	0.171	0.35	0.441	0.537	0.615
50	7.071	0.309	0.132	0.174	0.355	0.446	0.545	0.621
60	7.746	0.319	0.136	0.18	0.363	0.452	0.551	0.625
80	8.944	0.334	0.138	0.185	0.37	0.457	0.559	0.63
100	10.000	0.344	0.142	0.192	0.379	0.465	0.565	0.635
120	10.954	0.35	0.144	0.196	0.385	0.47	0.57	0.639
150	12.247	0.357	0.147	0.2	0.391	0.474	0.576	0.643
180	13.416	0.361	0.148	0.208	0.398	0.478	0.581	0.646
210	14.491	0.365	0.151	0.213	0.403	0.481	0.587	0.649
240	15.492	0.367	0.153	0.218	0.409	0.484	0.592	0.651
270	16.432	0.371	0.155	0.222	0.415	0.486	0.596	0.654
300	17.321	0.373	0.157	0.225	0.419	0.488	0.599	0.655
330	18.166	0.375	0.158	0.227	0.423	0.489	0.602	0.656
360	18.974	0.376	0.159	0.229	0.426	0.49	0.607	0.658
390	19.748	0.377	0.161	0.232	0.429	0.491	0.611	0.66
420	20.494	0.377	0.161	0.234	0.432	0.492	0.614	0.661
450	21.213	0.377	0.162	0.236	0.435	0.493	0.617	0.662
480	21.909	0.377	0.163	0.238	0.439	0.493	0.62	0.663
510	22.583	0.377	0.164	0.24	0.443	0.494	0.622	0.664
540	23.238	0.377	0.165	0.241	0.446	0.494	0.624	0.665
600	24.495	0.377	0.165	0.242	0.447	0.495	0.629	0.666
660	25.690	0.377	0.166	0.244	0.45	0.496	0.633	0.667
720	26.833	0.377	0.166	0.244	0.45	0.496	0.637	0.669
780	27.928	0.377	0.166	0.245	0.45	0.496	0.641	0.67
840	28.983	0.377	0.167	0.245	0.45	0.496	0.644	0.671
900	30.000	0.377	0.168	0.245	0.45	0.496	0.647	0.672
990	31.464	0.377	0.168	0.245	0.45	0.496	0.651	0.673
1080	32.863	0.377	0.168	0.246	0.45	0.496	0.654	0.673
1200	34.641	0.377	0.168	0.246	0.45	0.496	0.659	0.674
1320	36.332	0.377	0.168	0.246	0.45	0.496	0.665	0.675
1440	37.947	0.377	0.168	0.248	0.45	0.496	0.67	0.677

APLICACIÓN DE LA DESCARGA

Tiempo (min)	Raíz tiempo (min)	Deformación (mm)/ descarga (kg/cm2)					
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12
0	0.000	3.086	2.804	2.647	2.588	2.538	2.454
0.1	0.316	2.817	2.669	2.625	2.575	2.506	2.442
0.25	0.500	2.815	2.666	2.623	2.573	2.506	2.442
0.5	0.707	2.814	2.664	2.621	2.571	2.505	2.442
0.75	0.866	2.813	2.662	2.619	2.57	2.504	2.442
1	1.000	2.812	2.662	2.618	2.569	2.504	2.441
2	1.414	2.811	2.659	2.615	2.567	2.501	2.441
3	1.732	2.81	2.657	2.613	2.564	2.499	2.441
6	2.449	2.81	2.655	2.609	2.56	2.495	2.441
8	2.828	2.809	2.654	2.608	2.559	2.493	2.441
10	3.162	2.809	2.654	2.607	2.557	2.491	2.44
15	3.873	2.808	2.653	2.605	2.554	2.488	2.44
20	4.472	2.808	2.652	2.604	2.553	2.485	2.439
30	5.477	2.808	2.651	2.602	2.55	2.481	2.439
40	6.325	2.808	2.65	2.601	2.548	2.479	2.438
60	7.746	2.807	2.65	2.599	2.546	2.475	2.438
120	10.954	2.807	2.649	2.596	2.543	2.47	2.436
180	13.416	2.807	2.649	2.594	2.541	2.467	2.436
300	17.321	2.806	2.649	2.593	2.538	2.463	2.434
420	20.494	2.806	2.648	2.591	2.538	2.46	2.432
840	28.983	2.805	2.647	2.588	2.538	2.455	2.431
1440	37.947	2.804	2.647	2.588	2.538	2.454	2.429

Curva de Consolidacion C1 (0.125 Kg/cm2)

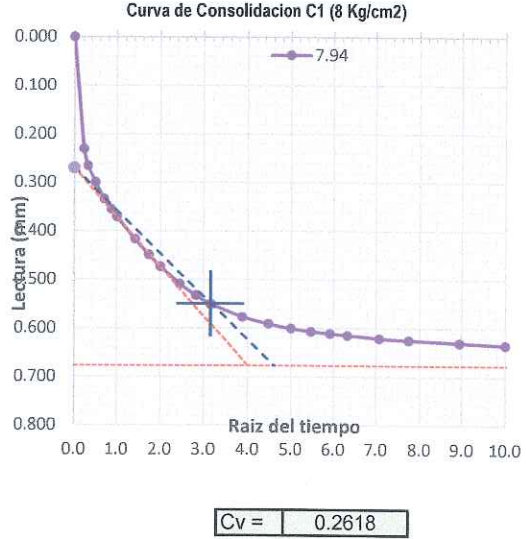
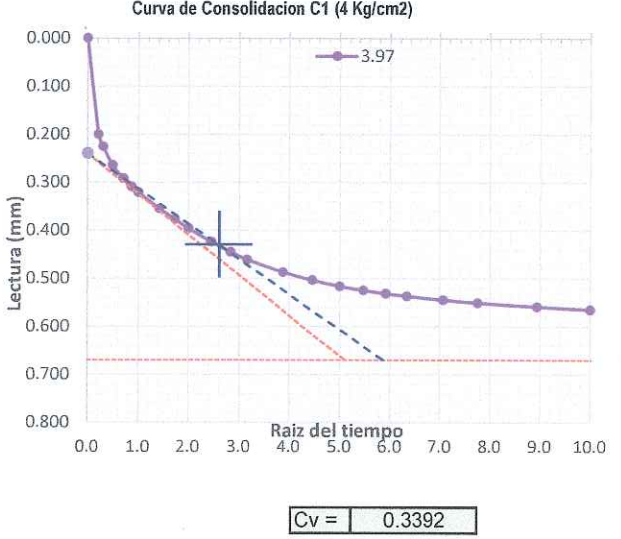
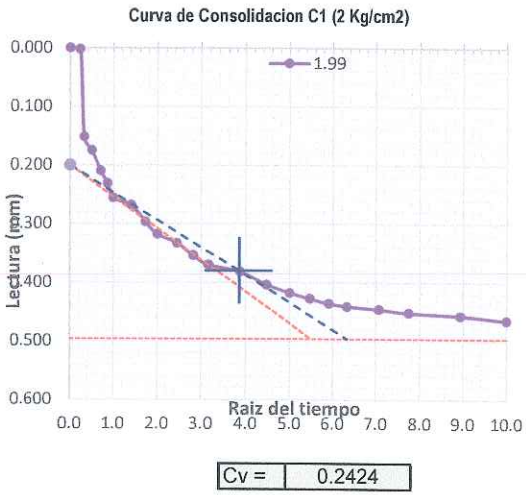
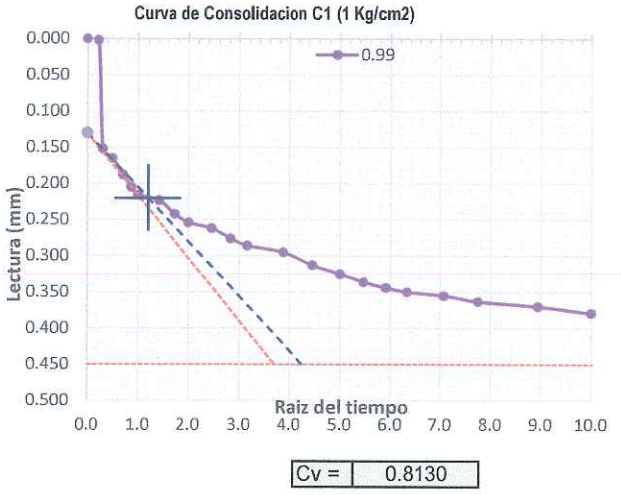
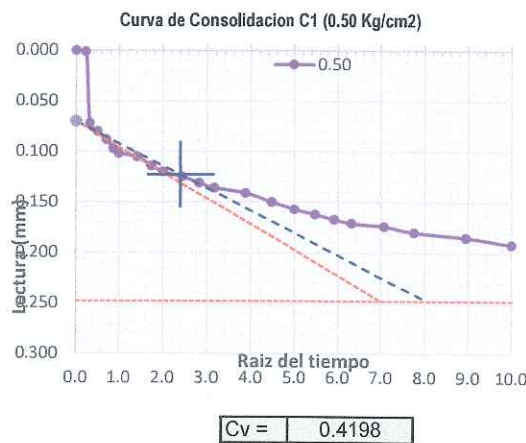
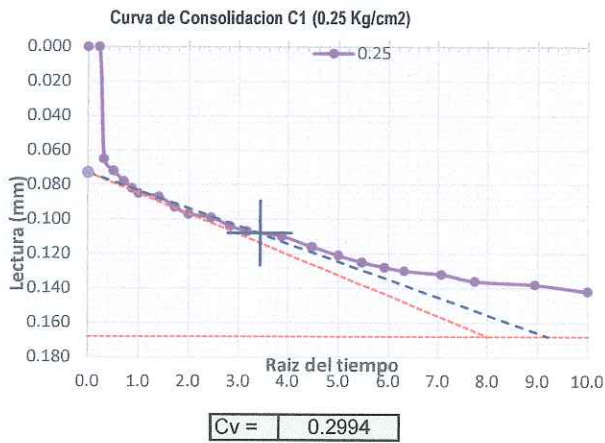


Yoner Omar Herrera Muñoz
Yoner Omar Herrera Muñoz

Harlin Cleder Diaz Mejia
HARLIN CLER DIAZ MEJIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vasquez
Walter Manuel Vasquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Claudia Emilia Benavidez Nuñez
CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176924



[Signature]

HARLIN CLEDER DIAZ MESTIZO

[Signature]

Yoner Omar Heroera MUÑOZ

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

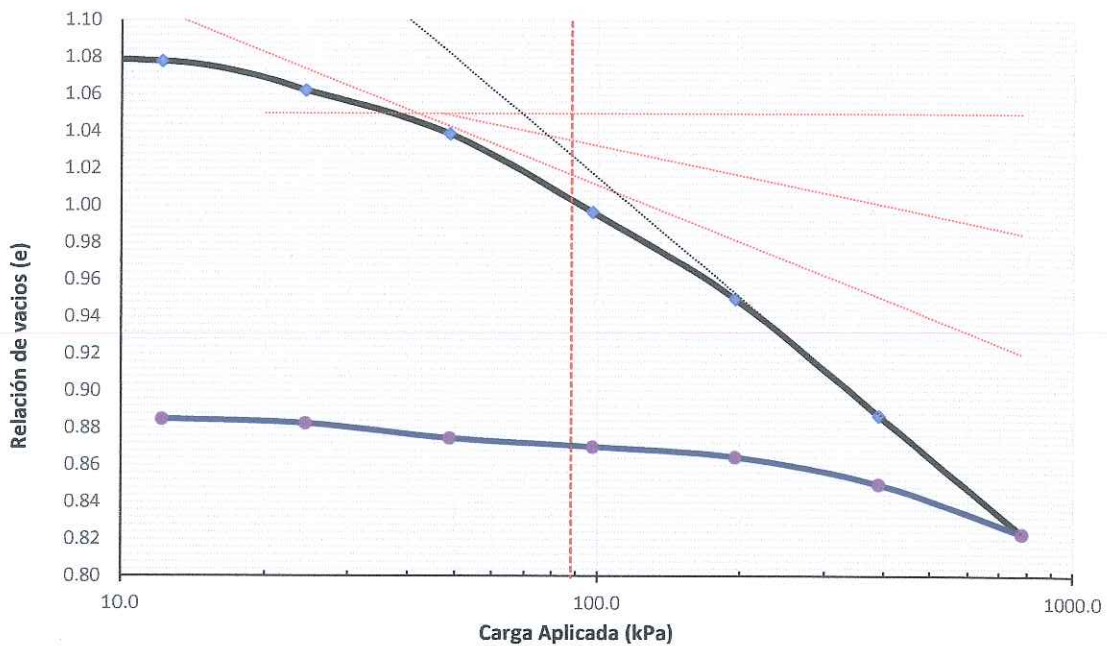
Walter Manuel Vásquez *[Signature]*
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

[Signature]
CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
RES. CIP. N° 176324

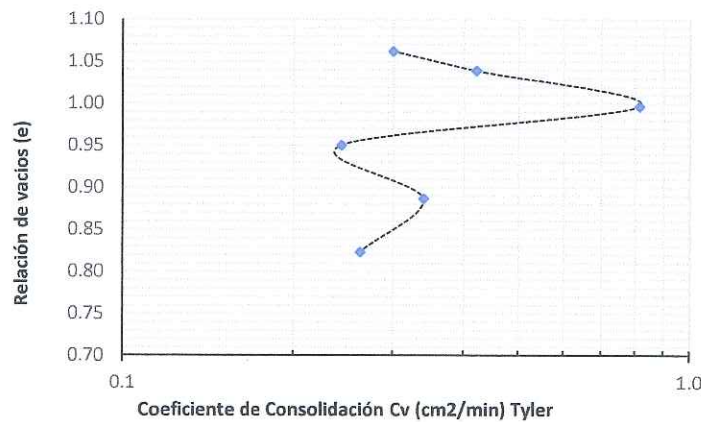
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-01	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	10/03/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		


RESULTADOS


CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) =	88 kPa =	0.9 kg/cm²
Índice de Compresibilidad Lab C_c =	0.215	Índice Recomprens. Lab C_r =
		0.034




HARLIN CLEDER DIAZ MESIA


Yoner Omar Herrera Muñoz

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176024

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154		
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA:	C-01	ESTRATO:	1
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	10/03/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Calculo de asiento C-01

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	12.2	KN/m ³
Altura del nivel Freático h_w	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m ³

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación D_f mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	88.00	kN/m ²
Presión aplicada por la estructura	=	54.92	kN/m ²
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	kN/m ²
Índice de Compresión (C_c)	=	0.2	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.034	
Límite Líquido (LL)	=	49.54	
Gravedad Específica (Gs)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	17.94	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{1xD}$	=	13.2	mm
$S_t \approx 1.1 S_c$	=	14.5	mm
$S_i \approx 0.1 S_c$	=	1.3	mm

El calculo del asentamiento por el método edometrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Z_i conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_f = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_o} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_o \geq p_c$$

$$\epsilon_f = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_o} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

$$\epsilon_f = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma'_o} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria S_{1xD} (mm) = 13.2

$S_t = 14.5$ mm

Datos de asentamiento


fac. de incr. =

0.25

Z (m)	σ'_v (kN/m ²)	$\Delta\sigma'_v$ (kN/m ²)	S'_c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	35.15	2.66
2.00	10.38	24.41	2.03
2.25	11.68	17.93	1.56
2.50	12.98	13.73	1.21
2.75	14.27	10.85	0.95
3.00	15.57	8.79	0.75
3.25	16.87	7.26	0.60
3.50	18.17	6.10	0.49
3.75	19.46	5.20	0.40
4.00	20.76	4.48	0.33
4.25	22.06	3.91	0.27
4.50	23.36	3.43	0.23
4.75	24.65	3.04	0.20
5.00	25.95	2.71	0.17
5.25	27.25	2.43	0.14
5.50	28.55	2.20	0.12
5.75	29.84	1.99	0.11
6.00	31.14	1.82	0.10
6.25	32.44	1.66	0.08
6.50	33.74	1.53	0.07
6.75	35.03	1.41	0.07
7.00	36.33	1.30	0.06
7.25	37.63	1.21	0.05
7.50	38.93	1.12	0.05
7.75	40.22	1.04	0.04
8.00	41.52	0.98	0.04
8.25	42.82	0.91	0.04
8.50	44.12	0.86	0.03
8.75	45.41	0.81	0.03
9.00	46.71	0.76	0.03
9.25	48.01	0.72	0.02
9.50	49.31	0.68	0.02
9.75	50.60	0.64	0.02
10.00	51.90	0.61	0.02
10.25	53.20	0.58	0.02
10.50	54.50	0.55	0.02
10.75	55.79	0.52	0.02
11.00	57.09	0.50	0.01
11.25	58.39	0.48	0.01
11.50	59.69	0.45	0.01
11.75	60.98	0.43	0.01
12.00	62.28	0.42	0.01
12.25	63.58	0.40	0.01
12.50	64.88	0.38	0.01
12.75	66.17	0.37	0.01
13.00	67.47	0.35	0.01
13.25	68.77	0.34	0.01
13.50	70.07	0.32	0.01
13.75	71.36	0.31	0.01
14.00	72.66	0.30	0.01
14.25	73.96	0.29	0.01

13.18


HARLIN CLEDER
DIAZ MEJIA


Yoner Omar Herrera
Muñoz

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

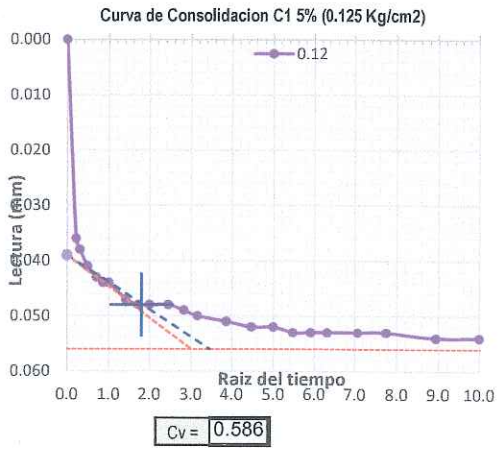
Walter Manuel Vasquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 175824

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
		PROTOCOLO			
ENSAYO:		CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:		NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:		"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA:	C-01 (5%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA			COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023			RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2023			REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raiz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0.036	0.019	0.052	0.099	0.068	0.058	0.179
0.1	0.316	0.038	0.022	0.057	0.107	0.12	0.115	0.257
0.25	0.500	0.041	0.025	0.068	0.125	0.147	0.15	0.269
0.5	0.707	0.043	0.027	0.074	0.136	0.158	0.16	0.272
0.75	0.866	0.044	0.027	0.077	0.141	0.162	0.164	0.279
1	1.000	0.044	0.028	0.078	0.143	0.164	0.165	0.282
2	1.414	0.047	0.03	0.081	0.147	0.168	0.17	0.285
3	1.732	0.048	0.031	0.083	0.15	0.172	0.172	0.287
4	2.000	0.048	0.032	0.084	0.152	0.174	0.174	0.289
6	2.449	0.048	0.032	0.085	0.154	0.177	0.176	0.291
8	2.828	0.049	0.033	0.087	0.155	0.178	0.178	0.294
10	3.162	0.05	0.034	0.087	0.157	0.18	0.179	0.296
15	3.873	0.051	0.034	0.089	0.159	0.182	0.181	0.297
20	4.472	0.052	0.043	0.09	0.16	0.183	0.183	0.3
25	5.000	0.052	0.044	0.091	0.161	0.184	0.184	0.301
30	5.477	0.053	0.044	0.092	0.162	0.184	0.185	0.301
35	5.916	0.053	0.044	0.092	0.163	0.186	0.186	0.303
40	6.325	0.053	0.045	0.093	0.164	0.186	0.186	0.304
50	7.071	0.053	0.045	0.094	0.165	0.187	0.187	0.306
60	7.746	0.053	0.046	0.095	0.166	0.187	0.188	0.308
80	8.944	0.054	0.047	0.096	0.167	0.188	0.19	0.309
100	10.000	0.054	0.047	0.097	0.168	0.189	0.191	0.311
120	10.954	0.054	0.048	0.097	0.169	0.189	0.192	0.312
150	12.247	0.054	0.049	0.097	0.169	0.19	0.194	0.313
180	13.416	0.055	0.049	0.097	0.169	0.19	0.195	0.314
210	14.491	0.055	0.049	0.097	0.169	0.19	0.197	0.314
240	15.492	0.055	0.049	0.097	0.169	0.191	0.199	0.315
270	16.432	0.055	0.049	0.097	0.169	0.191	0.201	0.315
300	17.321	0.055	0.049	0.097	0.169	0.191	0.202	0.315
330	18.166	0.055	0.049	0.097	0.169	0.191	0.203	0.315
360	18.974	0.056	0.049	0.097	0.169	0.191	0.204	0.315
390	19.748	0.056	0.049	0.097	0.169	0.191	0.205	0.316
420	20.494	0.056	0.049	0.097	0.169	0.192	0.205	0.316
450	21.213	0.056	0.049	0.097	0.169	0.192	0.205	0.316
480	21.909	0.056	0.049	0.097	0.169	0.192	0.205	0.316
510	22.583	0.056	0.049	0.097	0.169	0.192	0.205	0.317
540	23.238	0.056	0.049	0.097	0.169	0.192	0.205	0.317
600	24.495	0.056	0.049	0.097	0.169	0.193	0.205	0.317
660	25.690	0.056	0.049	0.097	0.169	0.193	0.205	0.318
720	26.833	0.056	0.049	0.097	0.169	0.193	0.205	0.318
780	27.928	0.056	0.049	0.097	0.169	0.193	0.205	0.318
840	28.983	0.056	0.049	0.097	0.169	0.193	0.205	0.318
900	30.000	0.056	0.049	0.097	0.169	0.195	0.205	0.32
990	31.464	0.056	0.049	0.097	0.169	0.195	0.205	0.32
1080	32.863	0.056	0.049	0.097	0.169	0.195	0.205	0.32
1200	34.641	0.056	0.049	0.097	0.169	0.195	0.205	0.32
1320	36.332	0.056	0.049	0.097	0.169	0.195	0.205	0.32
1440	37.947332	0.056	0.049	0.097	0.169	0.195	0.205	0.32

APLICACIÓN DE LA DESCARGA							
Tiempo (min)	Raiz tiempo (min)	Deformación (mm) / descarga (kg/cm2)					
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12
0	0.000	1.091	1.03	0.912	0.804	0.718	0.661
0.1	0.316	1.046	0.963	0.862	0.772	0.699	0.646
0.25	0.500	1.042	0.944	0.845	0.762	0.692	0.643
0.5	0.707	1.039	0.937	0.836	0.754	0.688	0.643
0.75	0.866	1.037	0.935	0.833	0.751	0.685	0.642
1	1.000	1.037	0.934	0.831	0.749	0.684	0.64
2	1.414	1.036	0.931	0.827	0.745	0.68	0.64
3	1.732	1.035	0.93	0.825	0.743	0.678	0.64
6	2.449	1.035	0.928	0.822	0.74	0.675	0.637
8	2.828	1.034	0.927	0.821	0.739	0.674	0.637
10	3.162	1.034	0.926	0.82	0.738	0.673	0.635
15	3.873	1.033	0.925	0.819	0.736	0.671	0.635
20	4.472	1.033	0.924	0.818	0.735	0.67	0.634
30	5.477	1.032	0.923	0.816	0.733	0.668	0.634
40	6.325	1.032	0.922	0.815	0.732	0.667	0.632
60	7.746	1.032	0.921	0.814	0.73	0.665	0.632
120	10.954	1.031	0.92	0.811	0.726	0.661	0.63
180	13.416	1.03	0.919	0.81	0.724	0.661	0.63
300	17.321	1.03	0.917	0.808	0.722	0.661	0.628
420	20.494	1.03	0.916	0.807	0.72	0.661	0.626
840	28.983	1.03	0.913	0.804	0.718	0.661	0.625
1440	37.947	1.03	0.912	0.804	0.718	0.661	0.623

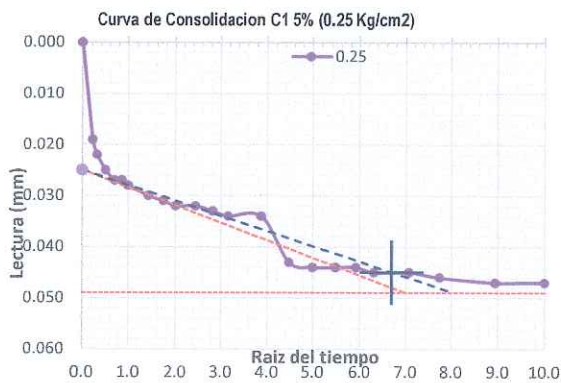


HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA

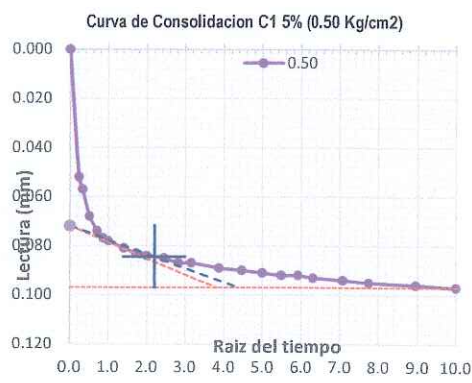
Yoner Omar Herrera
 Muñoz

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 Walter Manuel Vásquez Torres
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

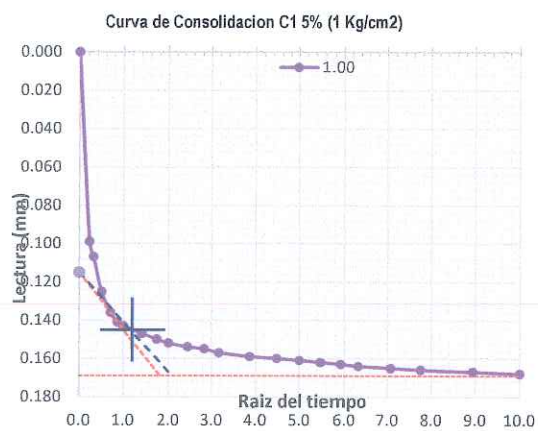
CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 175924



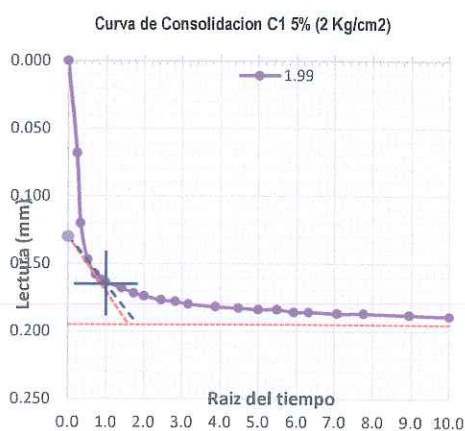
Cv = 0.1566



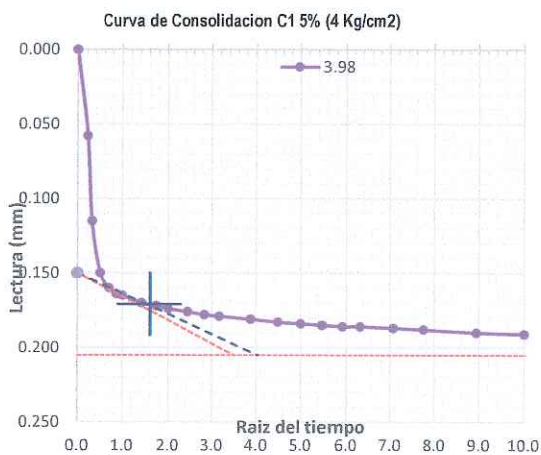
Cv = 0.4739



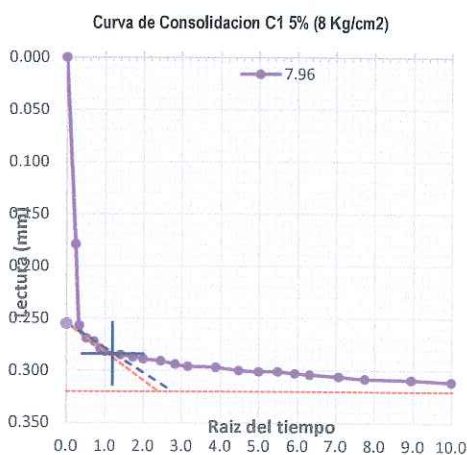
Cv = 0.8585



Cv = 1.0132



Cv = 0.6217



Cv = 0.8090

Harlin Cleder Diaz Mesia

HARLIN CLEDER
DIAZ MESIA

Jones Omar Herrera Muñoz

Jones Omar Herrera
Muñoz




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Claudia E. Delavidez Nuñez
CLAUDIA E. DELAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-01 (5%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Díaz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

DATOS

SUCS : ML AASHTO :
Estado : Inalterado Profundidad muestra: 3 m Gs = 2.62


Datos del espécimen		Inicial	Final
Densidad húmeda inic:	1.48	Diámetro (mm) :	50.60
Densidad seca inicial :	1.25	Altura (mm):	22.33
Presión de hinchamiento :		Humedad (%):	28.28%
	0.099 kg/cm2	Saturación (%):	100.0%
			85.0%


ETAPA DE LA CARGA



Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Cofic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	22.330	22.330	11.165	1.252	1.139	0.000	--
0.12 kg/cm2	-0.056	0.056	22.274	22.302	11.151	1.255	1.133	0.251	0.586
0.25 kg/cm2	-0.105	0.105	22.225	22.250	11.125	1.258	1.129	0.470	0.157
0.5 kg/cm2	-0.202	0.202	22.128	22.177	11.088	1.263	1.119	0.905	0.474
1 kg/cm2	-0.371	0.371	21.959	22.044	11.022	1.273	1.103	1.661	0.858
1.99 kg/cm2	-0.566	0.566	21.764	21.862	10.931	1.284	1.085	2.535	1.013
3.98 kg/cm2	-0.771	0.771	21.559	21.662	10.831	1.296	1.065	3.453	0.622
7.96 kg/cm2	-1.091	1.091	21.239	21.399	10.700	1.316	1.034	4.886	0.809

ETAPA DE LA DESCARGA

Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.96 kg/cm2	-1.091	1.091	21.239	21.239	10.620	1.316	1.034	4.886
3.98 kg/cm2	-1.030	1.030	21.300	21.270	10.635	1.312	1.040	4.613
1.99 kg/cm2	-0.912	0.912	21.418	21.359	10.680	1.305	1.051	4.084
1 kg/cm2	-0.804	0.804	21.526	21.472	10.736	1.298	1.062	3.601
0.5 kg/cm2	-0.718	0.718	21.612	21.569	10.785	1.293	1.070	3.215
0.25 kg/cm2	-0.661	0.661	21.669	21.641	10.820	1.290	1.076	2.960
0.12 kg/cm2	-0.623	0.623	21.707	21.688	10.844	1.288	1.079	2.790


HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA


Yoner Omar Herrera Muñoz

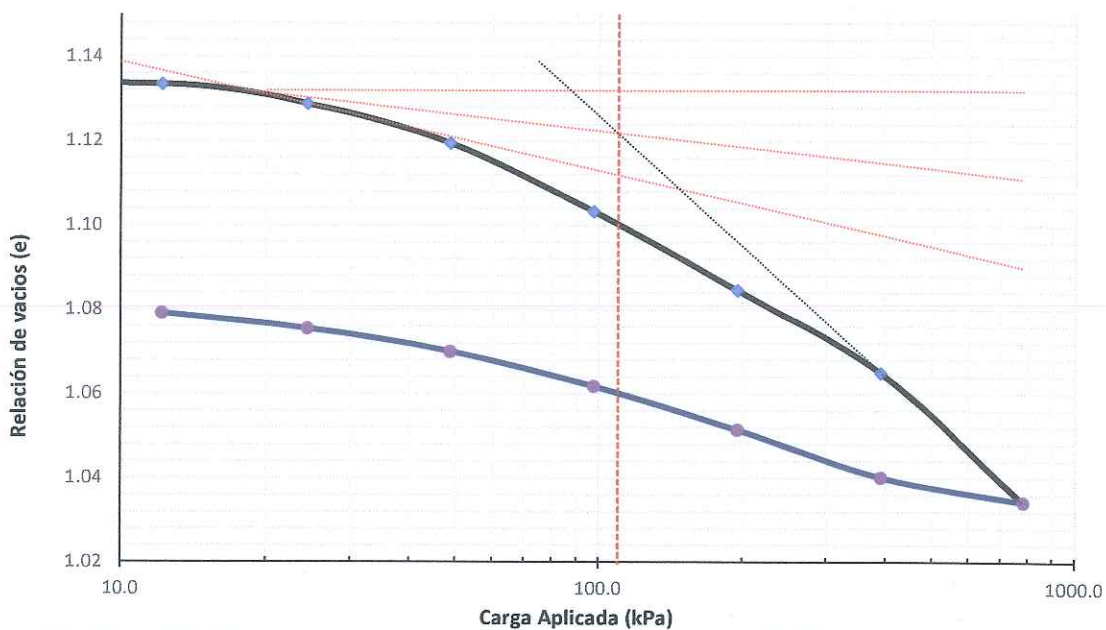
 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176624

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
	PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA:	C-01 (5%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

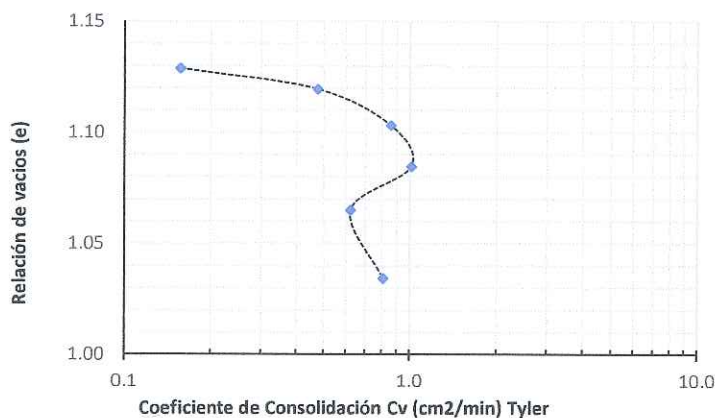
RESULTADOS


CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) = 110 kPa = 1.12 kg/cm²

Índice de Compresibilidad Lab $C_c = 0.103$ Índice Recomprens. Lab $C_r = 0.025$




HARLIN CLEDER
DIAZ MEJIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176924


Yoner Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA:	C-01 (5%)	ESTRATO:	1	
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Calculo de asentamiento C-01 5%

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	12.5	KN/m3
Altura del nivel Freático h_w	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m3

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación D_f mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	98.00	KN/m2
Presión aplicada por la estructura	=	56.88	KN/m2
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	KN/m2
Índice de Compresión (C_c)	=	0.125	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.03	
Límite Líquido (LL)	=	48.41	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	19.36	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{1\%D} =$	11.9 mm
$S_t \approx 1.1 S_c =$	13.1 mm
$S_i \approx 0.1 S_c =$	1.2 mm

El calculo del asentamiento por el método edométrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Z_i conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma_0} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria $S_{1\%D}$ (mm) = 11.9

$S_t =$	13.1 mm
---------------------------	----------------

Datos de asentamiento fac. de incr. = **0.25**

Z (m)	σ'_v (kN/m2)	$\Delta\sigma'_v$ (kN/m2)	S'_c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	36.40	2.39
2.00	10.38	25.28	1.83
2.25	11.68	18.57	1.41
2.50	12.98	14.22	1.10
2.75	14.27	11.24	0.86
3.00	15.57	9.10	0.68
3.25	16.87	7.52	0.55
3.50	18.17	6.32	0.44
3.75	19.46	5.39	0.36
4.00	20.76	4.64	0.30
4.25	22.06	4.04	0.25
4.50	23.36	3.56	0.21
4.75	24.65	3.15	0.18
5.00	25.95	2.81	0.15
5.25	27.25	2.52	0.13
5.50	28.55	2.28	0.11
5.75	29.84	2.06	0.10
6.00	31.14	1.88	0.09
6.25	32.44	1.72	0.08
6.50	33.74	1.58	0.07
6.75	35.03	1.46	0.06
7.00	36.33	1.35	0.05
7.25	37.63	1.25	0.05
7.50	38.93	1.16	0.04
7.75	40.22	1.08	0.04
8.00	41.52	1.01	0.04
8.25	42.82	0.95	0.03
8.50	44.12	0.89	0.03
8.75	45.41	0.84	0.03
9.00	46.71	0.79	0.02
9.25	48.01	0.74	0.02
9.50	49.31	0.70	0.02
9.75	50.60	0.66	0.02
10.00	51.90	0.63	0.02
10.25	53.20	0.60	0.02
10.50	54.50	0.57	0.02
10.75	55.79	0.54	0.01
11.00	57.09	0.52	0.01
11.25	58.39	0.49	0.01
11.50	59.69	0.47	0.01
11.75	60.98	0.45	0.01
12.00	62.28	0.43	0.01
12.25	63.58	0.41	0.01
12.50	64.88	0.40	0.01
12.75	66.17	0.38	0.01
13.00	67.47	0.36	0.01
13.25	68.77	0.35	0.01
13.50	70.07	0.34	0.01
13.75	71.36	0.32	0.01
14.00	72.66	0.31	0.01
14.25	73.96	0.30	0.01
			11.92


HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

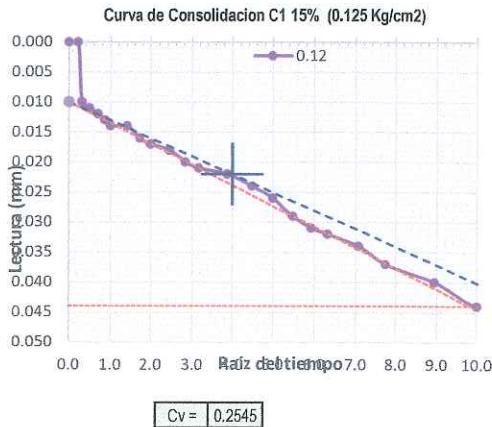

Yoner Omar Herrera Muñoz


CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:		NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA:	C-01 (15%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E. 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Draz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raíz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0	-0.009	0.06	0.001	0.002	1E-03	0.002
0.1	0.316	0.01	-0.002	0.194	0.255	0.17	0.136	0.172
0.25	0.500	0.011	-0.002	0.211	0.286	0.204	0.173	0.188
0.5	0.707	0.012	0	0.24	0.326	0.245	0.215	0.223
0.75	0.866	0.013	0.0016	0.259	0.35	0.265	0.24	0.258
1	1.000	0.014	0.0024	0.271	0.363	0.279	0.256	0.279
2	1.414	0.014	0.0032	0.279	0.373	0.288	0.27	0.299
3	1.732	0.016	0.0152	0.297	0.394	0.313	0.307	0.353
4	2.000	0.017	0.0288	0.308	0.406	0.331	0.333	0.391
6	2.449	0.018	0.0408	0.314	0.415	0.345	0.354	0.422
8	2.828	0.02	0.0616	0.323	0.427	0.364	0.385	0.464
10	3.162	0.021	0.0768	0.329	0.435	0.379	0.406	0.49
15	3.873	0.022	0.0896	0.333	0.441	0.389	0.422	0.507
20	4.472	0.024	0.1136	0.341	0.451	0.406	0.445	0.529
25	5.000	0.026	0.1304	0.347	0.456	0.415	0.457	0.539
30	5.477	0.029	0.1424	0.35	0.46	0.42	0.465	0.545
35	5.916	0.031	0.1512	0.353	0.463	0.424	0.47	0.549
40	6.325	0.032	0.1584	0.355	0.465	0.427	0.473	0.552
50	7.071	0.034	0.1632	0.357	0.468	0.429	0.475	0.554
60	7.746	0.037	0.1712	0.359	0.47	0.433	0.479	0.558
80	8.944	0.04	0.176	0.361	0.473	0.435	0.482	0.562
100	10.000	0.044	0.1816	0.365	0.475	0.438	0.486	0.565
120	10.954	0.044	0.1848	0.368	0.477	0.44	0.488	0.569
150	12.247	0.044	0.1872	0.37	0.478	0.442	0.491	0.572
180	13.416	0.044	0.1888	0.373	0.478	0.443	0.493	0.574
210	14.491	0.044	0.1896	0.375	0.478	0.444	0.495	0.575
240	15.492	0.044	0.1904	0.376	0.478	0.445	0.497	0.576
270	16.432	0.044	0.1912	0.377	0.478	0.446	0.499	0.577
300	17.321	0.044	0.1912	0.378	0.478	0.446	0.5	0.578
330	18.166	0.044	0.1912	0.383	0.478	0.447	0.502	0.579
360	18.974	0.044	0.192	0.383	0.478	0.447	0.503	0.58
390	19.748	0.044	0.192	0.383	0.478	0.447	0.504	0.58
420	20.494	0.044	0.192	0.383	0.478	0.448	0.504	0.581
450	21.213	0.044	0.192	0.383	0.478	0.448	0.504	0.581
480	21.909	0.044	0.192	0.383	0.478	0.448	0.504	0.582
510	22.583	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.448	0.504	0.582
540	23.238	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.448	0.504	0.582
600	24.495	0.044	0.192	0.383	0.478	0.449	0.504	0.583
660	25.690	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.449	0.504	0.583
720	26.833	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.449	0.504	0.584
780	27.928	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.449	0.504	0.584
840	28.983	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.45	0.504	0.584
900	30.000	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.45	0.504	0.584
990	31.464	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.45	0.504	0.585
1080	32.863	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.45	0.504	0.585
1200	34.641	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.45	0.504	0.585
1320	36.332	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.45	0.504	0.585
1440	37.947	0.044	0.1928	0.383	0.478	0.45	0.504	0.585

APLICACIÓN DE LA DESCARGA								
Tiempo (min)	Raíz tiempo (min)	Deformación (mm)/ descarga (kg/cm2)						
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12	
0	0.000	2.637	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594
0.1	0.316	2.611	2.611	2.611	2.611	2.611	2.611	2.609
0.25	0.500	2.609	2.609	2.609	2.609	2.609	2.609	2.607
0.5	0.707	2.607	2.607	2.607	2.607	2.607	2.607	2.607
0.75	0.866	2.604	2.604	2.604	2.604	2.604	2.604	2.604
1	1.000	2.602	2.602	2.602	2.602	2.602	2.602	2.602
2	1.414	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.601	2.602
3	1.732	2.599	2.599	2.599	2.599	2.599	2.599	2.602
6	2.449	2.597	2.597	2.597	2.597	2.597	2.597	2.601
8	2.828	2.597	2.597	2.597	2.597	2.597	2.597	2.601
10	3.162	2.596	2.596	2.596	2.596	2.596	2.596	2.599
15	3.873	2.596	2.596	2.596	2.596	2.596	2.596	2.599
20	4.472	2.596	2.596	2.596	2.596	2.596	2.596	2.598
30	5.477	2.595	2.595	2.595	2.595	2.595	2.595	2.598
40	6.325	2.595	2.595	2.595	2.595	2.595	2.595	2.597
60	7.746	2.595	2.595	2.595	2.595	2.595	2.595	2.597
120	10.954	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.596
180	13.416	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.596
300	17.321	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.596
420	20.494	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.595
840	28.983	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.595
1440	37.947	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.594	2.595

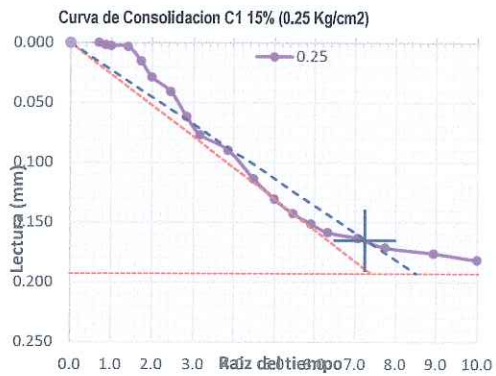


Harlin Cleder Draz Mejía
HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

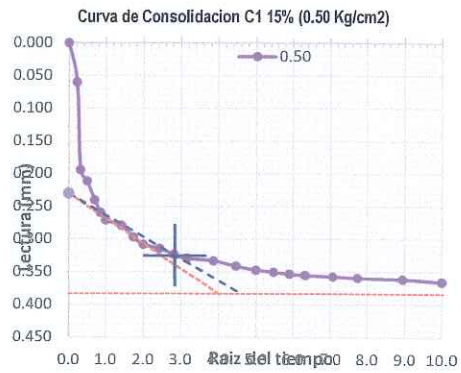
Yoner Omar Herrera Muñoz
Yoner Omar Herrera Muñoz

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vásquez
Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

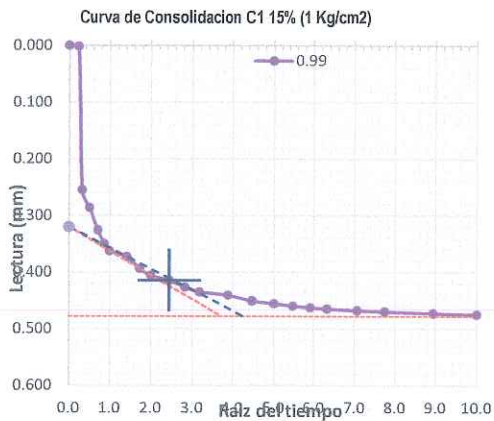
Claudia Benavidez Nuñez
CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176924



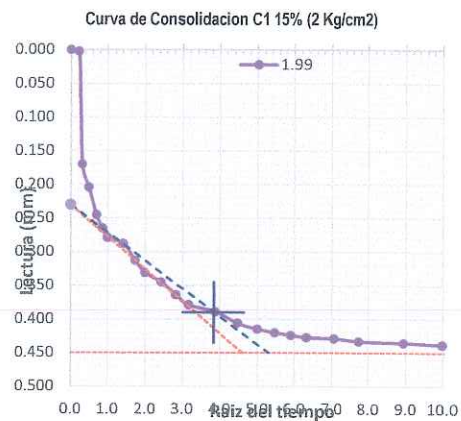
Cv = 0.1389



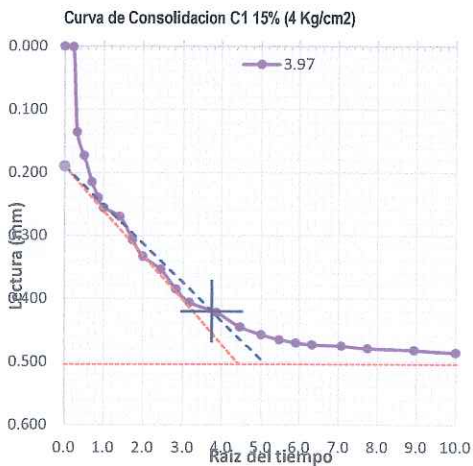
Cv = 0.3440



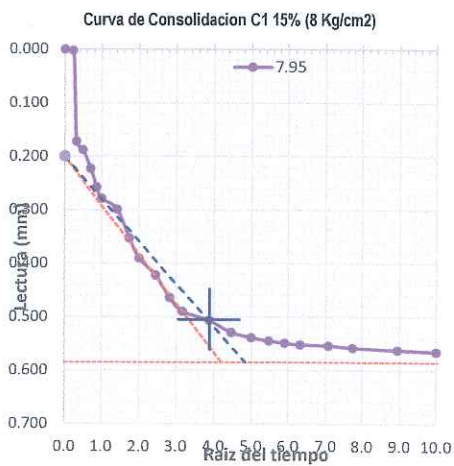
Cv = 0.3843



Cv = 0.2345



Cv = 0.2292




Cv = 0.2097

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vasquez
 Walter Manuel Vasquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Claudia Benavidez Nunez
 CLAUDIA BENAVIDEZ NÚÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824

Harlin Cleder Diaz Mesia
 HARLIN CLEDER
 DIAZ MESIA

Joner Omar Herrera Muñoz
 Joner Omar Herrera Muñoz

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-01 (15%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

DATOS

SUCS : ML AASHTO : --
 Estado : Inalterado Profundidad muestra: -- Gs = 2.62

Datos del espécimen		Inicial	Final Con.
Densidad húmeda inic:	1.94	Diámetro (mm) :	50.63
Densidad seca inicial :	1.67	Altura (mm):	19.30
Presión de hinchamiento :		Humedad (%):	19.16%
	0.000 kg/cm2	Saturación (%):	100.0%
			47.5%

ETAPA DE LA CARGA

Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (g/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Coeffic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	21.933	21.933	10.967	1.545	0.695	0.000	--
0.12 kg/cm2	-0.044	0.044	21.889	21.911	10.956	1.548	0.691	0.201	0.254
0.25 kg/cm2	-0.237	0.237	21.697	21.793	10.896	1.562	0.676	1.080	0.139
0.5 kg/cm2	-0.620	0.620	21.313	21.505	10.752	1.590	0.647	2.827	0.344
0.99 kg/cm2	-1.098	1.098	20.835	21.074	10.537	1.626	0.610	5.006	0.384
1.99 kg/cm2	-1.548	1.548	20.385	20.610	10.305	1.662	0.575	7.058	0.235
3.97 kg/cm2	-2.052	2.052	19.881	20.133	10.067	1.704	0.536	9.356	0.229
7.95 kg/cm2	-2.637	2.637	19.296	19.589	9.794	1.756	0.491	12.023	0.210

ETAPA DE LA DESCARGA


Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.95 kg/cm2	-2.637	2.637	19.296	19.296	9.648	1.756	0.491	12.023
3.97 kg/cm2	-2.594	2.594	19.339	19.318	9.659	1.752	0.494	11.827
1.99 kg/cm2	-2.594	2.594	19.339	19.339	9.670	1.752	0.494	11.827
0.99 kg/cm2	-2.594	2.594	19.339	19.339	9.670	1.752	0.494	11.827
0.5 kg/cm2	-2.594	2.594	19.339	19.339	9.670	1.752	0.494	11.827
0.25 kg/cm2	-2.594	2.594	19.339	19.339	9.670	1.752	0.494	11.827
0.12 kg/cm2	-2.595	2.595	19.338	19.339	9.669	1.752	0.494	11.831


HARLIN C. DIAZ MEJIA


 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

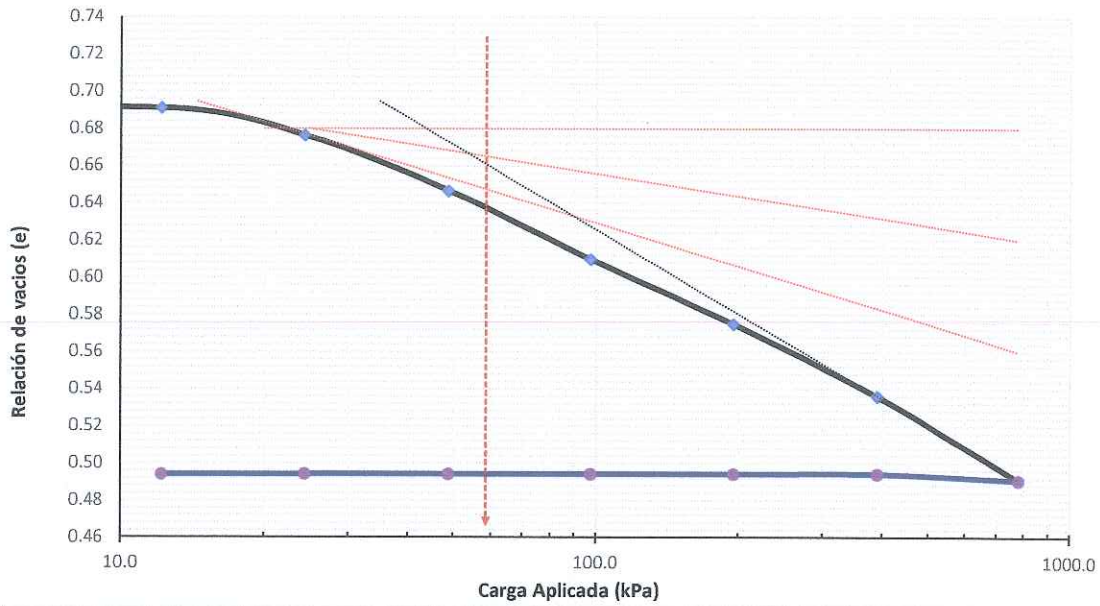

 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176324


Yoner Omar Herrera Muñoz

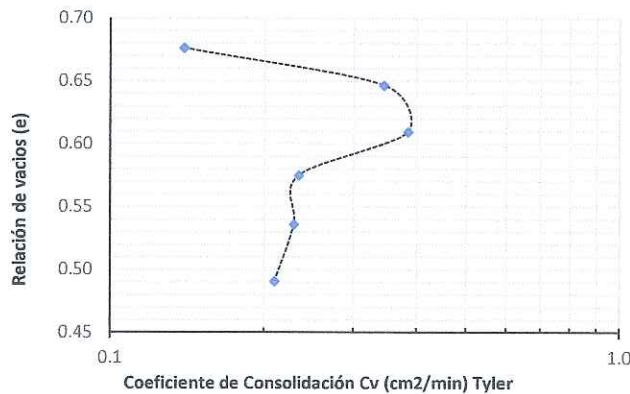
	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-01 (15%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:		Harlin Cleder Díaz Mejía Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2023	REVISADO POR:		Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

RESULTADOS

CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) =	58.5 kPa =	0.6 kg/cm²
Índice de Compresibilidad Lab $C_c =$	0.151	Índice Recomprens. Lab $C_r =$
		0.002




HARLIN C. DIAZ MEJIA

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176824


Yoner Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154				
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-01 (15%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

Calculo de asentamiento C-01 (15%)

Datos de asentamiento fac. de incr. = 0.25

Z (m)	σ'_v (kN/m ²)	$\Delta\sigma'_v$ (kN/m ²)	S' _c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	44.56	2.19
2.00	10.38	30.95	1.70
2.25	11.68	22.74	1.33
2.50	12.98	17.41	1.05
2.75	14.27	13.75	0.83
3.00	15.57	11.14	0.67
3.25	16.87	9.21	0.54
3.50	18.17	7.74	0.44
3.75	19.46	6.59	0.36
4.00	20.76	5.68	0.30
4.25	22.06	4.95	0.25
4.50	23.36	4.35	0.21
4.75	24.65	3.85	0.18
5.00	25.95	3.44	0.15
5.25	27.25	3.09	0.13
5.50	28.55	2.79	0.11
5.75	29.84	2.53	0.10
6.00	31.14	2.30	0.09
6.25	32.44	2.11	0.08
6.50	33.74	1.93	0.07
6.75	35.03	1.78	0.06
7.00	36.33	1.65	0.05
7.25	37.63	1.53	0.05
7.50	38.93	1.42	0.04
7.75	40.22	1.32	0.04
8.00	41.52	1.24	0.04
8.25	42.82	1.16	0.03
8.50	44.12	1.09	0.03
8.75	45.41	1.02	0.03
9.00	46.71	0.96	0.03
9.25	48.01	0.91	0.02
9.50	49.31	0.86	0.02
9.75	50.60	0.81	0.02
10.00	51.90	0.77	0.02
10.25	53.20	0.73	0.02
10.50	54.50	0.70	0.02
10.75	55.79	0.66	0.01
11.00	57.09	0.63	0.01
11.25	58.39	0.60	0.01
11.50	59.69	0.58	0.01
11.75	60.98	0.55	0.01
12.00	62.28	0.53	0.01
12.25	63.58	0.50	0.01
12.50	64.88	0.48	0.01
12.75	66.17	0.46	0.01
13.00	67.47	0.45	0.01
13.25	68.77	0.43	0.01
13.50	70.07	0.41	0.01
13.75	71.36	0.40	0.01
14.00	72.66	0.38	0.01
14.25	73.96	0.37	0.01
			11.45

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	12.9	KN/m ³
Altura del nivel Freático h_w	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m ³

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación D_f mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	110.00	kN/m ²
Presión aplicada por la estructura	=	69.63	kN/m ²
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	kN/m ²
Índice de Compresión (C_c)	=	0.103	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.025	
Límite Líquido (LL)	=	45.29	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	20.51	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{100} =$	11.4	mm
$S_t \approx 1.1 S_c =$	12.6	mm
$S_i \approx 0.1 S_c =$	1.1	mm

El calculo del asentamiento por el método edometrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Z_i conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_0 \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma'_0} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$


Asentamiento por Consolidación Primaria S_{100} (mm) = 11.4

$S_t = 12.6$ mm

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

 Walter Manuel Vasquez Lopez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824

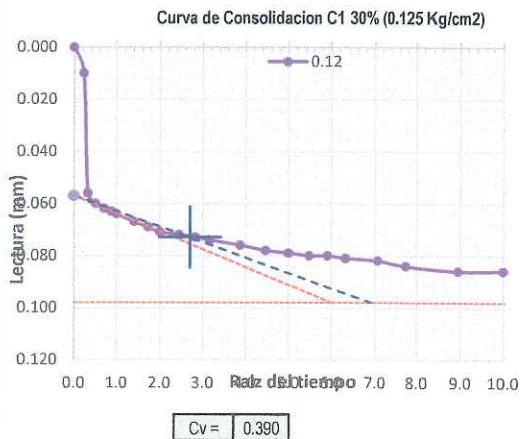

 HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA


 Yoner Omar Herrera Muñoz

 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:		CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL	
NORMA:		NORMA TECNICA PERUANA 339.154	
PROYECTO:		"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."	
CALICATA:	C-01 (30%)	ESTRATO:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE: Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2023		REVISADO POR: Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raíz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.22361	0.01	0.000	0.055	0.017	0.04	0.079	0.006
0.1	0.31623	0.056	0.038	0.058	0.088	0.062	0.086	0.184
0.25	0.5	0.06	0.04	0.063	0.092	0.062	0.093	0.202
0.5	0.70711	0.062	0.042	0.067	0.098	0.062	0.098	0.211
0.75	0.86603	0.063	0.045	0.069	0.101	0.065	0.102	0.216
1	1	0.064	0.046	0.071	0.103	0.066	0.104	0.219
2	1.41421	0.067	0.047	0.075	0.105	0.068	0.109	0.229
3	1.73205	0.069	0.049	0.077	0.108	0.07	0.112	0.233
4	2	0.071	0.05	0.079	0.11	0.072	0.114	0.236
6	2.44949	0.072	0.051	0.081	0.111	0.074	0.117	0.241
8	2.82843	0.073	0.052	0.083	0.113	0.077	0.119	0.244
10	3.16228	0.074	0.053	0.084	0.115	0.079	0.121	0.246
15	3.87298	0.076	0.054	0.087	0.116	0.08	0.124	0.25
20	4.47214	0.078	0.055	0.089	0.118	0.082	0.126	0.253
25	5	0.079	0.056	0.091	0.119	0.083	0.128	0.256
30	5.47723	0.08	0.057	0.092	0.12	0.084	0.129	0.258
35	5.91608	0.08	0.058	0.094	0.121	0.085	0.131	0.259
40	6.32456	0.081	0.058	0.095	0.122	0.087	0.132	0.26
50	7.07107	0.082	0.058	0.097	0.123	0.089	0.133	0.263
60	7.74597	0.084	0.059	0.099	0.123	0.091	0.134	0.265
80	8.94427	0.086	0.06	0.102	0.124	0.092	0.136	0.268
100	10	0.086	0.061	0.104	0.126	0.094	0.138	0.271
120	10.9545	0.087	0.061	0.105	0.127	0.096	0.139	0.273
150	12.2474	0.088	0.061	0.109	0.128	0.098	0.14	0.275
180	13.4164	0.089	0.061	0.11	0.129	0.099	0.141	0.277
210	14.4914	0.092	0.061	0.111	0.129	0.1	0.142	0.28
240	15.4919	0.092	0.061	0.113	0.13	0.101	0.143	0.281
270	16.4317	0.094	0.061	0.114	0.13	0.103	0.143	0.282
300	17.3205	0.095	0.061	0.115	0.131	0.104	0.144	0.284
330	18.1659	0.096	0.061	0.116	0.131	0.105	0.145	0.285
360	18.9737	0.097	0.061	0.117	0.132	0.107	0.145	0.288
390	19.7484	0.098	0.061	0.117	0.132	0.107	0.146	0.289
420	20.4939	0.098	0.061	0.118	0.132	0.107	0.146	0.29
450	21.2132	0.098	0.061	0.119	0.132	0.108	0.146	0.292
480	21.9089	0.098	0.061	0.12	0.133	0.108	0.147	0.293
510	22.5832	0.098	0.061	0.12	0.133	0.11	0.147	0.294
540	23.2379	0.098	0.061	0.12	0.133	0.11	0.147	0.296
600	24.4949	0.098	0.061	0.121	0.133	0.11	0.148	0.297
660	25.6905	0.098	0.061	0.121	0.133	0.11	0.148	0.299
720	26.8328	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.301
780	27.9285	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.302
840	28.9828	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.302
900	30	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.302
990	31.4643	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.303
1080	32.8634	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.303
1200	34.641	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.304
1320	36.3318	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.304
1440	37.9473	0.098	0.061	0.122	0.133	0.11	0.148	0.305

APLICACIÓN DE LA DESCARGA							
Tiempo (min)	Raíz tiempo (min)	Deformación (mm)/ descarga (kg/cm2)					
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12
0	0	0.988	0.891	0.827	0.792	0.758	0.694
0.1	0.31623	0.905	0.837	0.807	0.773	0.699	0.663
0.25	0.500	0.901	0.837	0.805	0.772	0.699	0.66
0.5	0.70711	0.901	0.837	0.8	0.771	0.699	0.66
0.75	0.86603	0.9	0.837	0.8	0.769	0.699	0.659
1	1.000	0.899	0.837	0.8	0.769	0.699	0.657
2	1.41421	0.899	0.836	0.8	0.769	0.699	0.657
3	1.73205	0.898	0.836	0.8	0.769	0.699	0.657
6	2.44949	0.897	0.836	0.8	0.768	0.699	0.657
8	2.82843	0.897	0.836	0.798	0.768	0.699	0.657
10	3.16228	0.896	0.835	0.798	0.767	0.699	0.656
15	3.87298	0.896	0.835	0.798	0.767	0.699	0.656
20	4.47214	0.896	0.835	0.798	0.766	0.699	0.656
30	5.47723	0.895	0.834	0.797	0.765	0.698	0.656
40	6.32456	0.895	0.834	0.797	0.764	0.698	0.655
60	7.74597	0.894	0.833	0.796	0.763	0.697	0.655
120	10.9545	0.893	0.833	0.795	0.76	0.696	0.654
180	13.4164	0.892	0.832	0.794	0.758	0.695	0.654
300	17.3205	0.891	0.832	0.794	0.758	0.694	0.653
420	20.4939	0.894	0.832	0.794	0.758	0.694	0.652
840	28.9828	0.892	0.829	0.792	0.758	0.694	0.651
1440	37.9473	0.891	0.827	0.792	0.758	0.694	0.65



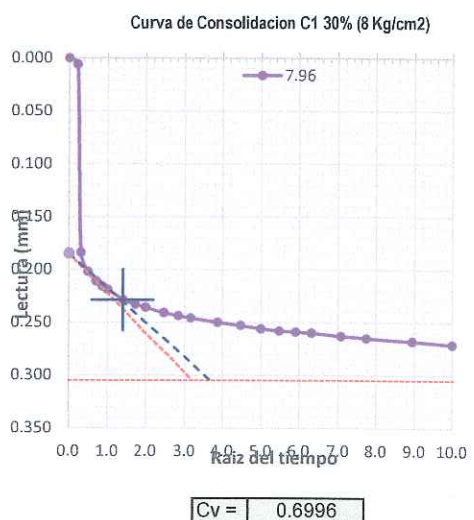
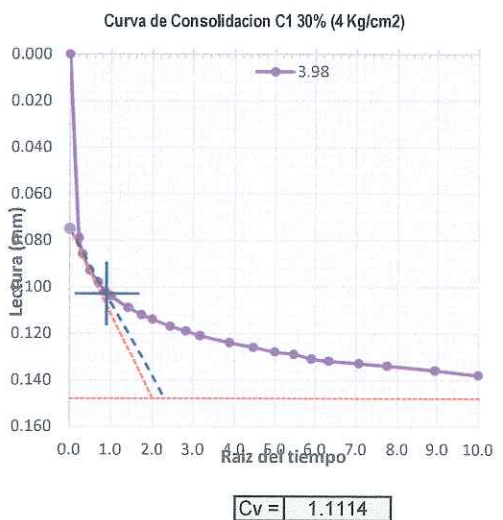
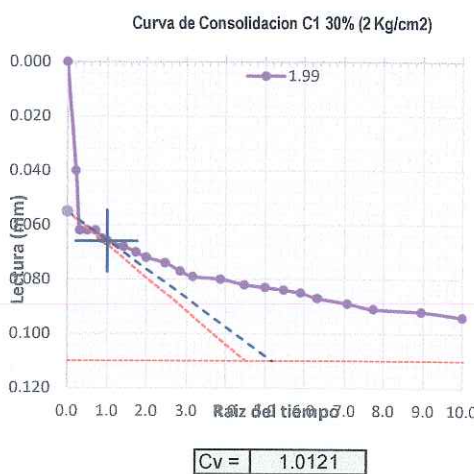
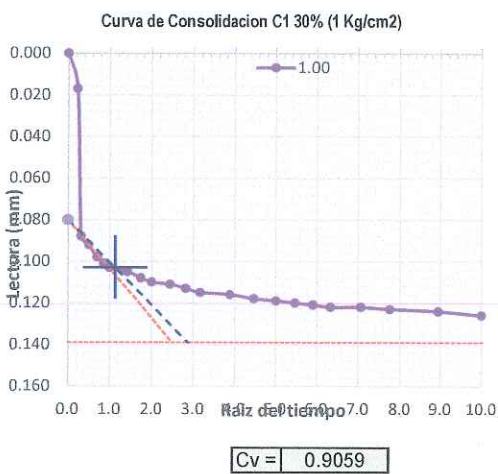
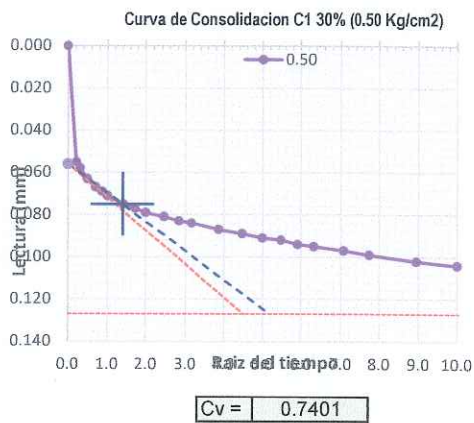
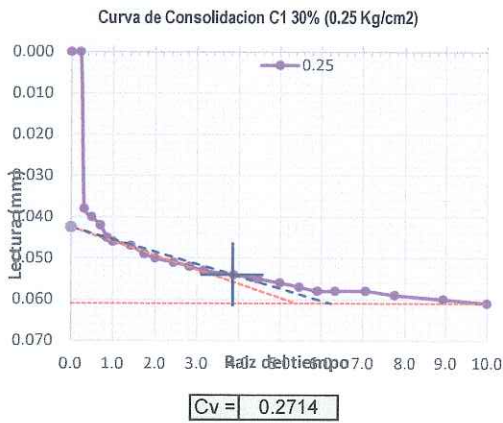

HARLIN C. DIAZ MEJIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824


Yoner Omar Herrera Muñoz



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vasquez Torres
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824

[Signature]
HARLIN C. DIAZ MESA

[Signature]
Goner Omar Herrero Muñoz

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-01 (30%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:		Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2023		REVISADO POR:		Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

DATOS

SUCS : ML AASHTO :
Estado : Inalterado Profundidad muestra: 3 m Gs = 2.62

Datos del espécimen		Inicial	Final
Densidad húmeda inic:	1.78	Diámetro (mm) :	50.60
Densidad seca inicial :	1.56	Altura (mm):	22.33
Presión de hinchamiento :		Humedad (%):	19.10%
	0.000 kg/cm2	Saturación (%):	100.0%
			43.4%

ETAPA DE LA CARGA

Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Coeffic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	22.330	22.330	11.165	1.561	0.685	0.000	--
0.12 kg/cm2	-0.098	0.098	22.232	22.281	11.141	1.568	0.678	0.439	0.390
0.25 kg/cm2	-0.159	0.159	22.171	22.202	11.101	1.573	0.673	0.712	0.271
0.5 kg/cm2	-0.286	0.286	22.044	22.108	11.054	1.582	0.663	1.281	0.740
1 kg/cm2	-0.425	0.425	21.905	21.975	10.987	1.592	0.653	1.903	0.906
1.99 kg/cm2	-0.535	0.535	21.795	21.850	10.925	1.600	0.645	2.396	1.012
3.98 kg/cm2	-0.683	0.683	21.647	21.721	10.861	1.611	0.633	3.059	1.111
7.96 kg/cm2	-0.988	0.988	21.342	21.495	10.747	1.634	0.610	4.425	0.700

ETAPA DE LA DESCARGA

Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.96 kg/cm2	-0.988	0.988	21.342	21.342	10.671	1.634	0.610	4.425
3.98 kg/cm2	-0.891	0.891	21.439	21.391	10.695	1.626	0.618	3.990
1.99 kg/cm2	-0.827	0.827	21.503	21.471	10.736	1.622	0.623	3.704
1 kg/cm2	-0.792	0.792	21.538	21.521	10.760	1.619	0.625	3.547
0.5 kg/cm2	-0.758	0.758	21.572	21.555	10.778	1.616	0.628	3.395
0.25 kg/cm2	-0.694	0.694	21.636	21.604	10.802	1.612	0.633	3.108
0.12 kg/cm2	-0.650	0.650	21.680	21.658	10.829	1.608	0.636	2.911

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. Nº 175824

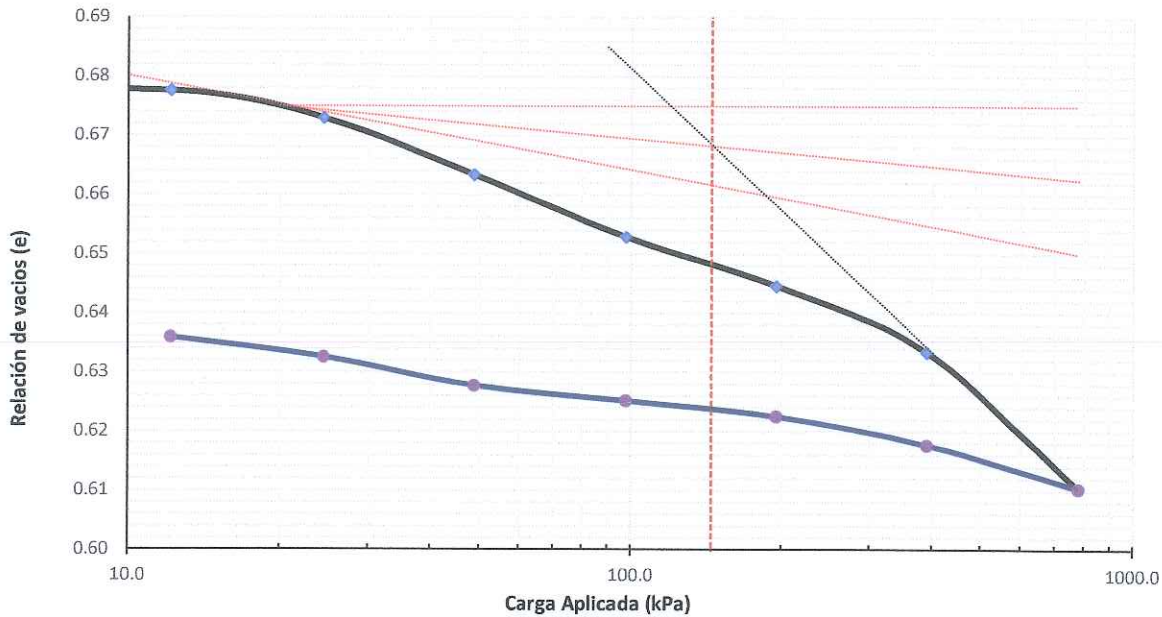

HARLIN CLEDER
DIAZ MESIA


Yoner Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154				
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-01 (30%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

RESULTADOS

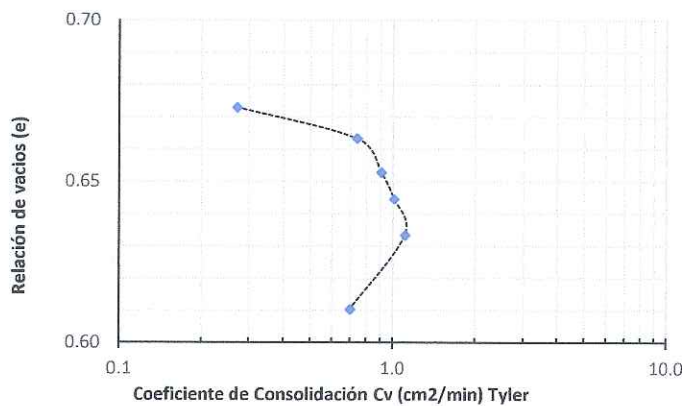
CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) = 145 kPa = 1.48 kg/cm²

Índice de Compresibilidad Lab Cc= 0.079

Índice Reconsens. Lab Cr= 0.014



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
 Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. Nº 176324

HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA

YONER OMAR HERRERA MUÑOZ

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL			CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA:	C-01 (30%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA	COLOR DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)	
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

Calculo de asentamiento C-01 (30%)

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	13.5	KN/m ³
Altura del nivel Freático hw	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m ³

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación Df mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	120.00	KN/m ²
Presión aplicada por la estructura	=	85.32	KN/m ²
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	KN/m ²
Índice de Compresión (C_c)	=	0.151	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.016	
Límite Líquido (LL)	=	41.80	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	24.75	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{1xD}$	=	8.4	mm
$S_t \approx 1.1 S_c$	=	9.3	mm
$S_i \approx 0.1 S_c$	=	0.8	mm

El calculo del asentamiento por el método edometrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Zi conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_0 \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma_0} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria S_{1xD} (mm) = 8.4

S_t	=	9.3	mm
-------	---	-----	----

Datos de asentamiento fac. de incr. = 0.25

Z (m)	σ'_v (kN/m ²)	$\Delta\sigma'_v$ (kN/m ²)	S'c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	54.60	1.54
2.00	10.38	37.92	1.21
2.25	11.68	27.86	0.96
2.50	12.98	21.33	0.77
2.75	14.27	16.85	0.62
3.00	15.57	13.65	0.50
3.25	16.87	11.28	0.40
3.50	18.17	9.48	0.33
3.75	19.46	8.08	0.27
4.00	20.76	6.96	0.23
4.25	22.06	6.07	0.19
4.50	23.36	5.33	0.16
4.75	24.65	4.72	0.14
5.00	25.95	4.21	0.12
5.25	27.25	3.78	0.10
5.50	28.55	3.41	0.09
5.75	29.84	3.10	0.08
6.00	31.14	2.82	0.07
6.25	32.44	2.58	0.06
6.50	33.74	2.37	0.05
6.75	35.03	2.18	0.05
7.00	36.33	2.02	0.04
7.25	37.63	1.87	0.04
7.50	38.93	1.74	0.03
7.75	40.22	1.62	0.03
8.00	41.52	1.52	0.03
8.25	42.82	1.42	0.03
8.50	44.12	1.33	0.02
8.75	45.41	1.25	0.02
9.00	46.71	1.18	0.02
9.25	48.01	1.11	0.02
9.50	49.31	1.05	0.02
9.75	50.60	1.00	0.02
10.00	51.90	0.95	0.01
10.25	53.20	0.90	0.01
10.50	54.50	0.85	0.01
10.75	55.79	0.81	0.01
11.00	57.09	0.77	0.01
11.25	58.39	0.74	0.01
11.50	59.69	0.71	0.01
11.75	60.98	0.67	0.01
12.00	62.28	0.65	0.01
12.25	63.58	0.62	0.01
12.50	64.88	0.59	0.01
12.75	66.17	0.57	0.01
13.00	67.47	0.55	0.01
13.25	68.77	0.52	0.01
13.50	70.07	0.50	0.01
13.75	71.36	0.49	0.01
14.00	72.66	0.47	0.01
14.25	73.96	0.45	0.00

8.41

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824

HARLIN C. DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

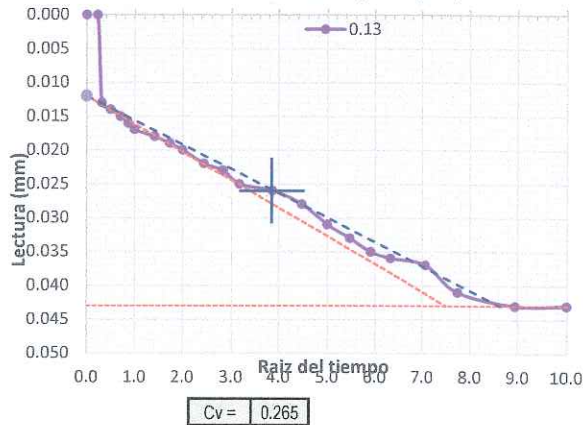
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL	CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154	
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."	

CALICATA:	C-02	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raíz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0	0.005	0.051	0.001	0.002	0.001	0.001
0.1	0.316	0.013	0.0026	0.161	0.137	0.233	0.118	0.292
0.25	0.500	0.014	0.0034	0.169	0.158	0.259	0.259	0.312
0.5	0.707	0.015	0.0042	0.185	0.181	0.286	0.322	0.351
0.75	0.866	0.016	0.005	0.195	0.198	0.306	0.353	0.379
1	1.000	0.017	0.005	0.201	0.207	0.317	0.369	0.397
2	1.414	0.018	0.0066	0.205	0.213	0.325	0.382	0.412
3	1.732	0.019	0.0074	0.217	0.228	0.344	0.407	0.451
4	2.000	0.02	0.0138	0.224	0.236	0.355	0.42	0.477
6	2.449	0.022	0.0218	0.229	0.242	0.362	0.431	0.495
8	2.828	0.023	0.0386	0.236	0.249	0.371	0.445	0.523
10	3.162	0.025	0.053	0.241	0.254	0.378	0.454	0.54
15	3.873	0.026	0.0658	0.245	0.257	0.383	0.462	0.553
20	4.472	0.028	0.0906	0.252	0.263	0.391	0.475	0.571
25	5.000	0.031	0.109	0.257	0.267	0.395	0.482	0.582
30	5.477	0.033	0.1218	0.261	0.27	0.399	0.488	0.588
35	5.916	0.035	0.1314	0.265	0.272	0.401	0.492	0.593
40	6.325	0.036	0.1402	0.268	0.274	0.403	0.494	0.597
50	7.071	0.037	0.1458	0.27	0.275	0.405	0.497	0.599
60	7.746	0.041	0.1554	0.275	0.279	0.408	0.501	0.604
80	8.944	0.043	0.1626	0.277	0.28	0.41	0.504	0.608
100	10.000	0.043	0.1626	0.281	0.283	0.413	0.508	0.612
120	10.954	0.043	0.1626	0.284	0.284	0.415	0.511	0.616
150	12.247	0.043	0.1626	0.286	0.286	0.417	0.514	0.619
180	13.416	0.043	0.1626	0.288	0.286	0.419	0.516	0.622
210	14.491	0.043	0.1626	0.29	0.286	0.42	0.519	0.623
240	15.492	0.043	0.1626	0.291	0.286	0.421	0.521	0.624
270	16.432	0.043	0.1626	0.291	0.286	0.422	0.523	0.626
300	17.321	0.043	0.1626	0.292	0.286	0.423	0.524	0.627
330	18.166	0.043	0.1626	0.293	0.286	0.424	0.526	0.628
360	18.974	0.043	0.1626	0.293	0.286	0.424	0.527	0.629
390	19.748	0.043	0.1626	0.294	0.286	0.425	0.529	0.63
420	20.494	0.043	0.1626	0.294	0.286	0.425	0.529	0.631
450	21.213	0.043	0.1626	0.294	0.286	0.426	0.529	0.631
480	21.909	0.043	0.1626	0.295	0.286	0.426	0.529	0.632
510	22.583	0.043	0.1626	0.295	0.286	0.426	0.529	0.632
540	23.238	0.043	0.1626	0.295	0.286	0.426	0.529	0.633
600	24.495	0.043	0.1626	0.295	0.286	0.427	0.529	0.633
660	25.690	0.043	0.1626	0.296	0.286	0.427	0.529	0.634
720	26.833	0.043	0.1626	0.297	0.286	0.428	0.529	0.635
780	27.928	0.043	0.1626	0.297	0.286	0.428	0.529	0.635
840	28.983	0.043	0.1626	0.297	0.286	0.428	0.529	0.636
900	30.000	0.043	0.1626	0.297	0.286	0.428	0.529	0.636
990	31.464	0.043	0.1626	0.298	0.286	0.429	0.529	0.637
1080	32.863	0.043	0.1626	0.299	0.286	0.429	0.529	0.637
1200	34.641	0.043	0.1626	0.302	0.286	0.429	0.529	0.638
1320	36.332	0.043	0.1626	0.307	0.286	0.429	0.529	0.638
1440	37.947	0.043	0.1626	0.307	0.286	0.429	0.529	0.638

APLICACIÓN DE LA DESCARGA								
Tiempo (min)	Raíz tiempo (min)	Deformación (mm) / descarga (kg/cm2)						
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12	
0	0.000	2.395	2.346	2.272	2.198	2.113	2.024	
0.1	0.316	2.364	2.319	2.252	2.185	2.099	2.018	
0.25	0.500	2.362	2.316	2.25	2.183	2.097	2.016	
0.5	0.707	2.359	2.312	2.246	2.179	2.095	2.016	
0.75	0.866	2.356	2.308	2.243	2.176	2.092	2.015	
1	1.000	2.355	2.305	2.24	2.173	2.09	2.013	
2	1.414	2.354	2.303	2.238	2.171	2.089	2.013	
3	1.732	2.352	2.297	2.232	2.164	2.084	2.013	
6	2.449	2.35	2.291	2.226	2.156	2.076	2.012	
8	2.828	2.349	2.288	2.221	2.15	2.071	2.012	
10	3.162	2.349	2.286	2.219	2.146	2.067	2.009	
15	3.873	2.348	2.285	2.217	2.142	2.063	2.009	
20	4.472	2.347	2.283	2.212	2.135	2.056	2.006	
30	5.477	2.347	2.282	2.208	2.128	2.046	2.006	
40	6.325	2.347	2.281	2.206	2.124	2.041	2.003	
60	7.746	2.347	2.28	2.204	2.12	2.035	2.003	
120	10.954	2.346	2.278	2.201	2.115	2.026	1.996	
180	13.416	2.346	2.277	2.2	2.113	2.024	1.996	
300	17.321	2.346	2.276	2.198	2.113	2.024	1.993	
420	20.494	2.346	2.275	2.198	2.113	2.024	1.988	
840	28.983	2.346	2.273	2.198	2.113	2.024	1.983	
1440	37.947	2.346	2.272	2.198	2.113	2.024	1.975	

Curva de Consolidacion C2 (0.125 Kg/cm2)

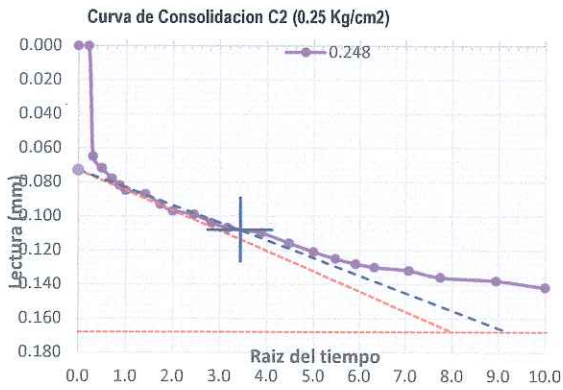


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
 Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

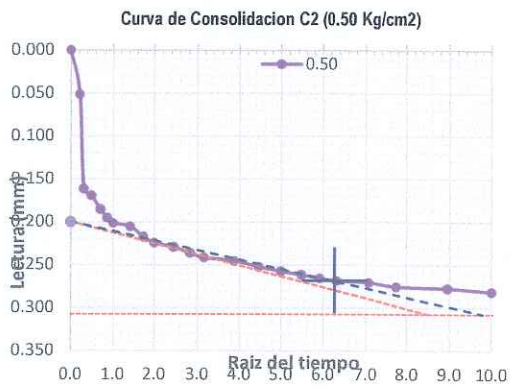
CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 RES. CIP. Nº 176024

HARLIN C. DIAZ MEJIA

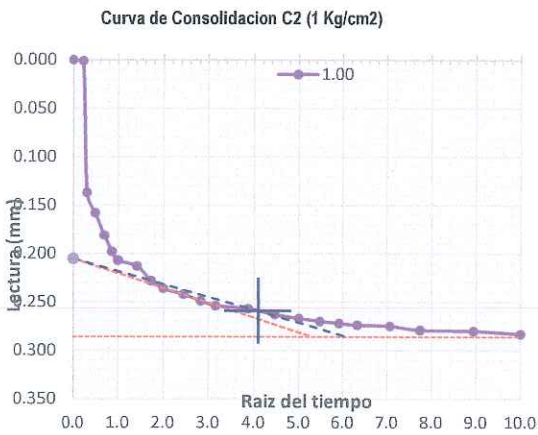
YONER OMAR HERRERA MUÑOZ



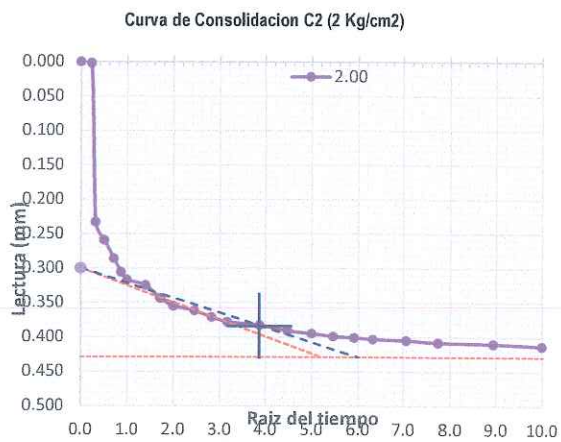
Cv = 0.1233



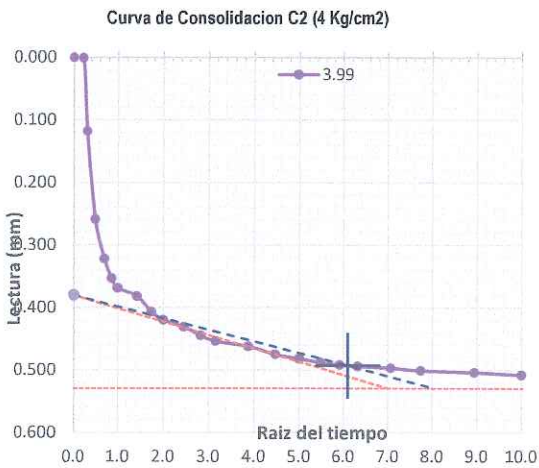
Cv = 0.1575



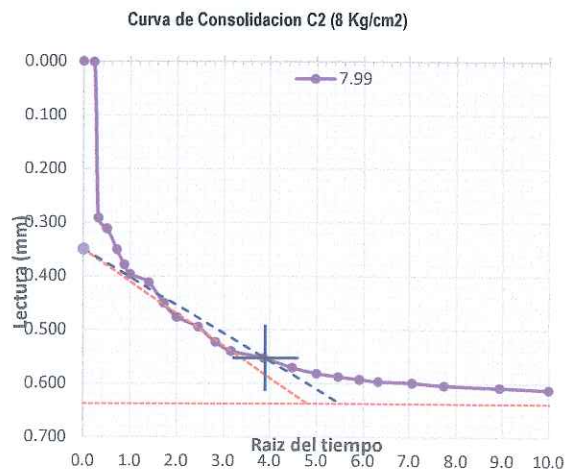
Cv = 0.2347



Cv = 0.2410



Cv = 0.1456



Cv = 0.2149

HARLIN C. DIAZ MESIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOCOMA

 Walter Manuel Vasquez T.
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

 Yoner Omar Herrero Muñoz

CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. Nº 176324

 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154				
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-02	ESTRATO:	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)	
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	


DATOS

SUCS : ML AASHTO : --
Estado : Inalterado Profundidad muestra: 3 m Gs = 2.618


Datos del espécimen			Inicial	Final Con.
Densidad húmeda inic:	2.05	Diámetro (mm) :	50.50	50.50
Densidad seca inicial :	1.77	Altura (mm):	21.96	19.57
Presión de hinchamiento :	0.000 kg/cm2	Humedad (%):	27.41%	17.41%
		Saturación (%):	100.0%	71.1%


ETAPA DE LA CARGA									
Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (g/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Coeffic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	21.960	21.960	10.980	1.651	0.586	0.000	--
0.13 kg/cm2	-0.043	0.043	21.917	21.939	10.969	1.654	0.583	0.196	0.265
0.25 kg/cm2	-0.206	0.206	21.754	21.836	10.918	1.666	0.571	0.936	0.123
0.5 kg/cm2	-0.513	0.513	21.447	21.601	10.800	1.690	0.549	2.336	0.158
1 kg/cm2	-0.799	0.799	21.161	21.304	10.652	1.713	0.528	3.638	0.235
2 kg/cm2	-1.228	1.228	20.732	20.947	10.473	1.749	0.497	5.592	0.241
3.99 kg/cm2	-1.757	1.757	20.203	20.468	10.234	1.794	0.459	8.001	0.146
7.99 kg/cm2	-2.395	2.395	19.565	19.884	9.942	1.853	0.413	10.906	0.215


ETAPA DE LA DESCARGA								
Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.99 kg/cm2	-2.395	2.395	19.565	19.565	9.783	1.853	0.413	10.906
3.99 kg/cm2	-2.346	2.346	19.614	19.590	9.795	1.848	0.416	10.683
2 kg/cm2	-2.272	2.272	19.688	19.651	9.826	1.841	0.422	10.346
1 kg/cm2	-2.198	2.198	19.762	19.725	9.863	1.834	0.427	10.009
0.5 kg/cm2	-2.113	2.113	19.847	19.805	9.902	1.827	0.433	9.622
0.25 kg/cm2	-2.024	2.024	19.936	19.892	9.946	1.818	0.440	9.217
0.13 kg/cm2	-1.975	1.975	19.985	19.961	9.980	1.814	0.443	8.994

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez Tapia
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176324

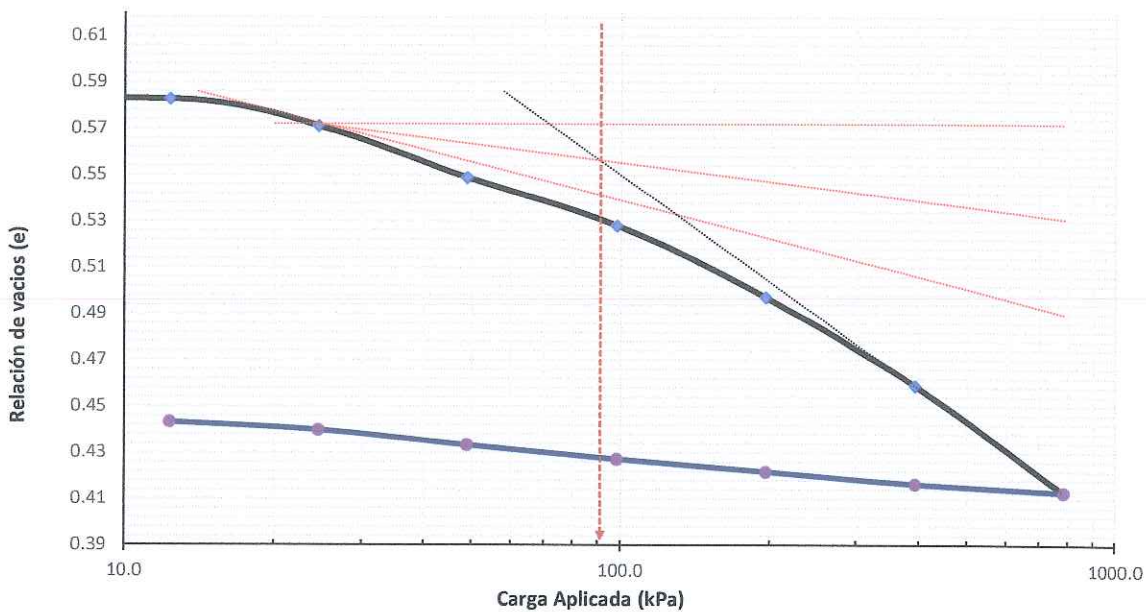

HARLIN C. DIAZ MESA


Yoner Omar Herrera Muñoz

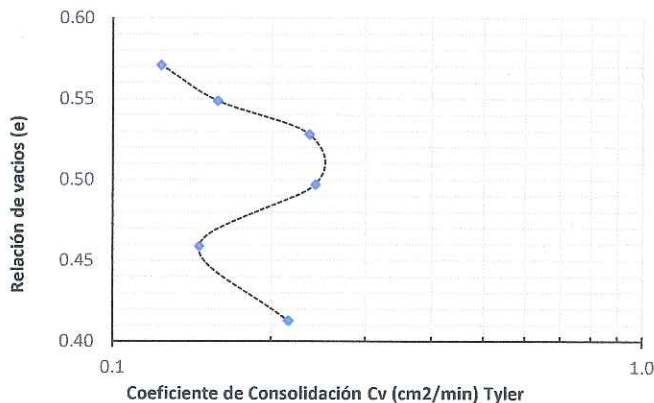
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
	PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA:	C-02	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

RESULTADOS

CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) =	91 kPa =	0.93 kg/cm²
Índice de Compresibilidad Lab $C_c =$	0.153	Índice Recomprens. Lab $C_r =$
		0.017



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


 **CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ**
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824


HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA


Yoner Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154		
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA:	C-02	ESTRATO:	1
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Calculo de asentamiento C-02

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	13.2	KN/m ³
Altura del nivel Freático hw	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m ³

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación Df mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	91.00	KN/m ²
Presión aplicada por la estructura	=	78.45	KN/m ²
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	KN/m ²
Índice de Compresión (C_c)	=	0.153	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.017	
Límite Líquido (LL)	=	42.47	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	19.51	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{1\alpha D}$	=	8.4	mm
$S_t \approx 1.1 S_c$	=	9.3	mm
$S_i \approx 0.1 S_c$	=	0.8	mm

El calculo del asentamiento por el método edométrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Zi conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_a} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_a \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_a} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma'_a} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria $S_{1\alpha D}$ (mm) = 8.4

S_t	=	9.3	mm
-------	---	-----	----

Datos de asentamiento fac. de incr. = 0.25

Z (m)	σ'_v (kN/m ²)	$\Delta\sigma'_v$ (kN/m ²)	S'_c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	50.21	1.57
2.00	10.38	34.87	1.24
2.25	11.68	25.62	0.97
2.50	12.98	19.61	0.77
2.75	14.27	15.50	0.62
3.00	15.57	12.55	0.50
3.25	16.87	10.37	0.40
3.50	18.17	8.72	0.33
3.75	19.46	7.43	0.27
4.00	20.76	6.40	0.23
4.25	22.06	5.58	0.19
4.50	23.36	4.90	0.16
4.75	24.65	4.34	0.14
5.00	25.95	3.87	0.12
5.25	27.25	3.48	0.10
5.50	28.55	3.14	0.09
5.75	29.84	2.85	0.08
6.00	31.14	2.59	0.07
6.25	32.44	2.37	0.06
6.50	33.74	2.18	0.05
6.75	35.03	2.01	0.05
7.00	36.33	1.86	0.04
7.25	37.63	1.72	0.04
7.50	38.93	1.60	0.03
7.75	40.22	1.49	0.03
8.00	41.52	1.39	0.03
8.25	42.82	1.31	0.03
8.50	44.12	1.23	0.02
8.75	45.41	1.15	0.02
9.00	46.71	1.09	0.02
9.25	48.01	1.02	0.02
9.50	49.31	0.97	0.02
9.75	50.60	0.92	0.02
10.00	51.90	0.87	0.01
10.25	53.20	0.83	0.01
10.50	54.50	0.78	0.01
10.75	55.79	0.75	0.01
11.00	57.09	0.71	0.01
11.25	58.39	0.68	0.01
11.50	59.69	0.65	0.01
11.75	60.98	0.62	0.01
12.00	62.28	0.59	0.01
12.25	63.58	0.57	0.01
12.50	64.88	0.54	0.01
12.75	66.17	0.52	0.01
13.00	67.47	0.50	0.01
13.25	68.77	0.48	0.01
13.50	70.07	0.46	0.01
13.75	71.36	0.45	0.01
14.00	72.66	0.43	0.00
14.25	73.96	0.41	0.00

8.45

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

 Walter Manuel Vásquez T. *Ing.*
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176324



 HARLIN C. DIAZ MEJIA


 Yoner Omar Herrera Muñoz



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

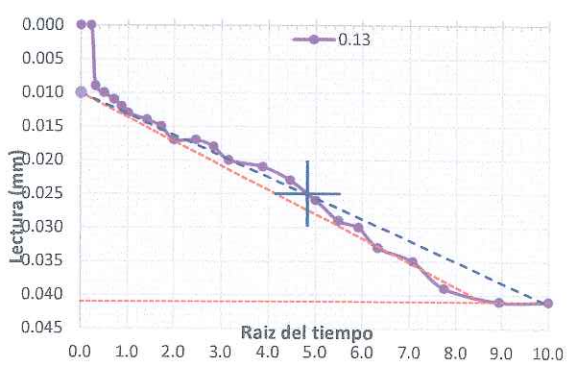
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL	CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154	
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."	

CALICATA:	C-03	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA			COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023			RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2023			REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raíz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
0	0.000	0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0.05	0.224	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.1	0.316	0	0.006	-0.021	0	0.004	0.001	0.003
0.25	0.500	0.009	0.013	0.022	0.159	0.291	0.177	0.157
0.5	0.707	0.01	0.014	0.028	0.179	0.319	0.213	0.174
0.75	0.866	0.011	0.015	0.036	0.208	0.351	0.248	0.201
1	1.000	0.012	0.016	0.043	0.221	0.369	0.271	0.226
2	1.414	0.013	0.017	0.047	0.231	0.379	0.286	0.245
3	1.732	0.014	0.024	0.05	0.237	0.389	0.297	0.26
4	2.000	0.015	0.032	0.057	0.252	0.409	0.332	0.305
6	2.449	0.017	0.035	0.061	0.261	0.423	0.356	0.337
8	2.828	0.017	0.036	0.064	0.267	0.433	0.375	0.366
10	3.162	0.018	0.038	0.068	0.275	0.449	0.404	0.41
15	3.873	0.02	0.039	0.071	0.28	0.46	0.426	0.446
20	4.472	0.021	0.039	0.073	0.284	0.468	0.445	0.474
25	5.000	0.023	0.039	0.077	0.292	0.484	0.48	0.53
30	5.477	0.026	0.039	0.08	0.297	0.495	0.503	0.567
35	5.916	0.029	0.039	0.082	0.3	0.503	0.52	0.594
40	6.325	0.03	0.039	0.084	0.303	0.509	0.533	0.614
50	7.071	0.033	0.039	0.086	0.305	0.514	0.543	0.629
60	7.746	0.035	0.039	0.087	0.309	0.518	0.551	0.641
80	8.944	0.039	0.039	0.089	0.312	0.525	0.564	0.658
100	10.000	0.041	0.039	0.09	0.315	0.529	0.572	0.67
120	10.954	0.041	0.039	0.092	0.32	0.535	0.582	0.683
150	12.247	0.041	0.039	0.095	0.323	0.539	0.587	0.692
180	13.416	0.041	0.039	0.097	0.325	0.543	0.594	0.698
210	14.491	0.041	0.039	0.1	0.325	0.546	0.598	0.705
240	15.492	0.041	0.039	0.101	0.325	0.548	0.602	0.707
270	16.432	0.041	0.039	0.103	0.325	0.55	0.605	0.711
300	17.321	0.041	0.039	0.104	0.325	0.553	0.611	0.715
330	18.166	0.041	0.039	0.104	0.325	0.554	0.613	0.717
360	18.974	0.041	0.039	0.104	0.325	0.555	0.615	0.718
390	19.748	0.041	0.039	0.104	0.325	0.555	0.617	0.72
420	20.494	0.041	0.039	0.104	0.325	0.556	0.617	0.721
450	21.213	0.041	0.039	0.104	0.325	0.556	0.617	0.722
480	21.909	0.041	0.039	0.104	0.325	0.557	0.617	0.722
510	22.583	0.041	0.039	0.104	0.325	0.557	0.617	0.723
540	23.238	0.041	0.039	0.104	0.325	0.558	0.617	0.724
600	24.495	0.041	0.039	0.104	0.325	0.558	0.617	0.725
660	25.690	0.041	0.039	0.104	0.325	0.559	0.617	0.726
720	26.833	0.041	0.039	0.104	0.325	0.559	0.617	0.727
780	27.928	0.041	0.039	0.104	0.325	0.559	0.617	0.727
840	28.983	0.041	0.039	0.104	0.325	0.56	0.617	0.728
900	30.000	0.041	0.039	0.104	0.325	0.56	0.617	0.729
990	31.464	0.041	0.039	0.104	0.325	0.561	0.617	0.729
1080	32.863	0.041	0.039	0.104	0.325	0.561	0.617	0.73
1200	34.641	0.041	0.039	0.104	0.325	0.561	0.617	0.732
1320	36.332	0.041	0.039	0.104	0.325	0.561	0.617	0.732
1440	37.947	0.041	0.039	0.104	0.325	0.561	0.617	0.732

APLICACIÓN DE LA DESCARGA							
Tiempo (min)	Raíz tiempo (min)	Deformación (mm) / descarga (kg/cm2)					
0	0.000	3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12
0.1	0.316	2.424	2.354	2.223	2.109	1.985	1.874
0.25	0.500	2.395	2.353	2.205	2.096	1.973	1.869
0.5	0.707	2.393	2.328	2.203	2.095	1.973	1.868
0.75	0.866	2.389	2.322	2.199	2.092	1.972	1.868
1	1.000	2.386	2.315	2.196	2.09	1.97	1.867
2	1.414	2.383	2.311	2.194	2.087	1.969	1.866
3	1.732	2.382	2.308	2.191	2.086	1.968	1.866
6	2.449	2.376	2.297	2.186	2.08	1.964	1.866
8	2.828	2.37	2.284	2.177	2.072	1.958	1.866
10	3.162	2.366	2.274	2.17	2.065	1.954	1.866
15	3.873	2.364	2.267	2.165	2.06	1.949	1.864
20	4.472	2.364	2.267	2.165	2.06	1.949	1.864
30	5.477	2.362	2.262	2.16	2.055	1.946	1.864
40	6.325	2.359	2.253	2.152	2.044	1.937	1.862
60	7.746	2.357	2.244	2.141	2.03	1.924	1.862
120	10.954	2.357	2.244	2.141	2.03	1.924	1.862
180	13.416	2.356	2.24	2.133	2.02	1.914	1.86
300	17.321	2.356	2.237	2.127	2.01	1.902	1.86
420	20.494	2.355	2.233	2.116	1.993	1.879	1.854
840	28.983	2.354	2.231	2.113	1.985	1.874	1.854
1440	37.947	2.354	2.229	2.109	1.985	1.874	1.851

Curva de Consolidacion C3 (0.125 Kg/cm2)

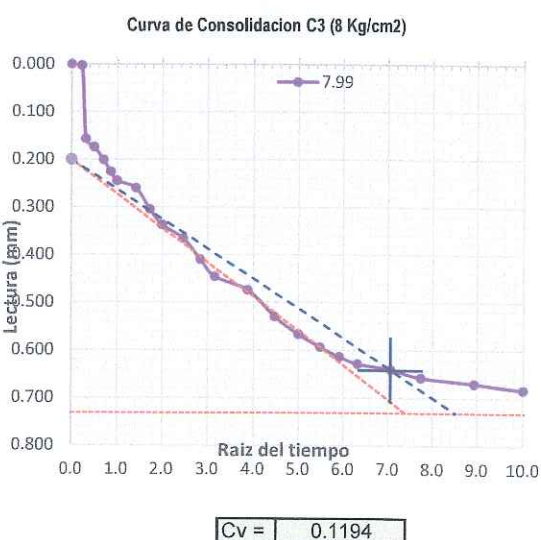
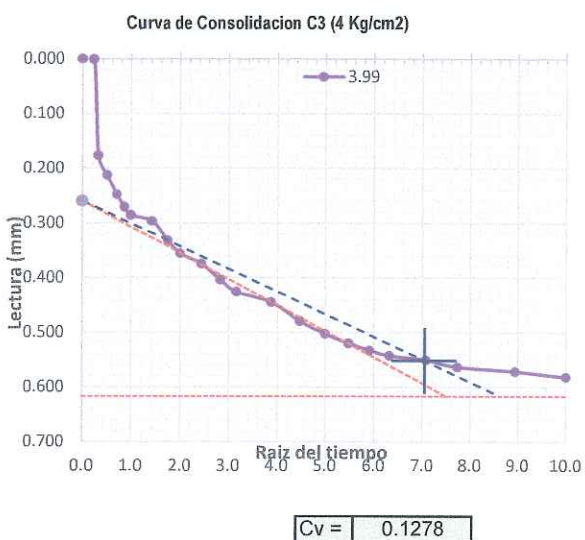
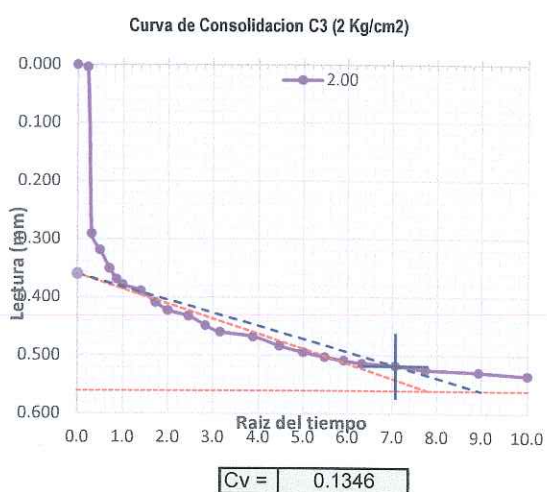
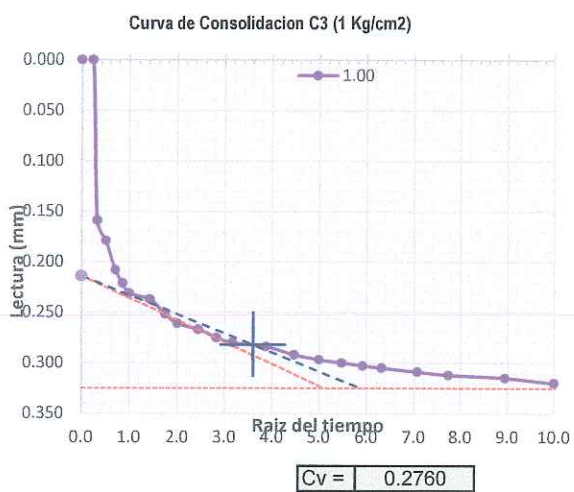
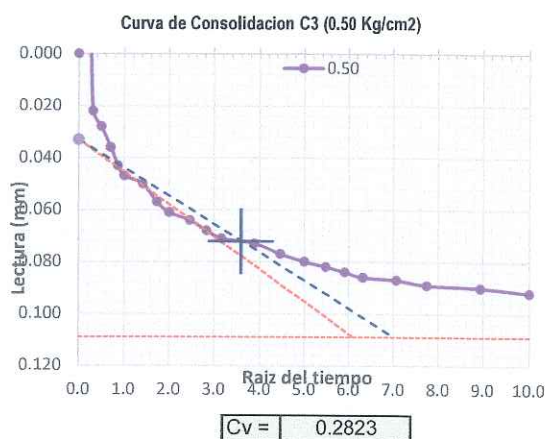
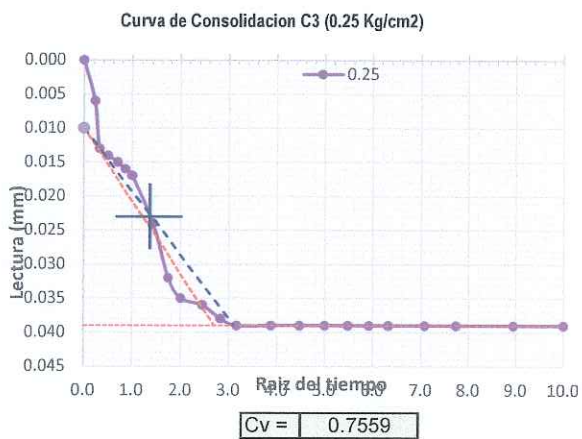


UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
 Walter Manuel Vásquez T...
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176024

HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez

Walter Manuel Vásquez T. 7
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Claudio C. Cordero Nuñez

CLAUDIO CORDERO NUÑEZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 176024

Harlin Cleder Diaz Mesia

HARLIN CLEDER
DIAZ MESIA

Óscar Omar Herrera Muñoz

Óscar Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154				
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-03	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

DATOS

SUCS : ML AASHTO : --
Estado : Inalterado Profundidad muestra: 3 m Gs = 2.620

Datos del espécimen		Inicial	Final Con.
Densidad húmeda inic:	1.89	Diámetro (mm) :	50.50
Densidad seca inicial :	1.56	Altura (mm):	22.00
Presión de hinchamiento :		Humedad (%):	28.14%
	0.000 kg/cm2	Saturación (%):	77.9%
			73.8%

ETAPA DE LA CARGA

Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (g/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Coeffic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	22.000	22.000	11.000	1.527	0.755	0.000	--
0.13 kg/cm2	-0.041	0.041	21.959	21.980	10.990	1.530	0.752	0.186	0.212
0.25 kg/cm2	-0.080	0.080	21.920	21.940	10.970	1.532	0.749	0.364	0.756
0.5 kg/cm2	-0.189	0.189	21.811	21.866	10.933	1.540	0.740	0.859	0.282
1 kg/cm2	-0.514	0.514	21.486	21.649	10.824	1.563	0.714	2.336	0.276
2 kg/cm2	-1.075	1.075	20.925	21.206	10.603	1.605	0.669	4.886	0.135
3.99 kg/cm2	-1.692	1.692	20.308	20.617	10.308	1.654	0.620	7.691	0.128
7.99 kg/cm2	-2.424	2.424	19.576	19.942	9.971	1.716	0.562	11.018	0.119

ETAPA DE LA DESCARGA

Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.99 kg/cm2	-2.424	2.424	19.576	19.576	9.788	1.716	0.562	11.018
3.99 kg/cm2	-2.354	2.354	19.646	19.611	9.806	1.710	0.567	10.700
2 kg/cm2	-2.223	2.223	19.777	19.712	9.856	1.699	0.578	10.105
1 kg/cm2	-2.109	2.109	19.891	19.834	9.917	1.689	0.587	9.586
0.5 kg/cm2	-1.985	1.985	20.015	19.953	9.977	1.678	0.597	9.023
0.25 kg/cm2	-1.874	1.874	20.126	20.071	10.035	1.669	0.606	8.518
0.13 kg/cm2	-1.832	1.832	20.168	20.147	10.074	1.666	0.609	8.327

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


HARLIN C. DIAZ MEJIA


Yoner Omar Herrera Muñoz

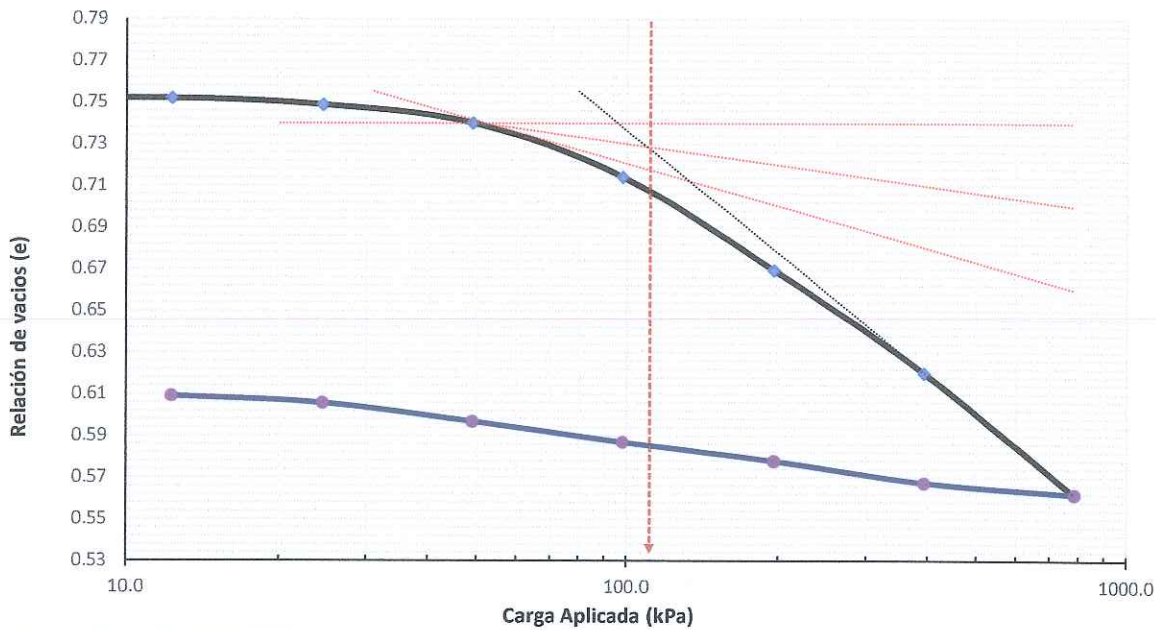


CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176624

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL	CODIGO DEL DOCUMENTO:		
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-03	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E. 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

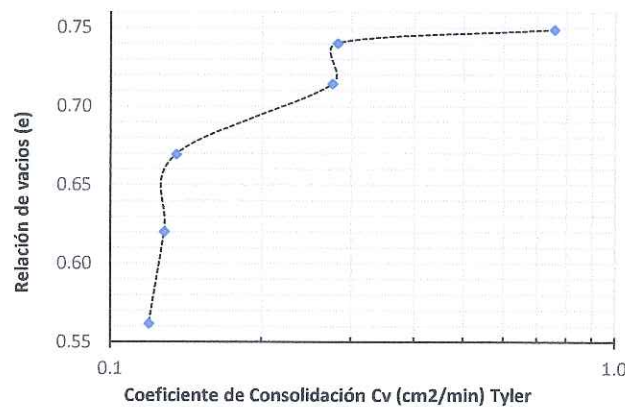
RESULTADOS


CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO





Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) = 111 kPa = 1.13 kg/cm²

Índice de Compresibilidad Lab $C_c = 0.195$ Índice Recomprens. Lab $C_r = 0.026$




**HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA**


 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. N° 176824


Yoner Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL			CODIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154				
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-03	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	24/03/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

Calculo de asentamiento C-03

Datos de asentamiento fac. de incr. = **0.25**

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	13.2	KN/m3
Altura del nivel Freático h_w	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m3

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación D_f mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	111.00	kN/m2
Presión aplicada por la estructura	=	84.34	kN/m2
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	kN/m2
Índice de Compresión (C_c)	=	0.195	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.026	
Límite Líquido (LL)	=	38.58	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (eo)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	12.53	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:
 $S_c \approx S_{1xD} = 12.9$ mm
 $S_t \approx 1.1 S_c = 13.6$ mm
 $S_i \approx 0.1 S_c = 1.4$ mm

El calculo del asentamiento por el método edometrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Z_i conviene limitar.
 La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_0 \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_n} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_n} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$


$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma_0} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria S_{1xD} (mm) = **12.9**

$S_t = 13.6$ mm

Z (m)	σ_v (kN/m2)	$\Delta\sigma_v$ (kN/m2)	S'c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	53.98	2.49
2.00	10.38	37.48	1.96
2.25	11.68	27.54	1.55
2.50	12.98	21.09	1.24
2.75	14.27	16.66	0.99
3.00	15.57	13.49	0.80
3.25	16.87	11.15	0.65
3.50	18.17	9.37	0.53
3.75	19.46	7.98	0.44
4.00	20.76	6.88	0.37
4.25	22.06	6.00	0.31
4.50	23.36	5.27	0.26
4.75	24.65	4.67	0.22
5.00	25.95	4.16	0.19
5.25	27.25	3.74	0.16
5.50	28.55	3.37	0.14
5.75	29.84	3.06	0.13
6.00	31.14	2.79	0.11
6.25	32.44	2.55	0.10
6.50	33.74	2.34	0.09
6.75	35.03	2.16	0.08
7.00	36.33	2.00	0.07
7.25	37.63	1.85	0.06
7.50	38.93	1.72	0.06
7.75	40.22	1.60	0.05
8.00	41.52	1.50	0.05
8.25	42.82	1.40	0.04
8.50	44.12	1.32	0.04
8.75	45.41	1.24	0.03
9.00	46.71	1.17	0.03
9.25	48.01	1.10	0.03
9.50	49.31	1.04	0.03
9.75	50.60	0.99	0.02
10.00	51.90	0.93	0.02
10.25	53.20	0.89	0.02
10.50	54.50	0.84	0.02
10.75	55.79	0.80	0.02
11.00	57.09	0.76	0.02
11.25	58.39	0.73	0.02
11.50	59.69	0.70	0.01
11.75	60.98	0.67	0.01
12.00	62.28	0.64	0.01
12.25	63.58	0.61	0.01
12.50	64.88	0.59	0.01
12.75	66.17	0.56	0.01
13.00	67.47	0.54	0.01
13.25	68.77	0.52	0.01
13.50	70.07	0.50	0.01
13.75	71.36	0.48	0.01
14.00	72.66	0.46	0.01
14.25	73.96	0.45	0.01

13.57


 HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

 Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


 Yoner Omar Herrera Muñoz


 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 RES. CIP. Nº 176824



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

PROTOCOLO

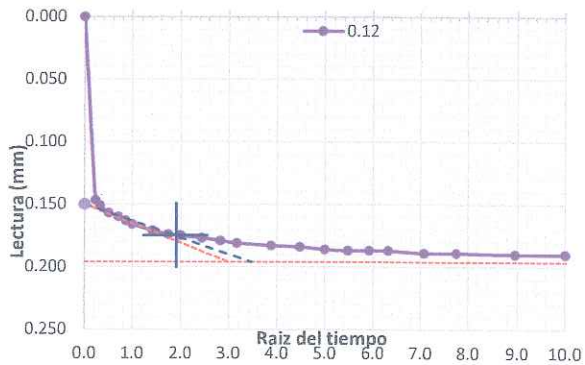
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL	CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154	
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."	

CALICATA:	C-04	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raiz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0.147	0.077	0.108	0.241	0.196	0.173	0.313
0.1	0.316	0.151	0.092	0.117	0.269	0.317	0.302	0.345
0.25	0.500	0.157	0.098	0.133	0.301	0.37	0.373	0.416
0.5	0.707	0.16	0.1	0.144	0.319	0.396	0.417	0.471
0.75	0.866	0.163	0.102	0.151	0.33	0.411	0.444	0.504
1	1.000	0.166	0.104	0.156	0.337	0.423	0.461	0.529
2	1.414	0.171	0.104	0.165	0.353	0.447	0.501	0.59
3	1.732	0.174	0.104	0.171	0.361	0.46	0.52	0.614
4	2.000	0.175	0.104	0.175	0.367	0.468	0.532	0.626
6	2.449	0.177	0.104	0.18	0.373	0.476	0.544	0.64
8	2.828	0.179	0.105	0.183	0.38	0.481	0.551	0.647
10	3.162	0.181	0.105	0.185	0.383	0.485	0.555	0.652
15	3.873	0.183	0.106	0.189	0.388	0.491	0.561	0.659
20	4.472	0.184	0.106	0.191	0.391	0.494	0.566	0.664
25	5.000	0.186	0.107	0.194	0.393	0.497	0.569	0.667
30	5.477	0.187	0.107	0.195	0.395	0.499	0.571	0.671
35	5.916	0.187	0.107	0.196	0.397	0.501	0.573	0.672
40	6.325	0.187	0.108	0.197	0.398	0.502	0.575	0.674
50	7.071	0.189	0.108	0.2	0.4	0.504	0.577	0.677
60	7.746	0.189	0.108	0.201	0.402	0.506	0.579	0.68
80	8.944	0.19	0.109	0.204	0.406	0.509	0.583	0.683
100	10.000	0.19	0.11	0.206	0.408	0.511	0.585	0.686
120	10.954	0.191	0.111	0.206	0.409	0.512	0.587	0.688
150	12.247	0.191	0.111	0.206	0.409	0.514	0.59	0.691
180	13.416	0.192	0.112	0.206	0.409	0.515	0.592	0.693
210	14.491	0.192	0.112	0.206	0.409	0.516	0.598	0.695
240	15.492	0.192	0.112	0.206	0.409	0.517	0.6	0.696
270	16.432	0.193	0.112	0.206	0.409	0.518	0.603	0.697
300	17.321	0.193	0.112	0.206	0.409	0.518	0.604	0.697
330	18.166	0.193	0.112	0.206	0.409	0.519	0.606	0.698
360	18.974	0.193	0.112	0.206	0.409	0.519	0.607	0.699
390	19.748	0.193	0.112	0.206	0.409	0.52	0.608	0.699
420	20.494	0.194	0.112	0.206	0.409	0.52	0.608	0.7
450	21.213	0.194	0.112	0.206	0.409	0.521	0.608	0.7
480	21.909	0.194	0.112	0.206	0.409	0.521	0.608	0.7
510	22.583	0.194	0.112	0.206	0.409	0.522	0.608	0.701
540	23.238	0.194	0.112	0.206	0.409	0.522	0.608	0.701
600	24.495	0.194	0.112	0.206	0.409	0.523	0.608	0.702
660	25.690	0.194	0.112	0.206	0.409	0.523	0.608	0.702
720	26.833	0.194	0.112	0.206	0.409	0.524	0.608	0.703
780	27.928	0.195	0.112	0.206	0.409	0.524	0.608	0.703
840	28.983	0.195	0.112	0.206	0.409	0.525	0.608	0.704
900	30.000	0.195	0.112	0.206	0.409	0.527	0.608	0.704
990	31.464	0.196	0.112	0.206	0.409	0.527	0.608	0.705
1080	32.863	0.196	0.112	0.206	0.409	0.527	0.608	0.707
1200	34.641	0.196	0.112	0.206	0.409	0.527	0.608	0.707
1320	36.332	0.196	0.112	0.206	0.409	0.527	0.608	0.707
1440	37.947	0.196	0.112	0.206	0.409	0.527	0.608	0.707

APLICACIÓN DE LA DESCARGA							
Tiempo (min)	Raiz tiempo (min)	Deformación (mm)/ descarga (kg/cm2)					
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12
0	0.000	2.765	2.706	2.611	2.507	2.408	2.339
0.1	0.316	2.723	2.662	2.574	2.479	2.395	2.322
0.25	0.500	2.719	2.652	2.565	2.473	2.391	2.319
0.5	0.707	2.717	2.645	2.558	2.467	2.387	2.319
0.75	0.866	2.715	2.641	2.553	2.464	2.384	2.317
1	1.000	2.715	2.639	2.55	2.461	2.382	2.315
2	1.414	2.714	2.634	2.541	2.454	2.376	2.315
3	1.732	2.712	2.632	2.538	2.45	2.372	2.315
6	2.449	2.711	2.629	2.532	2.443	2.366	2.31
8	2.828	2.71	2.627	2.53	2.441	2.363	2.31
10	3.162	2.71	2.627	2.529	2.439	2.361	2.306
15	3.873	2.709	2.625	2.527	2.435	2.357	2.306
20	4.472	2.709	2.624	2.525	2.433	2.355	2.303
30	5.477	2.709	2.623	2.523	2.43	2.352	2.303
40	6.325	2.709	2.622	2.521	2.428	2.349	2.298
60	7.746	2.708	2.62	2.519	2.425	2.345	2.298
120	10.954	2.707	2.618	2.516	2.42	2.339	2.292
180	13.416	2.706	2.617	2.514	2.417	2.339	2.292
300	17.321	2.706	2.615	2.512	2.414	2.339	2.287
420	20.494	2.706	2.614	2.51	2.412	2.339	2.282
840	28.983	2.706	2.611	2.507	2.408	2.339	2.28
1440	37.947	2.706	2.611	2.507	2.408	2.339	2.275

Curva de Consolidación C4 (0.125 Kg/cm2)



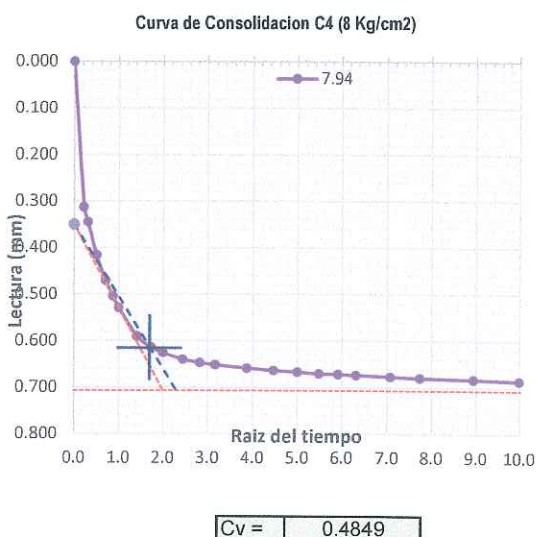
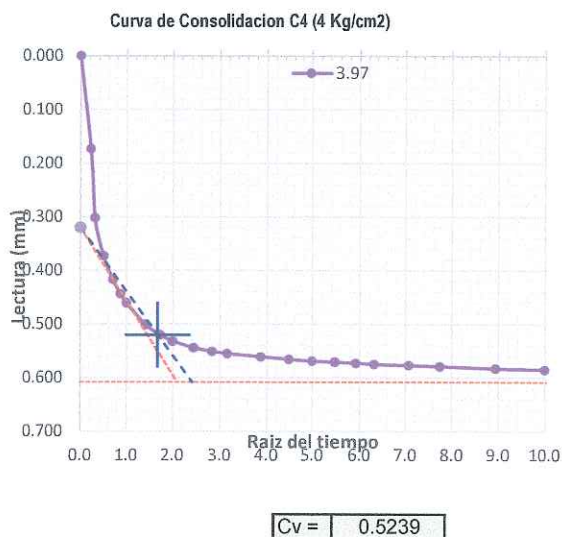
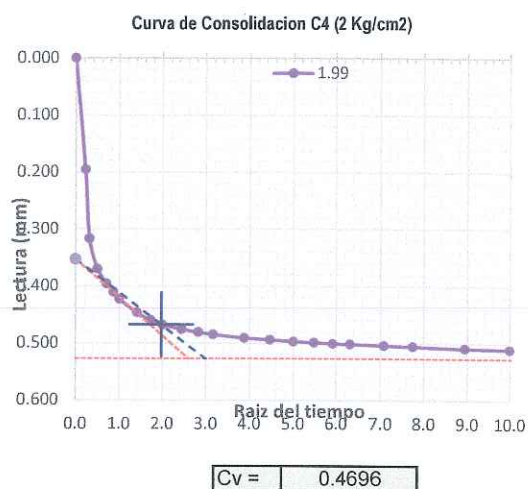
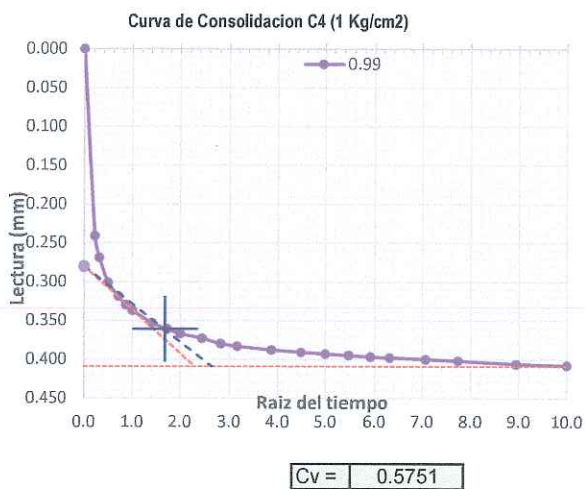
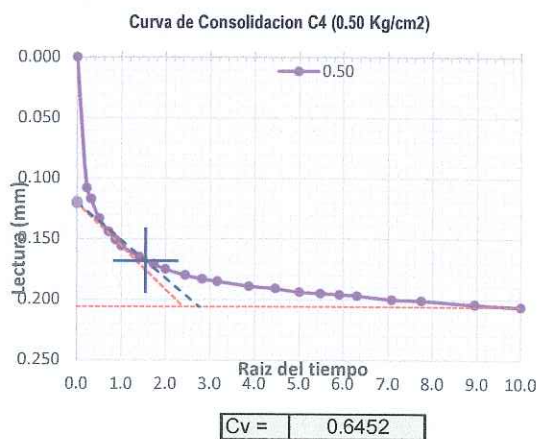
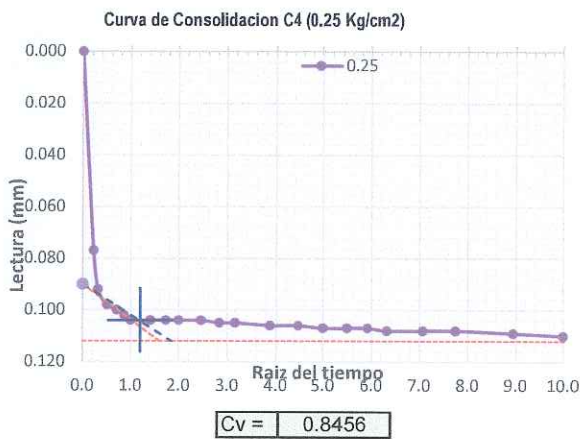
$C_v = 0.54161$

Harlin Cleder Diaz Mejia
HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vasquez
Walter Manuel Vasquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Claudia Emilia Benavidez Nuñez
CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176524

Yoner Omar Herrera Muñoz
Yoner Omar Herrera Muñoz




UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOCOMA
 Walter Manuel Vasquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CLAUDIA C. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. Nº 176024

HARLIN CLEDA
 DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-04	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

DATOS

SUCS : ML AASHTO :
Estado : Inalterado Profundidad muestra: -,- Gs = 2.62

Datos del espécimen		Inicial	Final	
Densidad húmeda inic:	1.95	Diámetro (mm) :	50.65	50.65
Densidad seca inicial :	1.52	Altura (mm):	22.13	19.86
Presión de hinchamiento :	0.099 kg/cm2	Humedad (%):	27.67%	26.49%
		Saturación (%):	100.0%	97.8%

ETAPA DE LA CARGA

Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Coefic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	22.130	22.130	11.065	1.524	0.758	0.000	--
0.12 kg/cm2	-0.196	0.196	21.934	22.032	11.016	1.538	0.742	0.886	0.542
0.25 kg/cm2	-0.308	0.308	21.822	21.878	10.939	1.546	0.733	1.392	0.846
0.5 kg/cm2	-0.514	0.514	21.616	21.719	10.860	1.560	0.717	2.323	0.645
0.99 kg/cm2	-0.923	0.923	21.207	21.412	10.706	1.590	0.685	4.171	0.575
1.99 kg/cm2	-1.450	1.450	20.680	20.944	10.472	1.631	0.643	6.552	0.470
3.97 kg/cm2	-2.058	2.058	20.072	20.376	10.188	1.680	0.594	9.300	0.524
7.94 kg/cm2	-2.765	2.765	19.365	19.719	9.859	1.742	0.538	12.494	0.485

ETAPA DE LA DESCARGA

Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.94 kg/cm2	-2.765	2.765	19.365	19.365	9.683	1.742	0.538	12.494
3.97 kg/cm2	-2.706	2.706	19.424	19.395	9.697	1.736	0.543	12.228
1.99 kg/cm2	-2.611	2.611	19.519	19.472	9.736	1.728	0.550	11.798
0.99 kg/cm2	-2.507	2.507	19.623	19.571	9.786	1.719	0.559	11.329
0.5 kg/cm2	-2.408	2.408	19.722	19.673	9.836	1.710	0.567	10.881
0.25 kg/cm2	-2.339	2.339	19.791	19.757	9.878	1.704	0.572	10.569
0.12 kg/cm2	-2.275	2.275	19.855	19.823	9.912	1.699	0.577	10.280


HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

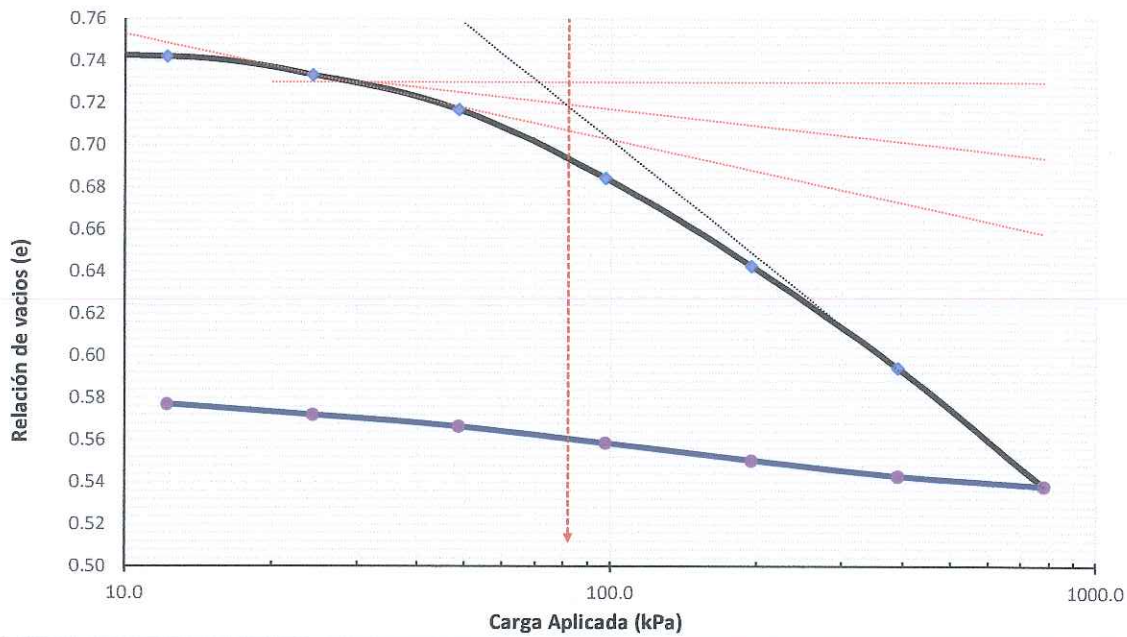

CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176624


Yoner Omar Herrera Muñoz

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-04	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

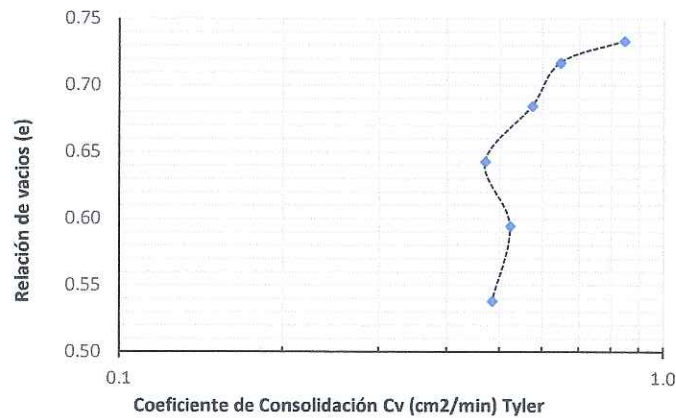
RESULTADOS

CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) = 82 kPa = 0.84 kg/cm²

Índice de Compresibilidad Lab $C_c = 0.184$ Índice Recompress. Lab $C_r = 0.022$




HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Manuel Viquez
 DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


Yoner Omar Herrera Muñoz


CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. Nº 176524

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154		
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA:	C-04	ESTRATO:	1
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA	TIPO DE MATERIAL:	Limo Arenoso de Baja Plasticidad (ML)
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE ENSAYO:	07/04/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Calculo de asentamiento C-04

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	13.2	KN/m ³
Altura del nivel Freático h_w	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m ³

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación D_f mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	82.00	kN/m ²
Presión aplicada por la estructura	=	88.26	kN/m ²
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	kN/m ²
Índice de Compresión (C_c)	=	0.184	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.022	
Límite Líquido (LL)	=	35.37	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	9.44	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:
 $S_c \approx S_{1\alpha 0} = 11.8$ mm
 $S_t \approx 1.1 S_c = 13.0$ mm
 $S_i \approx 0.1 S_c = 1.2$ mm

El calculo del asentamiento por el método edométrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Z_i conviene limitar.
 La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_0 \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma'_0} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria $S_{1\alpha 0}$ (mm) = 11.8

$S_t = 13.0$ mm

Datos de asentamiento fac. de incr. = 0.25

Z (m)	σ'_v (kN/m ²)	$\Delta\sigma'_v$ (kN/m ²)	S'_c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	56.49	2.15
2.00	10.38	39.23	1.70
2.25	11.68	28.82	1.35
2.50	12.98	22.07	1.08
2.75	14.27	17.43	0.87
3.00	15.57	14.12	0.70
3.25	16.87	11.67	0.57
3.50	18.17	9.81	0.47
3.75	19.46	8.36	0.39
4.00	20.76	7.20	0.32
4.25	22.06	6.28	0.27
4.50	23.36	5.52	0.23
4.75	24.65	4.89	0.20
5.00	25.95	4.36	0.17
5.25	27.25	3.91	0.15
5.50	28.55	3.53	0.13
5.75	29.84	3.20	0.11
6.00	31.14	2.92	0.10
6.25	32.44	2.67	0.09
6.50	33.74	2.45	0.08
6.75	35.03	2.26	0.07
7.00	36.33	2.09	0.06
7.25	37.63	1.94	0.05
7.50	38.93	1.80	0.05
7.75	40.22	1.68	0.04
8.00	41.52	1.57	0.04
8.25	42.82	1.47	0.04
8.50	44.12	1.38	0.03
8.75	45.41	1.30	0.03
9.00	46.71	1.22	0.03
9.25	48.01	1.15	0.03
9.50	49.31	1.09	0.02
9.75	50.60	1.03	0.02
10.00	51.90	0.98	0.02
10.25	53.20	0.93	0.02
10.50	54.50	0.88	0.02
10.75	55.79	0.84	0.02
11.00	57.09	0.80	0.02
11.25	58.39	0.76	0.01
11.50	59.69	0.73	0.01
11.75	60.98	0.70	0.01
12.00	62.28	0.67	0.01
12.25	63.58	0.64	0.01
12.50	64.88	0.61	0.01
12.75	66.17	0.59	0.01
13.00	67.47	0.56	0.01
13.25	68.77	0.54	0.01
13.50	70.07	0.52	0.01
13.75	71.36	0.50	0.01
14.00	72.66	0.48	0.01
14.25	73.96	0.47	0.01

11.84



Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176924

HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

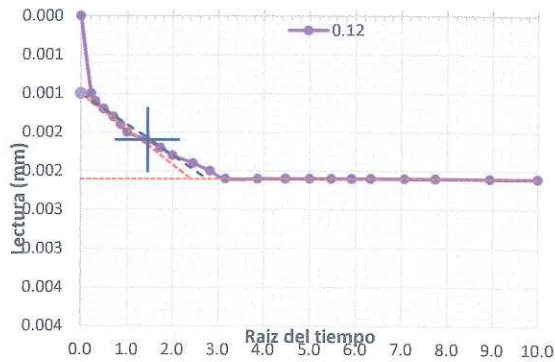
Yoner Omar Herrera Muñoz

				LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
				PROTOCOLO			
ENSAYO:		CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL				CODIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:		NORMA TECNICA PERUANA 339.154					
PROYECTO:		"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."					
CALICATA:	C-05	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:		Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)	
UBICACIÓN:		I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:			
FECHA DE MUESTREO:		08/03/2023		RESPONSABLE:		Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:		10/03/2023		REVISADO POR:		Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raiz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0.001	0.009	0.043	0.038	0.056	0.076	0.094
0.1	0.316	0.0011	0.011	0.044	0.044	0.065	0.086	0.105
0.25	0.500	0.0012	0.013	0.048	0.054	0.082	0.109	0.135
0.5	0.707	0.0013	0.016	0.054	0.065	0.099	0.132	0.168
0.75	0.866	0.0014	0.018	0.058	0.074	0.113	0.15	0.192
1	1.000	0.0015	0.02	0.062	0.08	0.124	0.166	0.213
2	1.414	0.0016	0.025	0.074	0.101	0.159	0.215	0.28
3	1.732	0.0017	0.028	0.084	0.117	0.187	0.253	0.329
4	2.000	0.0018	0.031	0.091	0.132	0.211	0.285	0.372
6	2.449	0.0019	0.035	0.103	0.158	0.25	0.339	0.44
8	2.828	0.002	0.038	0.113	0.176	0.283	0.384	0.496
10	3.162	0.0021	0.04	0.12	0.19	0.311	0.422	0.541
15	3.873	0.0021	0.044	0.134	0.22	0.37	0.497	0.626
20	4.472	0.0021	0.047	0.144	0.242	0.414	0.552	0.685
25	5.000	0.0021	0.049	0.151	0.259	0.449	0.593	0.761
30	5.477	0.0021	0.051	0.157	0.273	0.477	0.624	0.79
35	5.916	0.0021	0.052	0.161	0.284	0.5	0.649	0.811
40	6.325	0.0021	0.053	0.164	0.293	0.519	0.668	0.828
50	7.071	0.0021	0.056	0.17	0.309	0.548	0.698	0.852
60	7.746	0.0021	0.057	0.174	0.32	0.569	0.719	0.87
80	8.944	0.0021	0.06	0.179	0.336	0.6	0.748	0.897
100	10.000	0.0021	0.062	0.183	0.348	0.62	0.766	0.916
120	10.954	0.0021	0.064	0.186	0.356	0.635	0.78	0.93
150	12.247	0.0021	0.066	0.189	0.366	0.652	0.795	0.947
180	13.416	0.0021	0.067	0.191	0.375	0.666	0.807	0.959
210	14.491	0.0021	0.068	0.193	0.381	0.676	0.816	0.969
240	15.492	0.0021	0.069	0.195	0.387	0.685	0.825	0.977
270	16.432	0.0021	0.069	0.196	0.392	0.693	0.832	0.982
300	17.321	0.0021	0.07	0.197	0.396	0.699	0.839	0.987
330	18.166	0.0021	0.071	0.198	0.401	0.704	0.844	0.99
360	18.974	0.0021	0.071	0.199	0.406	0.709	0.849	0.994
390	19.748	0.0021	0.071	0.199	0.408	0.712	0.853	0.998
420	20.494	0.0021	0.071	0.2	0.411	0.715	0.857	1
450	21.213	0.0021	0.071	0.2	0.412	0.717	0.86	1.004
480	21.909	0.0021	0.072	0.201	0.414	0.72	0.863	1.005
510	22.583	0.0021	0.072	0.202	0.416	0.723	0.865	1.008
540	23.238	0.0021	0.072	0.202	0.418	0.724	0.868	1.009
600	24.495	0.0021	0.072	0.203	0.419	0.729	0.868	1.012
660	25.690	0.0021	0.072	0.203	0.42	0.732	0.869	1.012
720	26.833	0.0021	0.072	0.204	0.421	0.732	0.869	1.014
780	27.928	0.0021	0.072	0.204	0.421	0.733	0.87	1.015
840	28.983	0.0021	0.073	0.204	0.422	0.734	0.871	1.016
900	30.000	0.0021	0.073	0.205	0.422	0.734	0.872	1.017
990	31.464	0.0021	0.073	0.205	0.422	0.735	0.873	1.019
1080	32.863	0.0021	0.073	0.206	0.423	0.736	0.874	1.021
1200	34.641	0.0021	0.073	0.206	0.423	0.737	0.875	1.022
1320	36.332	0.0021	0.074	0.206	0.423	0.737	0.875	1.027
1440	37.947	0.0021	0.076	0.206	0.423	0.737	0.915	1.034

APLICACIÓN DE LA DESCARGA							
Tempo (min)	Raiz tiempo (min)	Deformación (mm) / descarga (kg/cm2)					
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12
0	0.000	3.397	3.315	3.143	2.942	2.76	2.566
0.1	0.316	3.387	3.286	3.095	2.938	2.745	2.557
0.25	0.500	3.381	3.278	3.092	2.935	2.743	2.555
0.5	0.707	3.374	3.269	3.089	2.932	2.741	2.555
0.75	0.866	3.369	3.263	3.085	2.929	2.739	2.554
1	1.000	3.365	3.257	3.082	2.927	2.738	2.553
2	1.414	3.353	3.24	3.071	2.919	2.733	2.553
3	1.732	3.346	3.228	3.062	2.912	2.728	2.553
6	2.449	3.338	3.207	3.043	2.899	2.719	2.55
8	2.828	3.336	3.197	3.033	2.892	2.714	2.55
10	3.162	3.334	3.191	3.025	2.885	2.71	2.548
15	3.873	3.332	3.181	3.011	2.872	2.701	2.548
20	4.472	3.331	3.176	3	2.862	2.693	2.546
30	5.477	3.33	3.17	2.988	2.847	2.681	2.546
40	6.325	3.329	3.166	2.98	2.837	2.671	2.542
60	7.746	3.328	3.162	2.972	2.822	2.656	2.542
120	10.954	3.326	3.157	2.962	2.801	2.629	2.536
180	13.416	3.325	3.155	2.959	2.791	2.613	2.536
300	17.321	3.322	3.153	2.957	2.783	2.596	2.529
420	20.494	3.32	3.151	2.953	2.778	2.587	2.524
840	28.983	3.317	3.146	2.947	2.768	2.572	2.52
1440	37.947	3.315	3.143	2.942	2.76	2.566	2.512


Curva de Consolidacion C5 (0.125 Kg/cm2)



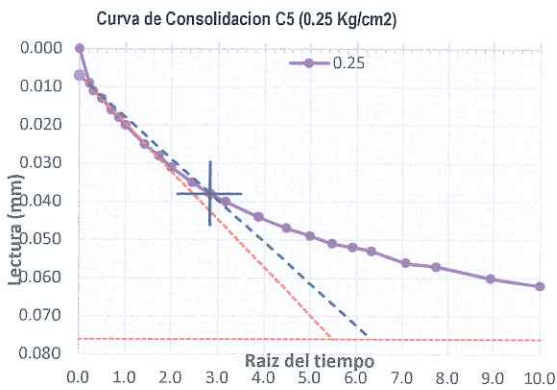
$C_v = 0.729$

Harlin Cleder Diaz Mejia
HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

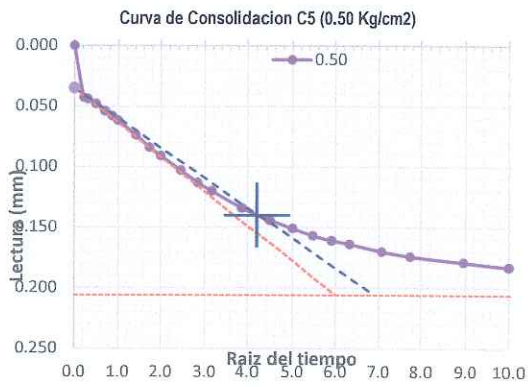
Yoner Omar Herrera Muñoz
Yoner Omar Herrera Muñoz

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vásquez
Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

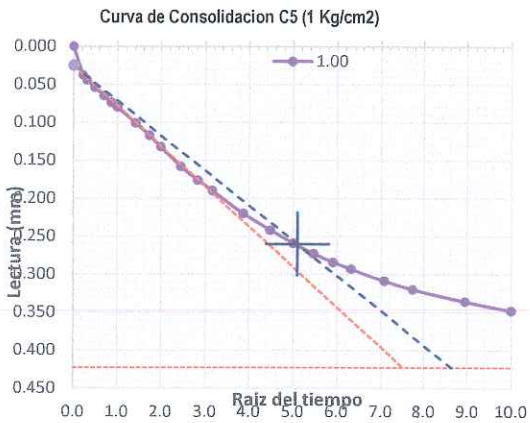

CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176924



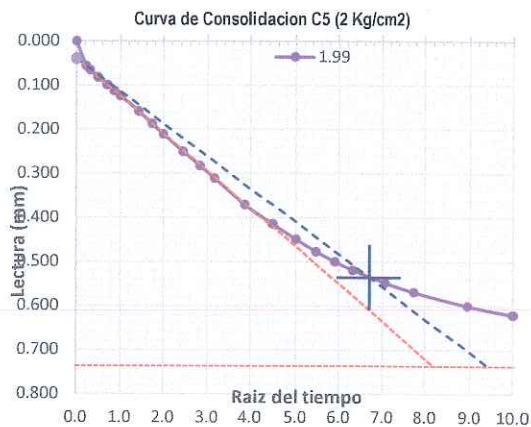
Cv = 0.3735



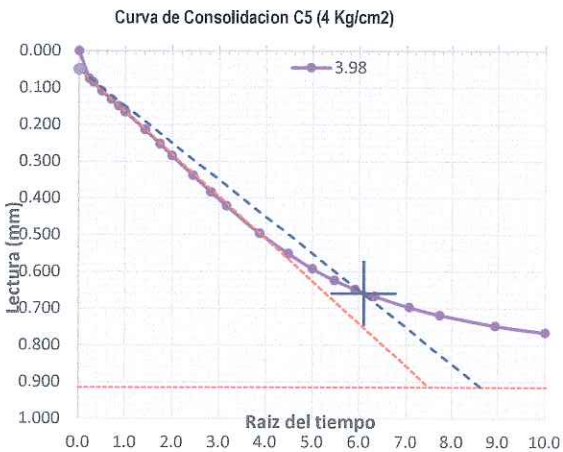
Cv = 0.2476



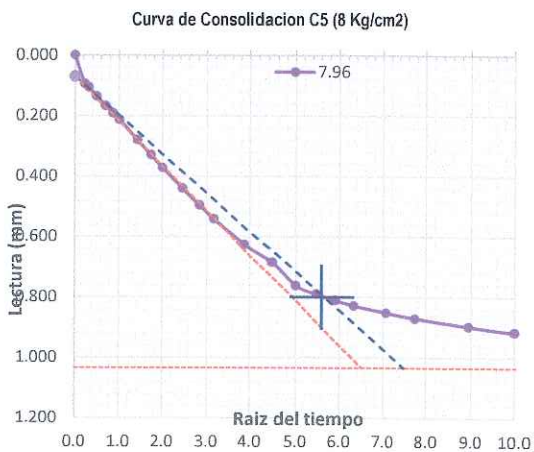
Cv = 0.1982



Cv = 0.1429



Cv = 0.1450



Cv = 0.1432



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez Topa
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



CLAUDIA B. GAVILÁN NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

[Signature]
MARLIN CLEDER
DÍAZ MESIA

[Signature]
Yoner Omar Herrera
MUNOZ

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL			CODIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-05	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	10/03/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

DATOS

SUCS : CH AASHTO :
 Estado : Inalterado Profundidad muestra: 3 m Gs = 2.62

Datos del espécimen		Inicial	Final
Densidad húmeda inic:	1.68	Diámetro (mm) :	50.60
Densidad seca inicial :	1.22	Altura (mm):	22.33
Presión de hinchamiento :		Humedad (%):	38.08%
	0.2 kg/cm2	Saturación (%):	92.2%
			85.5%

ETAPA DE LA CARGA

Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Coeffic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	22.330	22.330	11.165	1.219	1.190	0.000	--
0.12 kg/cm2	-0.002	0.002	22.328	22.329	11.164	1.219	1.190	0.009	--
0.25 kg/cm2	-0.076	0.076	22.254	22.291	11.145	1.223	1.182	0.340	0.374
0.5 kg/cm2	-0.285	0.285	22.045	22.150	11.075	1.235	1.162	1.276	0.248
1 kg/cm2	-0.708	0.708	21.622	21.834	10.917	1.259	1.120	3.171	0.198
1.99 kg/cm2	-1.448	1.448	20.882	21.252	10.626	1.304	1.048	6.485	0.143
3.98 kg/cm2	-2.363	2.363	19.967	20.425	10.212	1.364	0.958	10.582	0.145
7.96 kg/cm2	-3.397	3.397	18.933	19.450	9.725	1.438	0.857	15.213	0.143

ETAPA DE LA DESCARGA


Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.96 kg/cm2	-3.397	3.397	18.933	18.933	9.467	1.438	0.857	15.213
3.98 kg/cm2	-3.315	3.315	19.015	18.974	9.487	1.432	0.865	14.845
1.99 kg/cm2	-3.143	3.143	19.187	19.101	9.551	1.419	0.882	14.075
1 kg/cm2	-2.942	2.942	19.388	19.288	9.644	1.404	0.901	13.175
0.5 kg/cm2	-2.760	2.760	19.570	19.479	9.740	1.391	0.919	12.360
0.25 kg/cm2	-2.566	2.566	19.764	19.667	9.834	1.378	0.938	11.491
0.12 kg/cm2	-2.512	2.512	19.818	19.791	9.896	1.374	0.943	11.249

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez T...
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 170024

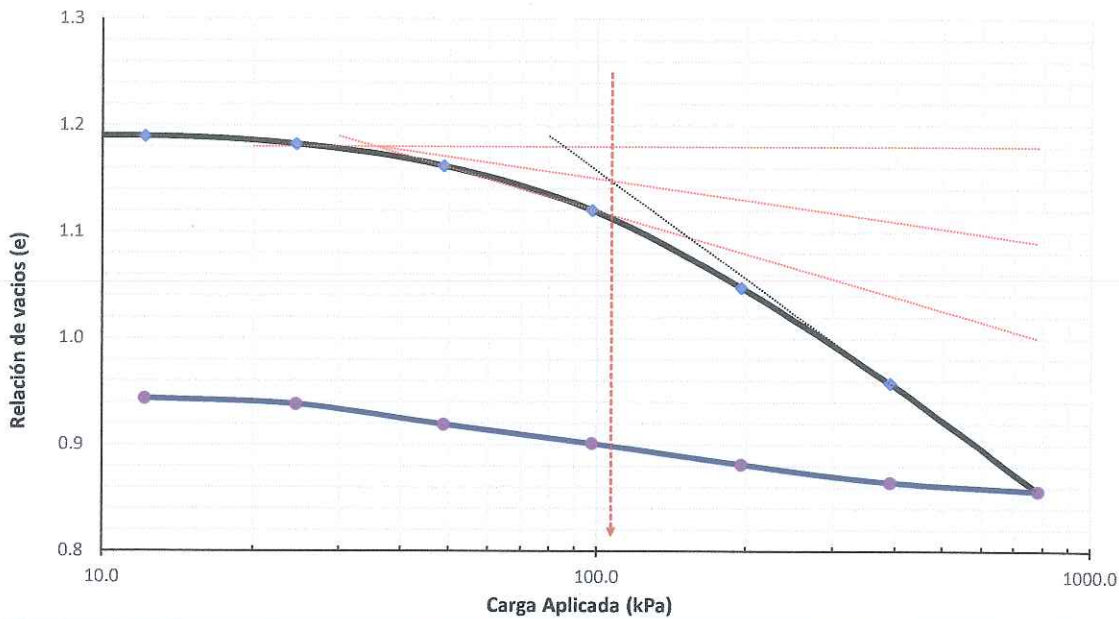

 HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA


 Yoner Omar Herrera Muñoz

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL			CODIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-05	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	10/03/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

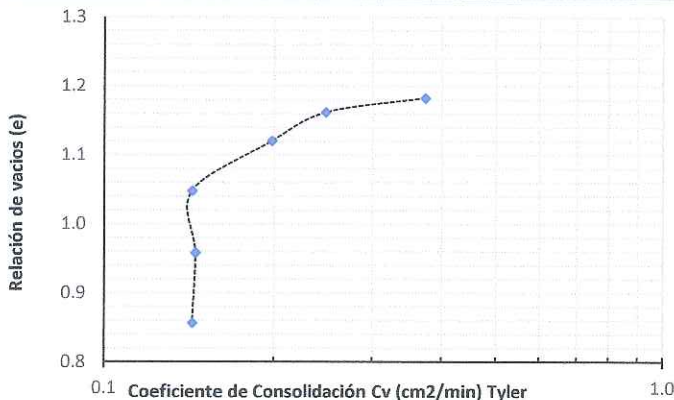
RESULTADOS

CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) = 107 kPa = 1.09 kg/cm²

Índice de Compresibilidad Lab $C_c = 0.337$ Índice Reconsens. Lab $C_r = 0.048$



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



Claudia Emilia Benavidez Nuñez
INGENIERA CIVIL
Res. CIP. N° 176824

Harlin Cleder Diaz Mejia
HARLIN CLEDER
DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz
Yoner Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154		
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA:	C-05	ESTRATO:	1 TIPO DE MATERIAL:
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA	COLOR DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	10/03/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Calculo de asentamiento C-05

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	11.0	KN/m ³
Altura del nivel Freático h_w	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m ³

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación D_f mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	107.00	KN/m ²
Presión aplicada por la estructura	=	49.03	KN/m ²
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	KN/m ²
Índice de Compresión (C_c)	=	0.337	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.048	
Límite Líquido (LL)	=	59.20	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	32.40	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{1xD} =$	17.1	mm
$S_t \approx 1.1 S_c =$	18.9	mm
$S_i \approx 0.1 S_c =$	1.7	mm

El calculo del asentamiento por el método edométrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Z_i conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_0 \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{\sigma'_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma'_0} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria S_{1xD} (mm) = 17.1

$$S_t = 18.9 \text{ mm}$$

Datos de asentamiento

fac. de incr. 0.25

Z (m)	σ'_v (KN/m ²)	$\Delta\sigma'_v$ (KN/m ²)	S'_c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	31.38	3.54
2.00	10.38	21.79	2.68
2.25	11.68	16.01	2.05
2.50	12.98	12.26	1.58
2.75	14.27	9.68	1.23
3.00	15.57	7.84	0.97
3.25	16.87	6.48	0.77
3.50	18.17	5.45	0.62
3.75	19.46	4.64	0.51
4.00	20.76	4.00	0.42
4.25	22.06	3.49	0.35
4.50	23.36	3.06	0.29
4.75	24.65	2.71	0.25
5.00	25.95	2.42	0.21
5.25	27.25	2.17	0.18
5.50	28.55	1.96	0.16
5.75	29.84	1.78	0.14
6.00	31.14	1.62	0.12
6.25	32.44	1.48	0.11
6.50	33.74	1.36	0.09
6.75	35.03	1.26	0.08
7.00	36.33	1.16	0.07
7.25	37.63	1.08	0.07
7.50	38.93	1.00	0.06
7.75	40.22	0.93	0.05
8.00	41.52	0.87	0.05
8.25	42.82	0.82	0.04
8.50	44.12	0.77	0.04
8.75	45.41	0.72	0.04
9.00	46.71	0.68	0.03
9.25	48.01	0.64	0.03
9.50	49.31	0.61	0.03
9.75	50.60	0.57	0.03
10.00	51.90	0.54	0.02
10.25	53.20	0.52	0.02
10.50	54.50	0.49	0.02
10.75	55.79	0.47	0.02
11.00	57.09	0.44	0.02
11.25	58.39	0.42	0.02
11.50	59.69	0.41	0.02
11.75	60.98	0.39	0.02
12.00	62.28	0.37	0.01
12.25	63.58	0.36	0.01
12.50	64.88	0.34	0.01
12.75	66.17	0.33	0.01
13.00	67.47	0.31	0.01
13.25	68.77	0.30	0.01
13.50	70.07	0.29	0.01
13.75	71.36	0.28	0.01
14.00	72.66	0.27	0.01
14.25	73.96	0.26	0.01
			17.14

Harlin Cleder Diaz Mejia
HARLIN CLEDER DIAZ MESIA

Yoner Omar Herrera Muñoz
Yoner Omar Herrera Muñoz

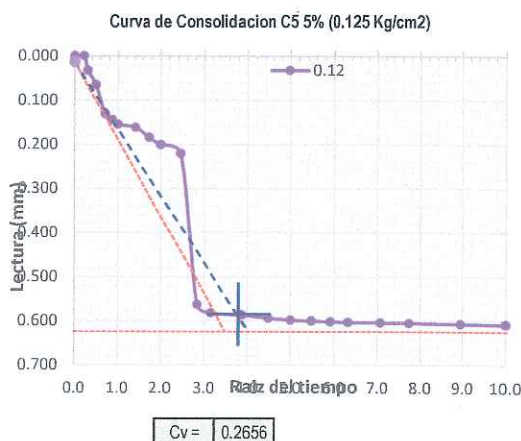
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vásquez Torres
Walter Manuel Vásquez Torres
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Claudia Emilia Benavidez Nuñez
CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. N° 176824

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
PROTOCOLO				
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA:	C-05 (5%)	ESTRATO:	1	
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		COLOR DE MATERIAL:	
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
			REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raíz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0	0.018	0.101	0.132	0.003	0.002	0.185
0.1	0.316	0.033	0.022	0.116	0.153	0.208	0.22	0.202
0.25	0.500	0.066	0.026	0.136	0.179	0.244	0.247	0.235
0.5	0.707	0.131	0.035	0.152	0.198	0.279	0.287	0.261
0.75	0.866	0.145	0.042	0.162	0.208	0.304	0.316	0.28
1	1.000	0.155	0.048	0.169	0.216	0.32	0.333	0.31
2	1.414	0.162	0.051	0.186	0.233	0.33	0.349	0.35
3	1.732	0.184	0.059	0.197	0.243	0.359	0.386	0.381
4	2.000	0.201	0.065	0.204	0.251	0.377	0.413	0.407
6	2.449	0.221	0.069	0.215	0.263	0.392	0.435	0.448
8	2.828	0.253	0.075	0.223	0.27	0.413	0.47	0.482
10	3.162	0.282	0.079	0.229	0.276	0.428	0.497	0.511
15	3.873	0.357	0.082	0.24	0.289	0.44	0.52	0.569
20	4.472	0.394	0.087	0.248	0.297	0.463	0.564	0.613
25	5.000	0.432	0.091	0.253	0.304	0.479	0.597	0.647
30	5.477	0.471	0.093	0.258	0.309	0.491	0.623	0.674
35	5.916	0.511	0.096	0.262	0.314	0.501	0.645	0.696
40	6.325	0.551	0.097	0.266	0.318	0.509	0.662	0.714
50	7.071	0.604	0.099	0.271	0.325	0.515	0.676	0.741
60	7.746	0.650	0.101	0.276	0.33	0.525	0.699	0.76
80	8.944	0.707	0.103	0.284	0.339	0.534	0.716	0.787
100	10.000	0.761	0.106	0.289	0.345	0.545	0.741	0.803
120	10.954	0.816	0.109	0.293	0.35	0.553	0.757	0.815
150	12.247	0.881	0.112	0.299	0.356	0.56	0.769	0.828
180	13.416	0.946	0.113	0.303	0.361	0.568	0.781	0.837
210	14.491	1.011	0.114	0.307	0.365	0.574	0.791	0.845
240	15.492	1.076	0.115	0.309	0.369	0.578	0.8	0.851
270	16.432	1.141	0.116	0.312	0.372	0.582	0.806	0.857
300	17.321	1.206	0.117	0.314	0.375	0.585	0.812	0.861
330	18.166	1.271	0.118	0.316	0.378	0.587	0.817	0.864
360	18.974	1.336	0.118	0.318	0.381	0.59	0.822	0.869
390	19.748	1.401	0.119	0.32	0.383	0.592	0.827	0.872
420	20.494	1.466	0.12	0.321	0.386	0.594	0.831	0.875
450	21.213	1.531	0.12	0.323	0.387	0.595	0.834	0.877
480	21.909	1.596	0.121	0.324	0.389	0.597	0.838	0.879
510	22.583	1.661	0.121	0.325	0.391	0.599	0.841	0.882
540	23.238	1.726	0.122	0.326	0.392	0.6	0.844	0.884
600	24.495	1.841	0.122	0.327	0.394	0.601	0.847	0.891
660	25.690	1.956	0.123	0.328	0.394	0.603	0.852	0.894
720	26.833	2.071	0.123	0.328	0.394	0.605	0.857	0.896
780	27.928	2.186	0.124	0.329	0.394	0.605	0.861	0.897
840	28.983	2.301	0.125	0.33	0.394	0.605	0.863	0.898
900	30.000	2.416	0.126	0.33	0.394	0.605	0.866	0.9
990	31.464	2.531	0.126	0.331	0.394	0.605	0.867	0.901
1080	32.863	2.646	0.126	0.331	0.394	0.605	0.869	0.903
1200	34.641	2.761	0.126	0.332	0.394	0.605	0.872	0.905
1320	36.332	2.876	0.126	0.332	0.394	0.605	0.874	0.906
1440	37.947	2.991	0.126	0.332	0.394	0.605	0.875	0.908

APLICACIÓN DE LA DESCARGA							
Tiempo (min)	Raíz tiempo (min)	Deformación (mm) / descarga (kg/cm2)					
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12
0	0.000	3.864	3.667	3.516	3.388	3.211	3.107
0.1	0.316	3.756	3.643	3.5	3.369	3.201	3.092
0.25	0.500	3.754	3.641	3.499	3.369	3.201	3.091
0.5	0.707	3.75	3.637	3.496	3.369	3.201	3.091
0.75	0.866	3.746	3.634	3.494	3.367	3.201	3.09
1	1.000	3.744	3.632	3.493	3.367	3.201	3.089
2	1.414	3.741	3.63	3.492	3.366	3.2	3.089
3	1.732	3.734	3.624	3.489	3.363	3.199	3.089
6	2.449	3.725	3.616	3.483	3.359	3.197	3.089
8	2.828	3.719	3.609	3.479	3.356	3.196	3.089
10	3.162	3.715	3.604	3.475	3.352	3.195	3.087
15	3.873	3.711	3.599	3.472	3.349	3.192	3.087
20	4.472	3.705	3.59	3.466	3.343	3.19	3.085
30	5.477	3.696	3.578	3.455	3.332	3.187	3.085
40	6.325	3.692	3.569	3.446	3.324	3.184	3.084
60	7.746	3.688	3.56	3.437	3.312	3.179	3.084
120	10.954	3.681	3.546	3.417	3.286	3.168	3.079
180	13.416	3.677	3.539	3.405	3.27	3.159	3.079
300	17.321	3.673	3.53	3.391	3.249	3.146	3.077
420	20.494	3.671	3.525	3.388	3.237	3.137	3.073
840	28.983	3.667	3.518	3.388	3.219	3.119	3.07
1440	37.947	3.667	3.516	3.388	3.211	3.107	3.063

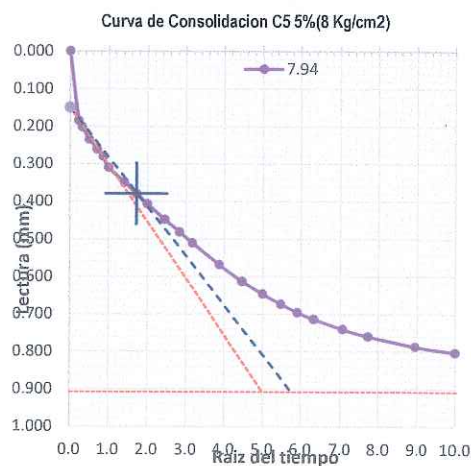
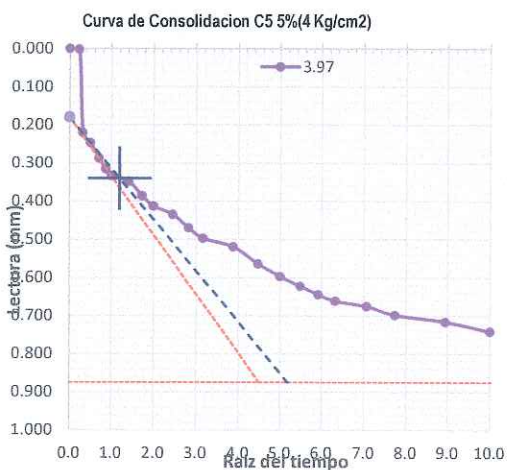
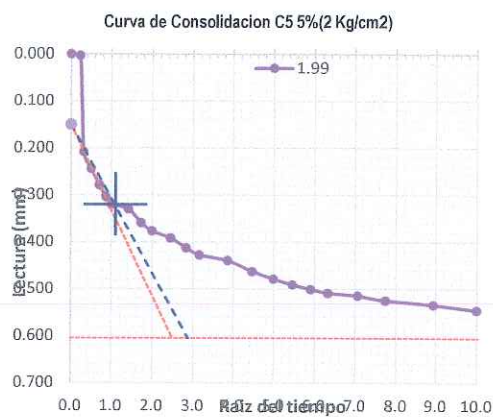
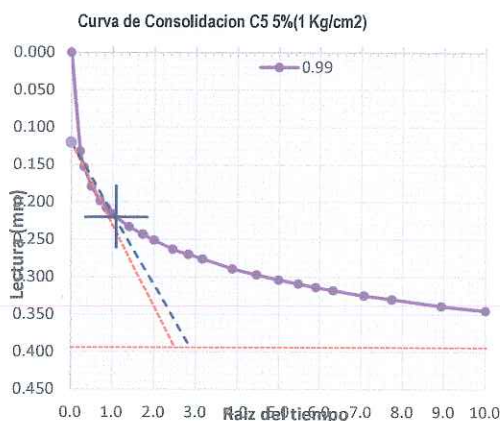
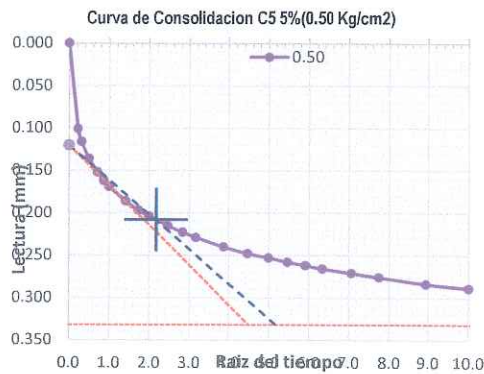
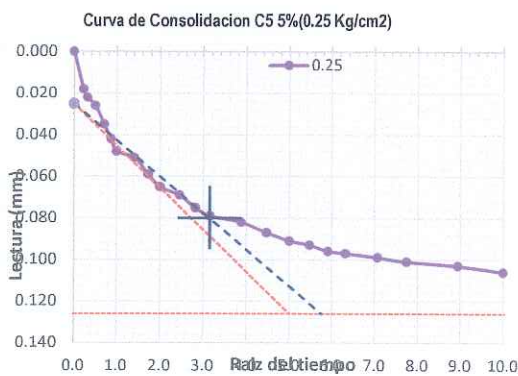



Harlin Cleder Diaz Mejia
HARLIN CLEDER DIAZ MESIA

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vásquez
Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Claudia Benavidez Nuñez
CLAUDIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176324

Yoner Omar Herrera Muñoz
Yoner Omar Herrera Muñoz





 HARLIN CLEDER
 DIAZ MESIA


 Yoner Omar Herrera
 Munoz



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA


 Walter Manuel Vasquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL




 CLAUDI E. RAMIREZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 170024

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-05 (5%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

DATOS

SUCS : CH AASHTO :
Estado : Inalterado Profundidad muestra: 3 m Gs = 2.62

Datos del espécimen			Inicial	Final
Densidad húmeda inic:	1.85	Diámetro (mm) :	50.65	50.65
Densidad seca inicial :	1.32	Altura (mm):	22.13	19.07
Presión de hinchamiento :	0.000 kg/cm2	Humedad (%):	39.82%	28.73%
		Saturación (%):	100.0%	100.0%


ETAPA DE LA CARGA

Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Coefic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	22.130	22.130	11.065	1.324	1.078	0.000	--
0.12 kg/cm2	-0.624	0.624	21.506	21.818	10.909	1.362	1.019	2.820	0.266
0.25 kg/cm2	-0.750	0.750	21.380	21.443	10.722	1.370	1.007	3.389	0.309
0.5 kg/cm2	-1.082	1.082	21.048	21.214	10.607	1.392	0.976	4.889	0.440
0.99 kg/cm2	-1.476	1.476	20.654	20.851	10.426	1.418	0.939	6.670	0.838
1.99 kg/cm2	-2.081	2.081	20.049	20.352	10.176	1.461	0.882	9.404	0.798
3.97 kg/cm2	-2.956	2.956	19.174	19.612	9.806	1.528	0.800	13.357	0.679
7.94 kg/cm2	-3.864	3.864	18.266	18.720	9.360	1.604	0.715	17.460	0.432

ETAPA DE LA DESCARGA

Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.94 kg/cm2	-3.864	3.864	18.266	18.266	9.133	1.604	0.715	17.460
3.97 kg/cm2	-3.667	3.667	18.463	18.365	9.182	1.586	0.733	16.570
1.99 kg/cm2	-3.516	3.516	18.614	18.539	9.269	1.574	0.748	15.888
0.99 kg/cm2	-3.388	3.388	18.742	18.678	9.339	1.563	0.760	15.310
0.5 kg/cm2	-3.211	3.211	18.919	18.831	9.415	1.548	0.776	14.510
0.25 kg/cm2	-3.107	3.107	19.023	18.971	9.486	1.540	0.786	14.040
0.12 kg/cm2	-3.063	3.063	19.067	19.045	9.523	1.536	0.790	13.841


HARLIN CLEDER DIAZ MESIA


Yoner Omar Herrera Muñoz

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

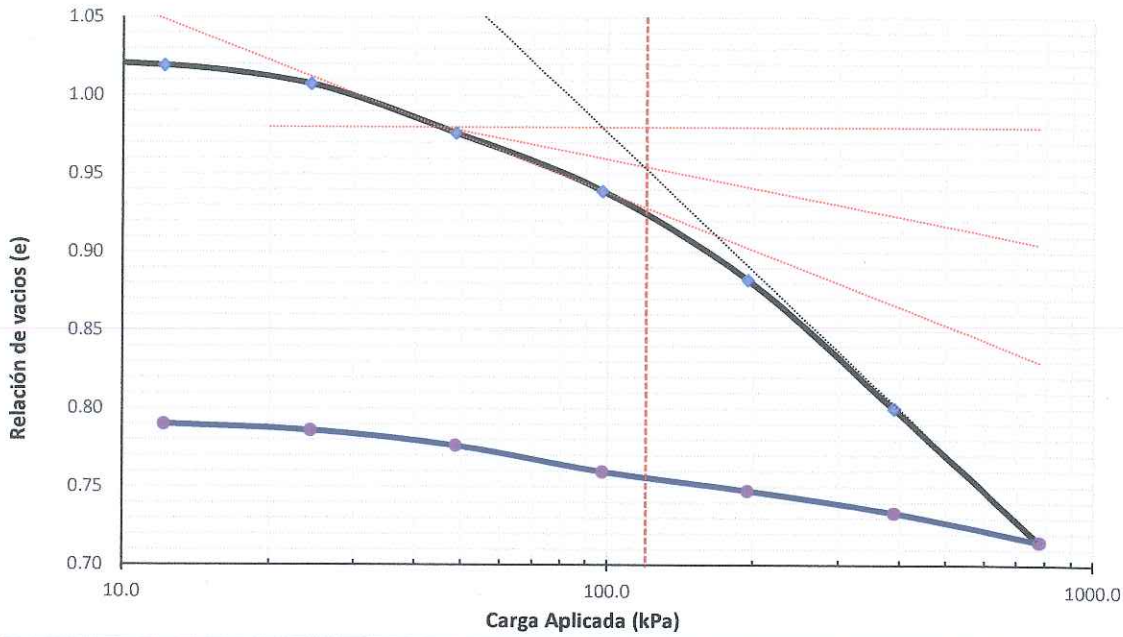
Walter Manuel Vásquez
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824

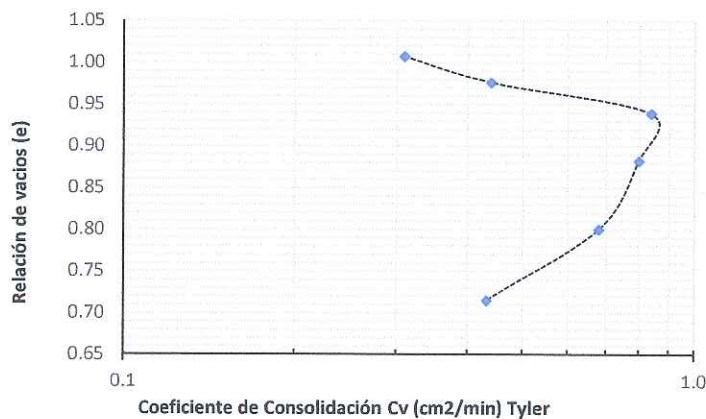
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154				
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-05 (5%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:		Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2023	REVISADO POR:		Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

RESULTADOS

CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) =	120 kPa =	1.22 kg/cm²
Índice de Compresibilidad Lab $C_c =$	0.293	Índice Recomprens. Lab $C_r =$
		0.042



Harlin Cleder Diaz Mejia
HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz
Yoner Omar Herrera Muñoz

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vásquez
Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Claudia Emilia Benavidez Nuñez
CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 RES. CIP. Nº 176624

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154		
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA:	C-05 (5%)	ESTRATO:	1 TIPO DE MATERIAL: Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	21/04/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Calculo de asentamiento C-05 (5%)

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	11.5	KN/m ³
Altura del nivel Freático h_w	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m ³

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación D_f mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	120.00	KN/m ²
Presión aplicada por la estructura	=	52.96	KN/m ²
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	KN/m ²
Índice de Compresión (C_c)	=	0.293	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.042	
Límite Líquido (LL)	=	52.43	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	27.79	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{1\alpha D}$	=	15.9	mm
$S_t \approx 1.1 S_c$	=	17.4	mm
$S_i \approx 0.1 S_c$	=	1.6	mm

El calculo del asentamiento por el método edométrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Z_i conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_f = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_0} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \geq p_c$$

$$\epsilon_f = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

$$\epsilon_f = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma_0} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria $S_{1\alpha D}$ (mm) = 15.9


$S_t = 17.4$ mm

Datos de asentamiento

fac. de incr. =

0.25

Z (m)	σ'_v (KN/m ²)	$\Delta\sigma'_v$ (KN/m ²)	S'_c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	33.89	3.22
2.00	10.38	23.54	2.45
2.25	11.68	17.29	1.88
2.50	12.98	13.24	1.46
2.75	14.27	10.46	1.14
3.00	15.57	8.47	0.90
3.25	16.87	7.00	0.72
3.50	18.17	5.88	0.58
3.75	19.46	5.01	0.48
4.00	20.76	4.32	0.39
4.25	22.06	3.77	0.33
4.50	23.36	3.31	0.27
4.75	24.65	2.93	0.23
5.00	25.95	2.62	0.20
5.25	27.25	2.35	0.17
5.50	28.55	2.12	0.15
5.75	29.84	1.92	0.13
6.00	31.14	1.75	0.11
6.25	32.44	1.60	0.10
6.50	33.74	1.47	0.09
6.75	35.03	1.36	0.08
7.00	36.33	1.25	0.07
7.25	37.63	1.16	0.06
7.50	38.93	1.08	0.06
7.75	40.22	1.01	0.05
8.00	41.52	0.94	0.05
8.25	42.82	0.88	0.04
8.50	44.12	0.83	0.04
8.75	45.41	0.78	0.04
9.00	46.71	0.73	0.03
9.25	48.01	0.69	0.03
9.50	49.31	0.65	0.03
9.75	50.60	0.62	0.03
10.00	51.90	0.59	0.02
10.25	53.20	0.56	0.02
10.50	54.50	0.53	0.02
10.75	55.79	0.50	0.02
11.00	57.09	0.48	0.02
11.25	58.39	0.46	0.02
11.50	59.69	0.44	0.02
11.75	60.98	0.42	0.01
12.00	62.28	0.40	0.01
12.25	63.58	0.38	0.01
12.50	64.88	0.37	0.01
12.75	66.17	0.35	0.01
13.00	67.47	0.34	0.01
13.25	68.77	0.33	0.01
13.50	70.07	0.31	0.01
13.75	71.36	0.30	0.01
14.00	72.66	0.29	0.01
14.25	73.96	0.28	0.01
			15.86


 HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA

 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
 Walter Manuel Vásquez Torres
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


 Yoner Omar Herrera
 Muñoz

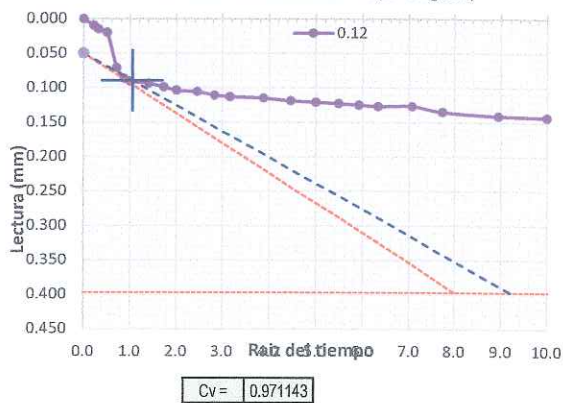

 CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 RES. CIP. N° 176024

				LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO							
ENSAYO:		CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL			CODIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA:		NORMA TECNICA PERUANA 339.154					
PROYECTO:		"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."					
CALICATA:	C-05 (15%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)		
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA			COLOR DE MATERIAL:			
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023			RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2023			REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raíz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0.01	0.012	0.027	0.119	0.27	0.254	0.453
0.1	0.316	0.015	0.014	0.029	0.174	0.307	0.3	0.462
0.25	0.500	0.02	0.015	0.034	0.194	0.334	0.342	0.486
0.5	0.707	0.071	0.016	0.034	0.206	0.35	0.364	0.5
0.75	0.866	0.087	0.016	0.036	0.213	0.359	0.376	0.51
1	1.000	0.091	0.017	0.036	0.218	0.366	0.385	0.516
2	1.414	0.094	0.017	0.039	0.23	0.38	0.402	0.531
3	1.732	0.099	0.018	0.04	0.237	0.388	0.411	0.54
4	2.000	0.104	0.018	0.041	0.242	0.394	0.418	0.545
6	2.449	0.106	0.019	0.043	0.248	0.402	0.426	0.553
8	2.828	0.111	0.019	0.044	0.251	0.408	0.433	0.56
10	3.162	0.113	0.019	0.045	0.255	0.413	0.438	0.565
15	3.873	0.115	0.02	0.047	0.26	0.421	0.447	0.574
20	4.472	0.119	0.021	0.048	0.264	0.426	0.454	0.58
25	5.000	0.121	0.021	0.05	0.268	0.43	0.459	0.585
30	5.477	0.123	0.021	0.051	0.271	0.432	0.463	0.589
35	5.916	0.125	0.022	0.051	0.274	0.434	0.466	0.592
40	6.325	0.127	0.023	0.052	0.275	0.436	0.468	0.596
50	7.071	0.127	0.023	0.053	0.279	0.44	0.472	0.601
60	7.746	0.135	0.023	0.055	0.281	0.443	0.476	0.605
80	8.944	0.141	0.024	0.057	0.285	0.447	0.481	0.611
100	10.000	0.143	0.024	0.059	0.288	0.451	0.486	0.615
120	10.954	0.145	0.024	0.061	0.29	0.454	0.491	0.619
150	12.247	0.146	0.025	0.064	0.29	0.458	0.496	0.625
180	13.416	0.149	0.025	0.066	0.29	0.461	0.501	0.63
210	14.491	0.153	0.025	0.066	0.29	0.462	0.506	0.634
240	15.492	0.155	0.025	0.066	0.29	0.464	0.511	0.638
270	16.432	0.193	0.025	0.066	0.29	0.465	0.515	0.642
300	17.321	0.193	0.025	0.066	0.29	0.466	0.517	0.645
330	18.166	0.193	0.025	0.066	0.29	0.466	0.519	0.648
360	18.974	0.393	0.025	0.066	0.29	0.467	0.52	0.649
390	19.748	0.394	0.025	0.066	0.29	0.467	0.522	0.649
420	20.494	0.395	0.025	0.066	0.29	0.468	0.523	0.649
450	21.213	0.396	0.025	0.066	0.29	0.468	0.524	0.649
480	21.909	0.396	0.025	0.066	0.29	0.468	0.525	0.649
510	22.583	0.397	0.025	0.066	0.29	0.469	0.526	0.649
540	23.238	0.397	0.025	0.066	0.29	0.469	0.527	0.649
600	24.495	0.397	0.025	0.066	0.29	0.47	0.53	0.649
660	25.690	0.397	0.025	0.066	0.29	0.47	0.531	0.649
720	26.833	0.397	0.025	0.066	0.29	0.47	0.532	0.649
780	27.928	0.397	0.025	0.066	0.29	0.471	0.533	0.649
840	28.983	0.397	0.025	0.066	0.29	0.471	0.533	0.649
900	30.000	0.397	0.025	0.066	0.29	0.471	0.534	0.649
990	31.464	0.397	0.025	0.066	0.29	0.472	0.534	0.649
1080	32.863	0.397	0.025	0.066	0.29	0.472	0.535	0.649
1200	34.641	0.397	0.025	0.066	0.29	0.472	0.535	0.649
1320	36.332	0.397	0.025	0.066	0.29	0.472	0.536	0.649
1440	37.947	0.397	0.025	0.066	0.29	0.472	0.536	0.649

APLICACIÓN DE LA DESCARGA								
Tiempo (min)	Raíz tiempo (min)	Deformación (mm)/ descarga (kg/cm2)						
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12	
0	0.000	2.435	2.304	2.153	2.025	1.849	1.755	
0.1	0.316	2.391	2.278	2.136	2.007	1.849	1.744	
0.25	0.500	2.387	2.274	2.133	2.007	1.849	1.743	
0.5	0.707	2.383	2.271	2.131	2.005	1.849	1.743	
0.75	0.866	2.381	2.269	2.13	2.005	1.849	1.742	
1	1.000	2.378	2.267	2.129	2.004	1.848	1.742	
2	1.414	2.371	2.261	2.126	2.001	1.847	1.742	
3	1.732	2.366	2.257	2.123	1.999	1.846	1.742	
6	2.449	2.356	2.246	2.116	1.994	1.844	1.74	
8	2.828	2.352	2.241	2.112	1.99	1.843	1.74	
10	3.162	2.348	2.236	2.109	1.987	1.84	1.738	
15	3.873	2.342	2.227	2.103	1.981	1.838	1.738	
20	4.472	2.337	2.22	2.097	1.975	1.837	1.737	
30	5.477	2.331	2.21	2.088	1.966	1.834	1.737	
40	6.325	2.327	2.202	2.08	1.958	1.829	1.734	
60	7.746	2.323	2.193	2.069	1.944	1.823	1.734	
120	10.954	2.316	2.179	2.049	1.917	1.811	1.73	
180	13.416	2.313	2.173	2.037	1.902	1.803	1.73	
300	17.321	2.309	2.166	2.025	1.883	1.792	1.726	
420	20.494	2.307	2.162	2.025	1.873	1.784	1.723	
840	28.983	2.304	2.153	2.025	1.855	1.765	1.72	
1440	37.947	2.304	2.153	2.025	1.849	1.755	1.714	

Curva de Consolidacion C5 15%(0.125 Kg/cm2)

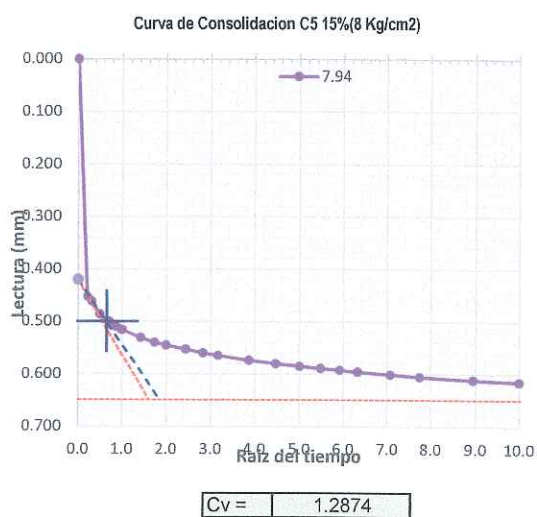
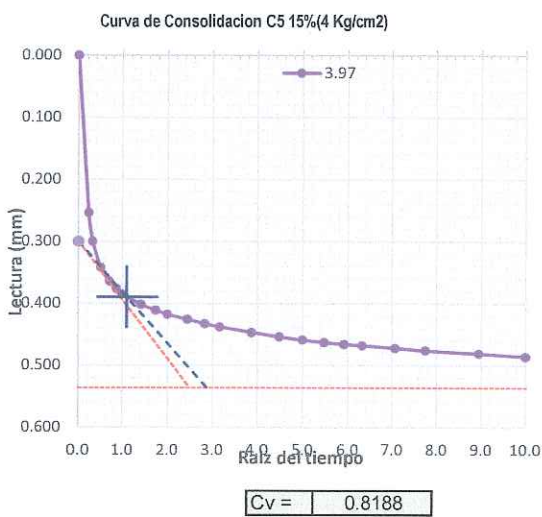
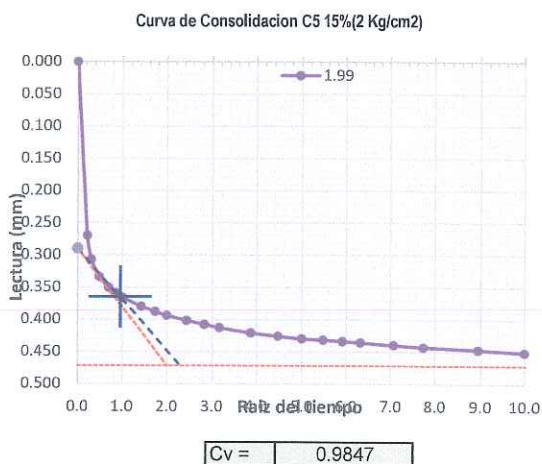
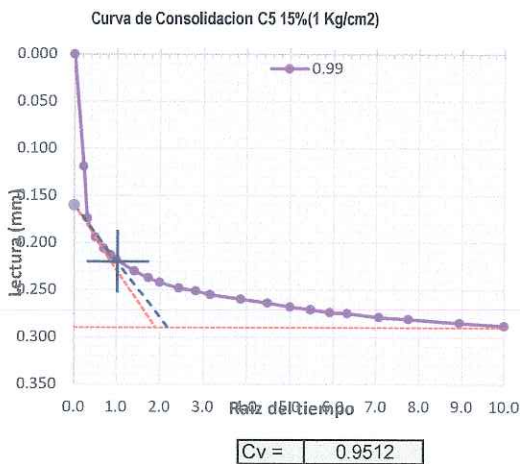
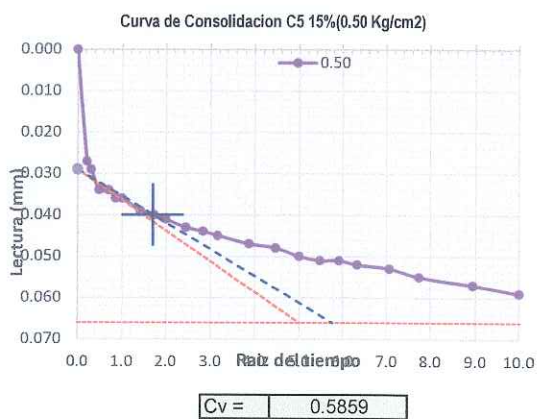
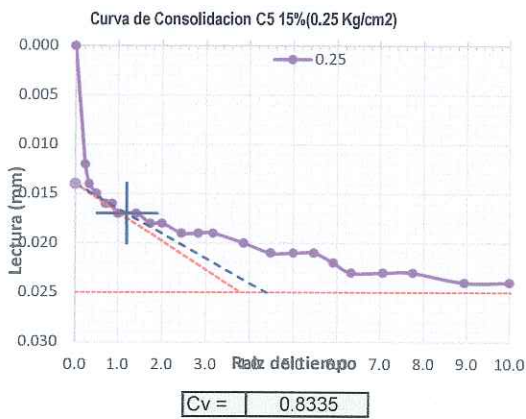



 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
 M. Sc. Manuel Vásquez T. S. P.
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


 CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176624


 HARLIN C. DIAZ MESIA


 Yoner Omar Herrera Muñoz



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez Torres
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

[Signature]
HARLIN C. DIAZ MESIA

[Signature]
Janer Omar Herrera Muñoz



CLAUDIA E. NAVIDEZ NUÑEZ
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP. Nº 176824

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
	PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."			
CALICATA:	C-05 (15%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

DATOS

SUCS : CH
 Estado : Inalterado Profundidad muestra: 3 m Gs = 2.62

Datos del espécimen			Inicial	Final
Densidad húmeda inic:	1.84	Diámetro (mm) :	50.65	50.65
Densidad seca inicial :	1.70	Altura (mm):	22.13	20.42
Presión de hinchamiento :	0.099 kg/cm2	Humedad (%):	27.51%	16.86%
		Saturación (%):	100.0%	54.7%

ETAPA DE LA CARGA

Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Cofic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	22.130	22.130	11.065	1.703	0.545	0.000	--
0.12 kg/cm2	-0.397	0.397	21.733	21.932	10.966	1.734	0.517	1.794	0.971
0.25 kg/cm2	-0.422	0.422	21.708	21.721	10.860	1.736	0.516	1.907	0.833
0.5 kg/cm2	-0.488	0.488	21.642	21.675	10.838	1.741	0.511	2.205	0.586
0.99 kg/cm2	-0.778	0.778	21.352	21.497	10.749	1.765	0.491	3.516	0.951
1.99 kg/cm2	-1.250	1.250	20.880	21.116	10.558	1.805	0.458	5.648	0.985
3.97 kg/cm2	-1.786	1.786	20.344	20.612	10.306	1.852	0.420	8.070	0.819
7.94 kg/cm2	-2.435	2.435	19.695	20.020	10.010	1.913	0.375	11.003	1.287

ETAPA DE LA DESCARGA

Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.94 kg/cm2	-2.435	2.435	19.695	19.695	9.848	1.913	0.375	11.003
3.97 kg/cm2	-2.304	2.304	19.826	19.761	9.880	1.901	0.384	10.411
1.99 kg/cm2	-2.153	2.153	19.977	19.902	9.951	1.886	0.395	9.729
0.99 kg/cm2	-2.025	2.025	20.105	20.041	10.021	1.874	0.404	9.150
0.5 kg/cm2	-1.849	1.849	20.281	20.193	10.097	1.858	0.416	8.355
0.25 kg/cm2	-1.755	1.755	20.375	20.328	10.164	1.850	0.423	7.930
0.12 kg/cm2	-1.714	1.714	20.416	20.396	10.198	1.846	0.425	7.745

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez Torres
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CLAUDIA E. BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 176324

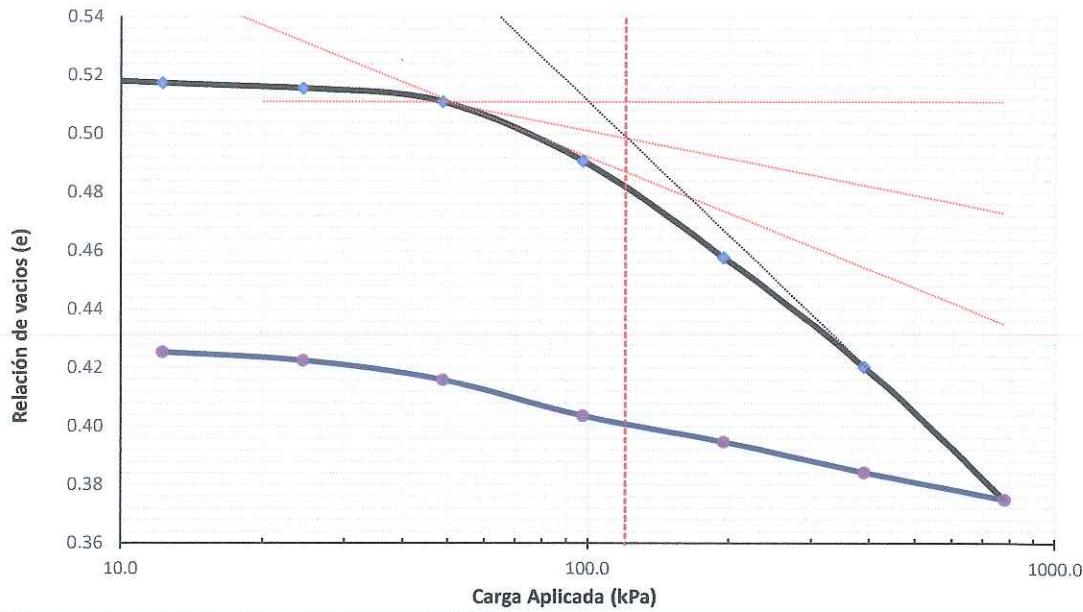
HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

Yoner Omar Herrera Muñoz

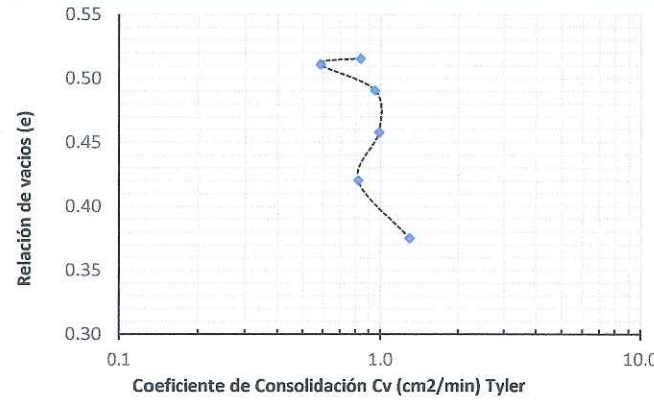
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA					
PROTOCOLO					
ENSAYO:		CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA:		NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."					
CALICATA:	C-05 (15%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA	COLOR DE MATERIAL:			
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:		Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2023	REVISADO POR:		Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

RESULTADOS

CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) =	120 kPa =	1.22 kg/cm²
Índice de Compresibilidad Lab $C_c =$	0.153	Índice Recomprens. Lab $C_r =$
		0.028




 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


 CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 REG. CIP. Nº 176024


 HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA


 Yoner Omar Herrera Muñoz

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154		
PROYECTO:	"EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACIÓN EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA:	C-05 (15%)	ESTRATO:	1
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	05/05/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Calculo de asentamiento C-05 (15%)

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	12.3	KN/m3
Altura del nivel Freático h_w	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m3

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación D_f mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	120.00	KN/m2
Presión aplicada por la estructura	=	65.70	KN/m2
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	KN/m2
Índice de Compresión (C_c)	=	0.153	
Índice de Entumecimiento (C_s)	=	0.032	
Límite Líquido (LL)	=	45.29	
Gravedad Específica (G_s)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (e_0)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	22.39	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{1xD}$	=	14.1	mm
$S_t \approx 1.1 S_c$	=	15.5	mm
$S_i \approx 0.1 S_c$	=	1.4	mm

El calculo del asentamiento por el método edométrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Z_i conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_i}{\sigma'_{o,i}} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_i \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_i}{\sigma'_{o,i}} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_i \leq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma'_{o,i}} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma'_i}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma'_i \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria S_{1xD} (mm) = 14.1

$S_t = 15.5$ mm

Datos de asentamiento

fac. de incr. =

0.25

Z (m)	σ'_v (kN/m2)	$\Delta\sigma'_v$ (kN/m2)	S'_c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	42.05	2.73
2.00	10.38	29.20	2.11
2.25	11.68	21.45	1.65
2.50	12.98	16.43	1.29
2.75	14.27	12.98	1.02
3.00	15.57	10.51	0.81
3.25	16.87	8.69	0.66
3.50	18.17	7.30	0.53
3.75	19.46	6.22	0.44
4.00	20.76	5.36	0.36
4.25	22.06	4.67	0.30
4.50	23.36	4.11	0.26
4.75	24.65	3.64	0.22
5.00	25.95	3.24	0.19
5.25	27.25	2.91	0.16
5.50	28.55	2.63	0.14
5.75	29.84	2.38	0.12
6.00	31.14	2.17	0.11
6.25	32.44	1.99	0.09
6.50	33.74	1.83	0.08
6.75	35.03	1.68	0.07
7.00	36.33	1.56	0.07
7.25	37.63	1.44	0.06
7.50	38.93	1.34	0.05
7.75	40.22	1.25	0.05
8.00	41.52	1.17	0.04
8.25	42.82	1.09	0.04
8.50	44.12	1.03	0.04
8.75	45.41	0.97	0.03
9.00	46.71	0.91	0.03
9.25	48.01	0.86	0.03
9.50	49.31	0.81	0.03
9.75	50.60	0.77	0.02
10.00	51.90	0.73	0.02
10.25	53.20	0.69	0.02
10.50	54.50	0.66	0.02
10.75	55.79	0.63	0.02
11.00	57.09	0.60	0.02
11.25	58.39	0.57	0.02
11.50	59.69	0.54	0.01
11.75	60.98	0.52	0.01
12.00	62.28	0.50	0.01
12.25	63.58	0.48	0.01
12.50	64.88	0.46	0.01
12.75	66.17	0.44	0.01
13.00	67.47	0.42	0.01
13.25	68.77	0.40	0.01
13.50	70.07	0.39	0.01
13.75	71.36	0.37	0.01
14.00	72.66	0.36	0.01
14.25	73.96	0.35	0.01

14.07

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA
 Walter Manuel Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176624

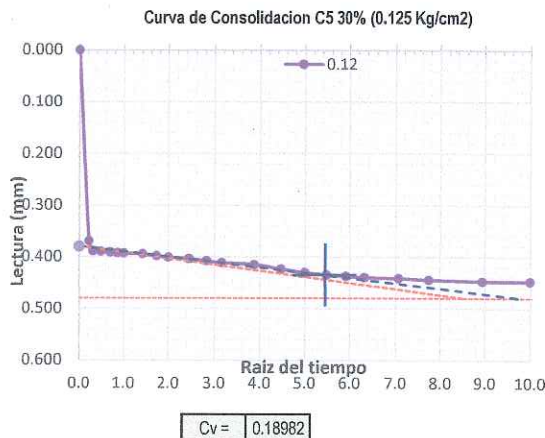
Yoner Omar Herrera Muñoz

HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA

		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
		PROTOCOLO				
		ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
		NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:		"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-05 (30%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)	
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:			
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz		
FECHA DE ENSAYO:	22/05/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez		

APLICACIÓN DE LA CARGA								
Tiempo (min)	Raíz Tiempo (min)	Deformación (mm) / carga (kg/cm2)						
		0.124	0.248	0.496	0.993	1.985	3.97	7.941
0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.05	0.224	0.3696	0.048	0.001	0.003	0.001	0.047	0.112
0.1	0.316	0.3892	0.076	0.041	0.065	0.076	0.072	0.139
0.25	0.500	0.3899	0.077	0.044	0.073	0.087	0.099	0.146
0.5	0.707	0.3913	0.079	0.049	0.085	0.108	0.118	0.199
0.75	0.866	0.3927	0.081	0.057	0.096	0.127	0.13	0.217
1	1.000	0.3934	0.082	0.062	0.103	0.139	0.139	0.231
2	1.414	0.3948	0.084	0.066	0.11	0.148	0.201	0.242
3	1.732	0.3983	0.089	0.079	0.128	0.175	0.185	0.273
4	2.000	0.4011	0.093	0.089	0.142	0.194	0.2	0.295
6	2.449	0.4039	0.097	0.097	0.153	0.209	0.221	0.312
8	2.828	0.4081	0.103	0.116	0.171	0.232	0.239	0.336
10	3.162	0.4116	0.108	0.131	0.186	0.249	0.251	0.353
15	3.873	0.4151	0.113	0.143	0.198	0.262	0.272	0.365
20	4.472	0.4235	0.125	0.167	0.219	0.285	0.321	0.386
25	5.000	0.4305	0.135	0.183	0.232	0.3	0.33	0.398
30	5.477	0.4347	0.141	0.194	0.24	0.31	0.336	0.406
35	5.916	0.4375	0.145	0.203	0.247	0.317	0.307	0.413
40	6.325	0.4396	0.148	0.209	0.253	0.321	0.31	0.418
50	7.071	0.4417	0.151	0.213	0.256	0.325	0.315	0.422
60	7.746	0.4445	0.155	0.221	0.262	0.329	0.319	0.427
80	8.944	0.4473	0.159	0.226	0.266	0.332	0.325	0.431
100	10.000	0.4473	0.159	0.231	0.27	0.336	0.328	0.438
120	10.954	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.339	0.331	0.441
150	12.247	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.341	0.334	0.441
180	13.416	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.343	0.337	0.441
210	14.491	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.345	0.339	0.459
240	15.492	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.346	0.341	0.463
270	16.432	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.347	0.342	0.466
300	17.321	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.348	0.379	0.469
330	18.166	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.348	0.379	0.471
360	18.974	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.349	0.38	0.472
390	19.748	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.349	0.381	0.472
420	20.494	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.35	0.382	0.472
450	21.213	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.351	0.382	0.472
480	21.909	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.351	0.383	0.472
510	22.583	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.351	0.383	0.472
540	23.238	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.352	0.383	0.472
600	24.495	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.352	0.384	0.472
660	25.690	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.352	0.384	0.472
720	26.833	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.353	0.385	0.472
780	27.928	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.353	0.385	0.472
840	28.983	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.353	0.385	0.472
900	30.000	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.354	0.352	0.472
990	31.464	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.354	0.352	0.472
1080	32.863	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.354	0.352	0.472
1200	34.641	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.354	0.352	0.472
1320	36.332	0.4473	0.159	0.231	0.273	0.354	0.352	0.472
1440	37.947	0.48	0.159	0.231	0.273	0.354	0.352	0.472

APLICACIÓN DE LA DESCARGA								
Tiempo (min)	Raíz tiempo (min)	Deformación (mm) / descarga (kg/cm2)						
		3.97	1.99	0.99	0.5	0.25	0.12	
0	0.000	2.321	2.28	2.239	2.187	2.154	2.121	
0.1	0.316	2.289	2.256	2.221	2.173	2.141	2.114	
0.25	0.500	2.289	2.254	2.218	2.173	2.141	2.114	
0.5	0.707	2.288	2.251	2.214	2.171	2.14	2.114	
0.75	0.866	2.287	2.249	2.211	2.17	2.139	2.114	
1	1.000	2.286	2.248	2.21	2.169	2.139	2.114	
2	1.414	2.286	2.247	2.208	2.169	2.138	2.114	
3	1.732	2.285	2.245	2.206	2.166	2.136	2.114	
6	2.449	2.284	2.244	2.203	2.164	2.134	2.114	
8	2.828	2.284	2.243	2.201	2.162	2.132	2.114	
10	3.162	2.284	2.243	2.2	2.161	2.132	2.113	
15	3.873	2.284	2.242	2.2	2.161	2.131	2.113	
20	4.472	2.283	2.242	2.198	2.159	2.129	2.112	
30	5.477	2.283	2.24	2.197	2.157	2.128	2.112	
40	6.325	2.282	2.24	2.196	2.157	2.127	2.112	
60	7.746	2.281	2.24	2.195	2.155	2.125	2.112	
120	10.954	2.28	2.239	2.193	2.154	2.124	2.11	
180	13.416	2.28	2.239	2.191	2.154	2.123	2.11	
300	17.321	2.28	2.239	2.191	2.154	2.123	2.109	
420	20.494	2.28	2.239	2.191	2.154	2.123	2.108	
840	28.983	2.28	2.239	2.191	2.154	2.123	2.107	
1440	37.947	2.28	2.239	2.187	2.154	2.121	2.105	



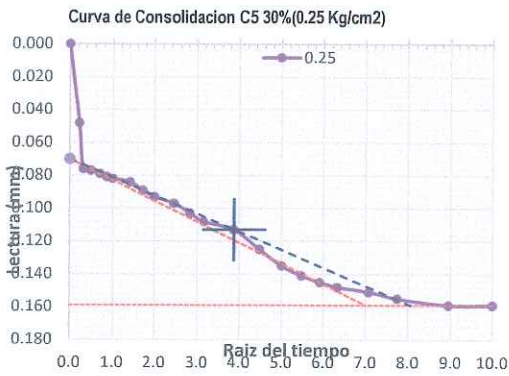
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez Torres
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

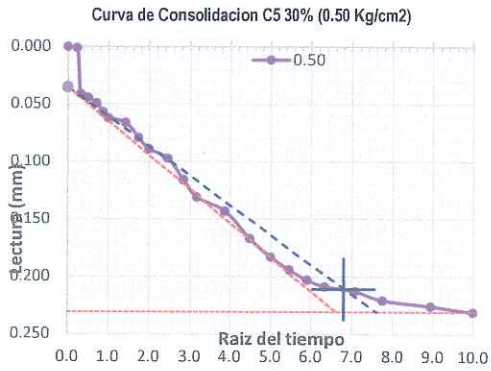
Claudia Emilia Benavidez Nuñez
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. Nº 176324

Harlin Cleder Diaz Mejia

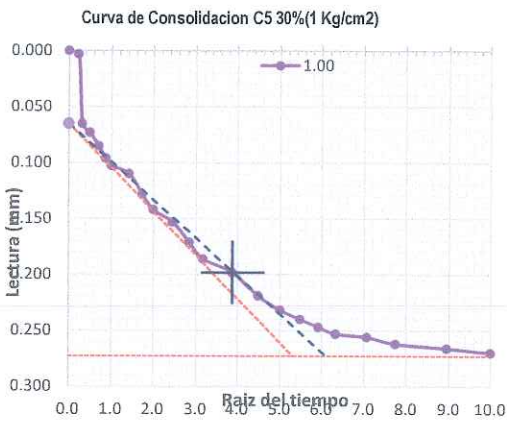
Yoner Omar Herrera Muñoz



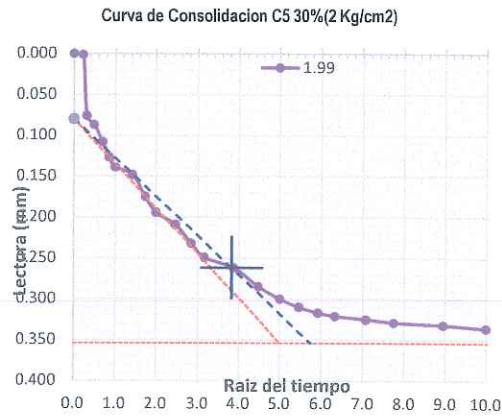
Cv = 0.2590



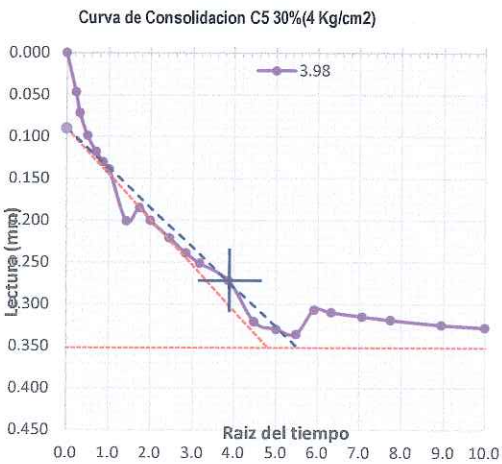
Cv = 0.1451



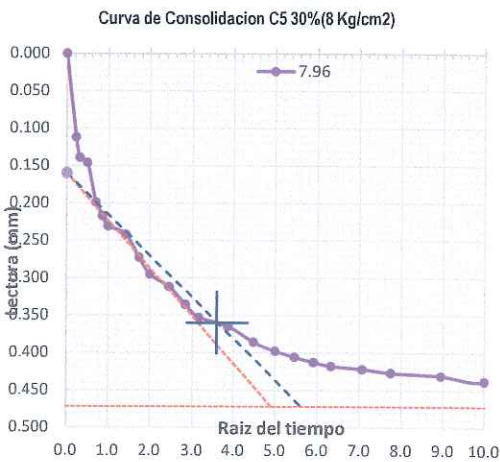
Cv = 0.2484



Cv = 0.2443



Cv = 0.2326



Cv = 0.2414

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vasquez T...
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CLAUDIA OSWALDO NÚÑEZ
INGENIERA CIVIL
REG. CIP. Nº 176024

HARLIN CLEDER
DÍAZ MESIA

Joner Omar Herrero Muñoz

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL			CODIGO DEL DOCUMENTO:
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-05 (30%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACION:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz	
FECHA DE ENSAYO:	22/05/2023		REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez	

DATOS

Estado : Inalterado

Profundidad muestra: 3 m

Gs = 2.62

Datos del espécimen		Inicial	Final
Densidad húmeda inic:	1.99	Diámetro (mm) :	50.60
Densidad seca inicial :	1.55	Altura (mm):	22.33
Presión de hinchamiento :		Humedad (%):	14.24%
	0.000 kg/cm2	Saturación (%):	100.0%
			40.0%

ETAPA DE LA CARGA

Carga (kPa)	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)	Coeffic. de Consolid. (cm2/min) Tyler
0.00 kg/cm2	0.000	0.000	22.330	22.330	11.165	1.550	0.697	0.000	--
0.12 kg/cm2	-0.480	0.480	21.850	22.090	11.045	1.584	0.661	2.150	0.190
0.25 kg/cm2	-0.639	0.639	21.691	21.771	10.885	1.596	0.649	2.862	0.259
0.5 kg/cm2	-0.870	0.870	21.460	21.576	10.788	1.613	0.631	3.896	0.145
1 kg/cm2	-1.143	1.143	21.187	21.324	10.662	1.634	0.610	5.119	0.248
1.99 kg/cm2	-1.497	1.497	20.833	21.010	10.505	1.662	0.583	6.704	0.244
3.98 kg/cm2	-1.849	1.849	20.481	20.657	10.329	1.690	0.557	8.280	0.233
7.96 kg/cm2	-2.321	2.321	20.009	20.245	10.123	1.730	0.521	10.394	0.241


ETAPA DE LA DESCARGA


Carga	Lectura final (mm)	Asentam. (mm)	Altura final (mm)	Altura promedio (mm)	Altura drenada (mm)	Densidad Seca (gr/cm3)	Relación Vacíos (e)	Deformac. vertical (%)
7.96 kg/cm2	-2.321	2.321	20.009	20.009	10.005	1.730	0.521	10.394
3.98 kg/cm2	-2.280	2.280	20.050	20.030	10.015	1.726	0.524	10.210
1.99 kg/cm2	-2.239	2.239	20.091	20.071	10.035	1.723	0.527	10.027
1 kg/cm2	-2.187	2.187	20.143	20.117	10.059	1.718	0.531	9.794
0.5 kg/cm2	-2.154	2.154	20.176	20.160	10.080	1.716	0.534	9.646
0.25 kg/cm2	-2.121	2.121	20.209	20.193	10.096	1.713	0.536	9.498
0.12 kg/cm2	-2.105	2.105	20.225	20.217	10.109	1.711	0.537	9.427


HARLIN CLEDER DIAZ MEJIA


 UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

 Walter Manile Vásquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

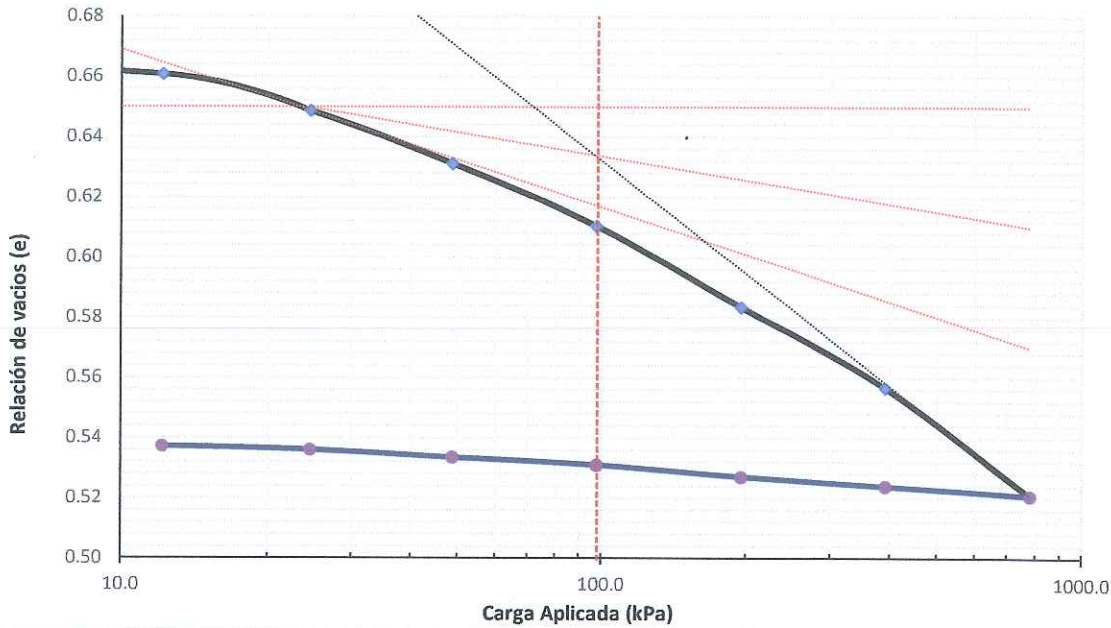

 Yoner Omar Herrera Muñoz


 CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. N° 170824

	LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA				
	PROTOCOLO				
	ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:	
	NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154			
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."				
CALICATA:	C-05 (30%)	ESTRATO:	1	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
UBICACIÓN:	I.E 10392 CABRACANCHA		COLOR DE MATERIAL:		
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023		RESPONSABLE:		Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	22/05/2023		REVISADO POR:		Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

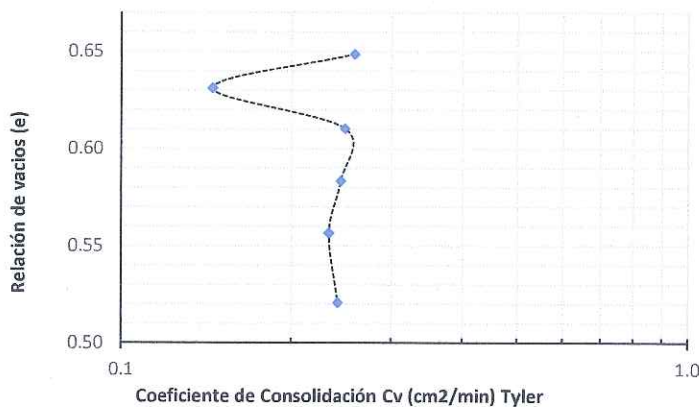
RESULTADOS

CURVA DE CONSOLIDACIÓN DE LABORATORIO



Carga de Preconsolidación σ'_c (Casagrande) = 98 kPa = 1 kg/cm²

Índice de Compresibilidad Lab $C_c = 0.125$ Índice Recompr. Lab $C_r = 0.009$



Harlin Cleder Diaz Mejia
**HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA**

Yoner Omar Herrera Muñoz
**Yoner Omar Herrera
 MUÑOZ**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vásquez
Walter Manuel Vásquez
 DIRECTOR DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Claudia Emilia Benavidez Nuñez

CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 Reg. CIP. Nº 176824

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS - UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA			
PROTOCOLO			
ENSAYO:	CONSOLIDACION UNIDIMENSIONAL		CODIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA:	NORMA TECNICA PERUANA 339.154		
PROYECTO:	"EVALUACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO DE CIMENTACION EN LA I.E. 10392 CABRACANCHA, ADICIONANDO VIDRIO PULVERIZADO, CHOTA, 2022."		
CALICATA:	C-05 (30%)	ESTRATO:	1
UBICACION:	I.E. 10392 CABRACANCHA	TIPO DE MATERIAL:	Arcilla Gruesa Arenosa de Alta Plasticidad(CH)
FECHA DE MUESTREO:	08/03/2023	RESPONSABLE:	Harlin Cleder Diaz Mejia Yoner Omar Herrera Muñoz
FECHA DE ENSAYO:	22/05/2023	REVISADO POR:	Ing. Claudia Emilia Benavidez Nuñez

Calculo de asentamiento C-05 (30%)

Datos del terreno de cimentación:

Peso específico γ	=	13.2	KN/m ³
Altura del nivel Freático hw	=	0.0	m
Peso específico saturado γ_{sat}	=	15.0	KN/m ³

Datos geométricos de la cimentación

Prof. de cimentación Df mínima	=	1.5	m
Base de cimentación B	=	1.0	m
Largo de cimentación L	=	1.0	m

Otros Datos:

Presión de Pre consolidación (σ_p)	=	145.00	KN/m ²
Presión aplicada por la estructura	=	81.40	KN/m ²
Resistencia a la compresión Simple (q_u)	=	75.00	KN/m ²
Índice de Compresión (Cc)	=	0.079	
Índice de Entumecimiento (Cs)	=	0.022	
Límite Líquido (LL)	=	44.45	
Gravedad Específica (Gs)	=	2.62	
Índice de Poros Inicial (eo)	=	1.20	
Índice Plástico (IP)	=	22.88	
Grado de Consolidación (OCR)	=	1.00	

Asentamiento por método de la Consolidación

Para Arcillas Normalmente Consolidadas, se puede asumir que:

$S_c \approx S_{1xD} =$	11.2	mm
$S_t \approx 1.1 S_c =$	12.3	mm
$S_i \approx 0.1 S_c =$	1.1	mm

El calculo del asentamiento por el método edometrico, se realizará por niveles horizontales cuyo espesor Zi conviene limitar.

La deformación unitaria viene dado por alguna de las tres expresiones siguientes:

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_v} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \geq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{\sigma_v} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

$$\epsilon_i = \frac{1}{1+e_0} \left[c_s \cdot \log_{10} \left(\frac{p_c}{\sigma_v} \right) + c_c \cdot \log_{10} \left(\frac{\sigma_f}{p_c} \right) \right] \quad \text{cuando } \sigma_f \leq p_c$$

Asentamiento por Consolidación Primaria S_{1xD} (mm) = 11.2


$S_t = 12.3$ mm

Datos de asentamiento

fac. de incr. =


0.25

Z (m)	σ'_v (kN/m ²)	$\Delta\sigma'_v$ (kN/m ²)	S'c (mm)
0.00	0.00	0.00	0.00
0.25	1.30	0.00	0.00
0.50	2.60	0.00	0.00
0.75	3.89	0.00	0.00
1.00	5.19	0.00	0.00
1.25	6.49	0.00	0.00
1.50	7.79	0.00	0.00
1.75	9.08	52.10	2.07
2.00	10.38	36.18	1.63
2.25	11.68	26.58	1.29
2.50	12.98	20.35	1.02
2.75	14.27	16.08	0.82
3.00	15.57	13.02	0.66
3.25	16.87	10.76	0.54
3.50	18.17	9.04	0.44
3.75	19.46	7.71	0.36
4.00	20.76	6.64	0.30
4.25	22.06	5.79	0.25
4.50	23.36	5.09	0.21
4.75	24.65	4.51	0.18
5.00	25.95	4.02	0.16
5.25	27.25	3.61	0.14
5.50	28.55	3.26	0.12
5.75	29.84	2.95	0.10
6.00	31.14	2.69	0.09
6.25	32.44	2.46	0.08
6.50	33.74	2.26	0.07
6.75	35.03	2.08	0.06
7.00	36.33	1.93	0.06
7.25	37.63	1.79	0.05
7.50	38.93	1.66	0.05
7.75	40.22	1.55	0.04
8.00	41.52	1.45	0.04
8.25	42.82	1.36	0.03
8.50	44.12	1.27	0.03
8.75	45.41	1.20	0.03
9.00	46.71	1.13	0.03
9.25	48.01	1.06	0.02
9.50	49.31	1.00	0.02
9.75	50.60	0.95	0.02
10.00	51.90	0.90	0.02
10.25	53.20	0.86	0.02
10.50	54.50	0.81	0.02
10.75	55.79	0.77	0.01
11.00	57.09	0.74	0.01
11.25	58.39	0.70	0.01
11.50	59.69	0.67	0.01
11.75	60.98	0.64	0.01
12.00	62.28	0.62	0.01
12.25	63.58	0.59	0.01
12.50	64.88	0.57	0.01
12.75	66.17	0.54	0.01
13.00	67.47	0.52	0.01
13.25	68.77	0.50	0.01
13.50	70.07	0.48	0.01
13.75	71.36	0.46	0.01
14.00	72.66	0.45	0.01
14.25	73.96	0.43	0.01
			11.21


**HARLIN CLEDER
 DIAZ MEJIA**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA

Walter Manuel Vasquez
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL


**Yoner Omar Herrera
 Muñoz**


CLAUDIA EMILIA BENAVIDEZ NUÑEZ
 INGENIERA CIVIL
 RES. CIP. N° 276324