

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA

Facultad de Ingeniería

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

TESIS

**ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO
RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO,
URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

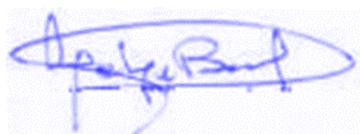
Bach. NOEL CORNELIO ESTHER NOEMI

BARRANCA – PERÚ

2022



.....
PRESIDENTE
Mg. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO



.....
MIEMBRO
Mg. LEO AVELINO LA BORDA DUEÑAS TOVAR



.....
MIEMBRO
Ing. JOSÉ JOEL LOPEZ SOTO



.....
ASESOR
Mg. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA



Barranca, 27 de mayo de 2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los integrantes del Jurado Evaluador

| |
|---|
| Presidente: MG. RAÚL EDGAR CASTILLEJO MELGAREJO |
| Miembro: MG. LEO AVELINO LA BORDA DUEÑAS TOVAR |
| Miembro: ING. JOSÉ JOEL LÓPEZ SOTO |
| Asesor: MG. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA |

Se reúnen para evaluar la sustentación de la tesis titulada: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA.

Presentado por el graduado:

ESTHER NOEMI NOEL CORNELIO

Para optar el Título Profesional de INGENIERO CIVIL

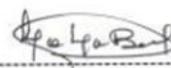
Luego de haber evaluado la sustentación de la tesis, concluye de manera unánime () por mayoría simple () calificar a:

| | | | | |
|---|------------------|--------------|----------------------|--------------------|
| (Apellidos y Nombres) ESTHER NOEMI NOEL CORNELIO | | | Nota: 15 (Quince) | |
| Sobresaliente () | Muy bueno () | Bueno (X) | Regular () | Desaprobado () |

Los miembros del Jurado Evaluador firman en señal de conformidad.



 MG. RAÚL EDGAR CASTILLEJO
 MELGAREJO
 Presidente



 MG. LEO AVELINO LA BORDA DUEÑAS
 TOVAR
 Miembro



 ING. JOSÉ JOEL LÓPEZ SOTO
 Miembro



 MG. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ
 VEGA
 Asesor

DEDICATORIAS

Se lo dedico a mi padre, Isaías Felipe Noel Arteaga, mi ángel del cielo quien en sus consejos siempre me motivo a ir detrás de mi sueño, y a mi madre Fredienma Cornelio Maldonado que me dio su apoyo incondicional en todo momento desde que inicié mi mundo universitario hasta lograr mi titulación.

A todos mis hermanos; en especial a Edgar Noel y Esau Noel por la motivación, apoyo incondicional y ayuda económica para lograr mis metas Profesionales.

A mi amigo Saul Salinas Vásquez, por sus palabras de aliento y apoyo.

AGRADECIMIENTOS

Ante todo, agradezco a Dios por permitirme seguir con vida y salud ante la situación crítica que está pasando el mundo por la pandemia COVID19, por ayudarme a cumplir mis objetivos.

Agradezco a mi Asesor, M(o). Sleyther Arturo De la Cruz Vega, por su dedicación, esfuerzo y paciencia en el asesoramiento de mi trabajo de tesis.

Agradezco a los docentes de la Universidad donde me forme, por brindarme una buena calidad de enseñanza y por motivarme a investigar lo referente a la carrera de ingeniería civil.

Y agradezco a todas las personas que contribuyeron y ayudaron durante la elaboración y ejecución de esta investigación de tesis.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Noel Cornelio Esther Noemi, Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Barranca; declaro la Tesis titulada "ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA" presentada para obtener el grado académico de Ingeniero Civil la cual es de mi autoría, por lo que declaro lo siguiente:

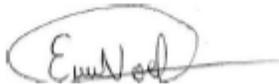
Fueron mencionadas y citadas cada una de las fuentes utilizadas para esta investigación, realizando la identificación correcta de cada cita textual o de paráfrasis procedentes de otras fuentes, en base a lo definido por las normas de elaboración de trabajos académicos.

No he hecho uso de ninguna otra fuente distinta de las que se encuentran mencionadas en mi tesis.

Soy consciente de que mi investigación no fue presentada con anterioridad, de forma parcial ni completa para obtención del grado académico.

Tengo conocimiento que mi trabajo será revisado electrónicamente con la finalidad de buscar plagio, TURNITIN de la Universidad Nacional de Barranca.

De encontrar uso de material intelectual distinto sin haber mencionado debidamente su fuente o autor me someteré a las sanciones disciplinarias correctivas.



Noel Cornelio Esther Noemi
DNI: 48383576

INDICE

| | |
|--|----|
| I. INFORMACION GENERAL | 1 |
| 1.1 Título del proyecto | 1 |
| 1.2 Autor | 1 |
| 1.3 Asesor | 1 |
| 1.4 Tipo de investigación | 1 |
| 1.5 programa y línea de investigación | 1 |
| 1.6 Duración del proyecto | 1 |
| 1.7 Localización del proyecto | 2 |
| II. RESUMEN | 3 |
| ABSTRACT | 5 |
| III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 7 |
| 3.1. Situación del problema | 7 |
| 3.2. Formulación del problema | 8 |
| 3.2.1. Problema general. | 8 |
| 3.2.2. Problemas específicos. | 9 |
| IV. JUSTIFICACIÓN | 10 |
| 4.1. Justificación teórica | 10 |
| 4.2. Justificación Práctica | 10 |
| 4.3. Justificación social y ambiental | 11 |
| 4.4. Justificación metodológica | 12 |
| V. ANTECEDENTES Y/O ESTADO DEL ARTE | 13 |
| 5.1. Antecedentes | 13 |
| 5.1.1. Antecedentes internacionales | 13 |
| 5.1.2. Investigaciones nacionales | 16 |
| 5.2. Bases teóricas | 20 |
| 5.2.1. Fundamentos teóricos del suelo. | 20 |
| 5.2.1.1. El suelo. | 20 |
| 5.2.1.2. La mecánica de suelo. | 21 |
| 5.2.1.3. Tipos de suelo. | 21 |

| | |
|--|----|
| 5.2.1.3.1.El suelo arenoso. | 22 |
| 5.2.1.3.2. El suelo limoso. | 22 |
| 5.2.1.3.3.El suelo arcilloso. | 22 |
| 5.2.1.3.4.Suelos gravosos. | 23 |
| 5.2.1.4. Clasificación de suelo. | 23 |
| 5.2.2.Vidrio. | 27 |
| 5.2.2.1.Fabricación del vidrio. | 27 |
| 5.2.2.2.Tipos de vidrio. | 28 |
| 5.2.2.2.1.Vidrio sódico – cálcico. | 28 |
| 5.2.2.2.2.Vidrio de borosilicato. | 28 |
| 5.2.2.2.3.Vidrio de sílice. | 28 |
| 5.2.2.2.4.Vidrio plúmbico. | 29 |
| 5.2.2.3. Clases de vidrio. | 29 |
| 5.2.2.4.Características del vidrio. | 30 |
| 5.2.2.5.Propiedades del vidrio. | 30 |
| 5.2.2.5.1.Elasticidad. | 30 |
| 5.2.2.5.2.Viscosidad. | 30 |
| 5.2.2.5.3.Térmicas. | 31 |
| 5.2.2.5.4.Densidad. | 31 |
| 5.2.2.5.5.Compensibilidad. | 32 |
| 5.2.2.5.6.Durabilidad química. | 32 |
| 5.2.2.5.7.Eléctricas. | 32 |
| 5.2.2.6.Botellas de vidrio transparentes. | 32 |
| 5.2.2.7.Reciclaje. | 33 |
| 5.2.2.7.1.Proceso de reciclaje. | 33 |
| 5.2.2.8.Polvo de vidrio. | 34 |
| 5.2.2.9.Composición química del vidrio. | 34 |
| 5.2.3.Vías urbanas. | 34 |
| 5.2.3.1.Clasificación de pavimentos urbanas según la Norma Técnica CE.010. | 34 |
| 5.2.3.1.1.Las vías expresas. | 34 |
| 5.2.3.1.2.Las vías arteriales. | 34 |
| 5.2.3.1.3.Las vías colectoras. | 35 |
| 5.2.3.1.4.Las vías locales. | 35 |
| 5.2.3.2.Clasificación de vías por demanda. | 35 |
| 5.2.3.2.1.Trochas carrozables. | 35 |
| 5.2.4.Investigación de campo (calicata). | 36 |
| 5.2.5.Ensayos de laboratorios. | 37 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2.5.1. Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos. | 37 |
| 5.2.5.1.1. Contenido de humedad - MTC E 108/ASTM D 2216. | 37 |
| 5.2.5.1.2. Análisis granulométrico por tamizado - MTC E 107/ASTM D 6913. | 38 |
| 5.2.5.1.3. Límite líquido - MTC E 110/ASTM D 4318. | 39 |
| 5.2.5.1.4. Límite plástico - MTC E 111/ASTM D 4318. | 39 |
| 5.2.5.1.5. Índice de plasticidad - MTC E 111/ASTM D 4318. | 40 |
| 5.2.5.1.6. Índice de grupo. | 41 |
| 5.2.5.1.7. Proctor modificado - MTC E 115/ASTM D 1557. | 42 |
| 5.2.5.1.8. Ensayo CBR - ASTM D 1883. | 44 |
| 5.2.5.2. Ensayo de laboratorio de análisis químico del polvo de vidrio reciclado. | 46 |
| 5.2.5.2.1. Fluorescencia de rayos X | 46 |
| 5.2.6. Aspectos generales del distrito de Barranca. | 48 |
| 5.2.6.1. Ciudad de Barranca. | 48 |
| 5.2.6.1.1. Ubicación geográfica. | 48 |
| 5.2.6.1.2. Límites geopolíticos. | 48 |
| 5.2.6.1.3. Micro localización gráfica. | 48 |
| 5.2.6.2. Jirón Miguel Grau Seminario. | 50 |
| 5.2.6.2.1. Descripción. | 50 |
| 5.2.6.2.2. Localización. | 50 |
| 5.2.6.3. Aspecto económico. | 50 |
| 5.2.6.4. Aspecto social. | 51 |
| 5.2.6.5. Servicios básicos. | 51 |
| 5.2.6.6. Población. | 51 |
| 5.2.6.7. Viviendas. | 52 |
| 5.2.6.8. Clima. | 52 |
| 5.2.7. Glosario de abreviaturas y términos. | 53 |
| 5.2.7.1. Abreviaturas. | 53 |
| 5.2.7.2. Términos. | 53 |
| VI. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE ESTUDIO | 55 |
| 6.1. Hipótesis | 55 |
| 6.1.1. Hipótesis general. | 55 |
| 6.1.2. Hipótesis específicas. | 55 |
| 6.2. Variables de estudio | 56 |
| 6.2.1. Polvo de vidrio reciclado – variable 1. | 56 |
| 6.2.2. Estabilización de suelo – variable 2. | 56 |
| 6.3. Operacionalización de las variables | 57 |
| VII. OBJETIVOS | 59 |

| | |
|--|----|
| 7.1. Objetivo general | 59 |
| 7.2. Objetivos específicos | 59 |
| VIII. METODOLOGÍA | 60 |
| 8.1. Tipo de la investigación | 60 |
| 8.2. Nivel de la investigación | 60 |
| 8.3. Enfoque de la investigación | 61 |
| 8.4. Diseño de la investigación | 61 |
| 8.5. Población y muestra | 63 |
| 8.5.1.Población. | 63 |
| 8.5.2. Muestra. | 63 |
| 8.5.2.1.Descripción de la muestra. | 63 |
| 8.6. Unidad de análisis | 65 |
| 8.7. Instrumentos de investigación. | 65 |
| 8.8. Materiales, herramientas y equipos | 65 |
| 8.8.1.Materiales. | 65 |
| 8.8.2.Herramientas. | 65 |
| 8.8.3.Equipos. | 66 |
| 8.9. Metodología de estudios | 72 |
| 8.9.1.Técnicas y recolección de datos. | 72 |
| 8.9.1.1.Reciclaje y trituración de las botellas de vidrio transparentes. | 72 |
| 8.9.1.1.1.Descripción del reciclaje. | 72 |
| 8.9.1.1.2.Procedimiento de limpieza. | 73 |
| 8.9.1.1.3.Procedimiento de trituración. | 74 |
| 8.9.1.2.Tamizado del vidrio molido por la malla N° 200. | 75 |
| 8.9.1.2.1.Descripción. | 75 |
| 8.9.1.2.2.Procedimiento. | 76 |
| 8.9.1.3.Análisis químico del polvo de vidrio por fluorescencia de rayos x. | 77 |
| 8.9.1.3.1.Descripción. | 77 |
| 8.9.1.3.2.Procedimiento. | 77 |
| 8.9.1.4.Muestreo de suelo. | 78 |
| 8.9.1.4.1.Descripción. | 78 |
| 8.9.1.4.2.Procedimiento. | 78 |
| 8.9.1.5.Excavación de calicatas. | 80 |
| 8.9.1.5.1.Descripción. | 80 |
| 8.9.1.5.2.Procedimiento. | 81 |
| 8.9.1.5.3.Perfil estratigráfico de las calicatas. | 83 |

| | |
|---|-----|
| 8.9.1.6. Transporte de las muestras de suelo al laboratorio UNAB y Knight Piésold. | 83 |
| 8.9.1.6.1. Descripción del transporte. | 83 |
| 8.9.1.6.2. Procedimiento. | 83 |
| 8.9.1.7. Ensayo contenido de humedad natural- MTC E 108/ASTM D 2216. | 85 |
| 8.9.1.7.1. Descripción. | 85 |
| 8.9.1.7.2. Procedimiento. | 85 |
| 8.9.1.8. Ensayo granulométrico por tamizado - MTC E 107/ASTM D 6913. | 86 |
| 8.9.1.8.1. Descripción. | 86 |
| 8.9.1.8.2. Procedimiento. | 87 |
| 8.9.1.9. Ensayo de límite líquido - MTC E 110/ASTM D 4318. | 89 |
| 8.9.1.9.1. Descripción para suelo natural. | 89 |
| 8.9.1.9.2. Procedimiento para suelo natural. | 89 |
| 8.9.1.9.3. Descripción para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 91 |
| 8.9.1.9.4. Procedimiento para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 91 |
| 8.9.1.10. Ensayo de límite plástico e índice de plasticidad- MTC E 111/ASTM D 4318. | 92 |
| 8.9.1.10.1. Descripción para suelo natural. | 92 |
| 8.9.1.10.2. Procedimiento para suelo natural. | 93 |
| 8.9.1.10.3. Descripción para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 94 |
| 8.9.1.10.4. Procedimientos para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 94 |
| 8.9.1.11. Ensayo de proctor modificado - MTC E 115/ASTM D 1557. | 94 |
| 8.9.1.11.1. Descripción para suelo natural. | 94 |
| 8.9.1.11.2. Procedimiento para suelo natural. | 95 |
| 8.9.1.11.3. Descripción para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 98 |
| 8.9.1.11.4. Procedimiento para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 98 |
| 8.9.1.12. Ensayo de relación de capacidad de soporte - ASTM D 1883. | 100 |
| 8.9.1.12.1. Descripción para suelo natural. | 100 |
| 8.9.1.12.2. Procedimiento para suelo natural. | 101 |
| 8.9.1.12.3. Descripción para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 106 |
| 8.9.1.12.4. Procedimiento para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 106 |
| 8.9.2. Procesamiento de datos. | 108 |
| 8.10. Presentación de resultados. | 109 |
| IX. CONSIDERACIONES ETICAS | 110 |
| X. RESULTADOS Y DISCUSION | 111 |
| 10.1. Resultados | 111 |
| 10.1.1. Resultados de la prueba de hipótesis | 111 |
| 10.1.1.1. Prueba de normalidad. | 111 |

| | |
|---|------------|
| 10.1.1.2.Evaluación de prueba paramétrica con correlación Pearson | 112 |
| 10.1.2.Análisis químico del polvo de vidrio por fluorescencia de rayos X. | 114 |
| 10.1.3.Muestreo de suelo - perfil estratigráfico de las calicatas realizadas. | 115 |
| 10.1.3.1.Descripción de la calicata C-1. | 115 |
| 10.1.3.2.Descripción de la calicata C-2. | 115 |
| 10.1.3.3.Descripción de la calicata C-3. | 116 |
| 10.1.4.Ensayo de contenido de humedad natural ASTM D 2216 de las calicatas realizadas. | 116 |
| 10.1.5.Ensayo de análisis granulométrico por tamizado ASTM D 6913 de las calicatas realizadas. | 117 |
| 10.1.6.Ensayos de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad ASTM D 4318 de las calicatas realizadas. | 119 |
| 10.1.6.1.Resultados del ensayo para suelo natural. | 119 |
| 10.1.6.2.Resultados de la clasificación SUCS y AASHTO del suelo que conforma la sub rasante, sub base y base del jirón Miguel Grau Seminario. | 120 |
| 10.1.6.3.Resultados de los ensayos para suelo natural con polvo de vidrio reciclado. | 123 |
| 10.1.7.Ensayo de compactación proctor modificado ASTM D 1557 de las calicatas realizadas. | 133 |
| 10.1.7.1.Resultados del ensayo para suelo natural. | 133 |
| 10.1.7.2.Resultados de los ensayos para suelo natural con polvo de vidrio reciclado. | 134 |
| 10.1.8.Ensayo CBR de laboratorio ASTM D 1883 de las calicatas realizadas. | 139 |
| 10.1.8.1.Resultados del porcentaje CBR en laboratorio del suelo natural. | 139 |
| 10.1.8.2.Resultados del porcentaje CBR en laboratorio del suelo con polvo de vidrio reciclado. | 140 |
| 10.1.8.3.Resultados de la comparación de los valores de CBR entre el suelo patrón y el suelo con polvo de vidrio reciclado. | 142 |
| 10.1.9.Resultado del porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado para la vía jirón Miguel Grau Seminario. | 143 |
| 10.1.9.1.Para un suelo arena arcillosa | 143 |
| 10.1.9.2.Para un suelo arena limosa arcillosa | 144 |
| 10.2. Discusión | 147 |
| XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 150 |
| 11.1.Conclusiones | 150 |
| 11.1.1.Conclusión general. | 150 |
| 11.1.2.Conclusiones específicas. | 151 |
| 11.2. Recomendaciones | 153 |
| XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 154 |
| 12.1.Libros | 154 |
| 12.2.Tesis o trabajos de grado | 155 |

| | |
|---|-----|
| 12.3. Artículo de revista | 156 |
| 12.4. Periódico – online | 157 |
| 12.5. Manual | 157 |
| 12.6. Normas técnicas | 158 |
| 12.7. Página web | 158 |
| XIII. ANEXOS | 159 |
| 13.1 Anexo N° 01: Panel fotográfico | 159 |
| 13.1.1. Estado físico de la vía. | 159 |
| 13.1.2. Recolección y reciclaje de botellas de vidrio. | 160 |
| 13.1.3. Limpieza, desinfección y secado de las botellas recolectadas. | 161 |
| 13.1.4. Trituración de las botellas transparentes – recicladas. | 163 |
| 13.1.5. Obtención de Polvo de vidrio reciclado. | 166 |
| 13.1.5.1. Tamizado del vidrio reciclado para análisis químico por FRX. | 166 |
| 13.1.5.2. Producción de polvo de vidrio reciclado para estudio de suelo. | 167 |
| 13.1.6. Excavación de calicatas. | 169 |
| 13.1.7. Conservación y transporte de muestras de suelo – MTC E 104. | 176 |
| 13.1.8. Secado total de las muestras al aire libre. | 177 |
| 13.1.8.1. Desmenuzacion de los terrones de suelo seco. | 179 |
| 13.1.9. Estudio de mecánica de suelo de laboratorio. | 180 |
| 13.1.9.1. Pasos del ensayo de humedad natural- MTC E 108/ASTM D 2216. | 180 |
| 13.1.9.2. Pasos del ensayo granulométrico por tamizado - MTC E 107/ASTM D 6913. | 181 |
| 13.1.9.3. Pasos del ensayo de limite líquido - MTC E 110/ASTM D 4318 | 186 |
| 13.1.9.4. Ensayo de limite plástico e índice de plasticidad- MTC E 111/ASTM D 4318 | 193 |
| 13.1.9.5. Pasos del ensayo de proctor modificado - MTC E 115/ASTM D 1557 | 196 |
| 13.1.9.6. Ensayo de relación de capacidad de soporte - ASTM D 1883 | 205 |
| 13.2. Anexo N° 02: Documentos – consideraciones éticas | 220 |
| 13.2.1. Resolución de designación de asesor. | 220 |
| 13.2.2. Resolución de aprobación del proyecto de tesis | 221 |
| 13.2.3. Constancia de verificación de tesis – TURNITIN | 223 |
| 13.2.4. Autorización para realizar excavación – Sub G. de obras privadas, MPB. | 224 |
| 13.2.5. Certificado de capacitación de bioseguridad en el marco del covid 19 | 225 |
| 13.2.6. Solicitud de uso de laboratorio | 226 |
| 13.2.7. Orden de trabajo para análisis químico del polvo de vidrio reciclado | 227 |
| 13.3. Anexo N° 03: Informe de ensayo de la obtención del polvo de vidrio reciclado. | 228 |
| 13.4. Anexo N° 04: Resultado del análisis químico del polvo vidrio por FRX | 230 |
| 13.5. Anexo N° 05: Estudio de la vía jirón Miguel Grau Seminario | 234 |

| | |
|---|-----|
| 13.5.1.Estudio de campo – Empresa INGELCI PERU SAC. | 234 |
| 13.5.1.1.Muestreo de suelo y perfil estratigráfico | 234 |
| 13.6. Anexo N° 06: Estudio de mecánica de suelos | 240 |
| 13.6.1.Estudio de laboratorio – UNAB | 240 |
| 13.6.1.1.Ensayos al suelo patrón | 240 |
| 13.6.1.2.Ensayos de suelo con polvo de vidrio reciclado | 255 |
| 13.6.2.Estudio de laboratorio – KNIGHT PIÉSOLD | 273 |
| 13.6.2.1.Informes de los ensayos del suelo patrón y con polvo de vidrio reciclado | 273 |
| 13.6.2.2.Certificado de calibración del anillo de carga para CBR | 309 |
| 13.7. Anexo N° 07: Matriz de consistencia. | 312 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1. Tipos de suelos de acuerdo al tamaño del fragmento | 21 |
| tabla 2. Clasificación AASHTO | 24 |
| tabla 3. Correlación de los suelos SUCS - AASHTO | 26 |
| tabla 4. Cantidad de puntos para reconocimiento de suelos | 36 |
| tabla 5. Índice de plasticidad | 40 |
| tabla 6. Caracterización de la plasticidad de un suelo | 41 |
| tabla 7. Índice de grupo | 42 |
| tabla 8. Estimaciones de precisión permisibles para laboratorios | 44 |
| tabla 9. Categorías de sub rasante para el CBR | 44 |
| tabla 10. Clasificación y uso del suelo según el valor de CBR | 45 |
| tabla 11. California bearing ratio (CBR). | 45 |
| tabla 12. Parámetros climáticos promedio de barranca | 52 |
| tabla 13. Variable 1 - V. Independiente | 57 |
| tabla 14. Variable 2 - V. Dependiente | 58 |
| tabla 15. Estructura de los ensayos para el suelo patrón | 61 |
| tabla 16. Estructura de los ensayos para el suelo con polvo de vidrio reciclado | 62 |
| tabla 17. Datos de la ubicación de las calicatas | 81 |
| tabla 18. Coordenadas UTM de las calicatas | 82 |
| tabla 19. Prueba de normalidad para la distribución de los datos | 111 |
| tabla 20. Coeficiente de correlación de pearson: r | 112 |
| tabla 21. Prueba de pearson para prueba de hipótesis general: aceptar o rechazar | 113 |
| tabla 22. Resultados del análisis químico semicuantitativo del polvo de vidrio reciclado | 114 |
| tabla 23. Resumen de los resultados de contenido de humedad natural | 116 |
| tabla 24. Resumen de los resultados del porcentaje pasante de las calicatas | 117 |
| tabla 25. Resumen de los porcentajes de cada tipo de material | 119 |
| tabla 26. Resultados del comportamiento que presenta el suelo patrón | 120 |
| tabla 27. Resultados de la clasificación de las muestras de la vía miguel grau | 121 |
| tabla 28. Resultados del comportamiento que presenta el suelo con P.V.R de la calicata C-1 | 123 |

| | |
|--|-----|
| tabla 29. Resultados del comportamiento que presenta el suelo con P.V.R de la calicata C-2 | 126 |
| tabla 30. Resultados del comportamiento que presenta el suelo con P.V.R de la calicata C-3 | 129 |
| tabla 31. Resultados obtenidos de los parámetros del suelo natural de las calicatas | 134 |
| tabla 32. Resultados de los parámetros del suelo con PVR de las calicatas | 135 |
| tabla 33. Cuadro de resumen de resultados de los CBR obtenidos en el laboratorio | 139 |
| tabla 34. Relación de la capacidad de soporte CBR del suelo natural | 139 |
| tabla 35. Relación de la capacidad de soporte CBR del suelo con polvo de vidrio reciclado | 140 |
| tabla 36. Matriz de consistencia de esta investigación | 312 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1, Protocolo para la determinación del tipo de suelo | 23 |
| figura 2, Signos usuales para perfil de calicatas-clasificación SUCS | 25 |
| figura 3, Límites de consistencia | 26 |
| figura 4, Densidad vs porcentaje en peso de plomo | 31 |
| figura 5, Flujograma del proceso de reciclaje de botellas de vidrio transparentes | 33 |
| figura 6, Conjunto de procedimientos para los resultados del contenido de humedad | 38 |
| figura 7, Diversos categorías de curvas de compactación hallados en los suelos | 43 |
| figura 8, Espectrómetro para fluorescencia de rayos X | 47 |
| figura 9, Micro localización grafica del distrito de Barranca | 49 |
| figura 10, Localización geográfica de la vía jirón Miguel Grau Seminario | 50 |
| figura 11, Primer horizonte – suelo orgánico | 64 |
| figura 12, Muestras de suelos – segundo horizonte | 64 |
| figura 13, Equipo de protección personal – protocolos | 66 |
| figura 14, Equipo para el ensayo de contenido de humedad | 67 |
| figura 15, Equipo para el ensayo granulométrico por tamizado | 68 |
| figura 16, Equipo para el ensayo de limites líquido y plástico | 69 |
| figura 17, Equipo para el ensayo de proctor modificado | 70 |
| figura 18, Equipo para el ensayo de CBR | 71 |
| figura 19, Moldes metálicos cilíndricos para estudio de CBR | 71 |
| figura 20, Botellas de vidrio recicladas compradas de la empresa recicladora roly | 72 |
| figura 21, Lavado y desinfección de las botellas recicladas | 73 |
| figura 22, Trituración del vidrio con la plancha compactadora | 74 |
| figura 23, Resultado del tamizado - polvo de vidrio. | 75 |
| figura 24, Molienda del vidrio triturado en la máquina de los ángeles | 76 |
| figura 25, Estado actual de la vía jirón Miguel Grau Seminario | 78 |
| figura 26, Delimitación del área según N. T CE.010 – pavimentos urbanos | 79 |
| figura 27, Ubicación de las calicatas realizadas en jirón miguel grau seminario | 80 |
| figura 28, Delimitación con cal las dimensiones de la calicata | 81 |
| figura 29, Muestras de 250 kg para estudio de suelo | 82 |
| figura 30, Recepción de los 600 kg de muestras de suelo por el laboratorio Knight Piesold | 84 |
| figura 31, Muestras de suelo secado al aire libre - UNAB | 85 |
| figura 32, Peso de contenedores más los especímenes de suelo de la calicata C-1 | 86 |

| | |
|---|-----|
| figura 33, Cuarteo manual para el análisis granulométrico | 87 |
| figura 34, Lavado de las muestras para la separación de los finos | 88 |
| figura 35, Tamizado de la muestra por la malla N° 40 | 89 |
| figura 36, Uso del acanalador para formar la ranura | 91 |
| figura 37, Peso del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado | 92 |
| figura 38, Formación de cilindros de suelo de diámetro de 3.2 mm | 94 |
| figura 39, Plataforma rígida para el ensayo de compactación | 95 |
| figura 40, Peso de 2500 g de muestra de suelo de la C-1 | 97 |
| figura 41, Compactación de las muestras de suelo en 5 capas. | 98 |
| figura 42, Aditivo estabilizador con porcentajes de 2, 5 y 8% | 99 |
| figura 43, Muestra de suelo y polvo de vidrio para ensayo de proctor M. | 100 |
| figura 44, Peso de la muestra de suelo para prueba de CBR | 101 |
| figura 45, Colocación y empernado del molde CBR en su plataforma rígida | 102 |
| figura 46, Peso del molde cbr mas la muestra compactada | 103 |
| figura 47, Tomas de lecturas por 4 días a los moldes de CBR | 104 |
| figura 48, Lecturas tomadas del ensayo de penetración a las muestras de suelo | 105 |
| figura 49, Suelo con polvo de vidrio para ensayo de CBR | 107 |
| figura 50, Mezclado homogéneo del suelo con PVR para moldes de CBR | 108 |
| figura 51, Resultados de las curvas de distribución granulométrica de las calicatas realizadas | 118 |
| figura 52, Abaco de casagrande para la clasificación de símbolos de las calicatas C-1, C-2 y C-3. | 122 |
| figura 53, Variación del IP con adición de PVR de la calicata C-1 | 124 |
| figura 54, Variación del LL con adición de PVR de la calicata C-1 | 125 |
| figura 55, Variación del LP con adición de PVR de la calicata C-1 | 125 |
| figura 56, Variación del IP con adición de PVR de la calicata C-2 | 127 |
| figura 57, Variación del LL con adición de PVR de la calicata C-2 | 128 |
| figura 58, Variación del LP con adición de PVR de la calicata C-2 | 129 |
| figura 59, Variación del IP con adición de PVR de la calicata C-3 | 131 |
| figura 60, Variación del LL con adición de PVR de la calicata C-3 | 132 |
| figura 61, Variación del LP con adición de PVR de la calicata C-3 | 133 |
| figura 62, Proctor modificado del suelo natural de las tres calicatas | 134 |
| figura 63, Proctor modificado del suelo con adición de polvo de vidrio reciclado de la C-1 | 136 |
| figura 64, Proctor modificado del suelo con adición de polvo de vidrio reciclado de la C-2 | 137 |
| figura 65, Proctor modificado del suelo con adición de polvo de vidrio reciclado de la C-3 | 138 |
| figura 66, Valores de CBR del suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado. | 141 |

| | |
|--|-----|
| figura 67, Comparación del valor del cbr entre el suelo patrón y el suelo con polvo de vidrio reciclado. | 142 |
| figura 68, Determinación del porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado para un suelo de clasificación SUCS de SC perteneciente a la vía jirón Miguel Grau Seminario. | 144 |
| figura 69, Determinación del porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado para un suelo de clasificación SUCS de SC-SM perteneciente a la vía jirón Miguel Grau Seminario. | 145 |
| figura 70, Se observa la condición (polvadera) y el desnivel de la vía perteneciente al tramo final | 159 |
| figura 71, Se observa el tramo medio de la vía jirón Miguel Grau Seminario | 159 |
| figura 72, Medición de la dimensión de la vía | 160 |
| figura 73, Se observa el tramo inicial de la vía | 160 |
| figura 74, Se observa las botellas recolectadas de los botaderos y de la chatarrería roly. | 160 |
| figura 75, Se observa el reciclaje de las botellas de vidrio en mi calle | 161 |
| figura 76, Se observa la actividad de limpieza de las botellas | 161 |
| figura 77, Se observa la actividad de desinfección de las botellas | 162 |
| figura 78, Se observa las botellas recolectadas totalmente secadas | 162 |
| figura 79, Se observa las botellas de vidrio totalmente limpias | 163 |
| figura 80, Se observa el momento en que se tritura las botellas con la plancha compactadora | 163 |
| figura 81, Se observa el baseado del vidrio para otra pasada con la plancha compactado | 164 |
| figura 82, Se observa el momento de cuando se tapa el vidrio para otra pasada con la plancha compactado | 164 |
| figura 83, Se observa la finalización del proceso de trituración del vidrio | 165 |
| figura 84, Se observa el momento en que se cuela con una malla para obtener lo fino de lo molido | 165 |
| figura 85, Se observa el tamizado de lo fino por la malla N° 200 | 166 |
| figura 86, Se observa el tamizado por la malla N° 100 para muestra de análisis químico por FRX | 166 |
| figura 87, Muestra para análisis químico - empresa Bisalab | 167 |
| figura 88, Se observa el momento en que se baseo el vidrio triturado a la máquina de los ángeles | 167 |
| figura 89, Se observa el cierre de la máquina de los ángeles para iniciar el molido del vidrio | 168 |
| figura 90, Se observa el vidrio molido después de ciertas revoluciones en la máquina de los ángeles | 168 |
| figura 91, Se observa el tamizado del vidrio molido en la tamizadora mecánica | 169 |
| figura 92, Se observa la C-1 con medidas de 1.2 m x 1.2 m x 1.5 m | 169 |
| figura 93, Se observa la delimitación de la calicata . | 169 |
| figura 95, Se observa los 0.20 m de suelo orgánico con mezcla de plástico entre otros materiales | 170 |
| figura 96, Se observa la posición del GPS para obtener las coordenadas UTM de la calicata c-1 | 170 |
| figura 97, Se observa las muestras sacadas de la cota 0.20 m hasta 1.50 m de la calicata | 170 |

| | |
|--|-----|
| figura 98, Se observa el momento en que el personal del laboratorio INGELCI SAC PERU tapa la calicata C-1 | 171 |
| figura 99, Se observa la calicata C-2 con medidas de 1.2 m x 1.2 m x 1.5 m | 171 |
| figura 100, Se observa la delimitación de la calicata | 171 |
| figura 101, Se realiza la verificación de la altura de la calicata C-2 | 172 |
| figura 102, Se observa la posición del GPS para obtener las coordenadas UTM de la calicata C-2 | 172 |
| figura 103, Se observa las muestras sacadas de la cota 0.30 m hasta 1.50 m de la calicata C-2 | 172 |
| figura 104, Se observa la delimitación de la tercera calicata C-3 | 173 |
| figura 105, Se observa la calicata C-3 con medidas de 1.2 m x 1.2 m x 1.5 m | 173 |
| figura 106, Se observa la posición del GPS para obtener las coordenadas UTM de la calicata C-3 | 174 |
| figura 107, Se observa el momento en que saca una muestra para contenido de humedad natural de la calicata C-3 | 174 |
| figura 108, Se realiza la verificación de la altura de la calicata C-3 | 175 |
| figura 109, Se observa el momento en que el personal del laboratorio INGELCI SAC PERU tapa la calicata C-3 | 175 |
| figura 110, Se observa las muestras sacadas de la cota 0.20 m hasta 1.60 m de la calicata C-3 | 176 |
| figura 111, Muestras trasladadas en auto y conservadas en costales plastificados y bolsas herméticas para los ensayos en el laboratorio de la UNAB | 176 |
| figura 112, Muestra conservada en bolsa hermética para ensayo de humedad natural. | 177 |
| figura 113, Se observa las muestras húmedas tendida en las bandejas para su secado total | 177 |
| figura 114, Se observa las muestras expuestas al aire libre para su secado total como lo indica la MTC E-105 | 178 |
| figura 115, Se observa las muestras secas para iniciar los ensayos | 178 |
| figura 116, Se observa el momento en que se empezó a desmenuzar los terrones de las muestras secas. | 179 |
| figura 117, Se continuo hasta terminar de desmenuzar los terrones utilizando el martillo de goma | 179 |
| figura 118, Se observa cuando se pesó los contenedores vacíos para especímenes de las calicatas | 180 |
| figura 119, Se observa cuando se ingresa las muestras húmedas en el horno | 180 |
| figura 120, Se observa cuando se saca las muestras del horno para pesarlo en la balanza | 181 |
| figura 121, Se observa el tamizado para obtención de las partículas de tamaño máximo de 11/2” y ¾” | 181 |
| figura 122, Se observa el cuarteo manual para el análisis granulométrico | 182 |
| figura 123, Se observa los pesos de las muestras secas iniciales para el análisis granulométrico | 182 |
| figura 124, Se observa el lavado de las muestras para la separación de los finos | 183 |

| | |
|---|-----|
| figura 125, Se observa la colocación de las muestras lavadas y cuando se saca del horno | 183 |
| figura 126, Se observa el tamizado manual de la fracción gruesa | 184 |
| figura 127, Se observa el tamizado mecánico de la fracción fina | 184 |
| figura 128, Se observa el peso del material retenido en cada tamiz - UNAB | 185 |
| figura 129, Se observa el tamaño de las partículas granulométricas de las muestras de suelo en el ensayo granulométrico | 185 |
| figura 130, Se observa el tamizado de la muestra por la malla N° 40 | 186 |
| figura 131, Se observa el material de 120 gramos para límite líquido | 186 |
| figura 132, Se observa cuando se pesó los tres recipientes vacíos | 187 |
| figura 133, Se observa el momento de humedecimiento con agua destilada la muestra de suelo | 187 |
| figura 134, Se observa el esparcimiento de la muestra en la copa de casa grande | 188 |
| figura 135, Se observa cuando se hizo uso del acanalador para formar la ranura | 188 |
| figura 136, Se realizó el conteo del número de golpes hasta el cierre de la ranura | 189 |
| figura 137, Se saca una tajada de suelo tomada perpendicularmente a la ranura | 189 |
| figura 138, Se observa cuando se pesó los recipientes más la muestra húmeda | 190 |
| figura 139, Se puso las muestras de los límites en el horno por 24 horas | 190 |
| figura 140, Se observa cuando se pesa los recipientes de los límites sacadas del horno | 191 |
| figura 141, Se observa el peso de 115g de suelo utilizado para los porcentajes de 2%, 5% y 8% de PVR | 191 |
| figura 142, Se observa cuando se pesa el 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado para el ensayo de los límites líquido y plástico | 192 |
| figura 143, Se realiza la mezcla homogénea de ambos materiales (nueva muestra) | 192 |
| figura 144, Se realiza el humedecimiento de la nueva muestra con agua destilada para realizar los mismos pasos del ensayo con suelo natural | 193 |
| figura 145, Se observa cuando se amasaba con las manos la muestra del límite líquido para realizar el límite plástico | 193 |
| figura 146, Se observa los pesos de los recipientes vacíos de la calicata | 194 |
| figura 147, Se observa la muestra tomada de 1.5 g para formar cilindros de 3.2 mm | 194 |
| figura 148, Se observa en el momento en que se formaban los cilindros de suelo de diámetro de 3.2 mm | 195 |
| figura 149, Se observa los pesos de los dos recipientes más el suelo húmedo | 195 |
| figura 150, Se observa cuando se saca las muestras del horno del ensayo límite plástico | 196 |
| figura 151, Se observa el peso del molde vacío de compactación | 196 |
| figura 152, Se observa cuando se hizo el ensamblaje del molde a su plato base y collarin | 197 |

| | |
|---|-----|
| figura 153, Se observa cuando de coloco a su plataforma rígida para iniciar la compactación | 197 |
| figura 154, Se observa el tamizado de la muestra por la malla N° 4 para el ensayo proctor M. | 198 |
| figura 155, Se observa cuando se pesó 2500 g de muestra de suelo de las calicatas | 198 |
| figura 156, Se observa el peso del agua en base a las humedades teóricas del 5% al 11% del peso seco de las calicatas | 199 |
| figura 157, Se observa los pesos de los recipientes vacíos para la muestra húmeda compactada | 199 |
| figura 158, Se procedió a humedecer el espécimen de suelo para cada calicata | 199 |
| figura 159, Se observa cuando se estaba compactando las muestras de suelo en 5 capas. | 200 |
| figura 160, Se observa cuando se estuvo enrasado y rellenando los hoyos con el espécimen compactado | 200 |
| figura 161, Se observa el peso de los moldes más el suelo compactado de las calicatas | 201 |
| figura 162, Se observa el peso de la tara más el suelo húmedo compactado de cada espécimen | 201 |
| figura 163, Se observa las taras más las muestras compactadas puestas en el horno por 24 horas | 201 |
| figura 164, Se observa el peso de cada tara más el suelo compactado seco | 202 |
| figura 165, Se observa el peso de las muestras usadas para el 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado | 202 |
| figura 166, Se observa el peso del aditivo estabilizador con porcentajes de 2, 5 y 8% respecto al peso seco de la muestra | 203 |
| figura 167, Se observa el peso del agua según humedades teóricas del 3%, 5%, 7%, 9% y 11% del peso seco de la nueva muestra | 203 |
| figura 168, Se observa la muestra de suelo y el polvo de vidrio reciclado en un recipiente | 204 |
| figura 169, Se observa la mezcla de ambos materiales en el recipiente – proctor modificado | 204 |
| figura 170, Se observa el momento de humedecimiento del espécimen con polvo de vidrio para realizar la compactación | 205 |
| figura 171, Se observa cuarteo manual de la muestra de suelo para prueba de CBR | 205 |
| figura 172, Se observa el tamizado de la muestra de suelo por la malla 3/4" | 206 |
| figura 173, Se observa cuando se pesó la muestra de suelo para prueba de CBR | 206 |
| figura 174, Se observa la cantidad de agua para la muestra de CBR | 207 |
| figura 175, Se observa cuando se pesó de los tres moldes vacíos para prueba de CBR | 207 |
| figura 176, Se observa el humedecimiento de la muestra de CBR | 208 |
| figura 177, Se observa cuando se pesó la porción mayor a 100 g de muestra antes de la compactación de CBR | 208 |
| figura 178, Se observa la colocación del disco espaciador y papel filtro en el molde CBR | 209 |
| figura 179, Se observa la colocación y empernado del molde CBR en su plataforma rígida | 209 |

| | |
|--|-----|
| figura 180, Se observa el peso de 1.2 kg para cada capa de compactación de CBR | 210 |
| figura 181, Se observa el vaciado de la primera capa de muestra para compactación de CBR | 210 |
| figura 182, Se observa la compactación de las cinco capas para prueba CBR | 211 |
| figura 183, Se observa el enrasamiento y llenado de material en los huecos del molde CBR | 211 |
| figura 184, Se observa la colocación del papel filtro y posición invertida del molde CBR | 212 |
| figura 185, Se observa el peso del molde cbr mas la muestra compactada | 212 |
| figura 186, Se observa la colocación de las sobrecargas al molde CBR | 213 |
| figura 187, Se observa la posición del trípode sobre los moldes CBR para la inmersión | 213 |
| figura 188, Se observa el proceso de inmersión de los moldes CBR por 96 horas | 214 |
| figura 189, Se observa la colocación de las porciones mayores a 100g en el horno por 24 horas | 214 |
| figura 190, Se observa la toma de lecturas por 4 días a la inmersión de los moldes de CBR | 215 |
| figura 191, Se observa el escurrimiento del agua de los moldes CBR por 15 min luego de haber transcurrido las 96 horas | 215 |
| figura 192, Se observa a los moldes CBR listos para ser llevados a la prensa de penetración | 216 |
| figura 193, Se observa el asentamiento del pistón de la prensa en el molde CBR | 216 |
| figura 194, Se observa cuando se está leyendo las lecturas del ensayo de penetración a las muestras de suelo | 217 |
| figura 195, Se observa los moldes que hicieron el ensayo de penetración en la prensa CBR | 217 |
| figura 196, Se observa los especímenes de suelo con polvo de vidrio para ensayo de CBR | 218 |
| figura 197, Se observa el peso de los porcentajes del 2%, 5% y 8% de PVR para ensayo de CBR | 218 |
| figura 198, Se observa el mezclado homogéneo del suelo con PVR para moldes de CBR | 219 |
| figura 199, Se observa el humedecimiento del nuevo espécimen y realizar la compactación en los moldes de un CBR | 219 |

I. INFORMACION GENERAL

1.1 Título del proyecto

Estabilización de suelo utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca.

1.2 Autor

Bach. Noel Cornelio Esther Noemi

1.3 Asesor

M(o). Sleyther Arturo De La Cruz Vega

1.4 Tipo de investigación

Aplicada

1.5 programa y línea de investigación

Gestión de la construcción – Diseño y gestión de sistemas viales

1.6 Duración del proyecto

▪ Fecha de partida: 16 de noviembre del 2020

▪ Fecha de finalización: 22 de noviembre del 2021

1.7 Localización del proyecto

Vía jirón Miguel Grau Seminario de la urbanización La Florida, correspondiente al Distrito y Provincia de Barranca, Departamento Lima, Perú.

II. RESUMEN

El presente proyecto de tesis se basa en estudiar el suelo de la vía jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, distrito de Barranca; siendo el problema central, si la estabilización de suelo, mejora utilizando polvo de vidrio reciclado; con el objetivo general de probar si la estabilización de suelo, en realidad mejora utilizando este aditivo; considerando como hipótesis que, efectivamente si llego a mejorar utilizando polvo de vidrio; concluyendo que, este aditivo si mejora las propiedades mecánicas para usarse como suelo óptimo para subbase y base.

A continuación, se mencionan los objetivos específicos; el primero fue; determinar la característica química del aditivo por fluorescencia de rayos X, resultando ser un vidrio sódico cálcico de elementos principales de silicio, sodio y calcio; el segundo fue; indicar el porcentaje de humedad y la clasificación granulométrica que posee el suelo, obteniéndose un 5%, y un suelo “SC” y “SC-SM” de tamaños máximos de $1\frac{1}{2}$ ” y $\frac{3}{4}$ ”; el tercero fue; establecer el comportamiento de los límites líquido y plástico del suelo natural y utilizando aditivo, llegando a concluir que cumplen las recomendaciones del MTC, con un $IP > 7$ y $IP < 7$, y con aditivo se tuvo una disminución significativa en el IP, por el incremento del LP y la disminución del LL; y el último fue, determinar los parámetros del Proctor modificado y el CBR del suelo natural y utilizando aditivo; obteniéndose que no se pudo identificar variación significativa atribuible al aditivo, y un valor de CBR promedio de 58.5% y con los porcentajes óptimos valores de CBR de 71.73% y 63.48%.

El diseño de la metodología empleada es de tipo aplicada, temporal y exploratoria; de nivel experimental y de enfoque cuantitativa; su muestra fue 3 puntos exploratorios, cada una con dimensiones de 1,2 m x 1,2 m de las cuales se extraerá 250 kg de suelo. Las técnicas usadas fueron la observación, los estudios de campo y los estudios de laboratorio; y como instrumentos se usaron los formatos para la toma de datos de los ensayos de laboratorio y la ficha de muestreo. El método empleado es por medio de las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos. Todo esto nos permite conocer las características de los materiales a utilizar y así poder ampliar el conocimiento en la rama de la mecánica de suelos y pavimentos.

Palabras clave: estabilización de suelo, ensayos de laboratorio, polvo de vidrio, Barranca.

ABSTRACT

This thesis project is based on studying the soil of the Miguel Grau Seminario road, La Florida urbanization, Barranca district; the central problem being, if soil stabilization is improved by using recycled glass powder; in order to test if soil stabilization actually improves using this additive; considering as a hypothesis that, indeed, if I get to improve using glass powder; concluding that, this additive does improve the mechanical properties to be used as optimal soil for subbase and base.

The specific objectives are listed below; The first was; determine the chemical characteristic of the additive by X-ray fluorescence, resulting in a soda-calcium glass with the main elements of silicon, sodium and calcium; the second was; indicate the percentage of humidity and the granulometric classification of the soil, obtaining 5%, and a soil "SC" and "SC-SM" with maximum sizes of $1\frac{1}{2}$ "and $\frac{3}{4}$ "; the third was; establish the behavior of the liquid and plastic limits of the natural soil and using an additive, concluding that they comply with the MTC recommendations, with an $IP > 7$ and $IP < 7$, and with the additive there was a significant decrease in the IP, due to the increase in LP and decrease in LL; and the last one was to determine the parameters of the modified Proctor and the CBR of the natural soil and using an additive; obtaining that no significant variation attributable to the additive could be identified, and an average CBR value of 58.5% and with the optimal percentages of CBR values of 71.73% and 63.48%.

The design of the methodology used is applied, temporary and exploratory; experimental level and quantitative approach; its sample was 3 exploratory points, each with dimensions of 1.2 m x 1.2 m from which 250 kg of soil will be extracted. The techniques used were

observation, field studies and laboratory studies; and as instruments, the formats for data collection from laboratory tests and the sampling form were used. The method used is through the techniques and instruments of data collection and analysis. All this allows us to know the characteristics of the materials to be used and thus be able to expand knowledge in the field of soil and pavement mechanics..

Keywords: soil stabilization, laboratory tests, glass dust, Barranca.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Situación del problema

Las vías urbanas en el mundo comienzan con los primeros caminos, contruidos por los pies del hombre, para comunicarse y desplazarse a otras calles. A nivel internacional aún se sigue padeciendo en las ciudades con pistas en estado natural que no cuenta con una adecuada estabilización de suelo y menos con una superficie de rodadura.

En el Perú, las vías urbanas empiezan con el Imperio Inca, el cuzco donde construyeron caminos de piedras a pesar de la topografía del terreno y las grandes montañas de los andes. El país afrontado fenómenos que destruyó infraestructuras viales en muchas ciudades, “teniendo el 89.9% vías en estado de afirmado y trocha, en deterioro a nivel departamental, 99% de pistas del sistema vial rural en estado de trocha y por regiones en su mayoría vías sin pavimentar, con ningún tipo de mejoramiento ” (Perú21, 2017). Hoy, las vías no pavimentadas han reducido lo mínimo pasando a ser asfaltadas, pero sin embargo “contamos con un 84% de vías ocasionando polvo en grandes cantidades para las ciudades e incomodando a los ciudadanos”, (Grupo Digamma, 2018). En la región Lima provincias, en la zona costera se encuentran vías no pavimentadas sin mejoramiento alguno sobre el suelo, como la provincia de Barranca que cuenta con paisajes turísticos por tal razón incrementa su economía y su población, por ello se originó nuevas vías que se hallan la

mayor parte en estado de trocha lo cual producen la inconsistencia de los suelos y la desmejora más rápida expuesto a la temperie, enseguida entrando a una actividad física con la circulación de vehículos y conllevando a una separación de los granos, resultando un efecto de polvareda excesivo. La ciudad de Barranca, está en pleno desarrollo de nuevas urbanizaciones con nuevas vías, viéndose descuidado las vías alrededor de la ciudad como es el caso en jirón Miguel Grau Seminario en la urbanización La Florida, encontrándose su estado actual en suelo natural, la cual comprende un ancho de 9 m y una distancia de 1.2 km; y no tiene un mantenimiento frecuente asimismo se aprecia que la vía se encuentra en condición dañado. Presentando complicaciones para el tránsito de vehículos lo que sobreexpone a la polvareda y que perjudica e incómoda a los habitantes, ocasionándoles enfermedades respiratorias y alergias.

Asimismo, la realización de proyectos de pavimentación en la actualidad requiere grandes movimientos de tierra existentes para poder ser reemplazados por afirmado, conllevando muchas ocasiones a no intervenir en este tipo de proyectos civiles debido a su alto costo. Motivo por el cual esta investigación, busca aditivos nuevos que contribuyan en la estabilización de suelo, que estén de esta forma a disposición del poblador de la urbanización y de la entidad correspondiente a intervenir en estos tipos de proyectos a fin de hacer mejoras en la calidad de vida y utilizar un suelo estable en vías urbanas que emplee materiales que actualmente contaminan el medio ambiente.

3.2. Formulación del problema

3.2.1. Problema general.

- ¿La estabilización de suelo, mejorará utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca?

3.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuál es la característica química del polvo de vidrio reciclado mediante fluorescencia de rayos X?
- ¿Cuál es la clasificación granulométrica y que porcentaje de humedad posee el suelo, en estado natural en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca?
- ¿Qué comportamiento tienen los límites líquido y plástico del suelo, en estado natural y utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca?
- ¿Qué parámetros influyen en la obtención de los valores del Proctor Modificado y el CBR del suelo, en estado natural y utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca?

IV. JUSTIFICACIÓN

4.1. Justificación teórica

El estudio de esta investigación de tesis nace de la necesidad de mejorar la situación actual de la infraestructura vial urbana para así determinar los problemas presentes en la vía jirón Miguel Grau Seminario que perjudica al desarrollo de la urbanización La Florida del distrito de Barranca, de esta manera hallar alternativas sostenibles y mejorar el acceso de la población beneficiaria con características de un suelo apropiado para transportarse, y así este apto para la colocación de carpeta asfáltica.

Asimismo, la investigación es un instrumento útil para extender conocimientos acerca de los suelos de barranca y profundizar temas aplicados en la carrera de ingeniería civil, originando así argumentos y debate universitario sobre la estabilización de suelo utilizando polvo de vidrio reciclado en una vía colectora, este aspecto es determinante, porque al ser las botellas de vidrio un recurso que hay en grandes cantidades en nuestro entorno pueda ser empleado en vías no pavimentadas sin ningún tipo de mejoramiento del suelo.

4.2. Justificación Práctica

El proyecto de investigación nace a raíz de la falta de conocimiento sobre la estabilización de suelo utilizando polvo de vidrio reciclado en el mejoramiento de las vías en territorio peruano, debido a que actualmente solo hay una investigación realizado

empleando este material reciclable, por ello se tuvo la necesidad de conocer los diversos problemas de la infraestructura vial urbana de la vía no pavimentada jirón Miguel Grau Seminario en la urbanización La Florida del distrito de Barranca para emplear polvo de vidrio en la estabilización de nuestra vía en estudio.

Es por ello que es necesario mencionar que la investigación facilita conocer de forma más exacta y precisa si la estabilización de suelo, mejora utilizando polvo de vidrio reciclado mediante los resultados de los experimentos en el laboratorio, donde se identifica la calidad, el comportamiento, las características y propiedades del suelo con y sin aditivo, esperando obtener satisfactorios resultados, siendo este un recurso basto y posiblemente económicamente factible. De esta manera poder dejar un precedente de investigación con la finalidad de que se continúe investigando otras vías urbanas no pavimentadas con el uso de nuevos materiales o el mismo como aditivo.

4.3. Justificación social y ambiental

Con respecto a la sociedad, esta investigación presenta propuestas sostenibles en beneficio de los habitantes y para nuevos investigadores, en consideración a la población de la urbanización se facilitará el resultado final de la investigación a las entidades, ya sea pública o privada para que lo apliquen dentro de su diseño de ingeniería, siempre y cuando la finalidad del proyecto sea hasta una pavimentación de concreto o asfalto.

Dentro de la idea de sostenibilidad, la ingeniería civil tiene que mejorar su capacidad de emplear aditivos de construcción para que se reutilicen los materiales de desechos, como las botellas de vidrio cuyo destino final son vertederos incontrolados, asimismo del proceso

de molienda se logre la obtención del polvo de vidrio reciclado, y de esta manera estaríamos disminuyendo favorablemente la contaminación ambiental.

4.4. Justificación metodológica

La presente investigación desarrollo técnicas, instrumentos y métodos, que engloban la metodología descrita en este informe de tesis para la solución de los problemas planteados; se basa en la indagación de información vigente en cuanto a la variable de estudio, busca una estrategia innovadora que nos proporcione obtener conocimientos permitiendo conseguir resultados verídicos de los ensayos realizados en el laboratorio, estos contestan a los objetivos propuestos de esta investigación.

V. ANTECEDENTES Y/O ESTADO DEL ARTE

5.1. Antecedentes

5.1.1. Antecedentes internacionales

(Khan, Muhammad, & Mateeullah, 2018), presentó una investigación en la revista Civil Engineering, denominada: *Effects of waste glass powder on the geotechnical properties*, en la UCT de la Información de Pakistán.

Objetivo: observar los efectos de la utilización de los desechos de vidrio roto en el mejoramiento de sus propiedades geotécnicas del suelo realizando diferentes pruebas de laboratorio.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: Los resultados se concluyeron, en base al análisis de estabilización de polvo de vidrio. Se obtuvo que el vidrio pulverizado puede ser efectivamente utilizado como estabilizador del suelo.

Los resultados mostraron que la gradación del suelo es estrecha desde el análisis del tamaño de partícula (CL-ML). Índice de plasticidad (P.I), límite de líquido (L.L) y límite de plástico (P.L) disminuyeron con la adición de polvo de vidrio.

El estudio demostró que el mejor estabilizador para el estudio de caso (Pabbi, Peshawar) es el polvo de vidrio y la dosis óptima es del 8%.

(Freire Alvear, 2018), en su trabajo de tesis a fin de conseguir su titulación de ingeniero civil llamado: *utilizacion de vidrio triturado en las mezclas asfálticas, con la intencion de disminuir la contaminación*, realizada en la PUCE.

Objetivo: Usar vidrio triturado en las mezclas asfálticas, con la finalidad de minimizar la contaminación.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: se realizó su análisis de comparación de la mezcla inicial y adición del vidrio triturado, con el resultado alcanzado se pudo observar una estabilidad y afluencia progresaron, así como el VAF, pero su % va incremento harto que sobrepasa su margen de 5 en tránsito pesado logrando con 15% de vidrio triturado a 7,31% de vacíos.

(Mahdi & Al-Hassnawi, 2018), realizó una investigación en la revista International of Civil Engineering and Technology (IJCIET), denominada: *Assessment of subgrade soil improvement by waste glass powder*, en la Universidad de Al - Qadisiyah de Iraq.

Objetivo: estudiar el efecto de agregar polvo de vidrio al suelo a fin de hacer mejoras en sus propiedades.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: Se halló que el material agregado tenía un efecto favorable en el suelo y mejoró las características del suelo, su LL, LP e IP disminuyó con el

aumento de polvo de vidrio, así como el CBR que obtuvo un mejoramiento significativo cuando se aumenta el polvo de vidrio en porcentaje del 3%, 5%, 7% y 9%, donde estos valores crecientes fueron 2.5, 3.3, 5.2, 9.4 veces al valor de CBR del suelo no tratado.

(Mas, García, Marco, & Jaime, 2016), realizó una investigación en la revista Información Tecnológica, denominada: *Análisis de la factibilidad medioambiental de la aplicación de morteros producidos con polvo de vidrio en la estabilización de suelos*, en la universidad Politécnica de Madrid en España.

Objetivo: Realizar la investigación de la viabilidad ambiental del empleo de mortero elaborados con PVR en la estabilización de suelos.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: Se ha comprobado que los componentes alcalinos (Na y K) de la composición química, especialmente el Na procedente del vidrio, es dejado libre en buena cantidad, aunque este no es una amenaza para el ambiente, dado que no sale en cantidades suficientes para generar variación en la canalización eléctrica de suelo. Al encontrarse Ca en el agua que se filtra, no forma un riesgo o amenaza ecológico, dado que es un componente no tóxico y en las concentraciones añadidas no causaría cambios en el pH del suelo. Los sobrantes de componentes encontrados no son más que huellas detenidas en las aguas de filtración que por su carencia no alcanzan formar una amenaza para el entorno de acuerdo a la legislación usada.

(Babatunde, Sani, & Sambo, 2019), presentó una investigación en la revista IJIRSET, denominada: *Black Cotton Soil Stabilization using Glass Powder*, en el Departamento de Ingeniería Civil, Academia de Defensa de Nigeria, Estado de Kaduna, Nigeria.

Objetivo: evaluar el efecto del polvo de vidrio en BCS con respecto a sus propiedades de ingeniería.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: El BCS patrón registró una tensión de compresión axial de 40 kN/m² en comparación al valor máximo de 140 kN/m² al 4 por ciento de reemplazo de polvo de vidrio. Esto muestra más del 350 por ciento de incremento. El límite líquido más bajo se registró en 75,9 % para un 6 % de reemplazo de polvo de vidrio en peso. Se registró una caída en el límite plástico, LP más bajo en 14,5 % para el reemplazo del 8 % de polvo de vidrio. Se obtuvo una Densidad Seca Máxima (MDD) del suelo negro de 1,57 mg/m³ con un reemplazo del 4 % de polvo de vidrio.

El contenido de humedad óptimo (OMC) más alto se registró con un 2 % de polvo de vidrio y fue del 22,2 %.

5.1.2. Investigaciones nacionales

(Poma Castillo, 2016), en su trabajo de tesis a fin de conseguir su titulación de IC llamado: *Estabilización de suelos con polvo de vidrio reciclado*, en la universidad San pedro de la ciudad de Huaraz.

Objetivo: Determinar el efecto acerca de la densidad en seco máxima y la resistencia al corte de un suelo dado que adiciona un 0%, 5%, 7%, 10%, de PVR.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: Los datos alcanzados se apuntaron en tablas con la finalidad de comparar los tratamientos y gráficas a fin de controlar las disposiciones de las propiedades evaluadas, por esta razón podemos optar el porcentaje óptimo de polvo de vidrio, en mejores niveles de trabajabilidad de los suelos analizados.

Como resultado final, las magnitudes de mezcla optimizados gradualmente donde el rendimiento del suelo se verá en sus propiedades de resistencia, plasticidad y estabilidad, Suelo de torneado inapropiado permisible con respecto a la construcción de estructuras de pavimento, de tal modo proponer el empleo de este material para lograr la estabilización del suelo de arcilla.

(Mena Robles, 2018), en su trabajo de tesis a fin de conseguir su titulación de IC titulada: *Mejora del suelo de un camino sin pavimentación añadiendo sellante y estabilizador en la Ca. Morales Bermúdez, Jurisdiccion Huaral, Lima, 2018*, realizada en la UCV.

Objetivo: Establecer cómo interviene la capacidad de soporte del suelo en los caminos sin pavimentación al emplear el sellante y estabilizante en la Ca. Morales Bermúdez, Jurisdicción Huaral, Lima, 2018.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: Los datos de las 03 (tres) muestras experimentadas cada una tuvo un porcentaje de CBR mayor que al suelo patrón que obtuvo un CBR= 18.5%, por tanto, la dosificación óptima y superior CBR se atribuirá por cada 2 L y por metro cúbico en el que se observa que será poca parte del producto con una relación superior de agua que las otras y con lo cual se obtendrán excelentes valores en los resultados.

(Pusari Quispe & Rodríguez Machuca, 2020) en su trabajo de tesis a fin de conseguir su titulación de IC llamado: *Estudio práctico de mejora de las características de resistencia al corte de un suelo arcilloso con fibras de polipropileno y polvo de vidrio reciclado en el pueblo de Talara, jurisdicción de Piura*, realizada en la UPC de Piura.

Objetivo: Efectuar la evaluación experimental con la finalidad de evidenciar que el empleo de la fibra de polipropileno y PVR se completan consiguiendo un enorme mejoramiento en el comportamiento de subir la resistencia al corte de un suelo arcilloso, comparándolo con la adición de algunos aditivos, por ejemplo, el caucho reciclado, cemento, cal y demás.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: Llegó a concluir que se alcanzaron las mejoras de las características de resistencia al corte con una adición de reemplazo proporcional a 5%, donde se registra las mejoras en el ángulo de fricción y en cohesión.

Los experimentos que se llevaron a cabo evidenciaron que las características de resistencia al corte mejoran grandemente, empleando las adiciones de 5%, 6% y

7.5%. asimismo, se consiguió que la expansividad se disminuyera teniendo como cita a las perspectivas de expansión de los inventores considerados y en estudio.

(Sanchez Perez & Terrones Garcia, 2020) en su trabajo de tesis a fin de conseguir su titulación de IC llamado: *Estabilización de suelos utilizando polvo de vidrio reciclado y híbrido de concha de abanico, Huacacorrall*, realizada en la UCV de Lima.

Objetivo: Examinar la influencia del híbrido de concha de abanico en la estabilización de suelos, de la vía en estado de suelo natural del C.P. Huacacorrall, definiendo la dosis optima (%), en el procedimiento de investigación.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: llego a concluir que el efecto del vidrio reciclado y puzolánico de concha de abanico, en el CBR y la DSM, obtiene mejoría grandemente, dado que, conforme a los resultados, se definió que existe mejoría en el CBR del suelo transformándolo en un suelo perfecto para ser empleado en la capa de subrasante.

(Bravo Barrionuevo & Lopez Jara, 2021) en su trabajo de tesis a fin de conseguir su titulación de IC llamado: *Mejoras en las características mecánicas de suelos expansivos utilizando valvas de molusco y polvo de vidrio en la urbe de Talara, Piura*, realizada en la UPC de Piura.

Objetivo: Examinar la influencia en las características mecánicas al agregar valvas de molusco molido y polvo de vidrio a este suelo complicado.

Metodología: El tipo de investigación es experimental.

Conclusiones: llego a concluir que según los resultados presentan que la utilización del polvo de vidrio y las valvas de molusco proporcionan una subida en la resistencia del suelo expansivo, así mismo prueba un decrecimiento de las deformaciones transversales que se hallan presentes por el empleo de cargas encima de la tierra arcillosa. Por último, se ve que, al mezclar el suelo expansivo con el polvo de vidrio y polvo de valvas de molusco, dicha combinación reduce la filtración de agua, cambiando de esta forma a bastante estable a la tierra arcillosa.

5.2. Bases teóricas

5.2.1. Fundamentos teóricos del suelo.

5.2.1.1.El suelo.

(Braja, 2013), menciona que “el suelo es el conjunto de agregado no endurecidos de cristalita y sustancia orgánica descompuesta (fragmentos sólidos) con agua y aire en las áreas vacíos en medio de los fragmentos sólidas” (p.1).

“Un suelo se define como una parte de nuestra corteza terrestre, formada por roca de erosión y otros cambios físicas y químicas, en cuanto a la sustancia orgánica fruto del trabajo biológica que evoluciona en la superficie” (Equipo editorial, 2018).

(Vallejo, Mercedes, Oteo, & Ortuño, 2004) , define que “los suelos se encuentran compuesto por granos pequeñas (a partir de mieras a unos centímetros) e especificadas que, a efectos prácticos, logran evaluarse indeformables” (p.20).

“El suelo es un conjunto de procesos de las descomposiciones y alteraciones de las rocas formándose a través del tiempo agregados finos y gruesos con propiedades y características” (Noel, 2020).

5.2.1.2. La mecánica de suelo.

(Duque & Escobar, 2002), La mecánica de suelo es el empleo del mecanismo a las dificultades geotécnicos. Así mismo, considera sus propiedades, sus características, su comportamiento y uso del suelo en calidad de material estructural, de manera que sus alteraciones y resistencia del suelo presenten durabilidad, confianza y solidez en las estructuras (p.3).

5.2.1.3. Tipos de suelo.

Los suelos predominantes de este territorio del Perú, son los siguientes: las arcillas, las arenas, los limos y las gravas.

(MTC, 2014), De acuerdo a la medida de los granos de suelo, se precisan las siguientes condiciones:

Tabla 1.

Tipos de suelos de acuerdo al tamaño del fragmento

| Tipo de componente | Tamaño de los fragmentos (mm) |
|--------------------|-------------------------------|
| Grava | 75 a 4.5 |
| | A. G: 4.75 a 2.00 |
| Arena | A. M: 2.00 a 0.425 |
| | A. F: 0.425 a 0.075 |
| Limo | 0.075 a 0.005 |

| | | |
|----------|---------|---------|
| Material | Arcilla | < 0.005 |
| Fino | | |

Nota: Fuente; hecho por el MTC, del Manual de Carreteras – Suelos, (...)

5.2.1.3.1. *El suelo arenoso.*

Es producto de los posos fluviales de ríos, partículas arrastradas por el aire o del desgaste de las piedras areniscas. Exhiben la particularidad de calentarse simplemente con el calor. Sin embargo, poseen casi nada de líquido a causa del drenaje y poseen pocos nutrientes. (InfoAgro, 2019)

5.2.1.3.2. *El suelo limoso.*

“Es bastante parecido al suelo arenoso dado que se genera de materiales semejantes, pero el limo cuenta con poca cabida de drenaje y presenta mucha más cantidad de fluido, generando lodos” (InfoAgro, 2019).

Además, La AASHTO en su designación M 145 – 91 expresa que la expresión “limoso” es usado para fragmento fino que posee un $IP \leq 10$; la expresión “arcilloso” es usado para fragmento fino que posee un $IP \geq 11$.

5.2.1.3.3. *El suelo arcilloso.*

Está conformado por fragmentos de arcilla que proveen un nivel de plasticidad. La arcilla posee mucha disposición para reunir el agua y sus nutrientes, si bien es un suelo con insuficiente permeabilidad y por esta razón, propenso a padecer lodos. Frente a la escasez de líquido el material arcilloso se abre. (InfoAgro, 2019).

5.2.1.3.4. Suelos gravosos.

“El suelo se puntualiza como grava a los granos mayores a 0,02 mm, de diferente sustancia inorgánica, tamaño que empieza a poseer influencias a las acciones fisicoquímicas” (Paredes, 2017) .

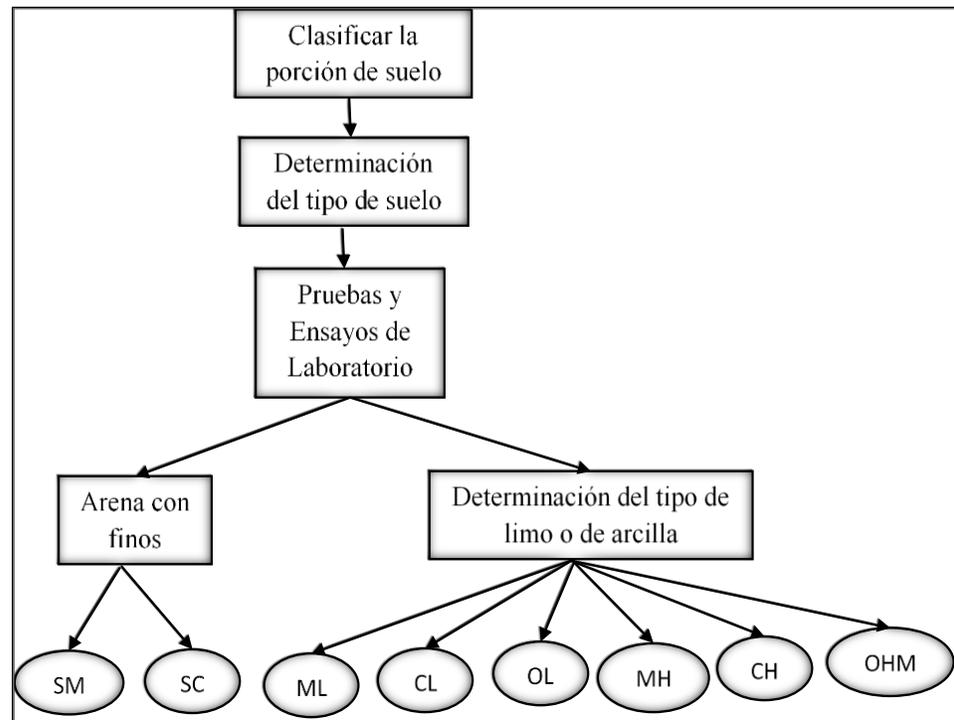


Figura 1, Protocolo para la determinación del tipo de suelo
Fuente: elaboración MTC, del manual de carreteras – suelos, (...)

5.2.1.4. Clasificación de suelo.

(MTC, 2014), Esta clasificación deja pronosticar su comportamiento cercano del suelo, que ayudara a delimitar su sector igual desde el enfoque geotécnico.

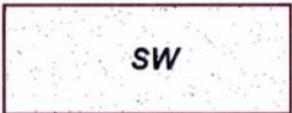
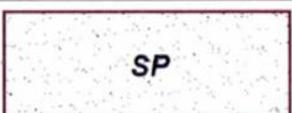
Los suelos hallados serán categorizados conforme a sus métodos para construcción de las vías, la agrupación se realizará reglamentariamente por SUCS y AASHTO, empleándose la tabla y el signo convencional.

Tabla 2.

Clasificación AASHTO

| Clasificación General | Suelos Granulares (≤ 35% que pasa por la malla N° 200) | | | | | | | Suelos Finos (≥ 35% pasa por la malla N° 200) | | | | |
|--|---|--------|-------------------|---|--------|--------|-------------------------------|--|--------|--------------------------|-----------|-----------|
| | A-1 | | A-3 | A-2 | | | | A-4 | A-5 | A-6 | A-7 | |
| Clasificac de Grupo: | A-1-a | A-1-b | | A-2-4 | A-2-5 | A-2-6 | A-2-7 | | | | A-7-5 | A-7-6 |
| Anal. Granulométrico % que pasa la malla: | | | | | | | | | | | | |
| N° 10 (2mm) | 50 máx | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| N° 40 (0,425mm) | 30 máx | 50 máx | 51 mín | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| F:N° 200 (0,075mm) | 15 máx | 25 máx | 10 máx | 35 máx | 35 máx | 35 máx | 35 máx | 36 min | 36 min | 36 min | 36 min | 36 min |
| Características de la fracción que pasa de la malla N° 40 | | | | | | | | | | | | |
| LL | - | - | - | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 40 máx | 41 mín | 41 mín |
| IP | 6 máx | 6 máx | NP (1) | 10 máx | 10 máx | 11 mín | 11 mín | 10 máx | 10 máx | 11 mín | 11 mín(a) | 11 mín(b) |
| Constituyentes principales | Fragmento de piedra, arena y grava | | Arena fina | Arena y grava arcillosa o limosa | | | | Suelos limosos | | Suelos arcillosos | | |
| Características como sub grado | Excelente - bueno | | | | | | Regular - Insuficiente | | | | | |

Nota: Fuente; Elaboración MTC, extraído del Manual de Carreteras – Suelos, (...).

| | | | |
|--|---|---|--|
|  | Grava bien graduada mezcla, grava con poco o nada de materia fina, variación en tamaños granulares |  | Materiales finos sin plasticidad o con plasticidad muy bajo |
|  | Grava mal graduada, mezcla de arena-grava con poco o nada de material fino |  | Arena arcillosa, mezcla de arena-arcillosa |
|  | Grava limosa, mezcla de grava, arena limosa |  | Limo orgánico y arena muy fina, polvo de roca, arena fina limosa o arcillosa o limo arcilloso con ligera plasticidad |
|  | Grava arcillosa, mezcla de grava-arena-arcilla; grava con material fino cantidad apreciable de material fino |  | Limo orgánico de plasticidad baja o mediana, arcilla grava, arcillaarenosa, arena limosa, arcilla magra |
|  | Arena bien graduada, arena con grava, poco o nada de material fino. Arena limpia poco o nada de material fino, amplia variación en tamaños granulares y cantidades de partículas en tamaños intermedios |  | Limo orgánico y arcilla limosa orgánica, baja plasticidad |
|  | Arena mal graduada con grava poco o nada de material fino. Un tamaño predominante o una serie de tamaños con ausencia de partículas intermedias |  | Limo inorgánico, suelo fino gravoso o limoso, micacea o diatometacea, limo elástico |

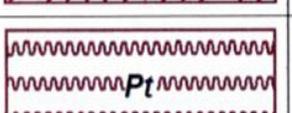
| | |
|---|---|
|  | Arcilla inorgánica de elevada plasticidad, arcilla gravosa |
|  | Arcilla orgánicas de mediana o elevada plasticidad, limo orgánico |
|  | Turba, suelo considerablemente orgánico |

Figura 2, Signos usuales para perfil de calicatas-clasificación SUCS

Fuente: elaboración MTC, extraído del manual de carreteras – Norma MTC E101, (...)

La clasificación del suelo se desarrollará según el sistema mostrado.

Tabla 3.

Correlación de los suelos SUCS - AASHTO

| Agrupación de Suelos AASHTO (AASHTO M-145) | Agrupación de Suelos SUCS (ASTM – D – 2487) |
|---|--|
| A-1-a | GW, GP, GM, SW, SP, SM |
| A-1-b | GM, GP, SM, SP |
| A-2 | GM, GC, SM, SC |
| A-3 | SP |
| A-4 | CL, ML |
| A-5 | ML, MHH, CH |
| A-6 | CL, CH |
| A-7 | OH, MH, CH |

Nota: Fuente; elaboración MTC, extraído del Manual de Carreteras –US Army Corps of Engineers

Para la clasificación del suelo interviene los límites de consistencia, por ello según:

(Serquén, 2019) la consistencia representa el máximo o mínimo de resistencia que el suelo brinda hasta modificar su forma. Sujeto a la humedad y plasticidad que es la propiedad del suelo para transformar su forma sujeto al efecto de esfuerzos, sin cambio volumétrica, y sin correrse ni quebrarse.

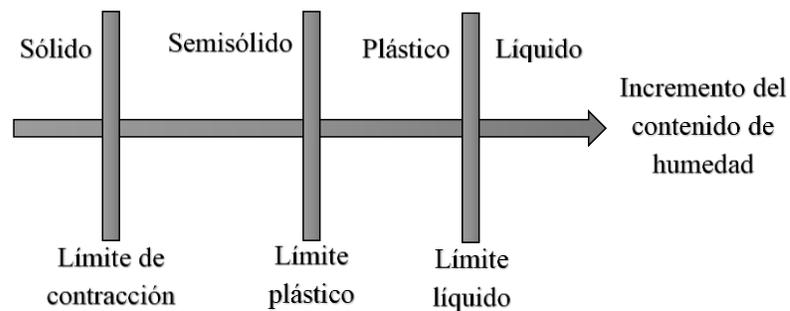


Figura 3, Límites de consistencia

Fuente: elaboración de Braja M. – Fundamentos de Ingeniería Geotécnica.

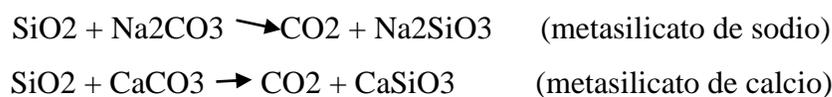
5.2.2. Vidrio.

(Gonzalez, 2019), El vidrio es un material del todo inorgánico, resistente, fuerte; aunque al mismo momento muy delicado y quebradizo. Puede haber una sucesión gradual de tonos variados, o bueno ser transparente lo cual determina la composición química con lo que se realice la fundición.

El vidrio es un resultado mineral conseguido por una combinación fundido a elevadas temperaturas de componentes inorgánicos que, cuando se enfría de modo drástico, endurece y brinda un producto como sólido de composición cambiante, en base de los elementos primas usadas y el procedimiento térmico aplicado. (Navarro Fernández, 2003)

5.2.2.1. Fabricación del vidrio.

(Bacon, 2008), El vidrio se elabora partiendo de una combinación múltiple de elementos vitrificantes, como fundentes, los álcalis, sílice, y estabilizadores, por ejemplo, la cal. Estos componentes naturales se echan en el horno de cubeta a través de una tolva. La mezcla se funde a unos 1500°C siendo las respuestas que se muestran (p.3):



5.2.2.2. Tipos de vidrio.

5.2.2.2.1. Vidrio sódico – cálcico.

Está integrado por sodio, calcio y sílice principalmente. La sílice es una porción del elemento natural básico, el sodio le otorga cierta agilidad de fusión y el calcio le abastece de solidez química. Si no tendría el calcio el vidrio sería disuelto en agua y en realidad no valdría para ninguna cosa. (Bacon, 2008) (p.4)

“Esta clase de vidrio es el que se produce con superior facilidad y el más económico. de modo que la superior fracción del vidrio transparente y descolorido posee esta composición” (Bacon, 2008) . (p.4)

5.2.2.2.2. Vidrio de borosilicato.

Su primordial elemento es el óxido de boro. Es en realidad inactivo, más complicado de producirlo y de trabajarlo. Los átomos de boro se unen a la conformación como Si-O-B. posee mayor resistencia a modificaciones violentos de temperatura, aunque no tan elevado como la del vidrio de sílice puro. (Bacon, 2008) (p.5)

5.2.2.2.3. Vidrio de sílice.

constituido con el 96% de sílice es el más rígido y dificultoso de elaborarlo, ya que es obligatorio valerse de un costoso procedimiento al vacío con fin de conseguir un producto para usos particulares, que transfiere energía radiosa del infrarrojo y del ultravioleta con un pequeño gasto de energía. (Bacon, 2008)(p.5)

5.2.2.2.4. Vidrio plúmbico.

“incluye Pb en sustitución del Ca en los vidrios potásicos. Son bastante sonoros, transparentes y cambian de dirección la luz a causa de su alto índice de refracción.

En donde el peso específico es alto” (Bacon, 2008). (p.5)

5.2.2.3. Clases de vidrio.

(Gonzalez, 2019), se cataloga al vidrio como un elemento denso irregular, o sea, que no muestra una constitución o modelo molecular determinado, sino que su estructura se encuentra homogéneamente alteradas y no muestra un modelo organizado.

Actualmente existen muchas clases de vidrio, con diversas texturas y múltiples colores, y la gran mayoría no son translucido, sino tan solo se usa como adorno

(Torvisco, 2016), Las clases de vidrios que existen son:

- Hueco: obtenido por soplado como las botellas, jarras, vasos, etc.
- Prensado: se comprime fuertemente sobre un molde, por ejemplo, los ceniceros, vidrieras.
- Plano: compuesto por sílice, cal y carbonato sódico como los espejos, ventanas, mesas, etc.
- Pretensado o inastillables: calentado a una temperatura de 600 °C, y luego se enfría rápidamente.

Todos tienen distintas propiedades, desde su elaboración y composición química, incluso sus cualidades físicas por ejemplo la forma, el color, la solidez o la resistencia.

5.2.2.4. Características del vidrio.

(Uriarte, 2021)El vidrio se singulariza por ser:

- Un elemento rígido, aun si es muy delicado.
- Un elemento frágil cuando llega ser maltratado de forma suave.
- Un elemento flexible por medio de diversas técnicas que ayudan a conseguir un acabado singular.
- Un elemento resultado de la fabricación y luego de enfriarse, podría llegar a ablandarse nuevamente al ser expuestos a temperaturas superiores a los 800° C.
- Un elemento que logra reutilizarse muchas veces o siempre.

5.2.2.5. Propiedades del vidrio.

5.2.2.5.1. Elasticidad.

“Características elásticas, un elemento elástico es aquel que tras la aplicación de una fuerza este vuelve a su forma original (límite elástico y su módulo de elasticidad)” (Morales Ortega, 2017).

5.2.2.5.2. Viscosidad.

Es la siguiente propiedad importante aplicada en cada una de las fases de elaboración ya que de esta manera se da la velocidad de fundición. Se define a la viscosidad como la fuerza que tiene un líquido a discurrir. Para tener resistencia es necesario que las moléculas se encuentren juntas con una estabilidad continua. (Bacon, 2008) (p.7)

5.2.2.5.3. *Térmicas.*

“alcanzamos establecer 4 temperaturas referenciales en base a la viscosidad del vidrio. Ese instante de actividad, en el cual la viscosidad del vidrio caliente es bastante pequeño como para que sea posible atribuirle una forma empleando procedimientos comunes” (Bacon, 2008). (p.8)

5.2.2.5.4. *Densidad.*

Esta propiedad dependerá de factores como la presión, la temperatura a la que es sujetado y la composición, en las imágenes se contempla que en el vidrio la densidad crece al incrementar el agrupamiento de TiO (óxido de titanio) y CaO (óxido de calcio), durante ese tiempo cuando se aumenta el número de aluminio (Al₂O₃) o de magnesio (MgO) la densidad desciende. (Bacon, 2008) (p.8)

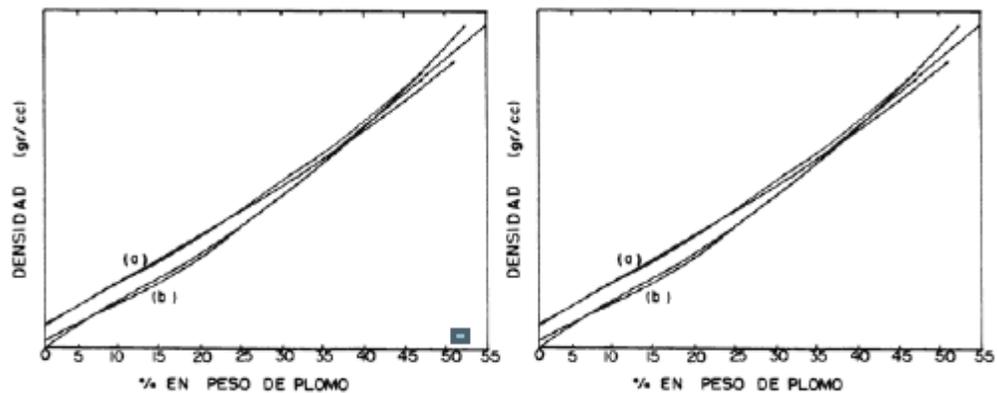


Figura 4, Densidad vs porcentaje en peso de plomo

Fuente; sacado de estudio y ensayos de materiales: vidrio (Bacon R, 2008)

Además, equiparando un vidrio con ecuación Na₂O-PbO-SiO₂ y el que contiene K₂O-PbO-SiO₂, notamos que se acrecienta notoriamente la densidad visto que el porcentaje de PbO es mayor que con Na es bastante superior que con K, y que en el momento en que obtienen cerca de 40% de contenido de PbO casi se equilibran.

Generalmente, la densidad de un vidrio cambia casi nada si se cambia la presión.
(Bacon, 2008) (p.8)

5.2.2.5.5. *Comprensibilidad.*

Según (Bacon, 2008), Es el efecto de disminuir el volumen de un producto. (p.9)

5.2.2.5.6. *Durabilidad química.*

Es la resistencia al ser puesto en conexión con factores atmosférico o el agua, pues al hablar de mayores resistencias a reactantes químicos se pretende indicar que para que las reacciones sucedan debe transcurrir un lapso muy extenso, por ello en realidad no tienen reacción. (Bacon, 2008) (p.10)

5.2.2.5.7. *Eléctricas.*

“La conductividad de un vidrio es básicamente dependiente de su composición, de las cualidades atmosféricas y de su temperatura que bordean el elemento. A pequeñas temperaturas los vidrios multielementos son separadores y a grandes temperaturas son portadores electrolíticos” (Bacon, 2008). (p.10)

5.2.2.6. *Botellas de vidrio transparentes.*

Las botellas de vidrio se consiguen partiendo de una combinación múltiple de materias primas naturales a muy altas temperaturas, “mediante la técnica del soplado presentan un orificio (boca) de diámetro más apretado que el diámetro del frasco con el fin de permitir su sellado hermético" (Lumitos AG, s.f). Este es el proceso que lleva la fabricación de las botellas. Pero antes de crear las botellas, hay que fabricar el propio vidrio.

5.2.2.7. Reciclaje.

(Noel, 2020), menciona que con el propósito de aminorar el efecto ecológico que se produce por las canteras se opta por reciclar botellas transparentes de vidrio como material alternativo para la estabilización de suelo y además al reciclar vidrio evitamos que nuestros vertederos aumenten sus tamaños. “Por cada 3000 botellas recicladas son 1000 kilogramos menos que van al vertedero” (Fernández & Rodríguez, 2010).

5.2.2.7.1. Proceso de reciclaje.

“En la figura N°5 se presenta un flujograma que permite entender de una manera general como se realiza el reciclaje de las botellas de vidrio, para obtener el polvo de vidrio” (Noel,2020).

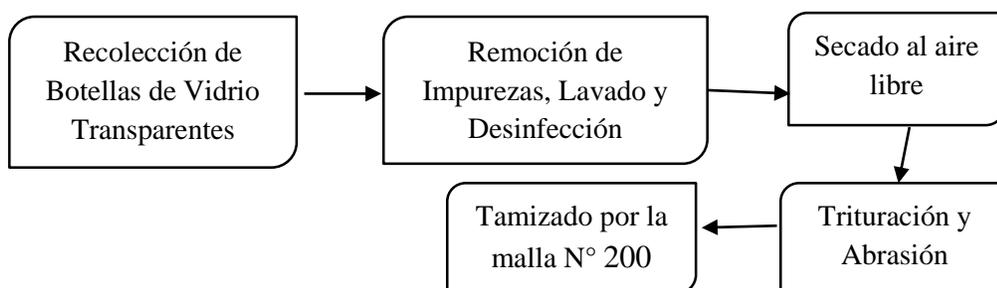


Figura 5, Flujograma del proceso de reciclaje de botellas de vidrio transparentes
Fuente: Propia (2020)

Es importante mencionar, que “el proceso de reciclaje de las botellas no solo aporta beneficios a la industria, sino también al planeta reduciendo en un 20% la contaminación atmosférica y disminuyendo en un 50% la contaminación del agua” (Fernández & Rodríguez, 2010).

5.2.2.8. Polvo de vidrio.

“**Polvo:** Son partículas sólidas, pequeñas y secas que poseen un diámetro dese 1 hasta 100 μm y se colocan poco a poco por su propio peso” (Ruiz, 2016).

5.2.2.9. Composición química del vidrio.

(Bacon, 2008), menciona la composición aproximada de los componentes más importantes del vidrio, las cuales son las siguientes:

Dióxido de silicio: SiO_2 , entre 68% a 75%; oxido de sodio: Na_2O , entre 11% a 18% y oxido de calcio: CaO , entre 8% a 17%. (p.3)

5.2.3. Vías urbanas.

5.2.3.1. Clasificación de pavimentos urbanas según la Norma Técnica CE.010.

De acuerdo con (MVCS, 2010), las vías a la capacidad que ofrecen se distribuyen en:

5.2.3.1.1. Las vías expresas.

“Son aquellas pistas que propician conexiones interurbanas con una facilidad alta. empalman sectores en crecida formación de tráfico, transportando en gran tamaño volúmenes de transportes ligeros, con desplazamiento a altas velocidades y reducida condición de acceso” (P.39).

5.2.3.1.2. Las vías arteriales.

Son aquellas que propician su conexión interurbana con una facilidad media, reducida accesibilidad y una incompleta integración con la utilización de las áreas

adyacentes. Son carriles que tienen que unirse con el plan de vías expresas y aceptar una circulación de vehículos a las vías locales y/o colectoras. (P.40)

5.2.3.1.3. Las vías colectoras.

“Son vías que ayudan a conducir la circulación de vehículos en dirección de las pistas locales hacia las arteriales, brindando servicio para el tráfico de vehículos, y el ingreso a las lotes o terrenos próximas” (P.40).

5.2.3.1.4. Las vías locales.

“Son aquellos carriles que poseen por finalidad el ingreso inmediato y rápido a las zonas residenciales, sectores industriales y comerciales, y tráfico en el interior de ellas” (P.40).

5.2.3.2. Clasificación de vías por demanda.

5.2.3.2.1. Trochas carrozables.

Según el (MTC, 2014) en el compendio del DG del 2013 menciona que “Son pistas de circulación que presenta un suelo de rodadura a los transportes, que contiene afirmado en sus capas, no logrando cualidades geométricas. de una calzada o camino, manteniendo su IMD < 200 vehículos por día”. Y que “Sus carriles tienen que incluir un espacio horizontal mínimo de 4.00 metros” (p.13).

5.2.4. Investigación de campo (calicata).

(MTC, 2014), “Con el fin de establecer sus propiedades físico-mecánica del material de la sub rasante se realizarán estudios a través de su ejecución de hoyos exploratorios o calicatas” (p.28).

(MVCS, 2010), “La altura mínima de indagación va ser de 1,50 m abajo desde la cota de rasante definitivo de la pista” (p.8).

“Si en el interior de la altura estudiada se hallaran suelos blandos o en gran medida penetrables, la profundidad de exploración tendría que agrandarse de acuerdo a los métodos y opinión del PR” (p.8).

En el caso de hallar suelos finos sin plasticidad en el interior del hoyo de exploración, se deberá realizar pruebas con el propósito de definir su densidad natural (p.8).

“Los sitios de exploración se localizarán de preferencia en las intersecciones de vías, alcanzando colocar sitios intermedios a fin de determinar la estratigrafía” (p.8).

La cantidad de puntos de exploración será conforme a los tipos de vías como se hace mención en la Tabla 4, con un mínimo de 03:

Tabla 4.

Cantidad de puntos para reconocimiento de suelos

| Categoría de vía | Mínimo de puntos de exploración | Área (m ²) |
|------------------|---------------------------------|------------------------|
| Expresa | 1 por cada | 2 000 |
| Arterial | 1 por cada | 2 400 |
| Colectora | 1 por cada | 3 000 |
| Local | 1 por cada | 3 600 |

Nota: Fuente; elaboración del MVCS, extraído del RNE – Norma técnica CE.010 (...)

“en la indagación se hará un perfil estratigráfico por cada sitio excavado, en base a la categorización ocular manual” (p.8).

“Se tomará, aunque sea una porción significativa de cada variedad de suelo con respecto a los siguientes ensayos de laboratorio, según las normas respectivas” (p.8).

5.2.5. Ensayos de laboratorios.

5.2.5.1. Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos.

5.2.5.1.1. Contenido de humedad - MTC E 108/ASTM D 2216.

(Serquén, 2019), “Llamado también humedad o capacidad de líquido. Es el enlace entre la carga del agua encerrada en el suelo, y la carga de sólidos. Se muestra en porcentaje” (p.7):

Ecuación 1. Capacidad de Humedad en Porcentaje

$$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$$

Donde:

Ww: es el peso de agua que se encuentra en la masa del espécimen muestral

Ws: es el peso seco de la muestra de suelo

“Luego de llevar una porción de muestra al horno, se realiza el peso del suelo en dos etapas, las cuales son en estado natural y en estado seco” (p.13).

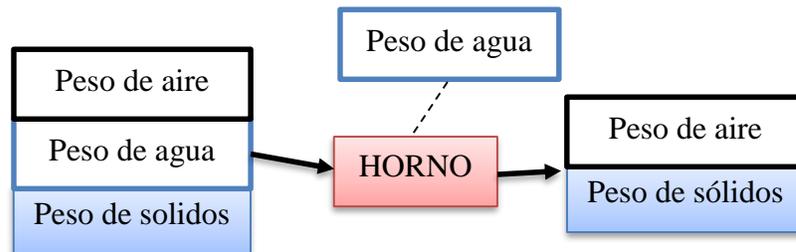


Figura 6, Conjunto de procedimientos para los resultados del contenido de humedad

Fuente: elaboración de William Serquén. – Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, (...).

(MTC, 2014), “se determina la humedad natural con el fin de facilitar la comparación con la humedad óptima que se logra en los experimentos de proctor modificado para hacer el CBR del suelo” (p.35).

5.2.5.1.2. Análisis granulométrico por tamizado - MTC E 107/ASTM D 6913.

(MTC, 2014), “El estudio granulométrico de un suelo abarca con la intención de determinar la simetría a sus diversos elementos constituyentes, ordenados en función a sus medidas como se indica en la **tabla 1**” (p.33).

(Serquén, 2019), Consiste en la separación y clasificación por diámetro los fragmentos del suelo. Se realiza el análisis con mallas o tamices de la siguiente forma:

Se basa en hacer mover y atravesar el suelo mediante un número determinado de mallas o tamices, para luego ser pesado cada porción de muestra retenido en cada

una de las mallas y así poder encontrar en porcentaje, la cantidad que ingresa en cada una de estas. (p.18)

“Seguidamente se dibuja en papel semilogarítmico; el diámetro de cada tamiz en las abscisas y los porcentajes pasantes en las ordenadas. La curva que se logra obtener se denomina Curva Granulométrica” (p.18).

“Sirve para la clasificación del suelo, asimismo conocer si cuenta con una adecuada gradación para una buena base de construcción y, sí está dentro de los límites de las especificaciones de los reglamentos de construcción” (p.18).

5.2.5.1.3. *Límite líquido - MTC E 110/ASTM D 4318.*

(Serquén, 2019), “El contenido de humedad que tienen los suelos, por debajo del cual, tienen comportamientos plásticos. Se consigue con la Copa de Casagrande” (p.26).

5.2.5.1.4. *Límite plástico - MTC E 111/ASTM D 4318.*

(Serquén, 2019), Es la cantidad de humedad, que tiene por debajo el suelo muestra un comportamiento poco plástico, el suelo inicia a solidificarse y entra a la condición semisólido. Se evalúa usando 20 hasta 30 gr de muestra seca, humedeciendo, para luego hacer una esfera en condición plástico y envolverlo con la palma de la mano, hasta hacer cilindros de 3.2 mm (1/8”) de diámetro. (p.30)

(MTC, 2014), “a parte del L. Líquido y del L. Plástico, una propiedad a conseguir es el IP que se especifica como la desigualdad entre límite líquido y límite plástico” (p.33):

$$IP = LL - LP$$

5.2.5.1.5. *Índice de plasticidad - MTC E 111/ASTM D 4318.*

(MTC, 2014), expresa la magnitud de la separación de humedad para los suelos que tienen resistencia plástica y ayuda a categorizar un suelo. Un índice plástico grande concierne al suelo bastante arcilloso; totalmente opuesto a un índice plástico pequeño que es propio del suelo poco arcilloso. (p.33)

Tabla 5.

Índice de plasticidad

| Índice de P. | Plasticidad | Características |
|-------------------------------------|------------------|--------------------------------|
| IP mayor a 20 | Alta | S. muy arcillosos |
| IP menor igual a 20 IP mayor a 7 | Media | S. arcillosos |
| IP menor a 7 | Baja | S. poco arcillosos plasticidad |
| IP igual a 0 | NP (No Plástico) | S. exentos de arcilla |

Nota: Fuente; elaboración MTC del Manual de Carreteras – Suelos, (...)

Según Sowers, GB y Sowers, GF (1972) la plasticidad se determina a través del IP o puede evaluarse por la resistencia de un espécimen de suelo que esta secado al aire.

Tabla 6.*Caracterización de la plasticidad de un suelo*

| Descripción | IP | Resistencia En condición Seco | Suelo Secado Al Aire |
|------------------------|----------|-------------------------------|--|
| No plástico | 0 - 3 | Muy baja | Se separa en trozos rápidamente |
| levemente plástico | 4-15 | leve | Se desmenuza rápidamente con los dedos |
| Moderadamente plástica | 15 - 30 | Moderada | Complicado de desmenuzar con los dedos |
| Muy plástico | 30 a mas | Alta | irrealizable de desmenuzar con los dedos |

Nota: Fuente; elaboración de Sowers, GB y Sowers, (...).

5.2.5.1.6. Índice de grupo.

(MTC, 2014), “índice reglamentado por AASHTO de aplicación común para clasificación del suelo, se encuentra establecido en fracciones en el límite de Atterberg. El IG del suelo se precisa a través de la fórmula” (p.34):

$$IG = 0.2 (a) + 0.005 (ac) + 0.01(bd)$$

Donde:

a = F-35 (F = parte del porcentaje pasante a la malla N° 200 -74 um).

Representado por un resultado entero positivo que abarca desde 1 hasta 40.

b = F-15 (F = parte del porcentaje pasante a la malla N° 200 -74 um).

Representado por un resultado entero positivo que abarca desde 1 hasta 40.

$c = LL - 40$ (LL = límite líquido). Representado por un resultado entero que abarca desde 0 hasta 20.

$d = IP - 10$ (IP = índice plástico). Representado por un resultado entero que abarca desde 0 hasta 20 o más.

(MTC, 2014), El IG (índice de grupo) es un numero entero positivo, que abarca desde 0 hasta 20 o más. En caso de que el índice de grupo hallado salga negativo, se expresa igual a 0. Un IG igual a 0 representa un suelo bastante bueno y un IG mayor igual a 20, un suelo que no sirve para carreteras. (p.34)

Tabla 7.

Índice de grupo

| Í. de Grupo | Suelos de Subrasante |
|-------------|----------------------|
| IG > 9 | Muy Pobre |
| IG de 4 - 9 | Pobre |
| IG de 2 - 4 | Regular |
| IG de 1 - 2 | Bueno |
| IG de 0 - 1 | Muy bueno |

Nota: Fuente; elaboración del MTC, Manual de Carreteras – Suelos, (...)

5.2.5.1.7. Proctor modificado - MTC E 115/ASTM D 1557.

(Braja, 2013), “El nivel de compactación del suelo de una vía se determina en condiciones de su densidad seca. En el momento en que se adjunta agua al suelo en la compactación, aquella trabaja como agente suavizante respecto a los granos del suelo” (p.91).

La finalidad de la elaboración del experimento es emplear el propio molde, de volumen 943.3 centímetros cúbicos (cm³), igual al del experimento Proctor

estándar. Además, el suelo se compacta en 5 capas con un pistón de masa 4.536 kilogramos que logra una altura de 457.2 mm. La cantidad de golpes del pistón en cada capa se conserva en 25, para el método A y B; para el método C es 56 golpes para cada capa. (p.98)

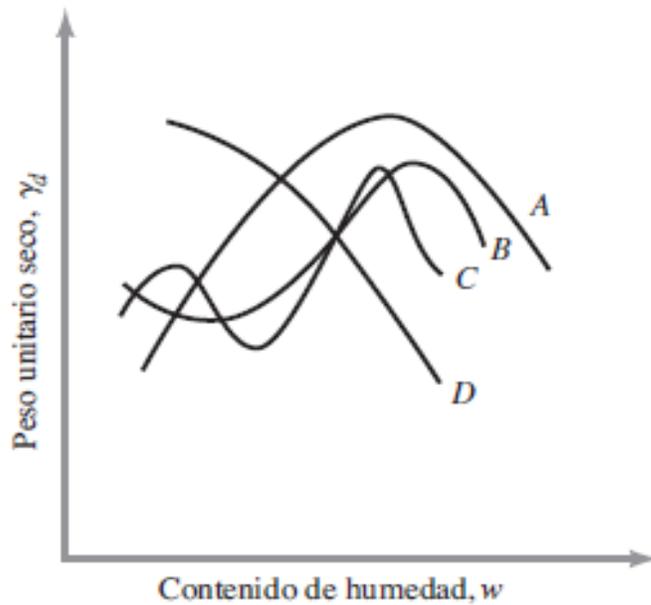


Figura 7, Diversas categorías de curvas de compactación hallados en los suelos

Fuente: Braja (2013)

La prueba de Proctor modificado es desarrollada basada en la Norma MTC E 115 y Norma ASTM D-1557.

La norma ASTM indica que, “para los laboratorios hay una precisión de criterios para juzgar la aceptabilidad de peso unitario máximo y resultados óptimos del contenido de agua obtenidos por este método ASTM D-1557” (p.11).

Tabla 8.*Estimaciones de precisión permisibles para laboratorios*

| Condiciones de prueba y propiedad de prueba | Estándar desviación (1s)^A | Rango aceptable de dos resultados de prueba (d2s)^A |
|--|---|--|
| Precisión de un solo operador | | |
| Peso máximo de la unidad (lbf / ft ³) | 0.6 | 1.8 |
| Contenido óptimo de agua (%) | 0.4 | 1.0 |
| Precisión multilaboratorio: | | |
| Peso máximo de la unidad (lbf / ft ³) | 1.6 | 4.4 |
| Contenido óptimo de agua (%) | 0.7 | 2.1 |

Nota: Fuente; elaboración de la norma ASTM, para el método de ASTM D-1557**5.2.5.1.8. Ensayo CBR - ASTM D 1883.**

(MTC, 2014), cuando se encuentre categorizado los suelos para procedimiento SUCS y AASHTO, Se prepara un perfil estratigráfico en cada zona simétrica o porción en análisis, del mismo modo se determinará el programa del experimento para definir el valor de soporte o dureza de un suelo, que se refiere al 95% del peso unitario seco y a una introducción de carga de 2.54 milímetros. (p.37)

“Después de que se ha determinado el valor del CBR de diseño, en cada zona de propiedades iguales, se ordenara que clase de sub rasante corresponde la sección o subtramo” (p.37), conforme a la tabla 9:

Tabla 9.*Categorías de sub rasante para el CBR*

| Tipos de sub rasante | CBR |
|--------------------------------|----------------|
| S ₀ : S. Inadecuada | CBR menor a 3% |

| | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| S ₁ : S. Insuficiente | Desde CBR ≥ 3% hasta CBR < 6% |
| S ₂ : S. Regular | Desde CBR ≥ 6% hasta CBR < 10% |
| S ₃ : S. Buena | Desde CBR ≥ 10% hasta CBR < 20% |
| S ₄ : S. muy buena | Desde CBR ≥ 20% hasta CBR < 30% |
| S ₅ : S. Excelente | CBR mayor igual a 30% |

Nota: Fuente; elaboración MTC, del Manual de Carreteras – Suelos, (...)

Luego de determinar el valor de CBR, se procederá a clasificar los materiales que compone las capas de sub base y base de la estructura del pavimento según la tabla 10:

Tabla 10.

Clasificación y uso del suelo según el valor de CBR

| CBR | Descripción cualitativa | Uso |
|-----------------|-------------------------|-------------|
| De 0 hasta 5 | Muy mala | Sub rasante |
| De 5 hasta 10 | Mala | Sub rasante |
| De 10 hasta 20 | Regular a buena | Sub rasante |
| De 20 hasta 30 | Excelente | Sub rasante |
| De 30 hasta 60 | Buena | Sub base |
| De 60 hasta 80 | Buena | Base |
| De 80 hasta 100 | Excelente | Base |

Nota: Fuente; elaboración del Ing. Assis A. (1988)

(MVCS, 2010), “El material de la capa base granular que compone la estructura del pavimento debe cumplir esta propiedad físico-mecánica según el tipo de vía que en seguida se muestra en la tabla 11” (p.12)

Tabla 11.

California Bearing Ratio (CBR).

| | |
|----------------------------|--------|
| Vías colectoras y locales | ≥ 80% |
| Vías expresas y arteriales | ≥ 100% |

Nota: Fuente; elaboración del MVCS, del RNE – Norma CE.010 (...)

“Se establecerá un (1) California Bearing Ratio por cada 5 puntos de exploración o menos como lo indica la Tabla 4 y como mínimo un (1) California Bearing Ratio por cada clase de suelo de subrasante” (p.9).

5.2.5.2. Ensayo de laboratorio de análisis químico del polvo de vidrio reciclado.

5.2.5.2.1. Fluorescencia de rayos X.

los elementos ligeros como el oxígeno, hidrogeno, nitrógeno y carbono a causa de la poca fuerza de sus rayos X propios y a su corto rendimiento. El procedimiento se basa en someter una porción a una afluencia de rayos X, de partículas apresuradas o de radiación gamma con la finalidad de mover los elementos que en ella hallan, para después poder identificar y cuantificar a través de los rayos X propios hechos. Es probable precisar la acumulación de elementos que se encuentran comprendidos desde el Sodio (Z=11) hasta el Uranio (Z=92), no se podrán conocer de fluorescencia. Se atribuye a muestras liquidas, o sólidas inorgánicas u orgánicas, así como cerámicos, pigmentos, líticos, vegetales, pastas, metales, huesos, entre otros. El análisis podría ser no perjudicial y de inmediato retornado la cosa arqueológica analizado al cliente, sin nada de modificación ni efecto. (Linares, s.f)



Figura 8, Espectrómetro para fluorescencia de rayos X
Fuente: sacado de la página web INBOX Technology Latam

5.2.6. Aspectos generales del distrito de Barranca.

5.2.6.1. Ciudad de Barranca.

5.2.6.1.1. Ubicación geográfica.

Barranca es la zona turística en el corazón noroccidental del Perú, capital de la provincia de Barranca.

Ubicación: ubicada a 175 kilómetros del norte de la región Lima.

Altitud: 49 m.s.n.m

Coordenadas: 10° 45' 09" S / 77° 45' 41" O

5.2.6.1.2. Límites geopolíticos.

Sus Límites son:

Norte: Distrito de Pativilca

Este: Departamento de Ancash

Sur: Distrito de Puerto Supe y Supe Pueblo;

Oeste: océano Pacífico.

5.2.6.1.3. Micro localización gráfica.

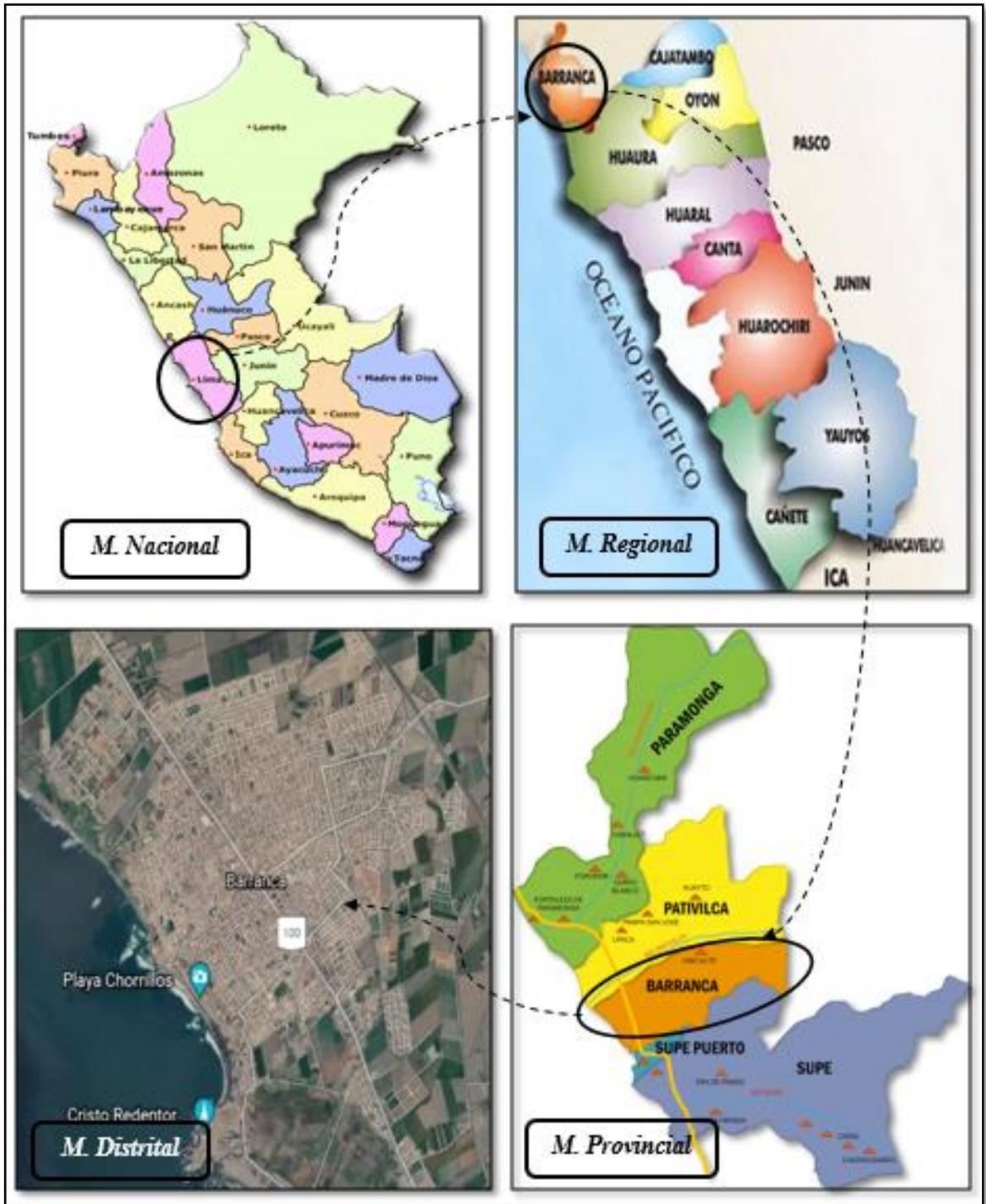


Figura 9, Micro localización grafica del distrito de Barranca

Fuente: elaboración propia sacado de Google earth y google chrome.

5.2.6.2. Jirón Miguel Grau Seminario.

5.2.6.2.1. Descripción.

El jirón Miguel Grau Seminario es una vía perteneciente a la urbanización La Florida y como acceso al C.P. Arguay, con una longitud de 1200 m y un ancho de 9 m según el catastro de la municipalidad de Barranca.

5.2.6.2.2. Localización.

Su localización geográfica es:

Coordenada Este : 196274.00 m E

Coordenada Norte : 8812525.00 m N

Altitud : 58 m.s.n.m.



Figura 10, Localización geográfica de la vía jirón Miguel Grau Seminario

Fuente: Google earth.

5.2.6.3. Aspecto económico.

En la urbanización La Florida, el C.P. Arguay se desempeña la actividad agrícola, siendo este sector un punto de inyección de trabajo para los ciudadanos de la zona; así

como en la ciudad de Barranca se desarrolla la actividad turística teniendo los circuitos de playas como el colorado, el histórico balneario de puerto chico, chorrillos y la bandurria, y finalmente su gastronomía como el ceviche, el tacu tacu, meneao de pavo entre otros

5.2.6.4.Aspecto social.

En el sector educación la urbanización La Florida cuenta con la Universidad Nacional de Barranca y un colegio de primaria; mientras que en la ciudad de Barranca tenemos Institutos, centros de preparación universitaria y colegios públicos y privados.

En el sector salud la urbanización La Florida y el C.P. Arguay no cuentan con un establecimiento de salud, por lo que la población tiene que acudir trasladándose de manera constante a la ciudad de Barranca que, si cuenta con el hospital de Barranca Cajatambo, EsSalud y clínicas.

5.2.6.5.Servicios básicos.

Hoy en día, las dos zonas donde se localiza la vía en estudio cuenta con el servicio de agua potable y desagüe, en un aproximado del 80%; con respecto al servicio esencial de luz pública y electricidad a viviendas en un 95% proveídos por la compañía EDELNOR.

5.2.6.6.Población.

Según la RENIEC, en la ciudad de Barranca hay una población de 52 044 personas mayor a los 18 años, por lo que en la zona de La Florida y el C.P. arguay se estima una población de 9 mil personas aproximadamente.

5.2.6.7. Viviendas.

En cuanto a las viviendas en la urbanización La Florida el 80% aproximadamente son propias y el 20% restante están en condición de posesión, construidos con material noble (ladrillo) un 40% y el resto con adobe (tierra y barro).

5.2.6.8. Clima.

La ciudad de Barranca tiene un clima caluroso – húmedo en época de verano, y en invierno su clima es lluvioso - frío. Sobre la temperatura promedio de este año es de 18.85° C.

La dirección del viento es hacia el S-O de las 12 pm para adelante. En la mañana lo es en dirección S-E.

Tabla 12.

Parámetros Climáticos promedio de Barranca

| Mes | Ener. | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | Anual |
|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| T. Max. Media (°C) | 25.7 | 26.6 | 26.2 | 24.9 | 22.4 | 21.1 | 20.6 | 19.9 | 20.1 | 21 | 22.4 | 24.2 | 22.9 |
| T. Max. Media (°C) | 21.4 | 22.2 | 21.8 | 20.6 | 18.5 | 17.4 | 16.9 | 16.3 | 16.3 | 17 | 18.2 | 19.6 | 18.9 |
| T. Max. Media (°C) | 17.1 | 17.8 | 17.5 | 16.3 | 14.6 | 13.7 | 13.2 | 12.7 | 12.6 | 13.1 | 14.1 | 15.1 | 14.8 |

Nota: Fuente; climate-data.org

5.2.7. Glosario de abreviaturas y términos.

5.2.7.1. Abreviaturas.

- RENIEC : Registro nacional de identificación y estado civil
- ASTM : American Society for Testing and Materials
- AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials
- SUCS : Sistema unificado de clasificación de suelo
- MDS : Máxima densidad seca
- CBR : California bearing ratio
- MVCS : Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento
- IMD : Índice máximo diario
- MTC : Ministerio de transportes y comunicaciones del Perú
- CP : Centro poblado

5.2.7.2. Términos.

- Vías urbanas: terreno destinado a la circulación de transportes y/o peatones que se localiza adentro del margen urbano
- Reciclaje: se basa en transformar materiales ya usados en elementos naturales para producir nuevos resultados.

- Suelos estabilizados: son suelos insuficientes o indebidos de poca firmeza a estos es importante incluirles un estabilizador.
- Agente estabilizador: material extra distinto al suelo que se le incorpora a fin de hacer mejoras en sus características físico-mecánicas.
- Base: capa normalmente granular, aun cuando puede ser de concreto asfáltico, de suelo estabilizado o de concreto hidráulico.
- Sub rasante: es la capa menor de la pavimentación paralelo a la rasante
- PR: profesional responsable
- Laboratorio: es una agrupación que cuantifica, investiga y realiza las pruebas de los materiales o productos.

VI. HIPÓTESIS Y VARIABLES DE ESTUDIO

6.1.Hipótesis

6.1.1. Hipótesis general.

- La estabilización de suelo, mejora utilizando polvo de vidrio reciclado para usarse como suelo óptimo para base y/ o sub base en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca.

6.1.2. Hipótesis específicas.

- Con la característica química se obtiene un alto porcentaje de silicio y limitado porcentaje de sodio, del polvo de vidrio reciclado mediante fluorescencia de rayos X.
- La clasificación granulométrica demuestra que a través del ensayo es un suelo arcilloso y el porcentaje de humedad que posee es de 50 %, en estado natural en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca.
- Los límites líquido y plástico del suelo, desarrolla un comportamiento no apto debido a la elevada presencia de agua, en estado natural y que se reducen utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca.

- Mediante el Proctor modificado se obtiene un descenso en las condiciones óptimas de compactación y en el CBR disminuye la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, en estado natural y se incrementa utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca.

6.2. Variables de estudio

6.2.1. Polvo de vidrio reciclado – variable 1.

“Se refiere a la trituración o molido del vidrio, siendo materia prima la más interesante como material de reciclaje, para reducir la contaminación resultado de las actividades del hombre” (Navarro Fernández, 2003).

6.2.2. Estabilización de suelo – variable 2.

Según la (MTC, 2014), Se considera la estabilización de un suelo como el mejoramiento de sus condiciones y propiedades físicas a través de técnicas mecánicas e integración de productos químicos, originario o artificial.(p.89)

6.3.Operacionalización de las variables

Tabla 13.

Variable 1 - V. Independiente

| VARIABLE | TIPO DE VARIABLE | DEFINICION CONCEPTUAL | DIMENSION | DEFINICION OPERACIONAL | INDICADOR | FUENTE DE VERIFICACION |
|---------------------------|-------------------------|--|--------------------------|--|------------------|-------------------------------|
| Polvo de vidrio reciclado | cuantitativa | Se refiere a la trituración o molido del vidrio reciclado cuidadosamente seleccionado. | Características químicas | Es el proceso de trituración del vidrio realizado en el laboratorio para la obtención del polvo (Noel, 2020) | Porcentaje | Ensayo en el laboratorio |

Nota: Fuente propia; Variable independiente (2020)

Tabla 14.

Variable 2 - V. Dependiente

| VARIABLE | TIPO DE VARIABLE | DEFINICION CONCEPTUAL | DIMENSION | DEFINICION OPERACIONAL | INDICADOR | FUENTE DE VERIFICACION |
|-------------------------|-------------------------|--|---|---|------------------|-------------------------------|
| Estabilización de suelo | cuantitativa | Se considera la estabilización de un suelo como el mejoramiento de sus características y propiedades físicas mediante técnicas mecánicas e integración de productos químicos, originario o artificiales (MTC, 2014). | Contenido de humedad y análisis granulométrico. <hr/> Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad <hr/> Proctor modificado y CBR. | Es un desarrollo que tiene por objeto incrementar el soporte a la deformación, reducir su sensibilidad al agua, controlar la erosión y las variaciones de volumen (Kraemer et al. 2004), (Velasquez Pereyra, 2018). | porcentaje | Ensayo en el laboratorio |

Nota: Fuente propia; variable dependiente (2020)

VII. OBJETIVOS

7.1. Objetivo general

- Probar si la estabilización de suelo, mejora utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca.

7.2. Objetivos específicos

- Determinar la característica química del polvo de vidrio reciclado mediante fluorescencia de rayos X.
- Indicar la clasificación granulométrica y el porcentaje de humedad que posee el suelo, en estado natural en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca.
- Establecer el comportamiento que tienen los límites líquido y plástico del suelo, en estado natural y utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca.
- Determinar los parámetros que influyen en la obtención de los valores del Proctor modificado y el CBR del suelo, en estado natural y utilizando polvo de vidrio reciclado en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca.

VIII. METODOLOGÍA

8.1. Tipo de la investigación

“De acuerdo con el propósito, es aplicada dado que busca tener nuevos saberes técnicos para su aplicación rápida a los problemas dados” (Córdova, 2013).

De acuerdo con la importancia temporal, es transversal en vista de que se desea estudiar en un solo tiempo, por sus variables.

“De acuerdo con la profundidad, es exploratoria y necesario a que muestran importantes temas de estudios, y es consistente de los antecedentes” (Córdova, 2013).

“De la misma manera que la condición de medida, es cuantitativa justo a que estudia datos numéricos cuantificables para que sea posible contrastar las hipótesis” (Córdova, 2013).

8.2. Nivel de la investigación

El nivel de la investigación realizada es de tipo experimental, dado que busca explicar y relacionar el comportamiento de la variable dependiente (estabilización de suelo) en función de la variable independiente (polvo de vidrio reciclado).

Esto debido a que se maneja la variable “polvo de vidrio reciclado” que se añadirá en porcentajes de 2%, 5% y 8%, para mejorar las propiedades físico-mecánicas del suelo

como los límites líquido y plástico, índice de plasticidad e índice CBR, esto se mete claramente en el ámbito de acción de la experimentación.

8.3. Enfoque de la investigación

El enfoque de investigación es cuantitativo, dado que detallaremos el proceso de recolección de datos que se usó como la interpretación y análisis, que fueron conseguidos al momento de la visita a campo y de los ensayos de laboratorio, para llegar a resultados en números y así poder probar nuestras hipótesis. (Sampieri, 2014)

8.4. Diseño de la investigación

El diseño de investigación de esta tesis es experimental, dado que este estudio sigue las líneas y procedimientos sugeridos en las Normas ASTM y del manual MTC usadas para la realización de los ensayos de laboratorio.

Tabla 15.

Estructura de los ensayos para el suelo patrón

| Porcentaje de polvo de vidrio R. | 0% | | |
|---|------------|------------|------------|
| Calicatas | C-1 | C-2 | C-3 |
| Muestras | M-1 | M-2 | M-3 |
| Contenido de humedad | CH-1 | CH-2 | CH-3 |
| Análisis granulométrico | AG-1 | AG-2 | AG-3 |
| Límite líquido | LL-1 | LL-2 | LL-3 |
| Límite plástico | LP-1 | LP-2 | LP-3 |
| Subtotal de ensayos | 12 | | |

Nota: Fuente; propia (2021)

Una vez que se tiene la estructura de los ensayos para el suelo patrón con el fin de tener los datos para una posterior clasificación, se procedió a realizar la estructura de los ensayos para la estabilización del suelo, con porcentajes de polvo de vidrio que se mencionan en la tabla 16

Tabla 16.

Estructura de los ensayos para el suelo con polvo de vidrio reciclado

| Porcentajes de polvo de vidrio R. | 0% | 2% | 5% | 8% | 0% | 2% | 5% | 8% | 0% | 2% | 5% | 8% |
|--|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------------|-----------|-----------|-----------|
| Calicatas Muestras | C-1 M-1 | | | | C-2 M-2 | | | | C-3 M-3 | | | |
| Limite liquido | | LL-4 | LL-5 | LL-6 | | LL-7 | LL-8 | LL-9 | | LL-10 | LL-11 | LL-12 |
| Limite plástico | | LP-4 | LP-5 | LP-6 | | LP-7 | LP-8 | LP-9 | | LP-10 | LP-11 | LP-12 |
| Proctor modificado | PM-1 | PM-2 | PM-3 | PM-4 | PM-5 | PM-6 | PM-7 | PM-8 | PM-9 | PM-10 | PM-11 | PM-12 |
| CBR | CBR-1 | CBR-2 | CBR-3 | CBR-4 | CBR-5 | CBR-6 | CBR-7 | CBR-8 | CBR-9 | CBR-10 | CBR-11 | CBR-12 |
| Subtotal de ensayos | 42 | | | | | | | | | | | |

Nota: Fuente; propia (2021)

Teniendo como información las Tablas 15 y 16, se tiene 54 pruebas de laboratorio, con los que se obtendrá los resultados para responder los objetivos propuestos de esta investigación, además se desea obtener el porcentaje efectivo del polvo de vidrio reciclado para la estabilización del suelo de la vía jirón Miguel Grau Seminario.

8.5. Población y muestra

8.5.1. Población.

La longitud total de la vía jirón Miguel Grau Seminario es de 1.2 Km en la zona urbanizada La Florida, Distrito y Provincia de Barranca, Departamento de Lima, delimitándose para este estudio 1Km de longitud y 9 m de ancho de la vía; para establecerse 3 calicatas como mínimo cada una dentro de un área de 3000 m² según la normativa Técnica CE. 010.

8.5.2. Muestra.

Al ser una población pequeña $n=3$ se trabaja con la población delimitada. Realizando un muestreo exploratorio $N=n$. La muestra será 3 puntos exploratorios, cada una con dimensiones de 1,2 m x 1,2 m de las cuales se extraerá 250 kg de material para ensayarse en el laboratorio.

8.5.2.1. Descripción de la muestra.

Las calicatas C-1, C-2 y C-3 ubicadas a lo largo de la vía jirón Miguel Grau Seminario fueron excavadas manualmente, por lo que el material obtenido para ensayar es del segundo estrato, la primera capa es un suelo orgánico que comprende de los 20 cm a 30 cm.



Figura 11, Primer horizonte – suelo orgánico

Fuente: Propia (2020)



Figura 12, Muestras de suelos – Segundo horizonte

Fuente: Propia (2020)

8.6. Unidad de análisis

- Suelo en estado natural y con polvo de vidrio reciclado

8.7. Instrumentos de investigación.

- Formatos para la toma de datos de los ensayos de laboratorio, por consiguiente, el trabajo que tiene este instrumento es la recolección de datos en los diversos formatos de ensayos, las cuales serán anexadas en el capítulo de anexos
- **Ficha de muestreo:** (AMBIENTE, Noviembre 2014) “Ficha impresa donde se recopila los datos obtenidos en campo, que integra la técnica de muestreo, las características de la posición de muestreo y una descripción de las muestras recolectadas”.
- Laptop

8.8. Materiales, herramientas y equipos

8.8.1. Materiales.

- Polvo de vidrio
- Agua
- Suelo

8.8.2. Herramientas.

- Wincha y GPS
- Sacos y pala cuchara
- Señalización
- Tablero de anotación
- Celular, para la toma de fotografía
- Lapicero, hojas bond, cinta de embalaje y tijera

8.8.3. Equipos.

Recolección y trituración de botellas de vidrio transparentes

- EPP utilizado fue protector facial, mascarilla, el alcohol y distanciamiento como medidas de protocolos por la COVID 19
- Plancha Compactadora
- Máquina de los ángeles



Figura 13, Equipo de protección personal – protocolos

Fuente: Propia (2020)

Análisis químico del polvo de vidrio por fluorescencia de rayos x

- Espectrómetro
- Ánodo Pd (50kV, 4mA)
- Colimador: S2

Ensayo de contenido de humedad - MTC E 108/ASTM D 2216

- Recipientes.
- Balanza electrónica.
- Horno eléctrico



Figura 14, Equipo para el ensayo de contenido de humedad

Fuente: Propia (2020)

Ensayo granulométrico por tamizado - MTC E 107/ASTM D 6913

- Tamizador mecánico
- Mallas de 1 ½"; 1"; ¾"; ½"; 3/8"; 1/4"; N°4; N°10; N°20; N°40; N°60; N°100 y N°200.
- Balanza.
- Cucharones.
- recipientes.



Figura 15, Equipo para el ensayo granulométrico por tamizado
Fuente: laboratorio Knight Piesold (2021)

Ensayo de limite líquido y plástico- MTC E 110-111/ASTM D 4318

- Tamiz N° 40
- Copa de casa grande
- Acanalador
- calibrador
- Paleta y recipientes



Figura 16, Equipos para el ensayo de límites líquido y plástico
Fuente: Propia (2020).

Ensayo de proctor modificado - MTC E 115/ASTM D 1557

- Probetas.
- Mallas (N°. 4, 3/8" y 3/4").
- Horno de 110° C
- Balanza.
- Contenedores.
- Pisón de compactación.
- Molde Cilíndrica



Figura 17, Equipo para el ensayo de proctor modificado

Fuente: laboratorio Knight Piesold (2021).

Ensayo CBR de laboratorio- MTC E 132/ASTM D 1883

- Prensa CBR.
- Horno
- Pisón de compactación.
- Moldes de metal cilíndrico para CBR.
- El trípode más su dial.
- Tanque



Figura 18, Equipo para el ensayo de CBR
Fuente: laboratorio Knight Piesold (2021).



Figura 19, Moldes metálicos cilíndricos para estudio de CBR
Fuente: laboratorio Knight Piesold (2021).

8.9. Metodología de estudios

8.9.1. Técnicas y recolección de datos.

8.9.1.1. *Reciclaje y trituración de las botellas de vidrio transparentes.*

8.9.1.1.1. *Descripción del reciclaje.*

Se realizó la actividad de reciclaje de las casas de mi calle y de la empresa recicladora “ROLY”, obteniendo un total de 70 botellas de vidrio transparentes para esta investigación, cabe mencionar que cumplí con las medidas de prevención y protocolos contra la COVID 19 para salvaguardar la salud de las señoras colaboradoras y de mi persona.



Figura 20, Botellas de vidrio recicladas compradas de la empresa recicladora ROLY

Fuente: Propia (2020)

Las 70 botellas pasan por un proceso de limpieza para retirar posibles impurezas que afecten el estudio del vidrio

8.9.1.1.2. *Procedimiento de limpieza.*

- Se preparó una mezcla de detergente, agua y desinfectante (lejía) para lavar las botellas de vidrio
- para la eliminación de impurezas de las botellas recicladas consta; de separar o raspar con arena y alambre los desechos o escombros de cualquier material que se encuentren en contacto directo.
- luego se procede a enjuagar con bastante agua limpia para después secarlo por afuera con un mantel



Figura 21, Lavado y desinfección de las botellas recicladas

Fuente: Propia (2020)

- por último, se deja secar el interior de las botellas recicladas al aire libre por un día.
- finalmente, las botellas de vidrio fueron rotos en varios pedazos

8.9.1.1.3. *procedimiento de trituración.*

Se extendió sobre una superficie plana colocando una manta de plástico y una calamina encima. Asimismo, se procedió a pasar por encima con una plancha compactadora de 1000 Kilogramos - Fuerza pasando y repasando por dicha superficie 4 veces



Figura 22, Trituración del vidrio con la plancha compactadora

Fuente: Propia (2020)

hasta obtener una adecuada granulometría sin perder la pulverización producida de este material.

Una vez terminado el proceso de trituración fue transportado este material al laboratorio de Mecánica de Suelo de la Universidad Nacional de Barranca

8.9.1.2. Tamizado del vidrio molido por la malla N° 200.

8.9.1.2.1. Descripción.

La razón de tamizar el vidrio triturado y obtener el polvo es aplicar un material estabilizador al suelo de la vía jirón Miguel Grau Seminario, de esta manera usar un aditivo homogéneo con la mismas capacidades físicas y composición química.



Figura 23, Resultado del tamizado - polvo de vidrio.

Fuente: Propia (2020)

8.9.1.2.2. Procedimiento.

- Se realizó la limpieza del tambor cilíndrico de acero y se quitó el óxido de las 10 esferas de acero
- Mediante la máquina de los ángeles se continua con la molienda para obtener mayor pulverización. Se echó de poco en poco el vidrio triturado para cerrar el tambor y aplicar ciertas revoluciones por un determinado tiempo.
- Se realizó el mismo proceso para todo el vidrio triturado, teniendo como objetivo la obtención de 13 kilos de polvo de vidrio reciclado.



Figura 24, Molienda del vidrio triturado en la máquina de los ángeles

Fuente: Propia (2020)

- Después de finalizar la molienda en la máquina de los ángeles, se realiza el tamizado de las partículas del vidrio reciclado utilizando un tamiz de 75 μm y la pasante a esta es el material usado en esta investigación.
- Finalmente se tiene el polvo de vidrio para el análisis químico y para iniciar con los ensayos de laboratorio de las 3 muestras de suelo con porcentajes de 2%, 5% y 8%.

8.9.1.3. *Análisis químico del polvo de vidrio por fluorescencia de rayos x.*

8.9.1.3.1. *Descripción.*

Se envió una muestra de 100g de polvo de vidrio reciclado al laboratorio de Investigación y Servicios para la actividad minera e industrial - BIZALab, para que realicen el ensayo de Fluorescencia de Rayos X (FRX).

8.9.1.3.2. *Procedimiento.*

Con la evaluación química por FRX se efectuó el análisis semicuantitativa de los elementos desde el Na ($Z=11$) hasta el U ($Z=92$). Los elementos que no se muestran no han podido ser localizados por el equipo, dado que se hallan por debajo del margen de localización del elemento concerniente. El procedimiento de preparación empleado a la muestra es la pastilla prensada. El informe incorpora la pérdida por calcinación (LOI– calcinación a 950°C por 2 h), que concierne al consumo de peso, representado en porcentaje, y que muestra el contenido de elementos volátiles en las muestras, por ejemplo, los carbonatos, agua (descomponiéndose mediante la

liberación del CO₂), sulfuros y sulfatos (descomponiéndose mediante la liberación del SO₂), y demás.

8.9.1.4. Muestreo de suelo.

8.9.1.4.1. Descripción.

La observación es la técnica más usual para realizar la toma de datos del suelo en la ingeniería vial, la principal ventaja de la inspección inmediata es su vínculo directo con la realidad.



Figura 25, Estado actual de la vía jirón Miguel Grau Seminario

Fuente: Propia (2020)

8.9.1.4.2. Procedimiento.

El procedimiento que se realizó en el muestreo de suelo para la determinación de áreas de estudio; inicio clasificándose a qué tipo de vía urbana pertenece el Jr. Miguel Grau Seminario, en donde según las definiciones resulta ser una vía colectora que ayuda a conducir la circulación de vehículos en dirección de las vías

locales hacia las arteriales. Luego, se efectuó la delimitación de 1 kilómetro de longitud y 9 m de ancho de vía con un área total de 9000 m², se delimita esa área por ser la afectada, en el que se pudo distinguir la existencia de granos finos sueltos en exceso (polvadera), huecos y el mal estado que presenta. Asimismo, la Norma Técnica CE.010 – Pavimentos Urbanos, indica hacer 1 punto de exploración dentro de un área de 3000 m² para una vía colectora (tabla 4), solicitando como mínimo 3 puntos de exploración (calicata).

Por esta razón, es la sectorización de 3 tramos de estudio cada una con 333,33 m de distancia y con 9 m de ancho, de esta manera se llega a cumplir lo solicitado por la norma técnica CE.010 para una exploración de suelo de una vía colectora urbana.

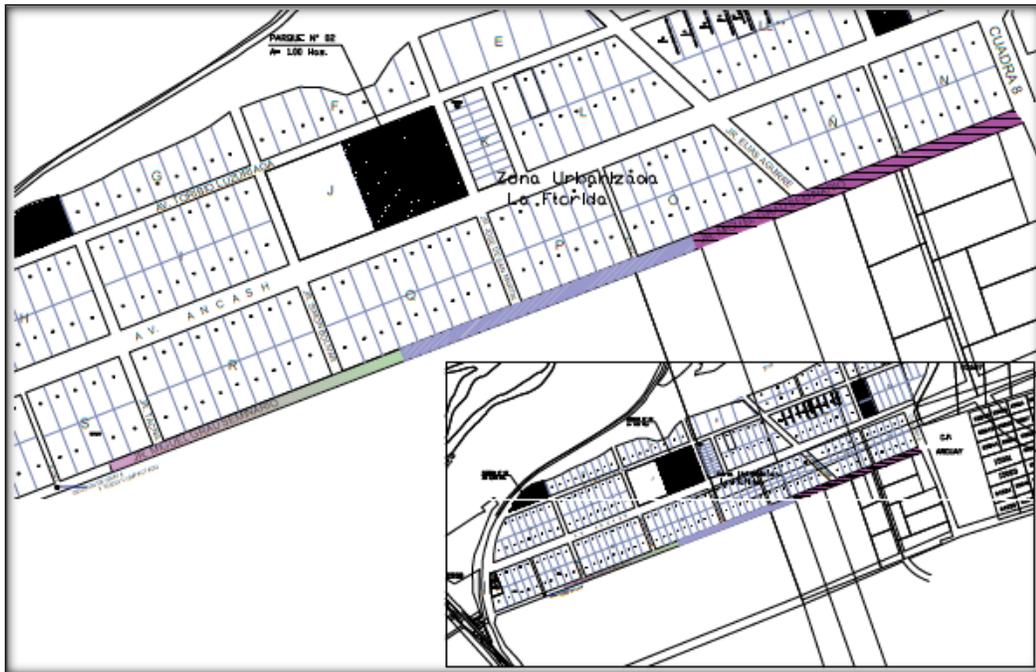


Figura 26, Delimitación del área según N. T CE.010 – Pavimentos urbanos

Fuente: elaboración propia basado en el Plano Catastral de la MPB

8.9.1.5. *Excavación de calicatas.*

8.9.1.5.1. *Descripción.*

La excavación estuvo a cargo de la empresa INGELCI PERU SAC.

La cantidad de calicatas que se ejecuta es establecida conforme a la **tabla 4** y a la norma técnica CE.010, donde indican que se tienen que excavar un mínimo de 03 (tres) puntos de exploración, con una altura mínima de 1.50 metros por debajo del nivel de la rasante definitiva de la pista en estudio.

El jirón Miguel Grau Seminario es una vía colectora urbana. Contando con una distancia horizontal de 9 metros, y una distancia vertical de 1200 m de acuerdo al plano catastral de la Provincia de Barranca, sin embargo, para este estudio se trabaja con un área total estudiada de 9000 m². En la **Tabla 17** se muestra las distancias de calicata a calicata cada una con su progresiva iniciando desde la antigua Panamericana Norte. En la figura 27, se muestra la representación de la ubicación.



Figura 27, Ubicación de las calicatas realizadas en jirón Miguel Grau Seminario

Fuente: elaboración propia basado en el Plano Catastral de la MPB

De manera que, en este trabajo de investigación, se ejecutó 3 puntos de exploración, en forma de calicatas, dos con una altura excavada de 1.50 m y otro de 1.60 m.

Tabla 17.

Datos de la ubicación de las calicatas

| Calicata | Profundidad | Distancia | Progresiva |
|-----------------|--------------------|------------------|-------------------|
| C-1 | 1.50 m | 386.30 m | Km 1 + 018.20 m |
| C-2 | 1.50 m | 201.70 m | Km 0 + 631.90 m |
| C-3 | 1.60 m | 430.20 m | Km 0 + 430.20 m |

Nota: Fuente; propia (2021)

8.9.1.5.2. Procedimiento.

- Se definió la cantidad de calicatas sugeridas a llevar a cabo en la zona de exploración.
- Se delimito con cal las dimensiones de 1.2m x 1.2m para cada calicata



Figura 28, Delimitación con cal las dimensiones de la calicata

Fuente: Propia (2020)

- Se obtiene las coordenadas UTM para cada calicata usando el dispositivo GPS.

En la tabla 18 se presenta las coordenadas conseguidas:

Tabla 18.

Coordenadas UTM de las calicatas

| Calicata | Coordenadas UTM | | |
|----------|-----------------|--------|---------|
| | Norte | Este | Altitud |
| C-1 | 8812892 | 197204 | 82 msnm |
| C-2 | 8812736 | 196817 | 77 msnm |
| C-3 | 8812662 | 196621 | 77 msnm |

Nota: Fuente; propia (2020)

- Se inició la excavación de cada calicata a una altura mínima de 1.50 metros
- Finalmente se sustrajo 250 kg como muestras representativas de cada calicata conforme al manual MTC E 101 y/o norma ASTM D 420



Figura 29, Muestras de 250 kg para estudio de suelo

Fuente: Propia (2020)

8.9.1.5.3. *Perfil estratigráfico de las calicatas.*

Esta actividad realizada estuvo a cargo de la empresa INGELCI PERU SAC. Enviando a su técnico especialista a describir e identificar in situ los horizontes o estratos de suelo, de acuerdo al marco del DS N° 002-2013-MINAM, estándar de condición medioambiental para suelo (manual para el muestreo de suelos – ficha de muestreo de suelo) y MTC E 101 (muestreo de rocas y suelos), anotándose las primordiales propiedades y cualidades del suelo, por ejemplo: olor, humedad, color, consistencia, textura y los demás.

(MINAM, 2014) “Ficha impresa donde se recopila los datos obtenidos en campo, que integra la técnica de muestreo, las características de la posición de muestreo y una detallamiento de las muestras recolectadas”.

8.9.1.6. *Transporte de las muestras de suelo al laboratorio UNAB y Knight Piésold.*

8.9.1.6.1. *Descripción del transporte.*

Se trasladó las muestras representativas de material de todas las calicatas, conforme al manual MTC E 104 (cuidado y traslado de muestras de suelo). Para las muestras del ensayo humedad natural, se usó bolsitas herméticas a fin de impedir la pérdida de humedad.

8.9.1.6.2. *Procedimiento.*

- A la Universidad Nacional de Barranca se transportó 50 kg de muestra de suelo de cada calicata con un taxi, dado que está ubicada en la misma urbanización donde se desarrolló la excavación de calicatas.

- Para el Laboratorio Knight Piésold que está ubicada en la ciudad de Lima, se transportó 200 kg de muestra de suelo de cada calicata con un camioncito, se envió en sacos de 50kg para facilitar la manipulación de los mismos.



Figura 30, Recepción de los 600 kg de muestras de suelo por el laboratorio Knight Piésold

Fuente: laboratorio Knight Piésold (2021)

- Se organizó y se hizo la preparación de las muestras de forma apropiada para la ejecución de las pruebas de laboratorio, conforme al manual de ensayos MTC E 105 (cuarteo) y MTC E 106 (preparación de muestras secas para el cálculo de las constantes y el análisis granulométrico del suelo).



Figura 31, Muestras de suelo secado al aire libre - UNAB

Fuente: Propia (2020)

8.9.1.7. *Ensayo contenido de humedad natural- MTC E 108/ASTM D 2216.*

8.9.1.7.1. *Descripción.*

Se realizó el ensayo de humedad natural del suelo en el laboratorio de mecánica de materiales y suelos de la UNAB y en el Laboratorio Knight Piesold, el cual se realizaron de inmediato luego de trasladar las muestras en bolsas herméticas.

8.9.1.7.2. *Procedimiento.*

- a) Se trabajó con la tabla mencionada en el método ASTM D 2216 y según el manual de ensayos de materiales MTC E 108 para obtener la cantidad mínima representativa.
- b) Se pesó los recipientes vacíos para cada calicata
- c) Se pesó cada recipiente más el suelo húmedo
- d) Se colocó los recipientes con la muestra húmeda en el horno por 24 horas

- e) Se removió del horno,
- f) se esperó su enfriamiento
- g) finalmente se pesó los recipientes con el suelo seco



Figura 32, Peso de contenedores más los especímenes de suelo de la calicata C-1

Fuente: propia (2020)

8.9.1.8. Ensayo granulométrico por tamizado - MTC E 107/ASTM D 6913.

8.9.1.8.1. Descripción.

Se realizó el análisis granulométrico por tamizado simple en el laboratorio de mecánica de materiales y suelos de la UNAB trabajando con el manual de ensayos

para materiales MTC E 107 y en el Laboratorio Knight Piesold trabajaron con el método de prueba ASTM D 6913.

8.9.1.8.2. Procedimiento.

- a) Se desmenuzo los terrones de suelo en una bandeja con la ayuda del martillo de goma.
- b) Se determinó el tamaño máximo nominal del material de las muestras
- c) Cuarteo manual según MTC E 105 y método ASTM, eligiéndose dos cuartos diagonalmente opuestos



Figura 33, Cuarteo manual para el análisis granulométrico

Fuente: laboratorio Knight Piesold (2021)

- d) se seleccionó el peso mínimo según el tamaño máximo nominal de las partículas
- e) Se taro los recipientes para pesar las muestras iniciales
- f) Se pesó las muestras secas iniciales de cada calicata
- g) Se lavó las muestras por la malla N° 200, con mucha agua y echándolo en porciones para evitar perdida de partículas mayores a 0.074 mm.

- h) Se colocó las muestras lavadas en el horno por 24 horas,
- i) Se removió del horno,
- j) se esperó su enfriamiento
- k) luego se pesó las muestras secas lavadas
- l) tamizado manual de la fracción gruesa con movimiento circulares por 1min.
- m) Tamizado de la fracción fina con una tamizadora mecánica por 5 minutos.
- n) Se tararon los recipientes y se determinaron los pesos del material retenido en cada malla en una balanza electrónica de sensibilidad de 0.1%.



Figura 34, Lavado de las muestras para la separación de los finos

Fuente: propia (2020)

8.9.1.9. *Ensayo de limite líquido - MTC E 110/ASTM D 4318.*

8.9.1.9.1. *Descripción para suelo natural.*

Se realizaron el ensayo de limite líquido en el laboratorio de mecánica de materiales y suelos de la Universidad Nacional de Barranca, donde se trabajó con el manual de ensayos para materiales MTC E 110 y también el Laboratorio Knight Piesold realizo el ensayo usando el método de prueba ASTM D 4318 cada uno para así poder hacer la clasificación de las muestras de suelo sacadas de las calicatas

8.9.1.9.2. *Procedimiento para suelo natural.*

- a) Tamizado de las muestras por la malla N° 40



Figura 35, Tamizado de la muestra por la malla N° 40

Fuente: propia (2020)

- b) Obtención de la cantidad de 200g de muestra según la guía MTC E 106
- c) Se taro un contenedor limpio
- d) se pesó 120g de material de cada muestra
- e) Se pesó los recipientes vacíos para cada muestra

- f) Se humedeció la muestra de suelo con agua destilada y con el apoyo de la espátula se amaso hasta obtener la masa.
- g) Se colocó un poco porción de masa encima de la copa presionando y esparciendo sobre la superficie para cada intervalo de golpe.
- h) Se pasó el acanalador por el centro de la copa para dividir la pasta de suelo haciendo una ranura de longitud de 13 mm (1/2”).
- i) Se puso a mover la cazuela apoyándose de la manivela y se suministra los golpes a una rapidez de 02 gol/seg.
- j) Se registró la cantidad de golpes hasta que se cierre la ranura
- k) se llegó a tomar una tajada de muestra de la parte central de la copa en un recipiente
- l) Se anotó el peso del contenedor más la muestra húmeda
- m) Se repitió de nuevo con dos muestras más para conseguir los 03 (tres) puntos a distintas humedades
- n) Se colocó los recipientes con la muestra húmeda en el horno por 24 horas
- o) Se removió del horno,
- p) Se esperó su enfriamiento y
- q) Se pesó los recipientes con el suelo seco



Figura 36, Uso del acanalador para formar la ranura

Fuente: propia (2020)

8.9.1.9.3. *Descripción para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.*

Se realizó los ensayos de límite líquido con porcentaje de 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado en el laboratorio de mecánica de materiales y suelos de la UNAB, donde se trabajó con el manual de ensayos para materiales MTC E 110, siguiendo los mismos procedimientos del ensayo con suelo natural.

Para este ensayo se añadió algunos pasos a la secuencia de procesos hasta obtener la mezcla de ambos materiales (nuevo espécimen).

8.9.1.9.4. *Procedimiento para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.*

- a) Tamizado de las muestras por la malla N° 40
- b) Se obtuvo la muestra según la guía MTC E 106
- c) Se taro un contenedor
- d) se pesó 115g de muestra de suelo.
- e) Se pesó los tres recipientes vacíos

- f) Se taro un recipiente para el polvo de vidrio reciclado
- g) Se pesó el polvo de vidrio reciclado en porcentajes de 2%, 5% y 8% del peso seco del suelo para las muestras.
- h) Se mezcló de manera homogénea la muestra de suelo y el porcentaje de polvo de vidrio reciclado.
- i) Se humedeció la nueva muestra de suelo con agua destilada y con el apoyo de la espátula se amaso hasta obtener la masa.
- j) Se continuó realizando los procedimientos hasta culminar el ensayo.



Figura 37, Peso del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado

Fuente: propia (2021)

8.9.1.10. Ensayo de límite plástico e índice de plasticidad- MTC E 111/ASTM D 4318.

8.9.1.10.1. Descripción para suelo natural.

Se realizó el ensayo de LP y IP en el laboratorio de mecánica de materiales y suelos de la UNAB, donde se trabajó con el manual de ensayos para materiales MTC

E 111 y también el Laboratorio Knight Piesold realizo el ensayo empleando el método de prueba ASTM D 4318.

Para este ensayo se trabajó con 20 g de la muestra preparada del ensayo de limite líquido con suelo natural añadiendo más agua destilada en caso sea necesario.

8.9.1.10.2. Procedimiento para suelo natural.

- a) Se amasa la muestra con ayuda de las manos hasta formar una esfera
- b) Se registró el peso de dos recipientes vacíos
- c) Se procedió a rodar con los dedos de la mano 1.5 g de muestra amasada sobre un vidrio grueso de superficie lisa
- d) Se continuo el procedimiento hasta que los cilindros de suelo lleguen al diámetro de 3.2 mm empezando a rajarse y tendiendo a desmoronarse
- e) Se colocó los cilindros en dos recipientes de peso conocido
- f) Se registró el peso de los recipientes más los cilindros de suelo húmedo
- g) Se colocó los dos recipientes en el horno, junto con los recipientes del límite líquido por 24 horas.
- h) Se removió del horno,
- i) Se esperó su enfriamiento
- j) Se registró el peso de los dos recipientes con suelo seco
- k) se realizó la clasificación de las muestras de suelo aplicando los sistemas SUCS (ASTM D 2487) y AASHTO (AASHTO M 145).



Figura 38, Formación de cilindros de suelo de diámetro de 3.2 mm

Fuente: propia (2020)

8.9.1.10.3. Descripción para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.

Se realizó el ensayo de límite plástico con porcentaje de 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado en el laboratorio de mecánica de suelos de la UNAB, donde se trabajó con el manual de ensayos para materiales MTC E 111 y con 20 g de la muestra preparada para el ensayo de límite líquido con porcentajes de PVR.

8.9.1.10.4. Procedimientos para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.

Se realizó los mismos procedimientos de este ensayo con suelo natural.

8.9.1.11. Ensayo de proctor modificado - MTC E 115/ASTM D 1557.

8.9.1.11.1. Descripción para suelo natural.

Se realizó el ensayo de Proctor modificado para todas las muestras de suelo natural en el laboratorio de mecánica de materiales y suelos de la UNAB, donde se

trabajó con el manual de ensayos para materiales MTC E 115 y asimismo este ensayo fue realizado por el Laboratorio Knight Piesold según el método de prueba ASTM D 1557.

Por medio del ensayo de análisis granulométrico se llegó a determinar el tipo de Método a emplear en la compactación de suelo, con la finalidad de hallar la relación entre la humedad y densidad seca.

8.9.1.11.2. Procedimiento para suelo natural.

- a) Se pesó el molde vacío
- b) Se calculó el volumen.
- c) Se procedió a ensamblar el molde a su plato base y collarín de extensión.
- d) Se emperno el molde de compactación a una plataforma rígida y plana



Figura 39, Plataforma rígida para el ensayo de compactación

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

- e) Se realizó el cuarteo manual de las muestras, eligiéndose dos cuartos diagonales.
- f) Se tamizó la muestra de suelo por la malla N° 4 para 4 a 5 espécimen de suelo.
- g) Se taro un recipiente limpio
- h) Se pesó 2500g de material para cada espécimen
- i) Se taro una jarra medidora
- j) Se pesó la cantidad de agua según la humedad teórica, iniciando con el 5% del peso seco de la muestra de suelo.
- k) Se registró el peso de los recipientes vacíos, dos para cada espécimen de suelo.
- l) En una bandeja se humedeció los 2500g de muestra de suelo
- m) Se pesó 500 g de muestra húmeda en un recipiente.
- n) Se hecho los 500g de muestra en el molde de compactación
- o) Se compacta la muestra húmeda en 5 capas de mismo espesor y cada una con 25 golpes
- p) Se removió el collar para enrasar el espécimen con una regla, hasta formar una superficie plana en la parte superior.
- q) Se quitó el collarín y el plato base
- r) Se pesó el molde más el suelo húmedo compactado
- s) Se removió la muestra compactada para extraer una porción representativa
- t) Se pesó los recipientes más la porción de suelo.
- u) Se repitió los pasos para un mínimo de 4 especímenes compactados a diversas humedades de variación del 2%, dos de estos ubicadas en el lado seco y los dos restantes en el lado húmedo de la curva.



Figura 40, Peso de 2500 g de muestra de suelo de la C-1

Fuente: propia (2020)

- v) Se colocó los recipientes más el suelo compactado en el horno por 24 horas
- w) Se removi6 los recipientes del horno
- x) Se esper6 su enfriamiento
- y) Se pes6 los recipientes con el suelo seco



Figura 41, Compactación de las muestras de suelo en 5 capas.

Fuente: propia (2020)

8.9.1.11.3. Descripción para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.

Se realizó el ensayo de Proctor modificado para cada una de las muestras de suelo con porcentaje del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado respecto al peso seco de la muestra. Compactado por el método “A” y realizando los mismos procedimientos del ensayo con suelo natural.

Para este ensayo se añadió algunos pasos a la secuencia de procesos hasta obtener la mezcla de ambos materiales (nuevo espécimen)

8.9.1.11.4. Procedimiento para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.

- a) Se pesó el molde vacío

- b) Se calculó el volumen.
- c) Se procedió a ensamblar el molde a su plato base y collarín de extensión.
- d) Se emperno el molde de compactación a una plataforma rígida y plana
- e) Se realizó el cuarteo manual de las muestras, eligiéndose dos cuartos diagonales.
- f) Se tamizo la muestra de suelo por la malla N° 4
- g) Se pesó 2400g y 2350g de muestra de suelo para 5 especímenes de compactación
- h) Se taro un recipiente limpio
- i) Se pesó polvo de vidrio reciclado en porcentajes de 2, 5 y 8% del peso seco de la muestra para 5 especímenes de suelo.



Figura 42, Aditivo estabilizador con porcentajes de 2, 5 y 8%

Fuente: propia (2021)

- j) Se taro un recipiente limpio
- k) Se pesó la cantidad de agua según la humedad teórica, iniciando con el 7 % de la sumatoria de los pesos secos del espécimen y el polvo de vidrio reciclado.
- l) Se registró el peso de los recipientes vacíos
- m) En una bandeja se mezcla de manera homogénea la muestra de suelo y el porcentaje de polvo de vidrio reciclado, para 5 especímenes.

- n) En una bandeja se humedeció el nuevo espécimen obtenido de la muestra de suelo con el polvo de vidrio reciclado.
- o) Se continuó realizando los procedimientos hasta culminar el ensayo.

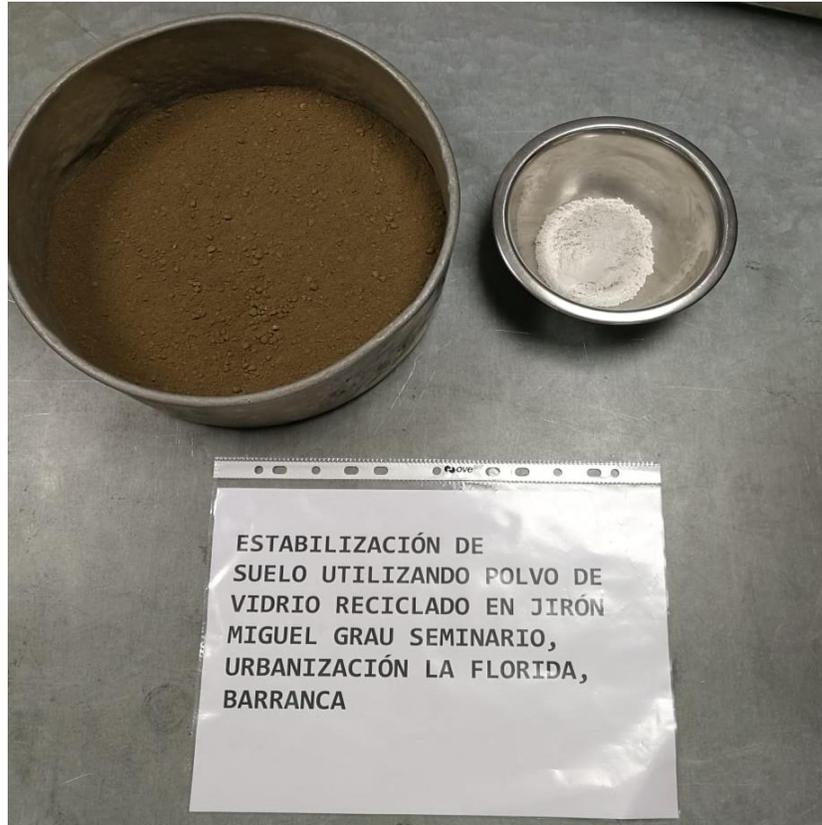


Figura 43, Muestra de suelo y polvo de vidrio para ensayo de proctor M.

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

8.9.1.12. *Ensayo de relación de capacidad de soporte - ASTM D 1883.*

8.9.1.12.1. *Descripción para suelo natural.*

El ensayo CBR estuvo a cargo del Laboratorio Knight Piesold, donde se me permitió estar presente durante el desarrollo.

Se realizó este ensayo CBR con la finalidad de evaluar la Resistencia Potencial de la Sub rasante, Sub base y Base del suelo en estado natural

8.9.1.12.2. *Procedimiento para suelo natural.*

- a) Se llevó a cabo el cuarteo manual de las muestras, eligiéndose dos cuartos diagonales.
- b) Se procedió a tamizar las muestras por el tamiz $\frac{3}{4}$ "
- c) Se taro una bandeja limpia
- d) Se pesó 6 kg de muestra por cada espécimen de CBR



Figura 44, Peso de la muestra de suelo para prueba de CBR

Fuente: laboratorio Knight Piesold (2021)

- e) En una probeta de 10 ml se midió el óptimo contenido de humedad
- f) Se pesó cada molde vacío con su base

- g) Se humedeció la muestra de manera homogénea
- h) Se pesó una porción mayor a 100g de material húmedo antes de la compactación
- i) Se colocó su plato base y collarín al molde CBR
- j) Se colocó el disco espaciador y disco de papel filtro dentro del molde CBR
- k) Se emperno el molde CBR a su plataforma rígida y plana



Figura 45, Colocación y empernado del molde CBR en su plataforma rígida
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

- l) Se taro un recipiente limpio
- m) Se pesó 1.2 kg de muestra húmeda en un recipiente para cada capa de compactación.
- n) Se hecho los 1.2 kg de muestra en el molde de CBR para la compactación
- o) Se procedió a compactar cada espécimen con 56, 25 y 10 golpes por cada capa

- p) Se quitó el collarín del molde para iniciar el enrasamiento y luego sacar el disco espaciador
- q) Se montó invertido el molde colocando un disco de papel filtro a su base
- r) Se pesó una porción mayor a 100g de material compactado
- s) Se pesó el molde más la muestra compactada

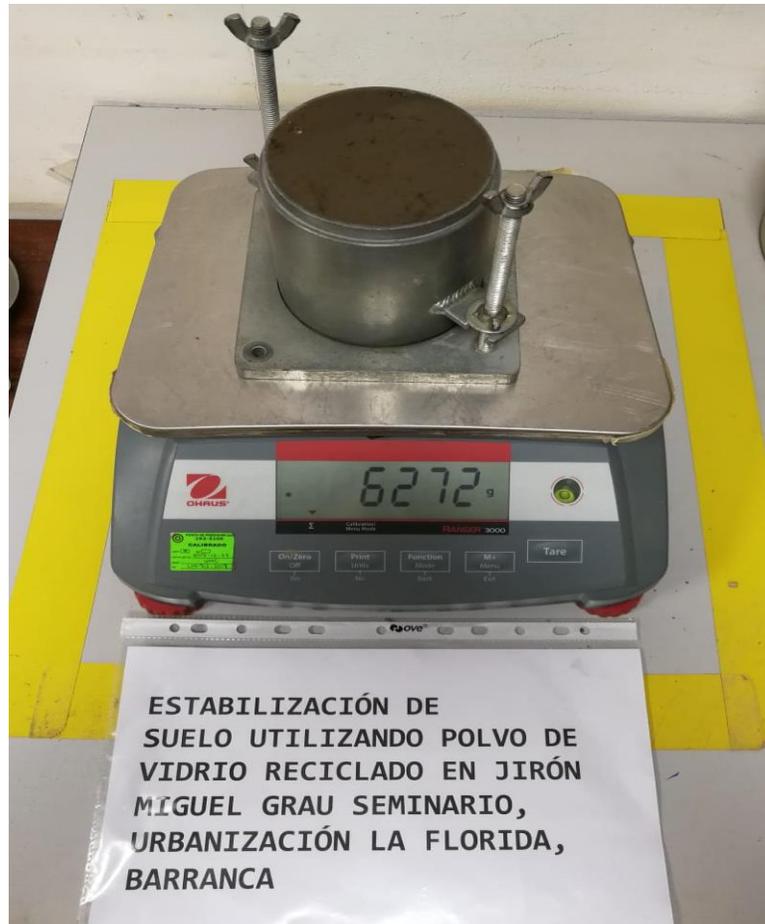


Figura 46, Peso del molde CBR mas la muestra compactada

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

- t) Se pesó los anillos de sobrecarga
- u) Al molde invertido se colocó la placa perforada con vástago y encima los 2 anillos como sobrecarga

- v) En una poza de agua se sumergió los moldes, luego se posiciono el trípode de medida para tomar la primera lectura a 0 horas anotando el día y la hora
- w) Las dos porciones mayores a 100 g se llevaron al horno por 24 horas
- x) Se removi6 los recipientes del horno
- y) Se esper6 su enfriamiento
- z) Se pes6 los recipientes con el suelo seco
- aa) Se tom6 las lecturas del dial durante 4 d6as cada 24 horas para poder medir el hinchamiento



Figura 47, Tomas de lecturas por 4 d6as a los moldes de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

- bb) Se retir6 los moldes de la poza para escurrir el agua retenida por 15 minutos
- cc) Se retir6 las sobrecargas para pesar cada molde sacado de la inmersi6n
- dd) En seguida se volvi6 a colocar la sobrecarga en cada molde CBR.
- ee) Se llev6 los moldes CBR a la prensa de penetraci6n para iniciar la prueba

- ff) Se ubicó el molde CBR coincidiendo con el orificio central del pistón de penetración de la prensa.
- gg) Se inició el ensayo de penetración al mismo tiempo se tomó lecturas juntamente con un cronometro para controlar las penetraciones determinadas.
- hh) Se taro un recipiente limpio para la muestra del molde CBR
- ii) Después se tomó una porción de muestra del área donde se asentó el pistón para determinar la humedad
- jj) Se pesó la porción de muestra mayor a 100g del molde CBR sacado de la prensa de penetración
- kk) Se llevó la muestra tomada al horno por 24 horas
- ll) Se removió los recipientes del horno



Figura 48, Lecturas tomadas del ensayo de Penetración a las muestras de suelo

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

- mm) Se esperó su enfriamiento

nn) Se pesó los recipientes con el suelo seco

8.9.1.12.3. Descripción para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.

Los ensayos CBR con porcentaje del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado estuvo a cargo del Laboratorio Knight Piesold donde el método de prueba usado es el ASTM D 1883, del mismo modo se sigue los mismos procedimientos del ensayo con suelo natural.

Los ensayos CBR se realizaron con el propósito de aumentar la capacidad de carga que soporta el suelo, por ello se añadió algunos pasos a la secuencia de procesos hasta obtener la mezcla de ambos materiales (nuevo espécimen).

8.9.1.12.4. Procedimiento para suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.

- a) Se realizó el cuarteo manual, se tamizó la muestra por la malla $\frac{3}{4}$ " y se pesó 6 kg de muestra de suelo en un contenedor de peso conocido
- b) Se pesó cada molde con su base y se pesó polvo de vidrio reciclado en porcentajes de 2%, 5% y 8% del peso seco de la muestra de suelo en un recipiente de peso conocido.

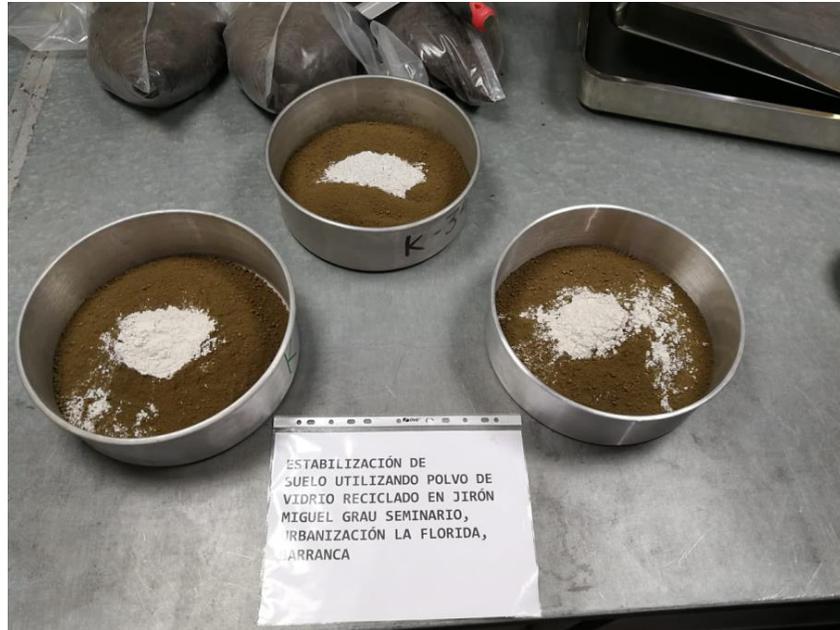


Figura 49, Suelo con polvo de vidrio para ensayo de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

- c) Se pesó el agua de acuerdo al óptimo contenido de humedad obtenido del ensayo de proctor modificado con porcentajes de PVR.
- d) En una bandeja se mezcló de manera homogénea los 6 kg de suelo y el porcentaje de polvo de vidrio reciclado, para los tres moldes de un CBR.
- e) En la misma bandeja se humedeció homogéneamente el nuevo espécimen obtenido
- f) Se pesó una porción mayor a 100g de material húmedo
- g) Se continuó realizando los procedimientos hasta culminar el ensayo.



Figura 50, Mezclado homogéneo del suelo con PVR para moldes de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

8.9.2. Procesamiento de datos.

El procesamiento de datos para el ensayo de campo estuvo a cargo de la empresa INGELCI PERU SAC, usando el programa de Microsoft Excel

El procesamiento de datos de los ensayos desde contenido de humedad natural hasta Proctor modificado (suelo natural y con polvo de vidrio reciclado) estuvo a cargo de la Universidad Nacional de Barranca, entregándome los resultados mediante reportes que están en la sección de anexos, el programa que usó la UNAB fue el Microsoft Excel y por otro lado, el procesamiento de datos del ensayo CBR (suelo natural y con polvo de vidrio reciclado), estuvo a cargo del Laboratorio KNIGHT PIÉSOLD, brindando como resultado de la intervención del laboratorio un informe de cada muestra, con los reportes de cada prueba ensayada y añadido los reportes de los ensayos desde contenido de humedad natural hasta proctor modificado (solo de suelo natural), el programa que usó el laboratorio fue principalmente Microsoft Excel.

8.10. Presentación de resultados.

Los resultados que se obtuvieron de este estudio se estructuran y presentan a través de las tablas, partiendo de estas se procederá a comparar, analizar y discutir los mismos, y de acuerdo al procesamiento de los datos se plasmará, en qué porcentaje el polvo de vidrio mejora la estabilización del suelo.

El comportamiento de la variable dependiente en base a la variable independiente se presenta mediante figuras.

Los resultados obtenidos serán difundidos a otros investigadores Nacionales, para que de esta manera se amplié el conocimiento de los suelos en estudiantes universitarios, maestros, y principalmente en los habitantes de Barranca.

IX. CONSIDERACIONES ETICAS

Las consideraciones éticas están normadas por la Universidad Nacional de Barranca establecidas en la Directiva N° **07-2019- UNAB**, titulada: Normas y procedimientos para trabajos de tesis, investigación y suficiencia profesional dirigidas para obtener el grado académico de bachiller y título profesional.

Basándome en; el **artículo 16.7**, en el que dispone la revisión por el programa de localización de similitudes con otras fuentes (Turnitin); y el **artículo 20**, donde se solicita por medio de documento la utilización de bienes de la universidad, siendo el documento siguiente:

- Solicitud de uso de laboratorio de mecánica de materiales y suelos

Para el uso de la vía, siendo este un aspecto político público que es necesario para el desarrollo de esta investigación, se siguió los protocolos administrativos exigidos por la Municipalidad Provincial de Barranca, siendo el documento siguiente:

- Autorización para realizar excavación – Sub G. de Obras Privadas.

Añadiendo a ello las consideraciones éticas del Concytec, me base en los principios como veracidad, honestidad intelectual, justicia, imparcialidad y objetividad, integridad, responsabilidad en la realización y publicación de los resultados del estudio científico, y por último la transparencia, actuar sin conflicto de interés.

En cuanto a la ejecución de la excavación en campo y los ensayos de laboratorio se cumplió con los protocolos establecidos en el marco de la emergencia ocasionado por el COVID-19.

X. RESULTADOS Y DISCUSION

10.1. Resultados

10.1.1. Resultados de la prueba de hipótesis

10.1.1.1. Prueba de normalidad

Shapiro Wilk: $n < 30$

Kolmogorov Smirnov: $n \geq 30$

Para esta investigación de tesis son 12 muestras (CBR) por cada porcentaje de polvo de vidrio reciclado analizadas utilizando Shapiro Wilk.

Tabla 19.

Prueba de Normalidad para la distribución de los datos

| | Pruebas de normalidad | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------------|----|-------|--------------|----|------|
| | Kolmogorov-Smirnov ^a | | | Shapiro-Wilk | | |
| | Estadístico | gl | Sig. | Estadístico | gl | Sig. |
| SUELO PATRON-0% DE PVR | ,182 | 12 | ,200* | ,932 | 12 | ,400 |
| 2% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO | ,132 | 12 | ,200* | ,958 | 12 | ,756 |
| 5% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO | ,148 | 12 | ,200* | ,938 | 12 | ,471 |
| 8% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO | ,166 | 12 | ,200* | ,947 | 12 | ,599 |

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Sig>5% Aceptar H_0 = Los datos provienen de una distribución normal

Sig<5% Aceptar H_1 = Los datos No provienen de una distribución normal

Se observa en la tabla 19 que la significancia es mayor a 0.05, por lo que se acepta la H_0 , entonces esto quiere decir que se tiene una distribución normal, por lo tanto, se tiene que realizar una prueba estadística paramétrica (Correlación Pearson).

10.1.1.2. *Evaluación de prueba paramétrica con correlación Pearson*

H_0 = No existe mejora en la estabilización de suelo utilizando polvo de vidrio reciclado para usarse como suelo óptimo para base y/ o sub base en jirón Miguel Grau Seminario.

H_1 = Existe mejora en la estabilización de suelo utilizando polvo de vidrio reciclado para usarse como suelo óptimo para base y/ o sub base en jirón Miguel Grau Seminario.

Nivel de confianza: 95%

Nivel de significancia: $\alpha=5\%$

Tabla 20.

Coefficiente de correlación de Pearson: r

| Rango | Indicadores | Correlación | Denominación |
|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| -1,00 hasta -0,81 | Muy alta | Negativa muy fuerte | INVERSA |
| -0,80 hasta -0,61 | Alta | Negativa fuerte | |
| -0,60 hasta -0,41 | Moderada | Negativa moderada | |
| -0,40 hasta -0,21 | Baja | Negativa débil | |
| -0,20 hasta 0,00 | Muy baja | Negativa muy débil | |
| 0,00 hasta 0,19 | Muy baja | Positiva muy débil | DIRECTA |
| 0,20 hasta 0,39 | Baja | Positiva débil | |
| 0,40 hasta 0,59 | Moderada | Positiva moderada | |
| 0,60 hasta 0,79 | Alta | Positiva fuerte | |
| 0,80 hasta 1,00 | Muy alta | Positiva muy fuerte | |

Nota: Fuente; elaboración propia basado en el de Smartline

Si la sig > 0.05 Se acepta la H₀ y se rechaza la H₁

Si la sig < 0.05 Se acepta la H₁ y se rechaza la H₀

Tabla 21.

Prueba de Pearson para prueba de hipótesis general: Aceptar o Rechazar

| | | Correlaciones | | | |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------------|--|--|--|
| | | SUELO PATRON-0% DE PVR | 2% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO | 5% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO | 8% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO |
| SUELO PATRON- 0% DE PVR | Correlación de Pearson | 1 | ,884** | ,929** | ,821** |
| | Sig. (bilateral) | | <,001 | <,001 | ,001 |
| | N | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 2% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO | Correlación de Pearson | ,884** | 1 | ,958** | ,911** |
| | Sig. (bilateral) | <,001 | | <,001 | <,001 |
| | N | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 5% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO | Correlación de Pearson | ,929** | ,958** | 1 | ,937** |
| | Sig. (bilateral) | <,001 | <,001 | | <,001 |
| | N | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 8% DE POLVO DE VIDRIO RECICLADO | Correlación de Pearson | ,821** | ,911** | ,937** | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,001 | <,001 | <,001 | |
| | N | 12 | 12 | 12 | 12 |

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Se logró una sig =0.001 y si la sig < 0.05 se acepta la hipótesis alterna (H₁) y se rechaza la hipótesis nula (H₀), en vista de que; r= 0.884 para la adición del 2% de PVR, r= 0.929 para la adición del 5% de PVR y r= 0.821 para la adición del 8% de PVR resultando todos los porcentajes de aditivo ser directamente muy alta, con correlación positiva muy fuerte entonces: Existe mejora en la estabilización de suelo utilizando polvo de vidrio reciclado para usarse como suelo óptimo para base y/ o sub base en jirón Miguel Grau Seminario.

10.1.2. Análisis químico del polvo de vidrio por fluorescencia de rayos X.

Los resultados elementales han sido estequiométricamente representados en óxidos siendo emitido por el laboratorio mediante un informe; según su análisis químico por fluorescencia de rayos X, el polvo de vidrio reciclado con el que se trabajó en esta investigación es un vidrio sódico cálcico dado que su composición química es principalmente de silicio, sodio y calcio.

Tabla 22.

Resultados del análisis químico semicuantitativo del polvo de vidrio reciclado

| Fórmula | % |
|--------------------------------|----------|
| SiO ₂ | 69.82 |
| Na ₂ O | 13.67 |
| CaO | 10.9 |
| Al ₂ O ₃ | 1.99 |
| K ₂ O | 0.75 |
| MgO | 0.43 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.37 |
| SO ₃ | 0.25 |
| ZnO | 0.08 |
| P ₂ O ₅ | 0.04 |
| Cl | 0.03 |
| SrO | 0.03 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 |
| ZrO ₂ | 0.02 |
| As ₂ O ₃ | 0.01 |

Nota: Fuente; elaboración del laboratorio BIZALab

10.1.3. Muestreo de suelo - perfil estratigráfico de las calicatas realizadas.

10.1.3.1. Descripción de la calicata C-1.

Desde el nivel de terreno hasta la cota de 0.20 m existe el primer estrato constituido de material orgánico combinada con suelo fino suelto (polvadera) con algunas gravas mal graduada, de color gris claro. De la cota 0.20 m a 1.50 m continua el segundo estrato conformado por arena arcillosa con una consistencia muy firme, de baja plasticidad y compresibilidad, suelo de color marrón grisáceo oscuro y contenido de humedad bajo combinada con 45.2% de finos, con 38.1% de arena fina, con 3.3% de arena media, con 1.5% de arena gruesa, con 3.7% de grava fina y 8.1% de grava gruesa de tamaño máximo de 1 1/2"; sin bolonería.

10.1.3.2. Descripción de la calicata C-2.

Desde el nivel de terreno hasta la cota de 0.30 m existe el primer estrato constituido de material orgánico combinado con suelo fino suelto (polvadera) sin gravas y con algunos residuos de plástico, suelo de color marrón claro. De la cota 0.30 m a 1.50 m se encuentra el segundo estrato conformado por arena arcillosa con una consistencia muy firme, de baja plasticidad y compresibilidad, suelo de color anaranjado oscuro y contenido de humedad bajo combinada con 41.2% de finos, con 44.5% de arena fina, con 6.9% de arena media, con 2.1% de arena gruesa, con 3.7 % de grava fina y 2.1% de grava gruesa de tamaño máximo de 1 1/2"; sin bolonería.

10.1.3.3. Descripción de la calicata C-3.

Desde el nivel de terreno hasta la cota de 0.20 m existe el primer estrato constituido de material orgánico combinada con suelo fino suelto (polvadera) sin gravas y sin residuos, de color marrón claro. De la cota 0.20 m a 1.60 m sigue el segundo estrato conformado por arena limosa arcillosa con una consistencia muy firme, de baja plasticidad y compresibilidad, de color marrón grisáceo oscuro y contenido de humedad bajo combinada con 47.0% de finos, con 44.8% de arena fina, con 4.2% de arena media, con 1.3% de arena gruesa, con 2.3% de grava fina y 0.4% de grava gruesa de tamaño máximo de 3/4"; sin bolonería.

10.1.4. Ensayo de contenido de humedad natural ASTM D 2216 de las calicatas realizadas.

Tabla 23.

Resumen de los resultados de contenido de humedad Natural

| Contenido de humedad | | | |
|-----------------------------|------------|------|------|
| Calicata | C-1 | C-2 | C-3 |
| Muestra | M-1 | M-2 | M-3 |
| Profundidad (m) | 1.50 | 1.50 | 1.60 |
| W (%) | 4.9 | 4.4 | 5.7 |
| W promedio (%) | 5.0 | | |

Nota: Fuente; propia (2021)

En la tabla 23, se muestra el promedio del contenido de humedad natural de 5%, representada en porcentaje, del peso del agua hallada en el suelo de la sub rasante, sub base y base de la vía jirón Miguel Grau Seminario. También cabe mencionar que

mediante este ensayo podemos saber si la humedad natural es superior o inferior del optimo contenido de humedad para la compactación en campo.

Nota: el contenido de humedad natural de cada calicata realizada se muestra en los reportes que están adjuntadas en el anexo.

10.1.5. Ensayo de análisis granulométrico por tamizado ASTM D 6913 de las calicatas realizadas.

Tabla 24.

Resumen de los resultados del porcentaje pasante de las calicatas

| Tamiz | Diámetro (mm) | Porcentaje que pasa | | |
|--------|---------------|---------------------|-----|-----|
| | | C-1 | C-2 | C-3 |
| 1 1/2" | 37.50 | 100 | 100 | |
| 1" | 25.40 | 94 | 99 | |
| 3/4" | 19.05 | 92 | 98 | 100 |
| 1/2" | 12.70 | 90 | 97 | 99 |
| 3/8" | 9.525 | 90 | 96 | 98 |
| 1/4" | 6.35 | 89 | 95 | 97 |
| N°4 | 4.75 | 88 | 95 | 97 |
| N°8 | 2.36 | 87 | 94 | 96 |
| N°10 | 2.00 | 87 | 94 | 96 |
| N°12 | 1.70 | 87 | 93 | 96 |
| N°16 | 1.18 | 87 | 93 | 96 |
| N°20 | 0.84 | 86 | 92 | 95 |
| N°30 | 0.59 | 85 | 90 | 94 |
| N°40 | 0.42 | 83 | 86 | 91 |
| N°60 | 0.25 | 75 | 74 | 83 |
| N°100 | 0.15 | 58 | 56 | 65 |
| N°200 | 0.075 | 45 | 41 | 47 |

Nota: Fuente; propia (2021)

En la tabla 24, se tiene los resultados del tamaño máximo de las partículas contenidas en las muestras de suelo de la C-1, C-2 y C-3 de 1 1/2" y 3/4" de diámetro ubicada a lo largo de la vía jirón Miguel Grau Seminario y la gran cantidad de material fino que pasa la malla N° 200, así como los porcentajes que pasa en los tamices N°4, N°10 y N°40 para la clasificación de suelo.

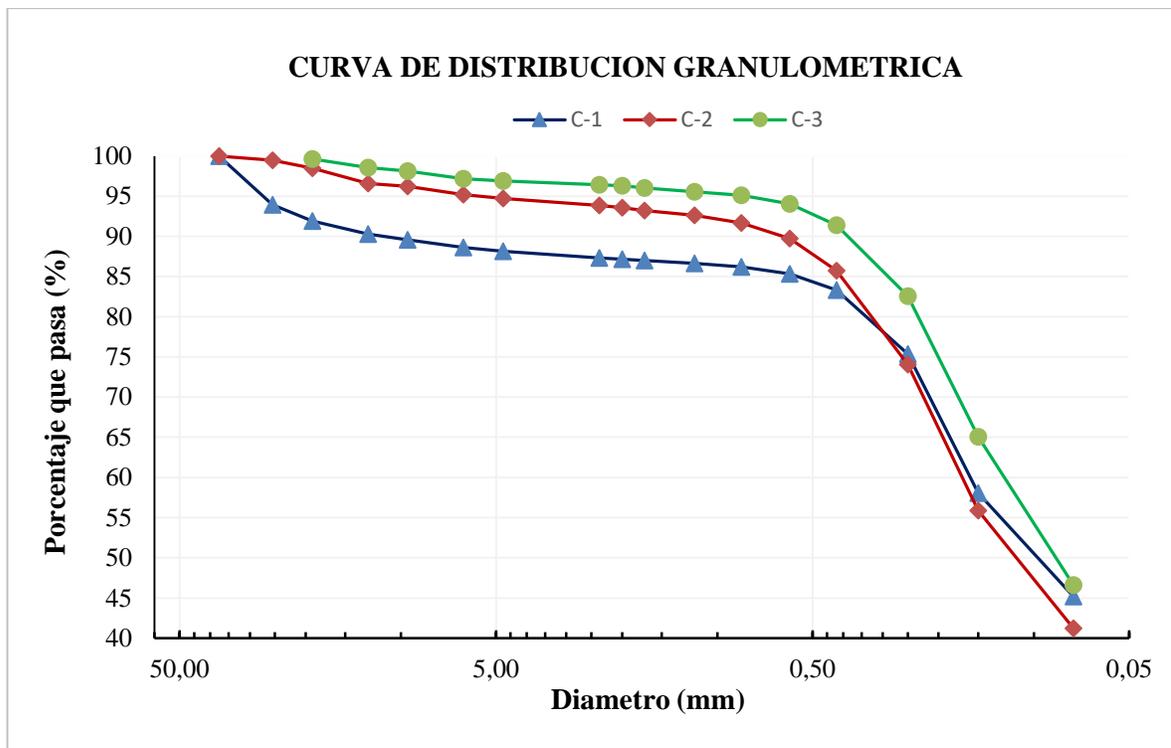


Figura 51, Resultados de las curvas de distribución granulométrica de las calicatas realizadas
Fuente: propia (2021)

En la figura 51, se puede apreciar y conocer los tamaños de las diversas partículas de suelo de las calicatas C-1, C-2 y C-3 de la vía jirón Miguel Grau Seminario, suelos obtenidos menor al 50% pasante por la malla N° 200, lo que indican ser suelos de granos gruesos según el sistema SUCS. También es importante mencionar que según el sistema AASHTO las tres calicatas pertenecen a suelos finos por pasar más del 35% la malla N° 200.

Tabla 25.

Resumen de los porcentajes de cada tipo de material

| Material | Porcentaje (%) | | | |
|----------------------------|----------------|------|------|------|
| | C-1 | C-2 | C-3 | |
| Grava (4.75mm - 75mm) | Gruesa | 8,1 | 2,1 | 0,4 |
| | Fina | 3,7 | 3,7 | 2,3 |
| Arena (0.075mm - 4.75mm) | Gruesa | 1,5 | 2,1 | 1,3 |
| | Media | 3,3 | 6,9 | 4,2 |
| | Fina | 38,2 | 44,5 | 44,8 |
| Limo y Arcilla (< 0.075mm) | | 45,2 | 41,2 | 47,0 |

Nota: Fuente; propia (2021)

En la tabla 25, se tiene el porcentaje de material perteneciente a grava, arena, limo y arcilla de cada calicata. según la MTC las gravas agregan resistencia al corte, las arenas llenan los vacíos entre gravas y los granos finos colaboran en la cohesión del suelo.

Se puede observar de la tabla 25, que las muestras C-1, C-2 y C-3 presentan poco material de grava gruesa, en mayor cantidad de material de arena fina y en gran cantidad de limo y arcilla, razón por la cual se usó polvo de vidrio con la finalidad de obtener mayor capacidad portante expresado en términos de CBR.

Nota: El análisis de distribución granulométrica de cada calicata realizada se muestra en los reportes que están adjuntadas en el anexo.

10.1.6. Ensayos de limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad ASTM D 4318 de las calicatas realizadas.

10.1.6.1. Resultados del ensayo para suelo natural.

Tabla 26.

Resultados del comportamiento que presenta el suelo patrón

| Calicata | C-1 | C-2 | C-3 |
|-----------------|-----|-----|-----|
| Muestra | M-1 | M-2 | M-3 |
| LL (%) | 20 | 20 | 19 |
| LP (%) | 12 | 12 | 14 |
| IP (%) | 8 | 8 | 5 |

Nota: Fuente; propia (2021)

En la tabla 26, se tiene que las muestras analizadas de las calicatas C-1, C-2 y C-3 según la carta de plasticidad presentan una plasticidad baja debido a que su LL es menor al 50%, y de acuerdo a la tabla 5, las calicatas C-1 y C-2 tiene un IP mayor al 7% se puede decir que al presentar un $IP > 7$ es un "suelo arcilloso", mientras que la calicata C-3 tiene un $IP < 7\%$ viene a ser un "suelo poco arcilloso". Según la tabla 6, las tres calicatas poseen la caracterización de la plasticidad del suelo con un IP de rango entre 4 a 15, lo cual se considera la resistencia del suelo secado al aire como "ligeramente plástico" razón por la que el suelo se tritura fácilmente con los dedos.

Los resultados de los límites líquido y plástico son bastante relevantes para realizar la clasificación de cada muestra de suelo y para hacer mejoras en el suelo, nos facilita en la toma de la mejor decisión acerca de los porcentajes de adición del aditivo estabilizador a aplicar.

10.1.6.2. Resultados de la clasificación SUCS y AASHTO del suelo que conforma la sub rasante, sub base y base del jirón Miguel Grau Seminario.

Tabla 27.

Resultados de la clasificación de las muestras de la vía Miguel Grau

| Características físicas del suelo | | | |
|---|------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Calicata | C-1 | C-2 | C-3 |
| Muestra | M-1 | M-2 | M-3 |
| Profundidad | 1.50 | 1.50 | 1.60 |
| Porcentaje pasante a la malla | | | |
| Malla N° 4 | 88 | 95 | 97 |
| Malla N° 10 | 87 | 94 | 96 |
| Malla N° 40 | 83 | 86 | 91 |
| Malla N° 200 | 45 | 41 | 47 |
| Características del fragmento pasante a la malla N° 40 | | | |
| LL | 20 | 20 | 19 |
| LLSH | 20 | 19 | 19 |
| LP | 12 | 12 | 14 |
| IP | 8 | 8 | 5 |
| Clasificación SUCS y AASHTO | | | |
| LLSH/LL | 1 | 0.95 | 1 |
| IG | 1 | 0 | 0 |
| SUCS | SC | SC | SC-SM |
| | Arena arcillosa | Arena arcillosa | Arena limosa arcillosa |
| AASHTO | A-4 | | |
| | Suelos limosos | | |

Nota: Fuente; propia (2021)

En la tabla 27, los resultados de las muestras analizadas de las calicatas C-1, C-2 y C-3, se clasifican por AASHTO de acuerdo a la tabla 2 como suelos limosos de grupo A – 4 y tienen un índice de grupo calculado con la fórmula establecido por AASHTO M 145, como lo indica la tabla 7 un IG que está entre 0 -1 significa que son suelos de base, sub base y sub rasante muy buenos. Considerando la descripción de este grupo, que pertenece a suelos ligeramente plásticos o por su IP en relación a su LL, estos no están sometidos a modificaciones volumétricas; como indica la Tabla 5, para un $IP > 7$ se define como un suelo arcilloso y para uno menor a 7 es un suelo poco arcilloso de baja plasticidad.

Para la clasificación SUCS, las calicatas C-1 y C-2 se clasifican como “SC” de nombre típico “Arena arcillosa” y la calicata C-3 se clasifica como “SC-SM” denominado “Arena limosa arcillosa”; por ser suelos que contienen finos se trabaja con la carta de plasticidad para la determinación si es de arcilla, limo o ambas y conocer el nivel plasticidad.

Por esta razón no se llega a hallar los coeficientes de curvatura, ni el de uniformidad por mucha presencia de granos finos que pasa la malla N°200.

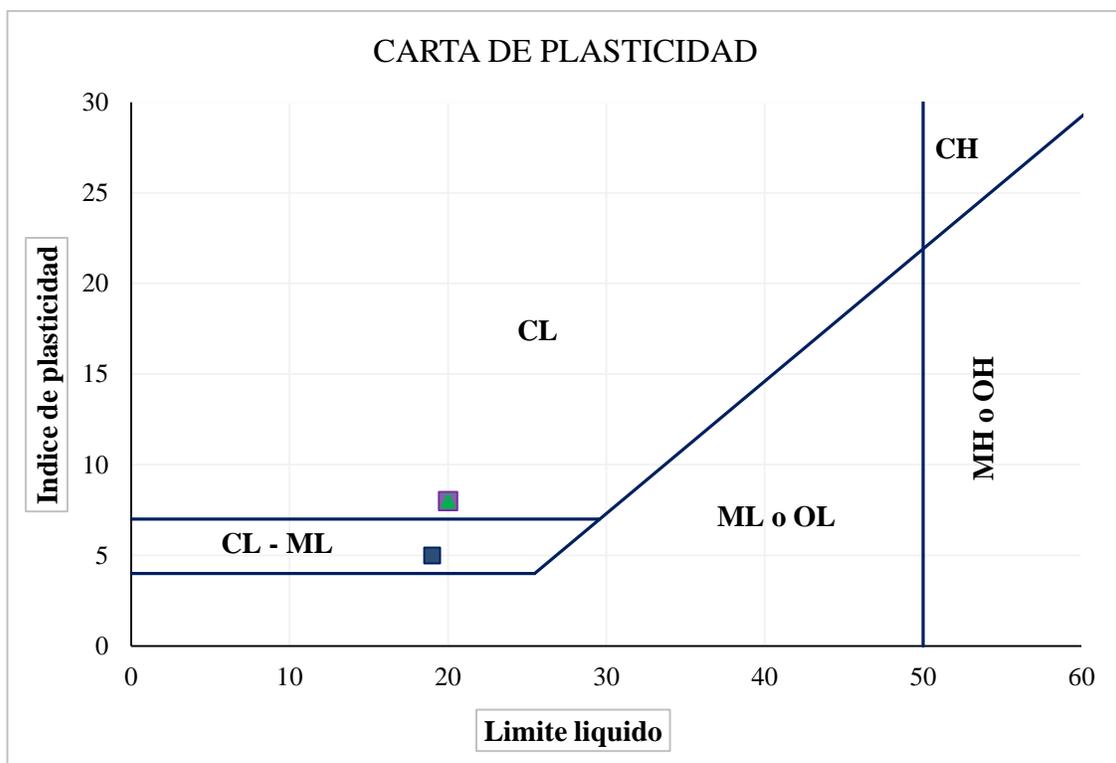


Figura 52, Abaco de casagrande para la clasificación de símbolos de las calicatas C-1, C-2 y C-3.

Fuente: propia (2021)

En la figura 52, del ábaco de casagrande, se observa que las muestras ensayadas de las tres calicatas tienen una consistencia de suelo de baja compresibilidad y plasticidad. Obteniéndose para las calicatas C-1 y C-2 un único símbolo debido a su rango de $IP > 7$, y en la calicata C-3 su símbolo es doble debido a que su IP se encuentra dentro del rango de 4 y 7.

10.1.6.3. Resultados de los ensayos para suelo natural con polvo de vidrio reciclado.

Tabla 28.

Resultados del comportamiento que presenta el suelo con P.V.R de la calicata C-1

| <i>Porcentajes de polvo vidrio R</i> | <i>Calicata C-1</i> | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------------|---------------|
| | <i>LL (%)</i> | <i>LP (%)</i> | <i>IP (%)</i> |
| <i>0</i> | <i>20</i> | <i>12</i> | <i>8</i> |
| <i>2</i> | <i>18</i> | <i>16</i> | <i>2</i> |
| <i>5</i> | <i>18</i> | <i>14</i> | <i>4</i> |
| <i>8</i> | <i>18</i> | <i>14</i> | <i>4</i> |

Nota: Fuente; propia (2021)

De acuerdo a los resultados que se muestra en la Tabla 28, los suelos con porcentajes de polvo de vidrio reciclado presentan un LL y IP menor en comparación con el suelo natural. Según menciona la Tabla 5, al tener un $IP < 7$ pertenece a un suelo poco arcilloso de baja plasticidad.

Para que la estabilización de suelo de una vía sea efectiva, tiene que cumplir lo mencionado por el MTC (2013), donde sugieren que el LL y el IP sean menores a 40 y 18 respectivamente.

En este primer resultado, se tiene el límite líquido e índice de plasticidad sin y con polvo de vidrio reciclado dentro de estos parámetros recomendados por la MTC, sin embargo, en comparación con el suelo natural se logró reducir en 2% el LL y en 6% el IP con la adición del 2% de Polvo de Vidrio Reciclado.

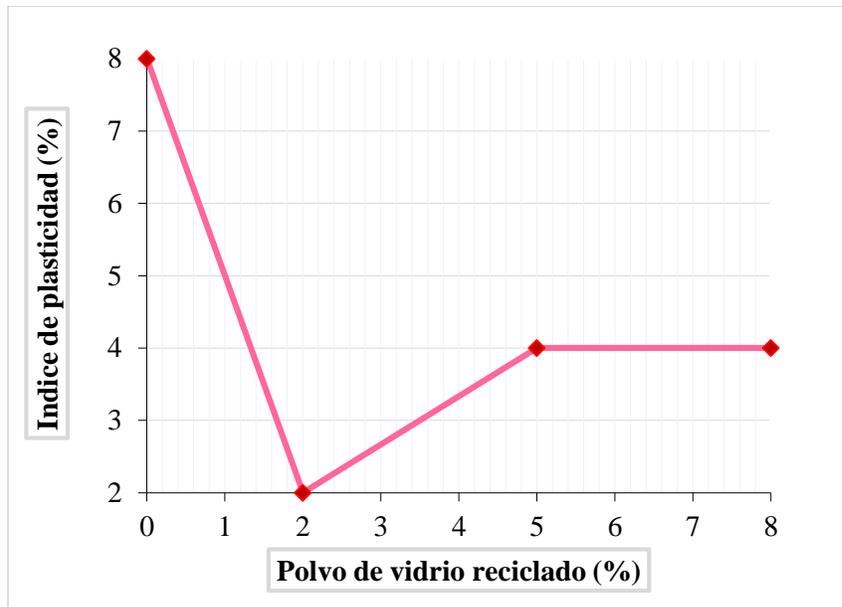


Figura 53, Variación del IP con adición de PVR de la calicata C-1

Fuente: propia (2021)

De acuerdo a la Figura 53, el IP disminuye considerablemente, de 8% para el suelo patrón a 2% con adición del 2% de polvo de vidrio reciclado, por ello, como indica la Tabla 5, es un suelo de baja plasticidad con un $IP < 7$.

Además, en la Figura 53 se observa que para esta calicata C-1 ya no es necesario una adición mayor al 2 % de PVR, dado que la adición del 2% al 5% tiene una diferencia de 2% de incremento en el IP, y del 5% al 8% se mantiene el IP de manera que no hay un incremento, por lo tanto, una adición mayor al 5% de PVR tendrá el IP constante y no será menor al resultado conocido por el 2%.

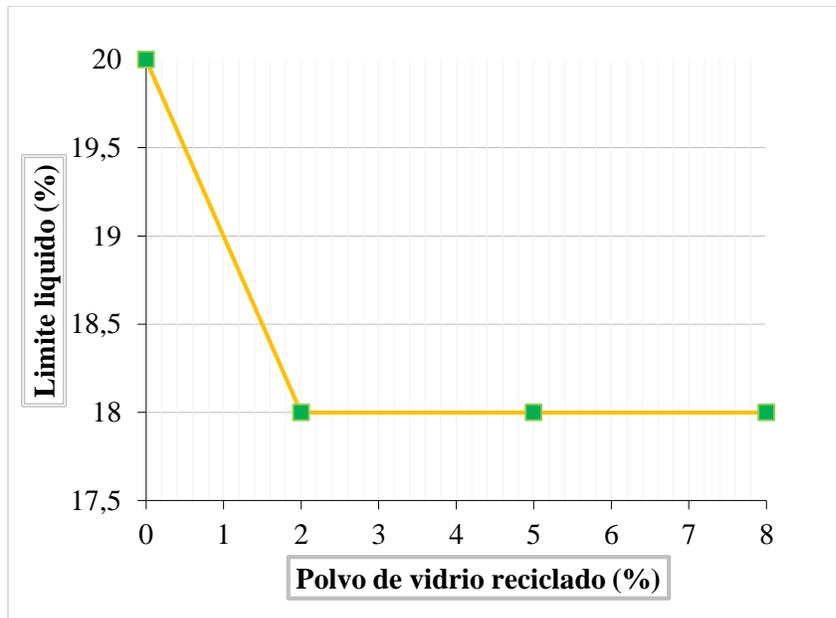


Figura 54, Variación del LL con adición de PVR de la calicata C-1

Fuente: propia (2021)

En la Figura 54, se observa que el LL del suelo disminuye en un 2% para todos los porcentajes de polvo de vidrio reciclado, obteniendo un LL de 20% en el suelo de la sub rasante, sub base y base de la vía reduciendo a 18% con la adición de PVR, pero por el IP y LP se elige el porcentaje efectivo.

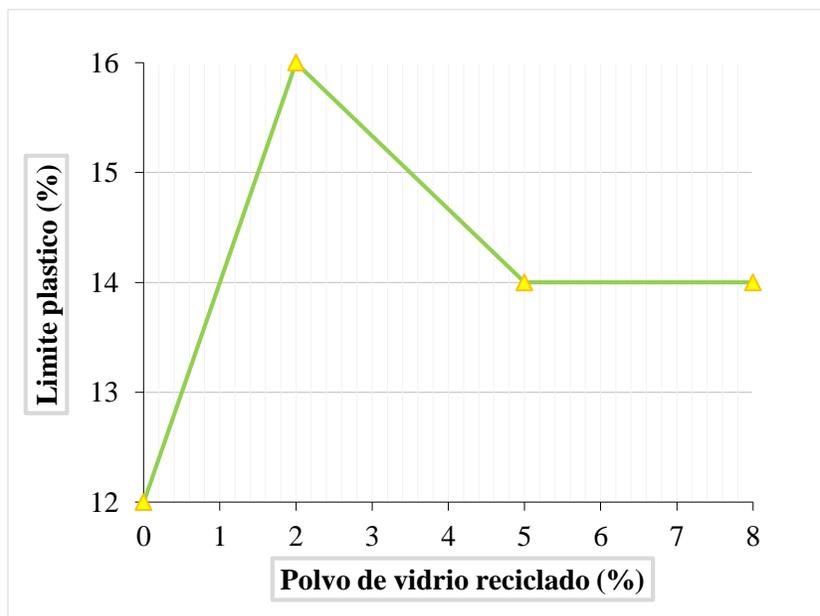


Figura 55, Variación del LP con adición de PVR de la calicata C-1

Fuente: propia (2021)

En la Figura 55, se observa que el LP se incrementa en un 4%, así, de 12% para el suelo patrón a 16% con la adición del 2% de polvo de vidrio reciclado. Con respecto a los porcentajes de 5% y 8% de PVR su límite plástico es de 14% incrementando en 2% respecto al suelo natural.

Cabe mencionar que, para la calicata C-1 analizado con adición de PVR se produce un descenso importante en el índice de plasticidad. Esta disminución se produce por el incremento del límite plástico, y la disminución del límite líquido.

Tabla 29.

Resultados del comportamiento que presenta el suelo con P.V.R de la calicata C-2

| Porcentajes de polvo vidrio R | Calicata C-2 | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------------|---------------|
| | LL (%) | LP (%) | IP (%) |
| 0 | 20 | 12 | 8 |
| 2 | 18 | 15 | 3 |
| 5 | 19 | 16 | 3 |
| 8 | 19 | 14 | 5 |

Nota: Fuente; propia (2021)

De acuerdo a los resultados que se muestra en la Tabla 29, los suelos con las diversas adiciones de polvo de vidrio reciclado presentan un límite líquido e índice de plasticidad menor en comparación al suelo natural. Según indica la Tabla 5, al tener un $IP < 7$ corresponde a un suelo poco arcillosos de baja plasticidad.

Para que la estabilización de suelo de una vía sea efectiva, tiene que cumplir lo mencionado por el MTC (2013), donde sugieren que el LL y el IP sean menores a 40 y 18 respectivamente

En este segundo resultado, se tiene el límite líquido e índice de plasticidad sin y con polvo de vidrio reciclado están dentro de estos parámetros recomendados por el MTC, sin embargo, en comparación con el suelo natural se logró reducir en dos porcentajes añadidos, obteniendo un 18% en el LL y 3% en el IP al adicionar el 2% de PVR; para el segundo porcentaje se obtuvo un 19% en el LL y 3% en el IP con la adición del 5% de PVR.

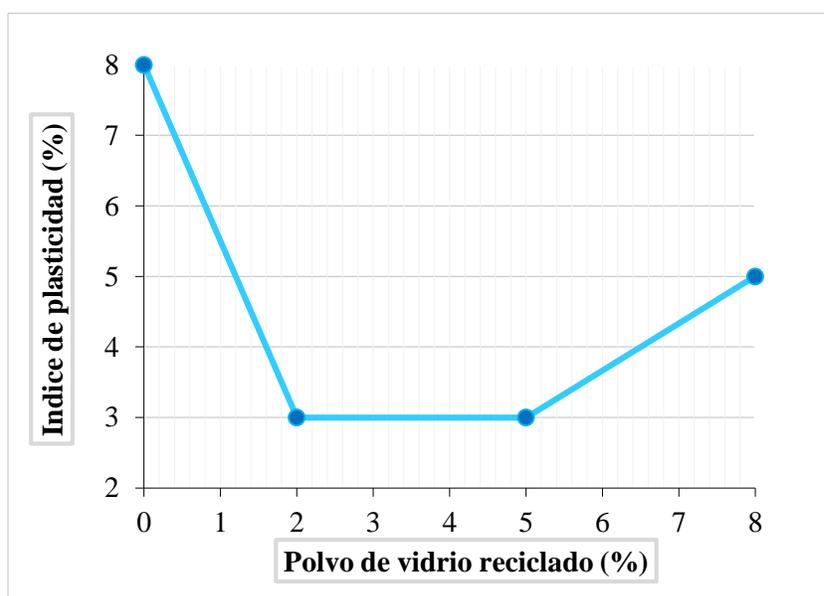


Figura 56, Variación del IP con adición de PVR de la calicata C-2

Fuente: propia (2021)

De acuerdo a la Figura 56, el índice de plasticidad desciende en un 5% respecto al suelo patrón, para los porcentajes de 2% y 5% de polvo de vidrio reciclado, por ello, como indica la Tabla 5, es un suelo de baja plasticidad con un $IP < 7$.

Además, en la Figura 56 se observa que para esta calicata C-2 ya no es necesario una adición mayor al 5% de PVR, ya que la adición del 2% al 5% no tiene incremento en el IP, y del 5% al 8% hay un incremento de 2%.

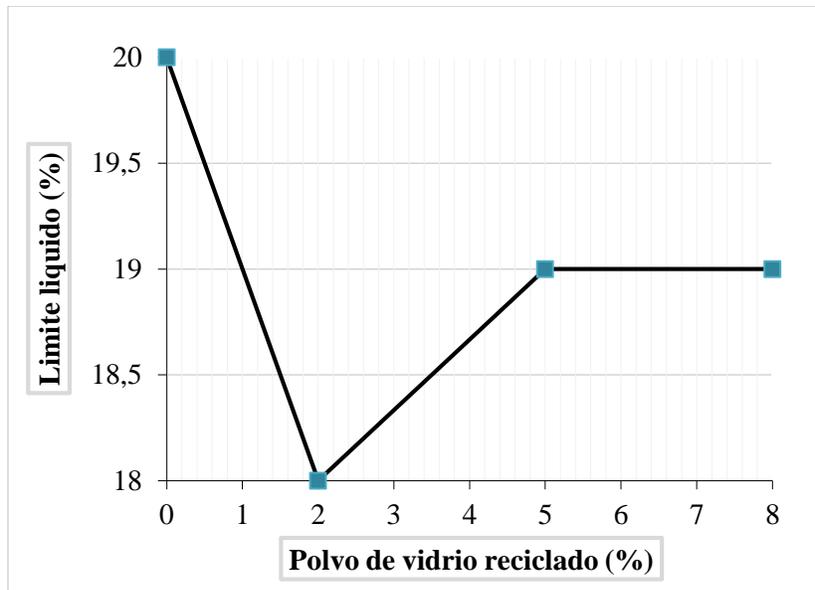


Figura 57, Variación del LL con adición de PVR de la calicata C-2

Fuente: propia (2021)

En la Figura 57, se observa que el límite líquido del suelo desciende para todos los porcentajes de PVR adicionados, sin embargo, disminuye en un 2% con adición del 2%, luego incrementa en un 1% con la adición del 5% y 8% donde el límite líquido se mantiene constante, de esta manera será la temática al adicionar porcentajes mayor al 8% que en todo caso debe ser comprobado.

El porcentaje efectivo es el 2% de PVR en esta calicata, obteniendo un LL de 20% en el suelo de la sub rasante, sub base y base a un LL de 18%.

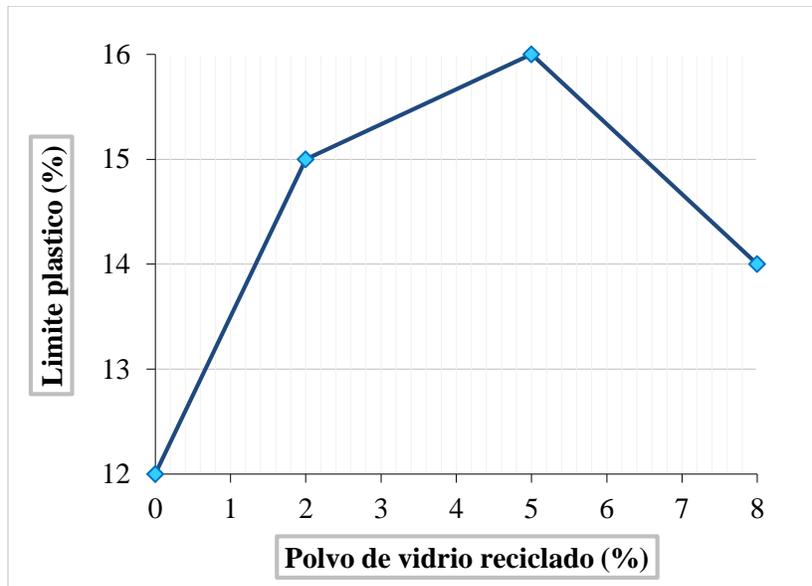


Figura 58, Variación del LP con adición de PVR de la calicata C-2

Fuente: propia (2021)

En la Figura 58, se observa que el límite plástico se incrementa en un 4%, debido a que se obtuvo un 12% para el suelo natural y 16% con la adición del 5% de polvo de vidrio reciclado. Con respecto al porcentaje de 2% su LP se incrementa en un 3% ya que se obtuvo un 15% al adicionar PVR y en el porcentaje del 8% se tiene un incremento de 2% respecto al suelo natural, siendo el menor de los tres.

Cabe mencionar que, se tiene una disminución importante en el índice de plasticidad, en el que la reducción se da por el incremento del límite plástico, y la disminución del límite líquido.

Tabla 30.

Resultados del comportamiento que presenta el suelo con P.V.R de la calicata C-3

| Porcentajes de polvo vidrio R | Calicata C-3 | | |
|-------------------------------|--------------|--------|--------|
| | LL (%) | LP (%) | IP (%) |
| 0 | 19 | 14 | 5 |
| 2 | 17 | 17 | 0 |

| | | | |
|----------|----|----|---|
| 5 | 18 | 16 | 2 |
| 8 | 17 | 16 | 1 |

Nota: Fuente; propia (2021)

De acuerdo a los resultados que se muestra en la Tabla 30, los suelos con porcentajes de polvo de vidrio reciclado presentan un LL y IP inferior en comparación con el suelo patrón. Como indica la Tabla 5, al tener un IP=0 logrado con el 2% de polvo de vidrio corresponde a un suelo no plástico (NP).

Para que la estabilización de suelo de una vía sea efectiva, el MTC (2013), sugiere que el LL y el IP sean menores a 40 y 18 respectivamente

En este tercer resultado, se tiene el límite líquido e índice de plasticidad sin y con polvo de vidrio reciclado están dentro de estos parámetros recomendados por el MTC, sin embargo, en comparación con el suelo natural se logró reducir un 2% en el LL y 5% en el IP con la adición del 2% de polvo de vidrio reciclado.

De todas maneras, el hecho de que el índice de plasticidad del suelo haya reducido al valor querido, no es suficiente para garantizar que el suelo está estabilizado, de manera que también se tiene que considerar otro parámetro como el índice CBR.

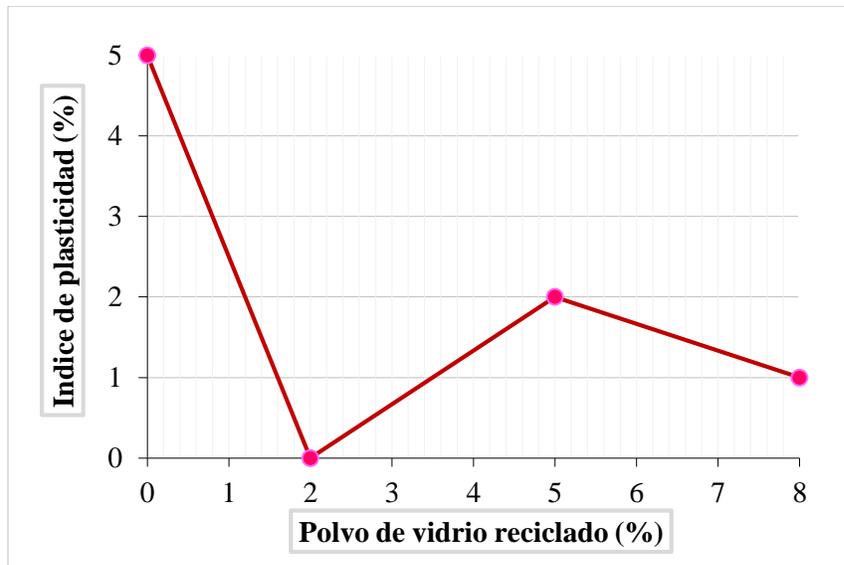


Figura 59, Variación del IP con adición de PVR de la calicata C-3

Fuente: propia (2021)

De acuerdo a la Figura 59, el índice de plasticidad desciende en un 5%, debido a que se obtuvo un 5% para el suelo patrón y 0% con la adición del 2% de polvo de vidrio reciclado, por lo que es un suelo “No Plástico” con un $IP=0$.

Además, en la Figura 59, se observa que para esta calicata no es necesario una adición mayor al 2% de PVR porque es el porcentaje efectiva en la reducción del IP del suelo de la vía jirón Miguel Grau Seminario. Sin embargo, tenemos que la adición del 2% al 5% tiene una diferencia de 2% de incremento en el IP, y del 5% al 8% presenta un descenso de 1% en el IP.

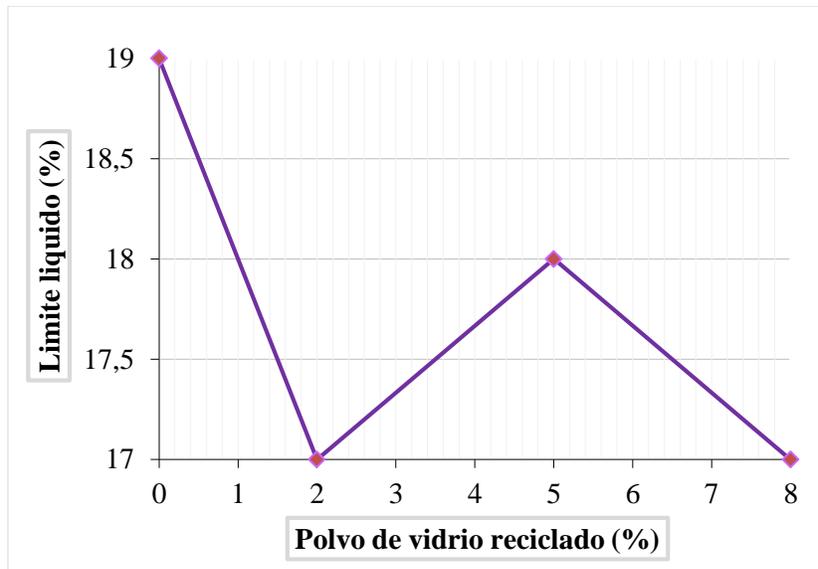


Figura 60, Variación del LL con adición de PVR de la calicata C-3

Fuente: propia (2021)

En la Figura 60, se observa que el límite líquido del suelo desciende para todos los porcentajes de PVR adicionados, sin embargo, disminuye en 2% con la adición del 2%, luego incrementa en 1% con la adición del 5% y el 8% tiene un descenso igualando a la adición del 2%, de esta manera será la temática al adicionar porcentajes mayor al 8% que en todo caso debe ser comprobado, pero por el IP y LP se elige el porcentaje efectivo.

Por lo tanto, el porcentaje efectivo es el 2% en el que se obtuvo un LL de 17% con la adición de polvo de vidrio reciclado.

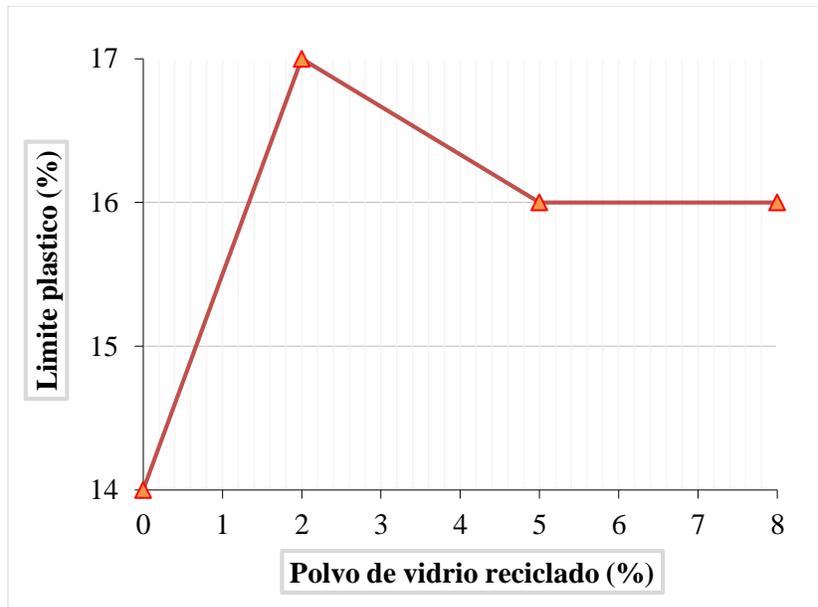


Figura 61, Variación del LP con adición de PVR de la calicata C-3

Fuente: propia (2021)

En la Figura 61, se observa que el límite plástico incrementa en un 3% para el porcentaje del 2% de polvo de vidrio reciclado, obteniéndose un LP de 14% para el suelo patrón y un LP de 17% con el 2% de adición, sin embargo, los porcentajes del 5% y 8% han incrementado solo en 2% respecto al suelo natural.

Cabe mencionar que, la disminución importante del índice de plasticidad del suelo se produce por el incremento logrado en el límite plástico y la disminución en el límite líquido.

Nota: Los límites líquido y plástico del suelo natural y con porcentajes de polvo de vidrio reciclado se muestran en los reportes que están adjuntadas en el anexo.

10.1.7. Ensayo de compactación proctor modificado ASTM D 1557 de las calicatas realizadas.

10.1.7.1. Resultados del ensayo para suelo natural.

Tabla 31.

Resultados obtenidos de los parámetros del suelo natural de las calicatas

| Parámetros | Calicata C-1 | Calicata C-2 | Calicata C-3 |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|
| DSM (gr/cm ³) | 2.151 | 2.121 | 2.112 |
| OCH (%) | 8.0 | 8.3 | 9.1 |

Nota: Fuente; propia (2021)

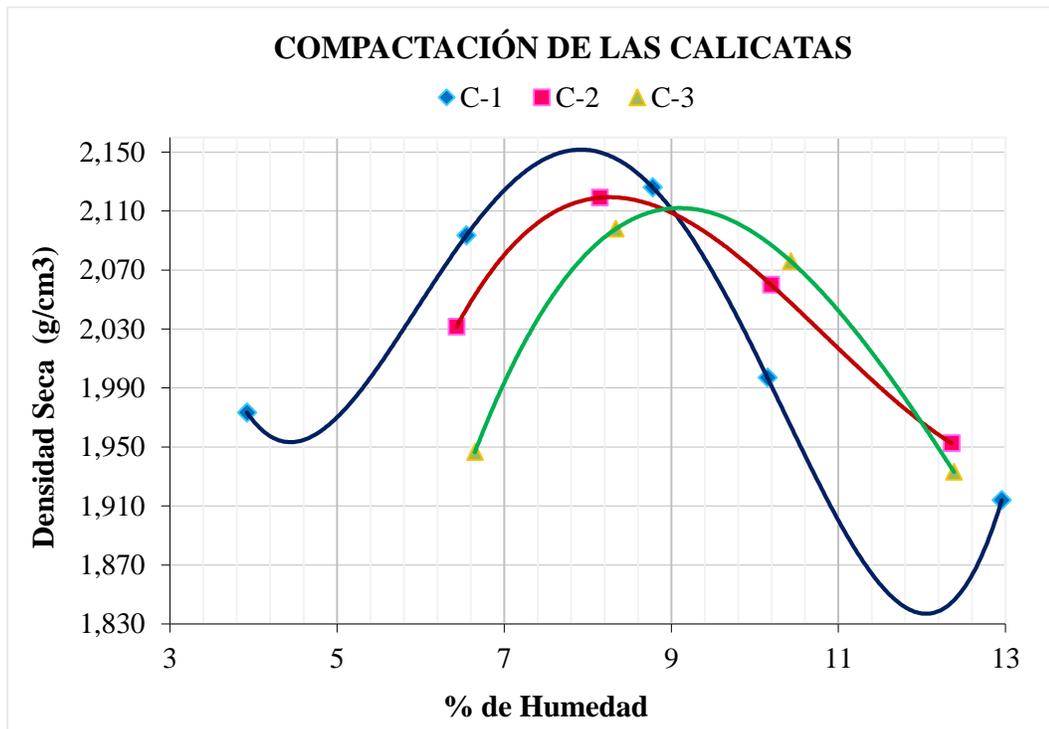


Figura 62, Proctor modificado del suelo natural de las tres calicatas

Fuente: propia (2021)

En la figura 62, se muestran las curvas, donde la humedad óptima promedio para toda la vía jirón Miguel Grau Seminario es el 8.5% y la densidad máxima promedio del suelo natural es 2.128 gr/cm³.

10.1.7.2. Resultados de los ensayos para suelo natural con polvo de vidrio reciclado.

Tabla 32.

Resultados de los parámetros del suelo con y sin PVR de las calicatas

| Porcentajes de polvo vidrio R | Calicata C-1 | | Calicata C-2 | | Calicata C-3 | |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|---------------------------|
| | OCH (%) | DSM (gr/cm ³) | OCH (%) | DSM (gr/cm ³) | OCH (%) | DSM (gr/cm ³) |
| 2 | 8.1 | 2.159 | 8.7 | 2.110 | 9.3 | 2.105 |
| 5 | 8.3 | 2.150 | 8.4 | 2.109 | 9.0 | 2.115 |
| 8 | 8.1 | 2.149 | 8.3 | 2.121 | 9.4 | 2.102 |

Nota: Fuente; propia (2021)

En la tabla 32, se tiene un resumen de los resultados del ensayo de proctor modificado con porcentajes de polvo de vidrio reciclado, en el que se muestran la densidad máxima y la humedad óptima obtenido mediante el esfuerzo de compactación dado por la norma ASTM D 1557.

En comparación con la densidad máxima obtenido del suelo natural, se tiene un incremento mínimo con un porcentaje de polvo de vidrio reciclado, con otro porcentaje se mantiene la misma densidad y una disminución mínima con el porcentaje siguiente, de manera que se calcula los promedios de la DMS= 2.125 gr/cm³ y el OCH= 8.7 con el 2% de PVR; la DMS = 2.125 gr/cm³ y el OCH = 8.6% con el 5% de PVR; y la DMS= 2.124 gr/cm³ y el OCH = 8.6% con el 8% de PVR, por lo que no se puede asegurar una contribución del PVR, esto debido a que las variaciones son aleatorias y para este método de ensayo se encuentran dentro de lo permisible por la norma en cuanto a precisión del laboratorio, lo cual está expresado en la tabla 8.

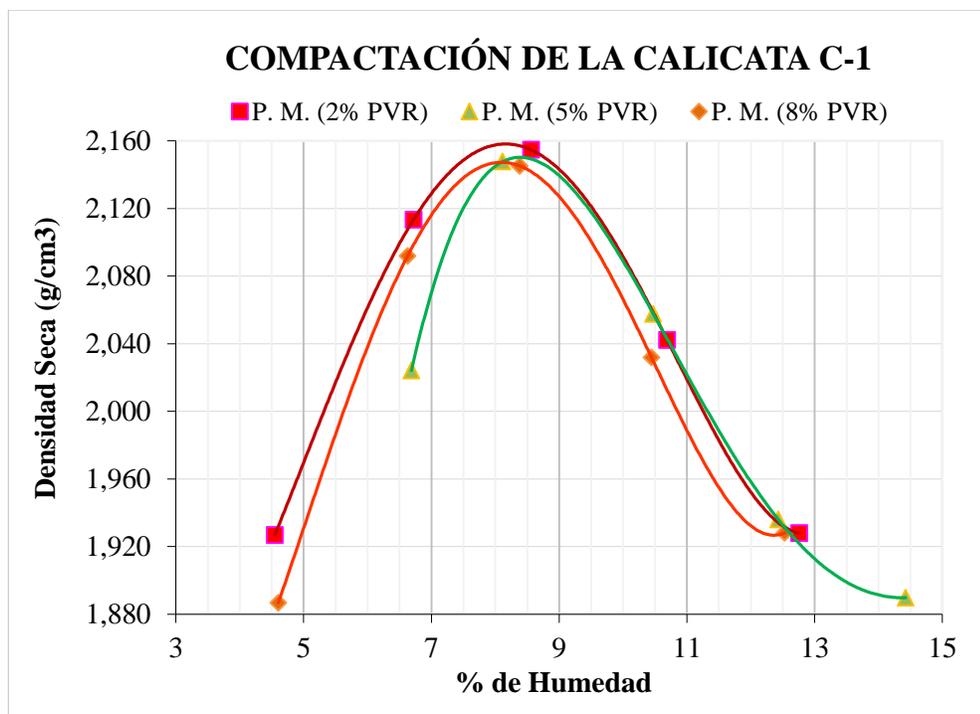


Figura 63, Proctor modificado del suelo con adición de polvo de vidrio reciclado de la C-1
Fuente: propia (2021)

En la figura 63, se observa el comportamiento de la compactación de la calicata C-1 con adición del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado, además las curvas muestran la relación entre la densidad seca y el porcentaje de humedad del suelo compactado.

Por lo mencionado en la tabla 8, se puede trabajar con la densidad máxima y la humedad óptima del 2% de polvo de vidrio para los porcentajes adicionados y para el suelo natural en el ensayo de CBR o considerar el resultado obtenido de cada porcentaje.

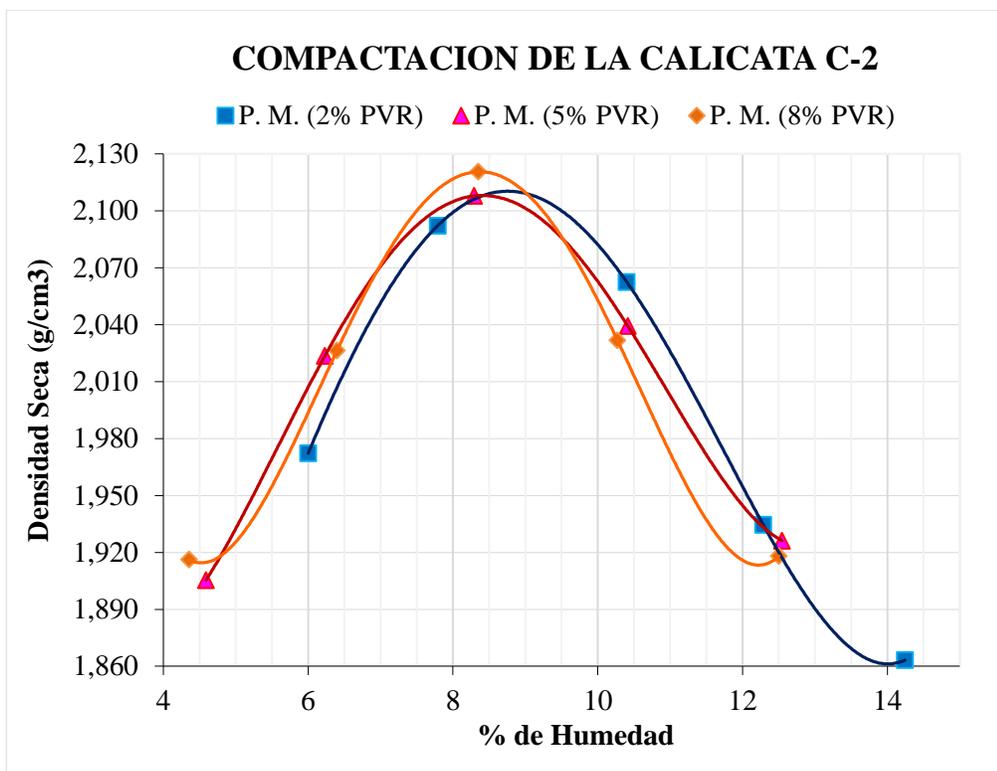


Figura 64, Proctor modificado del suelo con adición de polvo de vidrio reciclado de la C-2
Fuente: propia (2021)

En la figura 64, se observa las curvas con adición del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado, además muestra la relación entre la densidad seca y el porcentaje de humedad del suelo compactado.

Por lo mencionado en la tabla 8, se puede considerar la densidad máxima y la humedad óptima del suelo natural para los tres porcentajes adicionados en el ensayo de CBR o trabajar con el resultado obtenido de cada porcentaje.

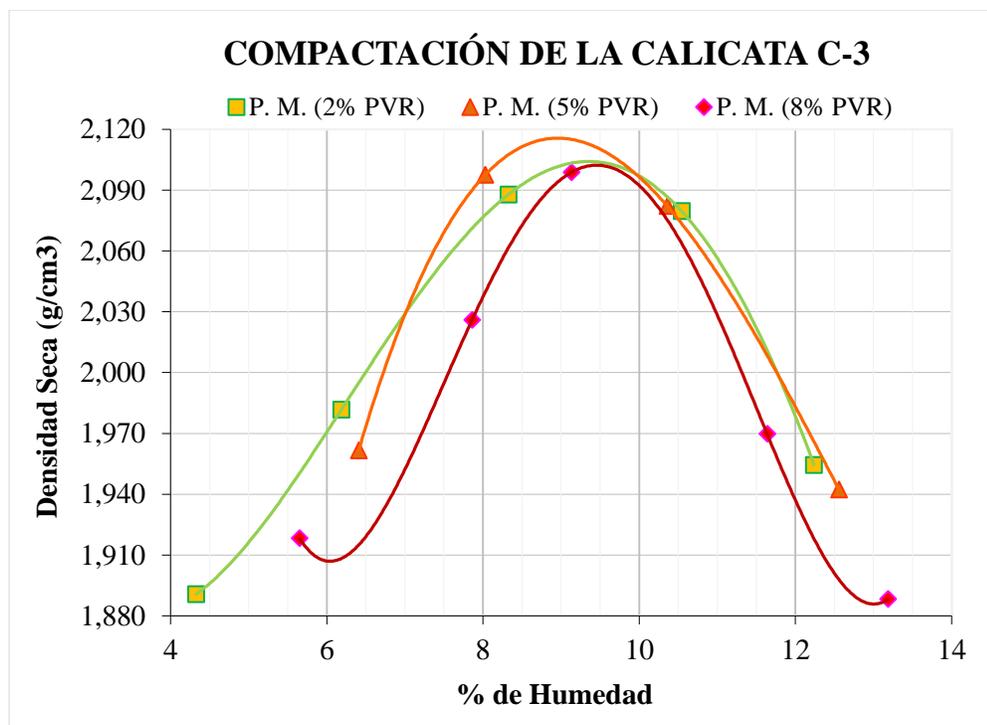


Figura 65, Proctor modificado del suelo con adición de polvo de vidrio reciclado de la C-3
Fuente: propia (2021)

En la figura 65, se observa el comportamiento de la compactación de la calicata C-3 con adición del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado, además las curvas muestran la relación entre la densidad seca y el porcentaje de humedad del suelo compactado.

Por lo mencionado en la tabla 8, se puede trabajar con la densidad máxima y la humedad óptima del 5% de polvo de vidrio para los porcentajes adicionados y para el suelo natural en el ensayo de CBR o considerar el resultado obtenido de cada porcentaje.

Nota: El Proctor Modificado del suelo natural y con porcentajes de polvo de vidrio reciclado se muestran en los reportes que están adjuntadas en el anexo.

10.1.8. Ensayo CBR de laboratorio ASTM D 1883 de las calicatas realizadas.

Tabla 33.

Cuadro de resumen de resultados de los CBR obtenidos en el laboratorio

| % DE PVR | Peso unitario máximo | Calicata C-1 | | Calicata C-2 | | Calicata C-3 | |
|-------------|----------------------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| | | 0,1" | 0,2" | 0,1" | 0,2" | 0,1" | 0,2" |
| Patrón - 0% | 100% | 48,90 | 53,80 | 53,20 | 62,00 | 50,20 | 59,70 |
| | 95% | 33,50 | 38,50 | 38,00 | 41,00 | 33,50 | 41,50 |
| 2% | 100% | 55,00 | 68,70 | 56,50 | 72,30 | 56,20 | 63,30 |
| | 95% | 44,00 | 53,50 | 37,00 | 41,00 | 43,00 | 47,50 |
| 5% | 100% | 53,20 | 66,70 | 55,80 | 71,70 | 55,80 | 62,00 |
| | 95% | 43,50 | 50,00 | 41,50 | 50,00 | 43,00 | 46,50 |
| 8% | 100% | 55,00 | 74,10 | 57,50 | 68,60 | 56,20 | 61,70 |
| | 95% | 43,50 | 58,50 | 41,50 | 52,00 | 39,00 | 42,50 |

Nota: Fuente propia; Cuadro de resumen de resultado

10.1.8.1. Resultados del porcentaje CBR en laboratorio del suelo natural.

Las lecturas corresponden a los resultados del valor de CBR al 100% del peso unitario máximo a 0.2” de penetración.

Tabla 34.

Relación de la capacidad de Soporte CBR del suelo natural

| CBR DE SUBRASANTE, SUB BASE Y BASE –SUELO NATURAL | | | |
|---|-----------------|------|-------------|
| CALICATA | PROGRESIVA | % | PENETRACIÓN |
| C-1 | Km 1 + 018.20 m | 53,8 | |
| C-2 | Km 0 + 631.90 m | 62,0 | 0,2" |
| C-3 | Km 0 + 430.20 m | 59,7 | |

Nota: Fuente propia; Resultado de porcentaje de la capacidad de soporte del suelo natural de la vía jirón Miguel Grau Seminario.

El CBR obtenido del suelo natural muestra un valor superior al establecido por el MTC, según la tabla 9 las calicatas se clasifican a una categoría de sub rasante excelente.

Por otro lado, la tabla 10 describe la cualidad y determina el uso del suelo según el valor de CBR, obteniéndose según los rangos para las calicatas C-1, C-2 y C-3 una sub rasante excelente y una sub base buena, con valor de CBR promedio de 58,5%.

10.1.8.2. Resultados del porcentaje CBR en laboratorio del suelo con polvo de vidrio reciclado.

Las lecturas corresponden a los resultados del valor de CBR al 100% del peso unitario máximo a 0.2” de penetración.

Tabla 35.

Relación de la capacidad de Soporte CBR del suelo con polvo de vidrio reciclado

| CBR DE SUBRASANTE, SUB BASE Y BASE –SUELO CON POLVO DE VIDRIO RECICLADO | | | |
|---|-----------|-------|-----------|
| PENETRACION | CALICATAS | P.V.R | C.B.R (%) |
| 0,2" | C-1 | 2% | 68,7 |
| | | 5% | 66,7 |
| | | 8% | 74,1 |
| | C-2 | 2% | 72,3 |
| | | 5% | 71,7 |
| | | 8% | 68,6 |
| | C-3 | 2% | 63,3 |
| | | 5% | 62,0 |

8% 61,7

Nota: *Fuente propia*; Resultado de porcentaje de la capacidad de soporte del suelo de la vía jirón Miguel Grau Seminario con polvo de vidrio reciclado.

En la tabla 35, se muestra el valor del CBR superior con la adición del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado de cada punto de evaluación. En comparación con los valores de CBR del suelo natural se obtuvo una mejora del suelo con un cociente aleatorio entre los mismos puntos, para la calicata C-1, se tiene estos valores de 1.277, 1.24 y 1.38 veces; en la calicata C-2, estos valores 1.17, 1.16 y 1.11 veces y para la calicata C-3 estos valores de 1.06, 1.04 y 1.03 veces al valor del CBR del suelo natural.

Según la tabla 10, se tiene una sub rasante excelente, una sub base excelente y una base buena de acuerdo a los rangos establecidos de CBR.

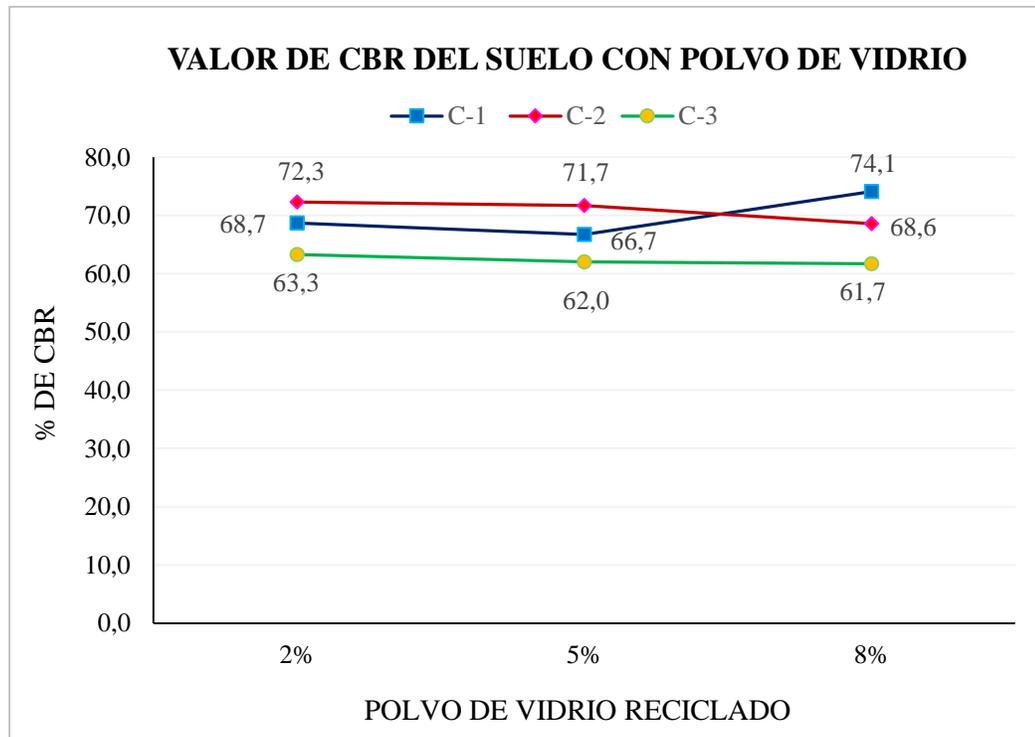


Figura 66, Valores de CBR del suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado.

Fuente: propia (2021)

En la figura 66, se observa que los porcentajes de mejora en el CBR con aditivo en comparación con el CBR del suelo patrón, para el 2% de aditivo se obtiene el 14,9% de mejora en la C-1, un 10,3% de mejora en la C-2 y 3,6% de mejora en la C-3; mientras que, en el 5% de PVR se tiene el 12,9% de mejora en la C-1, un 9,7% de mejora en la C-2 y 2,3% de mejora en la C-3; y para el 8% de PVR se tiene el 20,3% de mejora en la C-1, un 6,6% de mejora en la C-2 y 2% de mejora en la C-3.

Nota: El CBR de Laboratorio con suelo natural y con porcentajes de polvo de vidrio reciclado se muestran en los reportes que están adjuntadas en el anexo.

10.1.8.3. Resultados de la comparación de los valores de CBR entre el suelo patrón y el suelo con polvo de vidrio reciclado.

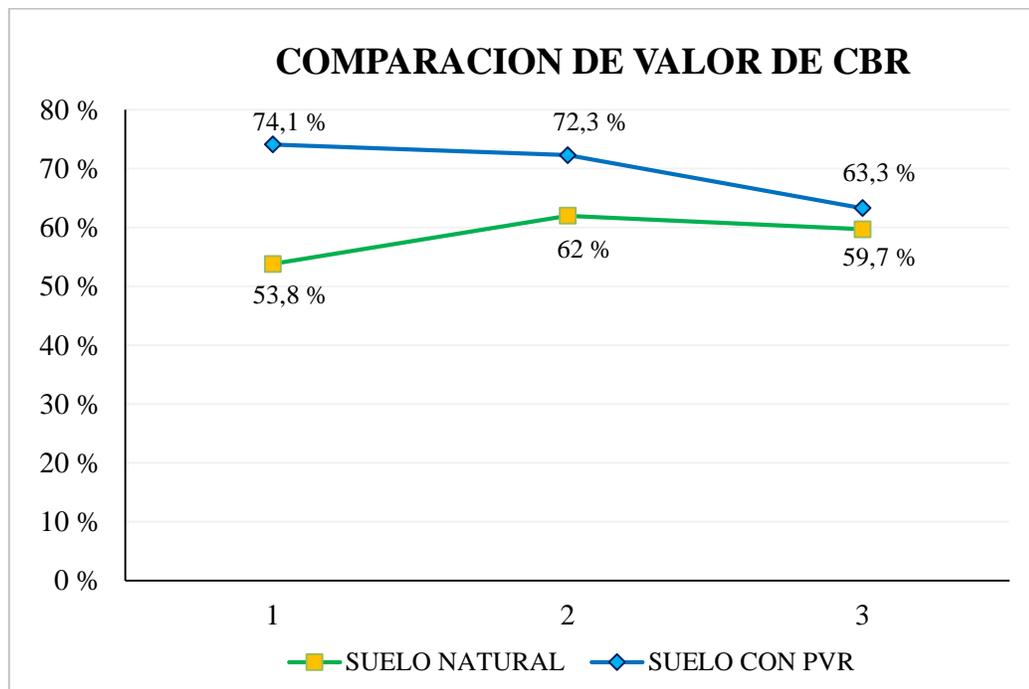


Figura 67, Comparación del valor del CBR entre el suelo patrón y el suelo con polvo de vidrio reciclado.

Fuente: propia (2021)

En la figura 67, se observa que el suelo con polvo de vidrio tiene un mayor porcentaje de CBR, con respecto al suelo patrón.

10.1.9. Resultado del porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado para la vía jirón Miguel Grau Seminario.

10.1.9.1. Para un suelo arena arcillosa

Se halla un porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado según la clasificación SUCS para un suelo "SC" correspondientes a las calicatas C-1 y C-2.

| | | | | |
|---------------------------------|--------------|--------|--------|--------|
| % de polvo de vidrio reciclado: | SUELO PATRON | 2% | 5% | 8% |
| % de CBR promedio : | 57,90% | 70,50% | 69,20% | 71,35% |

Para hallar el porcentaje óptimo de PVR se hizo la gráfica del porcentaje de CBR promedio vs las adiciones de aditivo, con esos datos se obtuvo una línea de tendencia y su ecuación, con la que se iniciara para hallar el valor de CBR promedio máximo.

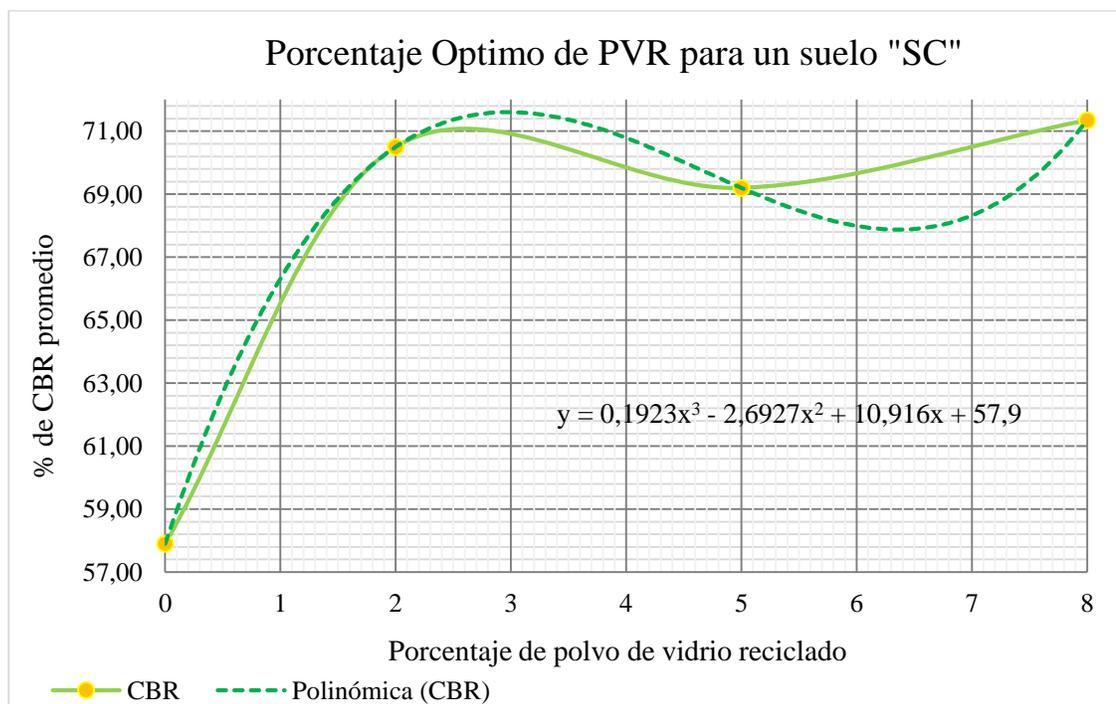


Figura 68, Determinación del porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado para un suelo de clasificación SUCS de SC perteneciente a la vía jirón Miguel Grau Seminario.

Fuente: propia (2021)

De la figura 68, se obtiene el porcentaje óptimo de 2,90% de PVR para un suelo arena arcillosa, sin embargo, se puede comprobar el porcentaje óptimo con la ecuación de la parábola de tercer grado a través de los cálculos matemáticos se define el porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado:

$$y = 0,1923x^3 - 2,6927x^2 + 10,916x + 57,9$$

a partir de las derivadas de la ecuación se consigue el punto máximo de la curva, la cual será el porcentaje óptimo de adición para esta clase de suelo:

% óptimo para un suelo SC = 2.90% de polvo de vidrio reciclado.

Una vez obtenido el % óptimo de PVR se empieza a reemplazar en la ecuación para hallar el “y” que es igual al porcentaje de CBR promedio que se tendrá:

$$y = \text{CBR promedio} = 71,73\%$$

10.1.9.2. Para un suelo arena limosa arcillosa

Se halla un porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado según la clasificación SUCS para la calicata C-3 que es un suelo “SC-SM”.

| | | | | |
|---------------------------------|--------------|--------|--------|--------|
| % de polvo de vidrio reciclado: | SUELO PATRON | 2% | 5% | 8% |
| % de California Bearing Ratio : | 59,70% | 63,30% | 62,00% | 61,70% |

Para hallar el porcentaje óptimo de PVR se hizo la gráfica del porcentaje de CBR vs las adiciones de aditivo, con esos datos se obtuvo una línea de tendencia y su ecuación, con la que se iniciara para hallar el valor de CBR máximo

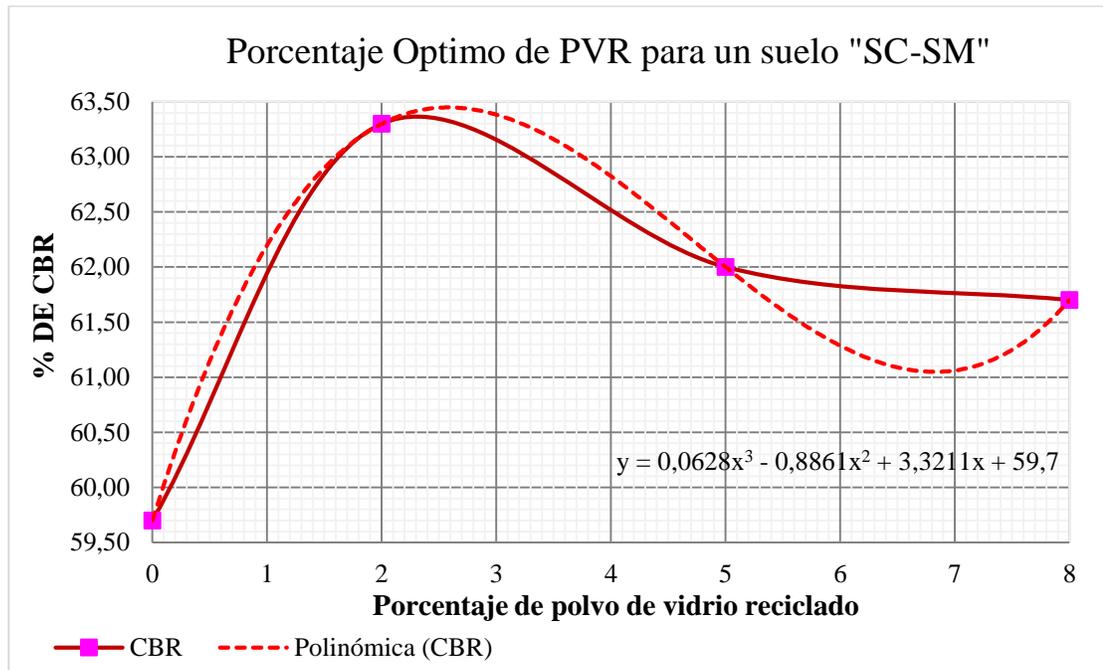


Figura 69, Determinación del porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado para un suelo de clasificación SUCS de SC-SM perteneciente a la vía jirón Miguel Grau Seminario.

Fuente: propia (2021)

De la figura 69, se obtiene el porcentaje óptimo de 2,60% de PVR para un suelo arena limosa arcillosa, sin embargo, se puede comprobar el porcentaje óptimo con la ecuación de la parábola de tercer grado a través de los cálculos matemáticos se define el porcentaje óptimo de polvo de vidrio reciclado:

$$y = 0,0628x^3 - 0,8861x^2 + 3,3211x + 59,7$$

a partir de las derivadas de la ecuación se consigue el punto máximo de la curva, la cual será el porcentaje óptimo de adición para esta clase de suelo:

% óptimo para un suelo SC-SM = 2.60% de polvo de vidrio reciclado.

Una vez obtenido el % óptimo de PVR se empieza a reemplazar en la ecuación para hallar el “y” que es igual al porcentaje de CBR que se tendrá:

$$y = \text{CBR} = 63,48\%.$$

Por lo tanto, se determinan como porcentajes óptimos a 2,60% y 2,90% de PVR para la vía Jr. Miguel Grau Seminario, en vista de que se obtienen mayores valores de mejora respecto al CBR patrón y en definitiva tendrán menores costos en la pulverización del vidrio ya que se utiliza poca cantidad.

10.2. Discusión

Khan, Muhammad y Mateeullah, (2018) mencionan en su investigación que realizaron diferentes pruebas de laboratorio de un suelo blando de clasificación “CL-ML” (limo arcilloso) y con adición del 4%, 8% y 12% de polvo de vidrio; donde determinaron que el índice de plasticidad (P.I), límite líquido (L.L) y límite plástico (P.L) disminuyeron con la adición de polvo de vidrio, y la dosis óptima es del 8%.

En concordancia con mis resultados obtenidos de mi investigación, la clasificación de los suelos de las calicatas es “SC” y “SC-SM”; con respecto a los límites líquido y plástico e índice de plasticidad, se obtuvo que con las adiciones del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio disminuyen el límite líquido e índice de plasticidad por el incremento del límite plástico, siendo la dosis óptima del 2% con el que se redujeron significativamente.

Mahdi y Al-Hassnawi, (2018); en una de sus conclusiones mencionan que los resultados de CBR producen una mejora significativa en el suelo cuando se aumenta el polvo de vidrio en porcentajes del 3%, 5%, 7% y 9%, donde estos valores crecientes son 2.5, 3.3, 5.2, 9.4 veces al valor del CBR del suelo no tratado. Determinando que el porcentaje óptimo de aditivo es el 7%, desde el punto de vista de los demás ensayos.

En relación con mi tesis; los resultados obtenidos del CBR con adiciones del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado produjeron una mejora al suelo para los tres puntos analizados (C-1, C-2 y C-3), donde se obtuvieron valores aleatorios que son 1.27, 1.24 y 1.38; 1.17, 1.16 y 1.11; 1.06, 1.04 y 1.03 veces al valor de CBR del suelo natural. Seleccionando a los valores de CBR por tipo de suelo se obtuvieron los porcentajes óptimo de 2,6% y 2,90% de PVR.

Poma Castillo, (2016) en su tesis; evaluó la densidad máxima en seco y la resistencia al corte de un suelo con porcentajes del 0%, 5%, 7% y 10% de polvo de vidrio reciclado, en el cual hizo una comparación de sus resultados entre el suelo patrón y suelo con polvo de vidrio para determinar el porcentaje óptimo de aditivo, de esta manera proponer el empleo de este material para lograr la estabilización del suelo de arcilla.

Lo que mi investigación muestra; es que los resultados obtenidos del suelo con porcentajes del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado tienen un mayor porcentaje de CBR respecto al suelo patrón, siendo los porcentajes óptimo de 2,60% y 2,90% de PVR de los dos tipos de suelo encontrados en la vía con un valor de CBR de 63,48% y 71,73%.

Freire Alvear, (2018) en su tesis de investigación; uso vidrio molido en las mezclas asfálticas con la finalidad de disminuir la contaminación que produce extraer los agregados de las fuentes naturales como las canteras, ríos, etc.; donde logro obtener resultados positivos al reducir el consumo de estos recursos con la adición de vidrio molido; por lo que la estabilidad y la afluencia mejoraron tal como el VAF, aunque el % Va incremento excesivamente superando el límite de 5 para tránsito pesado obteniéndose con el 15% de vidrio a 7,31% de vacíos.

En cuanto a mi investigación; se utilizó polvo de vidrio reciclado en el suelo de la vía jirón Miguel Grau con la finalidad de una estabilización de suelo para evitar grandes movimientos de tierra existente y sean reemplazados por afirmado, lo cual genera contaminación ambiental y en la mayoría de los casos tiene un alto costo; obteniéndose como resultados de los ensayos de laboratorio que el suelo con una adición optima de 2,60% y 2,90% de polvo de vidrio por cada tipo de suelo, posee una sub rasante excelente,

una sub base excelente y una base buena, con estas condiciones se puede considerar un posterior asfaltado.

Mas, García, Marco y Jaime, (2016) en su investigación sobre la viabilidad ambiental de la estabilización de suelo con polvo de vidrio; determinaron que el elemento alcalino como el Na (sodio) es liberado, pero no en cantidad suficiente para ser un peligro para el medio ambiente y menos para hacer cambios en la conductividad eléctrica del suelo, también precisan que la presencia de Ca (calcio) en el agua de filtración, no forma un riesgo medioambiental, porque es un componente no tóxico y en las acumulaciones presentes no ocasionaría cambios del pH del suelo y por último, mencionan que el sobrante de componentes hallados no son más que huellas encontradas en las aguas filtradas que por su poca presencia no podrían conformar una amenaza para el ecosistema.

La relación directa es mis resultados; en el análisis químico del polvo de vidrio reciclado por fluorescencia de rayos X se realizaron la determinación semicuantitativa de los elementos desde el Na (Z=11) hasta el U (Z=92), obteniéndose como elementos principales al sílice, sodio y calcio; dado a su composición química es un tipo de vidrio sódico cálcico producido con mayor facilidad y el más barato, lo cual no es un agente peligroso para el medio ambiente ya que son fabricados a partir del sílice que es parte de la materia prima básica.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1. Conclusiones

11.1.1. Conclusión general.

- Se demostró y comprobó la hipótesis presentada mediante los ensayos de suelos realizados en el laboratorio principalmente con los valores de CBR y según la prueba de normalidad paramétrica de Pearson; afirmando que si existe mejora en la estabilización de suelo, utilizando polvo de vidrio reciclado para usarse como suelo óptimo para base y/ o sub base en jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca, empleando un porcentaje óptimo de 2,90% y 2,60% de PVR para cada tipo de suelo; mejorando el CBR en 13, 83% y 3,78%; dado a que los resultados obtenidos de los tres puntos analizados para el suelo natural fueron, valores de CBR de 53.8%, 62.0% y 59.7%, y en los suelos con adiciones de polvo de vidrio se obtuvieron porcentajes de CBR mayores como 74.1%, 72.3% y 63.3%; hallándose un incremento máximo de mejora de 20.3% en el suelo más desfavorable, puntualizando que estos valores de CBR son al 100% del peso unitario máximo a 0.2” de penetración y se encuentran plasmado en la tabla 33.

Cabe precisar que los porcentajes óptimo para un suelo SC y SC-SM, se obtuvo de las ecuaciones de la línea de tendencia de las figuras 68 y 69, de las cuales al reemplazar la dosis optima se obtiene los valores de CBR de 71,73% y 63,48%.

Finalmente se concluye que, los porcentajes óptimos mejoran las propiedades mecánicas del suelo.

11.1.2. Conclusiones específicas.

- Se determinó y se acepta la hipótesis, en vista de que se obtuvo del polvo de vidrio reciclado mediante el análisis químico por fluorescencia de rayos X un elevado porcentaje de 69.82% de sílice y un limitado valor de sodio con 13.67%, entre otros elementos con porcentajes bajos a insignificantes pertenecientes al material; resultando ser un tipo de vidrio sódico cálcico y por su composición química sus principales componentes son la sílice que es parte de la materia prima básica, el sodio y calcio.
- Se rechaza la hipótesis y se demuestra que; la humedad natural del suelo de la vía jirón Miguel Grau Seminario, urbanización La Florida, Barranca, es 5% como promedio de los tres puntos analizados, y según su granulometría corresponde a un tipo de suelo con clasificación AASHTO A-4 (suelos limosos), su clasificación SUCS es “SC” (arena arcillosa) para las calicatas C-1 y C-2 de tamaños máximos de 1 1/2” y para la calicata C-3 es “SC-SM” (arena limosa arcillosa) de tamaño máximo de 3/4”.
- Se determinó y concluyó que; el limite líquido, limite plástico e índice de plasticidad de los tres puntos estudiados en estado natural están dentro de las recomendaciones del MTC, con un LL de 20, 20 y 19, un LP de 12, 12 y 14, con un $IP > 7$ y $IP < 7$ que se caracteriza a los suelos como pocos arcillosos y ligeramente plástico; en cuanto al comportamiento con adición del 2%, 5% y 8% de polvo de

vidrio reciclado se obtuvo en las calicatas C-1, el LL de 18, 18 y 18, el LP de 16, 14 y 14; en la C-2, el LL de 18, 19 y 19, el LP de 15, 16 y 14; y en la C-3, el LL de 17, 18 y 17, el LP de 17, 16 y 16, lo que indica una disminución significativa en el índice de plasticidad, en donde el descenso se genera por el incremento del límite plástico, y la disminución del límite líquido.

- Se concluye que; en los parámetros (DMS promedio igual a 2.128 gr/cm³ y OCH promedio igual a 8.5%) del proctor modificado respecto al suelo natural de la vía jirón Miguel Grau, no se pudo identificar variación significativa atribuible al polvo de vidrio añadido al 2% (DMSpromed = 2.125 gr/cm³ y OCHpromed = 8.7%), al 5% (DMSpromed = 2.125 gr/cm³ y OCHpromed = 8.6%) y al 8% (DMSpromed = 2.124 gr/cm³ y OCHpromed = 8.6%), esto debido a que las variaciones son aleatorias y para este método de ensayo se encuentran dentro de lo permisible de la estimación de precisión del laboratorio especificado en la norma ASTM D 1557 en el ítem 14 en la tabla 3; según el ensayo de CBR de las calicatas C-1, C-2 y C-3 para el suelo natural, se obtuvo un valor de CBR promedio de 58.5% clasificando así al suelo como una sub rasante muy buena y sub base buena, en relación con la adición del 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado se obtuvo mayores porcentajes de CBR como se muestra en la tabla 35, consiguiendo una mejora significativa y clasificando así al suelo con aditivo como sub rasante excelente, sub base muy buena y base buena.

11.2. Recomendaciones

- Se recomienda fomentar y promover el reciclaje de botellas de vidrio transparente por ser un vidrio sódico cálcico, dado que contaminan el medioambiente al ser depositados en los vertederos incontrolados y por el beneficio que contribuye como material tecnológico en el campo de geotecnia y pavimentos.
- Se recomienda a futuros tesis que en sus futuras investigaciones desarrollen el mismo experimento con mayores porcentajes de PVR en suelos pocos competentes o netamente en suelos arcillosos que tendrán un porcentaje de CBR menor a 58.5%, por esta razón deben evaluar estos tipos suelos pobres para que con adiciones de PVR se obtengan valores de CBR mayores a 71,73% y 63,48%.
- Por lo mostrado y revelado en esta investigación se recomienda a los entes privadas y/o públicas usar dentro de su diseño de ingeniería este aditivo en 2,60% y 2,90% para la estabilización de suelo de la vía jirón Miguel Grau Seminario, siempre y cuando termine hasta la pavimentación y previo a una evaluación si es económico la producción del polvo de vidrio en grandes cantidades para comparar con el presupuesto que implica la colocación del material de afirmado, dado que ya se conoce el costo promedio de la construcción de vías con sub-base y base de afirmado; además se sabe que el polvo de vidrio reciclado mejora los límites de Atterberg, la resistencia del suelo y con ello se contaría con una vía apta para el tránsito vehicular y peatonal.
- Se recomienda la publicación de esta investigación de tesis, en vista de que es de beneficio para la urbanización La Florida y la provincia de Barranca.

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

12.1. Libros

- Braja, M. D. (2013). *Fundamentos de ingeniería geotécnica*. Santa Fe, Mexico: International Thomson Editores.
- Córdova, B. I. (2013). *El proyecto de investigación cuantitativa*. Lima, Perú: San Marcos.
- Duque, E. G., y Escobar, P. C. (2002). *Mecánica de suelos*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Fernández Navarro, J. (2003). *El vidrio*. Madrid, España: CSIC ; Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Recuperado de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Serquén, W. R. (2019). *Fundamentos de ingeniería geotécnica: suelos y cimentaciones*. Recuperado de [https://www.academia.edu/38931233/ingenier% c3 % 8 da _ geot % c3 % 8 9 cnica _ 20 19 _ suelos _ y _ cimentaciones _ libro](https://www.academia.edu/38931233/ingenier%c3%8da_geot%c3%89cnica_2019_suelos_y_cimentaciones_libro)
- Vallejo, L. I., Mercedes, F., Oteo, C., y Ortuño, L. (2004). *Ingeniería geológica*. Madrid, España: Pearson Educación.

12.2. Tesis o trabajos de grado

- Bravo Barrionuevo, B. E., Lopez Jara, 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, Piura, Perú.
- Freire Alvear, K. N. (2018). *Uso de vidrio molido en las mezclas asfálticas, con el propósito de reducir la contaminación* (tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Mena Robles, R. H. (2018). *Mejoramiento del suelo de una vía no pavimentada adicionando estabilizador y sellante en la Ca. Morales Bermúdez, Provincia de Huaral, Lima, 2018* (tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Morales Ortega, L. (2017). *El vidrio en la edificación. propiedades, aplicaciones y estudios de fracturas en casos reales* (tesis de grado). Universitat Politècnica de Catalunya, España.
- Poma Castillo, K. A. (2016). *Estabilización de suelos con polvo de vidrio reciclado* (tesis de grado). Universidad Privada San Pedro, Huaraz, Perú.
- Pusari Quispe, O. A., y Rodríguez Machuca, 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, Piura, Perú.
- Sánchez Pérez, C. J., y Terrones García, R. A. (2020). *Estabilización de suelos utilizando híbrido de polvo de concha de abanico y vidrio reciclado, Huacacorral* (tesis de grado). Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Velasquez Pereyra, C. (2018). *Influencia del cemento portland tipo I en la estabilización del suelo arcilloso de la subrasante de la avenida dinamarca, sector la molina* (tesis de grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

12.3. Artículo de revista

- Babatunde, O. A., Sani, J. E., y Sambo, A.H. (2019). Black Cotton Soil Stabilization using Glass Powder. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET)*, 8(5), 5208-5214. DOI: 10.15680/IJIRSET.2019.0805053
- Gonzalez, R. (2019). Vidrio. *EcologiaHoy*. Recuperado de <https://www.ecologiahoy.com/vidrio>
- Grupo Digamma. (2018, 16 de noviembre). Perú: ¿qué porcentaje de la red vial no está pavimentada?. *Peru Construye*. Recuperado de <https://peruconstruye.net/2018/11/16/peru-que-porcentaje-de-la-red-vial-no-esta-pavimentada/>
- InfoAgro. (2019, 13 de marzo). Importante información acerca de los tipos de suelo. *InfoAgro.com*. Recuperado de <https://mexico.infoagro.com/importante-informacion-acerca-de-los-tipos-de-suelo/>
- Mahdi, Z. A., y Al-Hassnawi, N. S. (2018, octubre). Assessment Of Subgrade Soil Improvement By Waste Glass Powder. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*, 9(10), 12–21. Recuperado de <http://www.iaeme.com/ijciet/issues.asp?jtype=ijciet&vtype=9&itype=10>
- Muhammad, S. K., Muhammad, T., y Mateeullah. (2018). Effects of Waste Glass Powder on the Geotechnical Properties. *Civil Engineering Journal*, 4(9), 2044-2051. doi:<http://dx.doi.org/10.28991/cej-03091137>
- Mas, M. I., García, E. M., Marco, L. J., y Jaime, D. M. (2016). Análisis de la viabilidad ambiental de la utilización de morteros fabricados con polvo de vidrio en la estabilización de suelos. *Información Tecnológica*, 27(5), 77-86. doi:10.4067/S0718-07642016000500010

12.4. Periódico – online

Diario Perú21. (04 de julio de 2017). El 89.9% de las carreteras no están pavimentadas a nivel departamental. *Redaccion Peru21*. Recuperado de <https://peru21.pe/economia/89-9-carreteras-pavimentadas-nivel-departamental-85563-noticia/>

12.5. Manual

Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para el muestreo de suelos*. Recuperado de <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de carreteras: Diseño geométrico*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/castilloaroni/manual-de-diseo-geomtrico-dg2014-vigente-28jun15>

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia Y Pavimentos - Sección Suelos y Pavimentos*. Recuperado de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/mtc%20normas/arch_pdf/man_7%20sggp-2014.pdf

Bacon, F. R. (2008). *Estudio y Ensayos de materiales: Vidrio*. Recuperado de <https://estudiyensayo.files.wordpress.com/2008/11/vidrios.pdf>

Ruiz, I. (2016). *Polvo: prevencion de riesgos y control en el ambiente de trabajo*. Recuperado de https://issga.xunta.es/export/sites/default/recursos/descargas/documentacion/material-formativo/relatorios/2016_05_Risco_Quxmico_Issga_A_Coruxa_Ivan_Ruiz.pdf

12.6. Normas técnicas

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (Marzo de 2010). *Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos*. Recuperado de https://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/norma_010_%20pavimentos_urbanos.pdf

12.7. Página web

Equipo editorial, Etecé. (2018, febrero 8). *Suelo*. Recuperado de <https://concepto.de/suelo/>

Fernández, J. V., y Rodríguez, E. V. (2010, febrero 24). *Reciclame*. recuperado de <https://www.reciclame.info/sabias-que/>

Lumitos AG, A. (s/f). *Vidrio*. Recuperado el 14 de diciembre de 2021, de Quimica.es website: <https://www.quimica.es/enciclopedia/Vidrio.html>

Linares, C. (s.f). *Fluorescencia de RX*. Recuperado de <https://www.ipen.gob.pe/index.php/investigacion-y-desarrollo/laboratorio-de-ciencias/laboratorio-de-fluorescencia-de-rx>

Paredes, D. C. (2017, octubre 19). *Suelos gravosos*. Recupero de <https://es.scribd.com/document/362054234/Suelos-gravosos>

Torvisco, S. C. (2016, setiembre 06). *Botellas de vidrio*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/shirleybelacontrerastorvisco/botellas-de-vidrio>

Uriarte, J. M. (2021, marzo 16). *Vidrio*. Recuperado de <https://www.caracteristicas.co/vidrio/>

XIII. ANEXOS

13.1 Anexo N° 01: Panel fotográfico

13.1.1. Estado físico de la vía.



Figura 70, Se observa la condición (polvadera) y el desnivel de la vía perteneciente al tramo final

Fuente: propia (2020).



Figura 71, Se observa el tramo medio de la vía Jirón Miguel Grau Seminario

Fuente: propia (2020).



Figura 73, Se observa el tramo inicial de la vía
Fuente: propia (2020).



Figura 72, Medición de la dimensión de la vía
Fuente: propia (2020).

13.1.2. Recolección y reciclaje de botellas de vidrio.



Figura 74, Se observa las botellas recolectadas de los botaderos y de la chatarrería ROLY.

Fuente: propia (2020).



Figura 75, Se observa el reciclaje de las botellas de vidrio en mi calle
Fuente: propia (2020).

13.1.3. Limpieza, desinfección y secado de las botellas recolectadas.



Figura 76, Se observa la actividad de limpieza de las botellas
Fuente: Propia (2020).



Figura 77. Se observa la actividad de desinfección de las botellas
Fuente: propia (2020).



Figura 78. Se observa las botellas recolectadas totalmente secadas
Fuente: propia (2020).



Figura 79, Se observa las botellas de vidrio totalmente limpias
Fuente: propia (2020)

13.1.4. Trituración de las botellas transparentes – recicladas.



Figura 80, Se observa el momento en que se tritura las botellas con la plancha compactadora
Fuente: propia (2020).



Figura 81, Se observa el baseado del vidrio para otra pasada con la plancha compactado
Fuente: propia (2020).



Figura 82, Se observa el momento de cuando se tapa el vidrio para otra pasada con la plancha compactado
Fuente: propia (2020).



Figura 83. Se observa la finalización del proceso de trituración del vidrio
Fuente: Propia (2020).



Figura 84. Se observa el momento en que se cuela con una malla para obtener lo fino de lo molido
Fuente: Propia (2020).

13.1.5. Obtención de Polvo de vidrio reciclado.

13.1.5.1. Tamizado del vidrio reciclado para análisis químico por FRX.



Figura 85, Se observa el tamizado de lo fino por la malla N° 200
Fuente: propia (2020).



Figura 86, Se observa el tamizado por la malla N° 100 para muestra de análisis químico por FRX
Fuente: propia (2020).

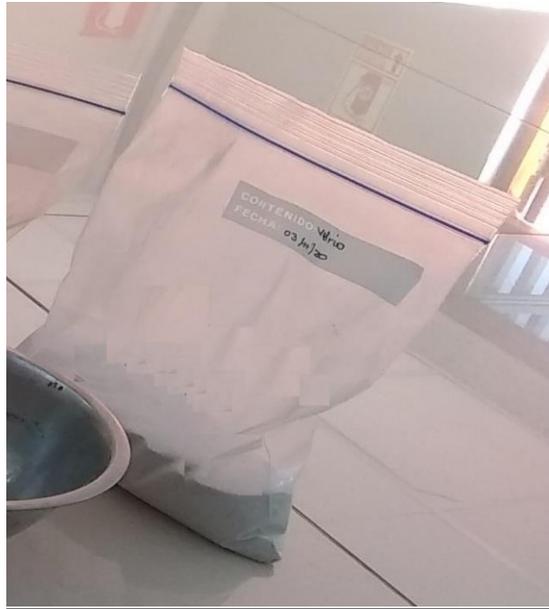


Figura 87, Muestra para análisis químico - empresa BISALab
Fuente: propia (2020).

13.1.5.2. Producción de polvo de vidrio reciclado para estudio de suelo.



Figura 88, Se observa el momento en que se baseo el vidrio triturado a la máquina de los Ángeles
Fuente: propia (2020).



Figura 89, Se observa el cierre de la máquina de los Ángeles para iniciar el molido del vidrio
Fuente: propia (2020).



Figura 90, Se observa el vidrio molido después de ciertas revoluciones en la máquina de los Ángeles
Fuente: propia (2020).



Figura 91, Se observa el tamizado del vidrio molido en la tamizadora mecánica
 Fuente: propia (2020).

13.1.6. Excavación de calicatas.

CALICATA N° 01



Figura 93, Se observa la delimitación de la calicata .
 Fuente: propia (2020).



Figura 92, Se observa la C-1 con medidas de 1.2 m x 1.2 m x 1.5 m
 Fuente: propia (2020).



Figura 95, Se observa la posición del GPS para obtener las coordenadas UTM de la calicata C-1
Fuente: propia (2020)



Figura 94, Se observa los 0.20 m de suelo orgánico con mezcla de plástico entre otros materiales
Fuente: propia (2020)



Figura 96, Se observa las muestras sacadas de la cota 0.20 m hasta 1.50 m de la calicata
Fuente: propia (2020)



Figura 97, Se observa el momento en que el personal del laboratorio INGELCI SAC PERU tapa la calicata C-1
Fuente: propia (2020)

CALICATA N° 02



Figura 99, Se observa la delimitación de la calicata
Fuente: propia (2020)



Figura 98, Se observa la calicata C-2 con medidas de 1.2 m x 1.2 m x 1.5 m
Fuente: propia (2020)



Figura 101, Se observa la posición del GPS para obtener las coordenadas UTM de la calicata C-2
Fuente: propia (2020)



Figura 100, Se realiza la verificación de la altura de la calicata C-2

Fuente: propia (2020)



Figura 102, Se observa las muestras sacadas de la cota 0.30 m hasta 1.50 m de la calicata C-2

Fuente: propia (2020)

CALICATA N° 03



Figura 103, Se observa la delimitación de la tercera calicata C-3
Fuente: propia (2020)



Figura 104, Se observa la calicata C-3 con medidas de 1.2 m x 1.2 m x 1.5 m
Fuente: propia (2020)



Figura 105, Se observa la posición del GPS para obtener las coordenadas UTM de la calicata C-3
Fuente: propia (2020)



Figura 106, Se observa el momento en que saca una muestra para contenido de humedad natural de la calicata C-3
Fuente: propia (2020)



Figura 107, Se realiza la verificación de la altura de la calicata C-3
Fuente: propia (2020)



Figura 108, Se observa el momento en que el personal del laboratorio INGELCI SAC PERU tapa la calicata C-3
Fuente: propia (2020)



Figura 109, Se observa las muestras sacadas de la cota 0.20 m hasta 1.60 m de la calicata C-3
Fuente: propia (2020)

13.1.7. Conservación y transporte de muestras de suelo – MTC E 104.



Figura 110, Muestras trasladadas en auto y conservadas en costales plásticos y bolsas herméticas para los ensayos en el laboratorio de la UNAB
Fuente: propia (2020)



Figura 111, Muestra conservada en bolsa hermética para ensayo de humedad natural.
Fuente: propia (2020)

13.1.8. Secado total de las muestras al aire libre.



Figura 112, Se observa las muestras húmedas tendida en las bandejas para su secado total
Fuente: propia (2020)



Figura 113, Se observa las muestras expuestas al aire libre para su secado total como lo indica la MTC E-105
Fuente: propia (2020)



Figura 114, Se observa las muestras secas para iniciar los ensayos
Fuente: propia (2020)

13.1.8.1. Desmenuzacion de los terrones de suelo seco.



Figura 115, Se observa el momento en que se empezó a desmenuzar los terrones de las muestras secas.

Fuente: propia (2020)



Figura 116, Se continuo hasta terminar de desmenuzar los terrones utilizando el martillo de goma

Fuente: propia (2020)

13.1.9. Estudio de mecánica de suelo de laboratorio.

13.1.9.1. Pasos del ensayo de humedad natural- MTC E 108/ASTM D 2216.



Figura 117, Se observa cuando se pesó los contenedores vacíos para especímenes de las calicatas
Fuente: Propia (2020)



Figura 118, Se observa cuando se ingresa las muestras húmedas en el horno
Fuente: propia (2020)



Figura 119, Se observa cuando se saca las muestras del horno para pesarlo en la balanza
Fuente: propia (2020)

13.1.9.2. Pasos del ensayo granulométrico por tamizado - MTC E 107/ASTM D 6913.



Figura 120, Se observa el tamizado para obtención de las partículas de tamaño máximo de 1 1/2" y 3/4"
Fuente: propia (2020)



Figura 121, Se observa el cuarteo manual para el análisis granulométrico
Fuente: propia (2020)



Figura 122, Se observa los pesos de las muestras secas iniciales para el análisis granulométrico
Fuente: propia (2020)



Figura 123., Se observa el lavado de las muestras para la separación de los finos
Fuente: propia (2020)



Figura 124., Se observa la colocación de las muestras lavadas y cuando se saca del horno
Fuente: propia (2020)



Figura 125, Se observa el tamizado manual de la fracción gruesa
Fuente: propia (2020)



Figura 126, Se observa el tamizado mecánico de la fracción fina
Fuente: propia (2020)



Figura 127, Se observa el peso del material retenido en cada tamiz - UNAB
Fuente: propia (2020)



Figura 128, Se observa el tamaño de las partículas granulométricas de las muestras de suelo en el ensayo granulométrico
Fuente: laboratorio Knight Piesold (2021)

13.1.9.3. Pasos del ensayo de limite líquido - MTC E 110/ASTM D 4318



Figura 129, Se observa el tamizado de la muestra por la malla N° 40
Fuente: propia (2020)



Figura 130, Se observa el material de 120 gramos para limite liquido
Fuente: propia (2020)

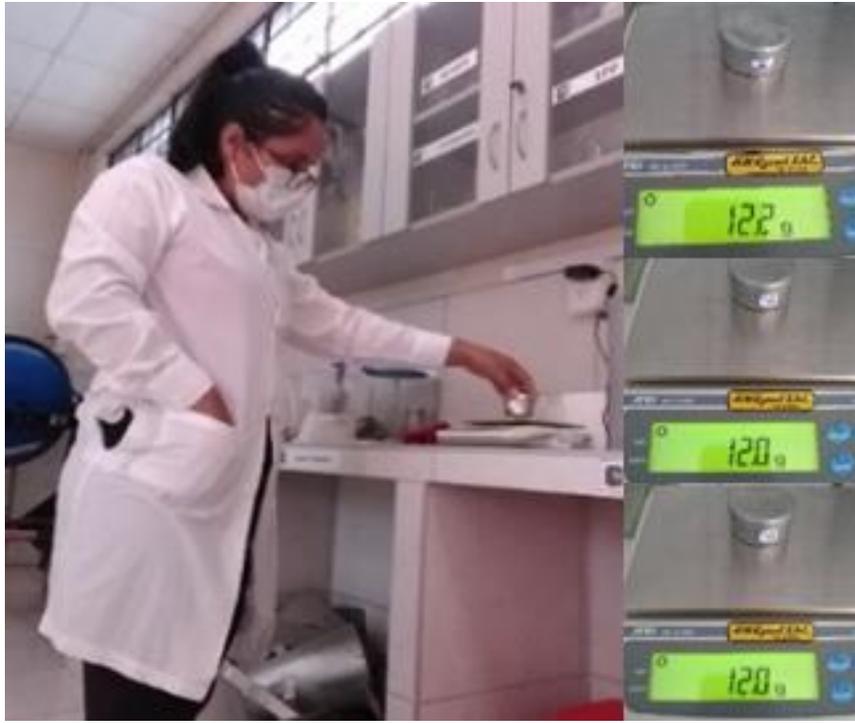


Figura 131, Se observa cuando se pesó los tres recipientes vacíos
Fuente: propia (2020)



Figura 132, Se observa el momento de humedecimiento con agua destilada la muestra de suelo
Fuente: propia (2020)



Figura 133, Se observa el esparcimiento de la muestra en la copa de casa grande
Fuente: propia (2020)



Figura 134, Se observa cuando se hizo uso del acanalador para formar la ranura
Fuente: propia (2020)



Figura 135, Se realizó el conteo del número de golpes hasta el cierre de la ranura
Fuente: propia (2020)



Figura 136, Se saca una tajada de suelo tomada perpendicularmente a la ranura
Fuente: propia (2020)



Figura 137, Se observa cuando se pesó los recipientes más la muestra húmeda
Fuente: propia (2020)



Figura 138, Se puso las muestras de los límites en el horno por 24 horas
Fuente: Propia (2020)



Figura 139, Se observa cuando se pesa los recipientes de los limites sacadas del horno
Fuente: propia (2020)

13.1.1.1.1. Ensayo de suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado



Figura 140, Se observa el peso de 115g de suelo utilizado para los porcentajes de 2%, 5% y 8% de PVR
Fuente: propia (2021)



Figura 141, Se observa cuando se pesa el 2%, 5% y 8% de polvo de vidrio reciclado para el ensayo de los límites líquido y plástico
Fuente: propia (2021)



Figura 142, Se realiza la mezcla homogénea de ambos materiales (nueva muestra)
Fuente: propia (2021)



Figura 143, Se realiza el humedecimiento de la nueva muestra con agua destilada para realizar los mismos pasos del ensayo con suelo natural
Fuente: propia (2021)

13.1.9.4. Ensayo de límite plástico e índice de plasticidad- MTC E 111/ASTM D 4318



Figura 144, Se observa cuando se amasaba con las manos la muestra del límite líquido para realizar el límite plástico
Fuente: propia (2020)



Figura 145, Se observa los pesos de los recipientes vacíos de la calicata
Fuente: propia (2020)



Figura 146, Se observa la muestra tomada de 1.5 g para formar cilindros de 3.2 mm
Fuente: propia (2020)



Figura 147, Se observa en el momento en que se formaban los cilindros de suelo de diámetro de 3.2 mm
Fuente: propia (2020)

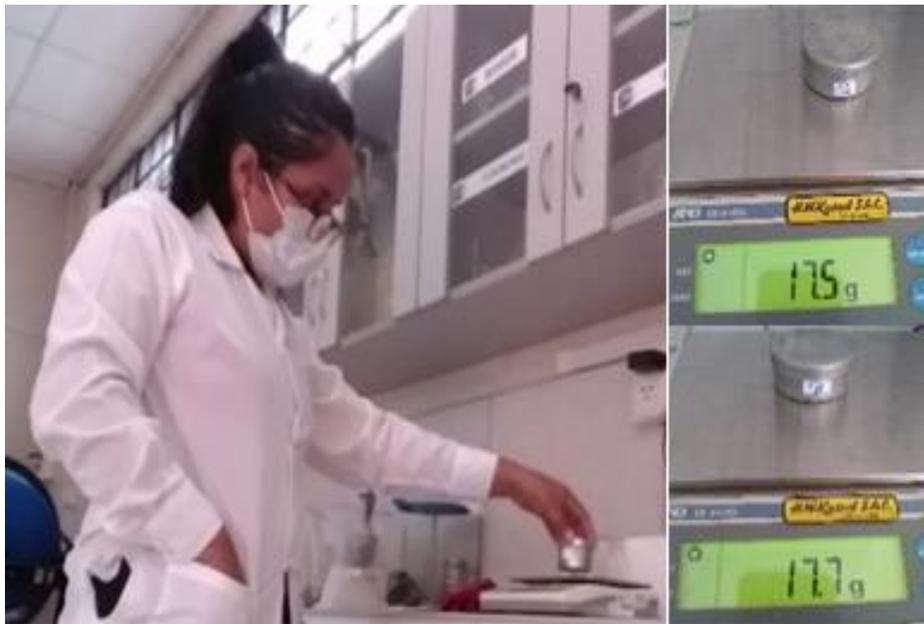


Figura 148, Se observa los pesos de los dos recipientes más el suelo húmedo
Fuente: propia (2020)



Figura 149, Se observa cuando se saca las muestras del horno del ensayo límite plástico
Fuente: propia (2020)

13.1.9.5. Pasos del ensayo de proctor modificado - MTC E 115/ASTM D 1557



Figura 150, Se observa el peso del molde vacío de compactación
Fuente: propia (2020)



Figura 151, Se observa cuando se hizo el ensamblaje del molde a su plato base y collarin

Fuente: propia (2020)



Figura 152, Se observa cuando se colocó a su plataforma rígida para iniciar la compactación

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 153, Se observa el tamizado de la muestra por la malla N° 4 para el ensayo proctor modificado
Fuente: propia (2020)



Figura 154, Se observa cuando se pesó 2500 g de muestra de suelo de las calicatas
Fuente: propia (2020)



Figura 155, Se observa el peso del agua en base a las humedades teóricas del 5% al 11% del peso seco de las calicatas
Fuente: propia (2020)



Figura 156, Se observa los pesos de los recipientes vacíos para la muestra húmeda compactada
Fuente: propia (2020)



Figura 157, Se procedió a humedecer el espécimen de suelo para cada calicata
Fuente: propia (2020)



Figura 158, Se observa cuando se estaba compactando las muestras de suelo en 5 capas.
Fuente: propia (2020)



Figura 159, Se observa cuando se estuvo enrasado y rellenando los hoyos con el espécimen compactado
Fuente: propia (2020)



Figura 160, Se observa el peso de los moldes más el suelo compactado de las calicatas
Fuente: propia (2020)



Figura 161, Se observa el peso de la tara más el suelo húmedo compactado de cada espécimen
Fuente: propia (2020)



Figura 162, Se observa las taras más las muestras compactadas puestas en el horno por 24 horas
Fuente: propia (2020)



Figura 163, Se observa el peso de cada tara más el suelo compactado seco
Fuente: propia (2020)

13.1.1.1.2. Ensayo de suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado



Figura 164, Se observa el peso de las muestras usadas para el 2%, 5% y 8% de Polvo de vidrio reciclado
Fuente: propia (2021)



Figura 165, Se observa el peso del aditivo estabilizador con porcentajes de 2, 5 y 8% respecto al peso seco de la muestra
Fuente: propia (2021)



Figura 166, Se observa el peso del agua según humedades teóricas del 3%, 5%, 7%, 9% y 11% del peso seco de la nueva muestra
Fuente: propia (2020, 2021)



Figura 167, Se observa la muestra de suelo y el Polvo de vidrio reciclado en un recipiente
Fuente: propia (2020, 2021)



Figura 168, Se observa la mezcla de ambos materiales en el recipiente – proctor modificado
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 169, Se observa el momento de humedecimiento del espécimen con polvo de vidrio para realizar la compactación
Fuente: propia (2021)

13.1.9.6. Ensayo de relación de capacidad de soporte - ASTM D 1883



Figura 170, Se observa Cuarteo manual de la muestra de suelo para prueba de CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 171, Se observa el tamizado de la muestra de suelo por la malla 3/4"
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 172, Se observa cuando se pesó la muestra de suelo para prueba de CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 173, Se observa la cantidad de agua para la muestra de CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 174, Se observa cuando se pesó de los tres moldes vacíos para prueba de CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 175, Se observa el humedecimiento de la muestra de CBR
Fuente: propia (2021)



Figura 176, Se observa cuando se pesó la Porción mayor a 100 g de muestra antes de la compactación de CBR
Fuente: propia (2021)



Figura 177, Se observa la colocación del disco espaciador y papel filtro en el molde CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 178, Se observa la colocación y empernado del molde CBR en su plataforma rígida
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 179, Se observa el peso de 1.2 kg para cada capa de compactación de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 180, Se observa el vaciado de la primera capa de muestra para compactación de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 181, Se observa la compactación de las cinco capas para prueba CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 182, Se observa el enrasamiento y llenado de material en los huecos del molde CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 183. Se observa la colocación del papel filtro y posición invertida del molde CBR
Fuente: propia (2021)



Figura 184. Se observa el peso del molde CBR mas la muestra compactada
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 185, Se observa la colocación de las sobrecargas al molde CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 186, Se observa la posición del trípode sobre los moldes CBR para la inmersión
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 187, Se observa el proceso de Inmersión de los moldes CBR por 96 horas
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 188, Se observa la colocación de las porciones mayores a 100g en el horno por 24 horas
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 189, Se observa la toma de lecturas por 4 días a la inmersión de los moldes de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 190, Se observa el escurrimiento del agua de los moldes CBR por 15 min luego de haber transcurrido las 96 horas

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 191, Se observa a los moldes CBR listos para ser llevados a la prensa de penetración
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 192, Se observa el asentamiento del pistón de la prensa en el molde CBR
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 193, Se observa cuando se está leyendo las lecturas del ensayo de Penetración a las muestras de suelo
Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 194, Se observa los moldes que hicieron el ensayo de penetración en la prensa CBR
Fuente; Laboratorio Knight Piesold (2021)

13.1.1.1.3. Ensayo de suelo con porcentajes de polvo de vidrio reciclado

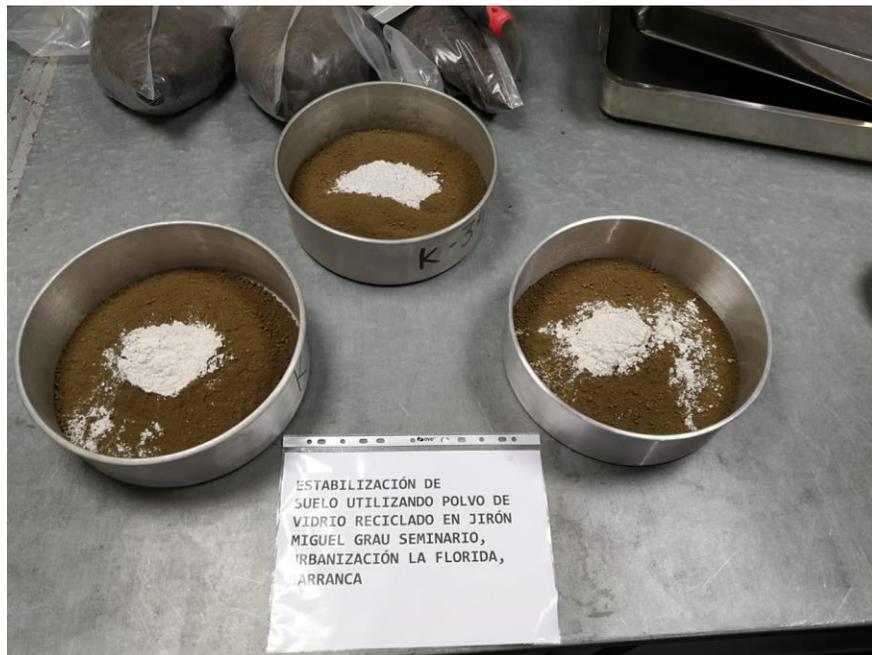


Figura 195, Se observa los especímenes de suelo con polvo de vidrio para ensayo de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 196, Se observa el peso de los porcentajes del 2%, 5% y 8% de PVR para ensayo de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 197, Se observa el mezclado homogéneo del suelo con PVR para moldes de CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)



Figura 198, Se observa el humedecimiento del nuevo espécimen y realizar la compactación en los moldes de un CBR

Fuente: Laboratorio Knight Piesold (2021)

13.2. Anexo N° 02: Documentos – consideraciones éticas

13.2.1. Resolución de designación de asesor.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA
COMISION ORGANIZADORA

CERTIFICO: Que la presente es copia fiel del original que tengo a la vista. Emisado el día 30 ENE 2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA

Resolución de Comisión Organizadora
N° 047-2020-UNAB

Abog. ABIDÁN TIPO YANAPA
SECRETARIO GENERAL

UNAB

Página 1 de 1

Barranca, 30 de enero de 2020

VISTO:

El Exp. N° 0104-2020 de la Presidencia, Oficio N° 0036-2020-UNAB-VP.ACAD., y Oficio N° 020-2020-UNAB/DEPIC;

CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución de Comisión Organizadora N° 271-2019-UNAB de fecha 11 de junio de 2019, se aprobó la Directiva N° 07-2019-UNAB, **NORMAS Y PROCEDIMIENTOS PARA TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS Y TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL CONDUCENTES A LA OBTENCIÓN DEL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER Y TÍTULO PROFESIONAL;**

Que, el numeral 11.1 del artículo 11 **ASESORES DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN, TESIS Y TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**, del cuerpo normativo citado en el considerando precedente, señala que "(...) Los asesores son docentes ordinarios o contratados de la UNAB; excepcionalmente el (los) asesorado(s) puede(n) proponer un Asesor Externo, profesional especialista en el área (...)", asimismo el numeral 11.2 establece que: "(...) El asesor es designado por el Director de la Escuela Profesional a propuesta del (los) asesorado (s) y ratificado por la instancia correspondiente (...)";

Que, mediante el Oficio N° 0036-2020-UNAB-VP.ACAD., la Vicepresidencia Académica solicita la ratificación de la designación del Mg. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA como Asesor del Proyecto de Tesis: **ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN 2% Y 5% EN LA CALLE 17, URBANIZACIÓN LAS GARDENIAS, BARRANCA;** conforme al requerimiento del Director (e) de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil precisada en el Oficio N° 020-2020-UNAB/DEPIC, debiendo de emitirse el Acto Resolutivo del Pleno de la Comisión Organizadora;

Que, la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Barranca en Sesión Ordinaria de fecha 30 de enero de 2020, acordó ratificar la designación del Mg. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA como Asesor del Proyecto de Tesis: **ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN 2% Y 5% EN LA CALLE 17, URBANIZACIÓN LAS GARDENIAS, BARRANCA,** conforme a los oficios citados en el considerando precedente;

Conforme a las disposiciones aplicables establecidas en la Constitución Política del Perú, Ley N° 30220 - Ley Universitaria, Ley de Creación de la Universidad Nacional de Barranca - Ley N° 29553, Estatuto de la Universidad Nacional de Barranca aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 446-2018-UNAB, Reglamento de Organización y Funciones de la Universidad Nacional de Barranca aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 447-2018-UNAB, y en uso de las facultades conferidas por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1. RATIFICAR la designación del Mg. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA como Asesor del Proyecto de Tesis en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Barranca, por los fundamentos esgrimidos en la parte considerativa de la presente resolución, y conforme al siguiente detalle:

| N° | APELLIDOS Y NOMBRES | CÓDIGO | PROYECTO DE TESIS | ASESOR DEL PROYECTO DE TESIS |
|----|-----------------------------|--------------|--|--------------------------------------|
| 01 | NOEL CORNELIO, ESTHER NOEMI | 141.0608.026 | ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN 2% Y 5% EN LA CALLE 17, URBANIZACIÓN LAS GARDENIAS, BARRANCA | Mg. DE LA CRUZ VEGA, SLEYTHER ARTURO |

ARTÍCULO 2. DISPONER que el Secretario General remita copia de esta resolución a la Presidencia, Vicepresidencia Académica, Vicepresidencia de Investigación, Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, para su conocimiento y fines.

Regístrese, Comuníquese y Cúmplase.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA
SECRETARIA GENERAL
Abog. Abidán Tipo Yanapa
SECRETARIO GENERAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA
PRESIDENCIA
Dra. Inés Miriam Garate Camacho
PRESIDENTA DE LA COMISION ORGANIZADORA

13.2.2. Resolución de aprobación del proyecto de tesis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA



Resolución de Comisión Organizadora

N° 416-2020-UNAB

Página 1 de 2

Barranca, 2 de octubre de 2020

VISTO:

El Oficio N° 0332-2020-UNAB-VP.ACAD., de fecha 28 de setiembre de 2020, de la Vicepresidencia Académica y Oficio N° 148-2020-UNAB/DEPIC, de fecha 25 de setiembre de 2020;

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 29 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que la Comisión Organizadora tiene a su cargo la aprobación del estatuto, reglamentos y documentos de gestión académica y administrativa de la universidad, formulados en los instrumentos de planeamiento, así como su conducción y dirección hasta que se constituyan los órganos de gobierno;

Que, con Decreto de Urgencia N°025-2020, de fecha 11 de marzo de 2020, se dictan medidas urgentes y excepcionales destinadas a reforzar el sistema de vigilancia y respuesta sanitaria frente al COVID-19 en el territorio nacional;

Que, con Resolución Viceministerial N°081-2020-MINEDU, de fecha 12 de marzo de 2020, se aprobó la Norma Técnica denominada "Disposiciones para la prevención, atención y monitoreo ante el Coronavirus (COVID 2019) en universidades a nivel nacional";

Que, a través de la Resolución de Consejo Directivo N° 039-2020-SUNEDU-CD de fecha 27 de marzo de 2020, se aprobó los "Criterios para la Supervisión de la adaptación de la educación no presencial, con carácter excepcional de las asignaturas por parte de las universidades y escuelas de posgrado como consecuencia de las medidas para prevenir y controlar el COVID-19";

Que, con Resolución Presidencial N° 018-2020-UNAB de fecha 30 de marzo de 2020, se autorizó que las Sesiones de la Comisión Organizadora de la UNAB, a partir de la antes citada fecha y durante el periodo de aislamiento social obligatorio, se realicen de manera virtual, mediante el uso de Tecnologías de la Información y Comunicación (TICs);

Que, mediante Resolución Viceministerial N°085-2020-MINEDU, de fecha 1 de abril de 2020, se aprobaron las "Orientaciones para la continuidad del servicio educativo superior universitario, en el marco de la emergencia sanitaria, a nivel nacional, dispuesta por el Decreto Supremo N°008-2020-SA";

Que, mediante Resolución Viceministerial N° 095-2020-MINEDU, de fecha 3 de mayo de 2020, se establecen disposiciones aplicables al servicio educativo correspondiente al año lectivo 2020, brindado por los Centros de Educación Técnico-Productiva e Institutos y Escuelas de Educación Superior públicos y privados; así como universidades públicas y privadas y escuelas de posgrado;

Que, con Decreto Supremo N° 020-2020-SA, de fecha 3 de junio de 2020, se proroga a partir del 10 de junio de 2020 hasta por un plazo de noventa (90) días calendario la Emergencia Sanitaria a Nivel Nacional por la existencia del COVID-19, declarada por el Decreto Supremo N° 008-2020-SA;

Que, a través del Decreto Supremo N° 156-2020-PCM, se prorrogó el Estado de Emergencia Nacional declarado mediante Decreto Supremo N° 044-2020-PCM, ampliado temporalmente mediante los Decretos Supremos N° 051-2020-PCM, N° 064-2020-PCM, N° 075-2020-PCM, N° 083-2020-PCM, N° 094-2020-PCM, N° 116-2020-PCM y N° 135-2020-PCM; y precisado o modificado por los Decretos Supremos N° 045-2020-PCM, N° 046-2020-PCM, N° 051-2020-PCM, N° 053-2020-PCM, N° 057-2020-PCM, N° 058-2020-PCM, N° 061-2020-PCM, N° 063-2020-PCM, N° 064-2020-PCM, N° 068-2020-PCM, N° 072-2020-PCM, N° 083-2020-PCM, N° 094-2020-PCM, N° 116-2020-PCM, N° 129-2020-PCM, N° 135-2020-PCM, N° 139-2020-PCM y 151-2020-PCM, a partir del 1 de octubre de 2020 hasta el 31 de octubre de 2020, por las graves circunstancias que afectan la vida de la Nación a consecuencia del COVID-19;

Que, el artículo 45 de la Ley N° 30220, Ley Universitaria, establece que la obtención de grados y títulos se realiza de acuerdo a las exigencias académicas que cada universidad establezca en sus respectivas normas internas;





Resolución de Comisión Organizadora
N° 416-2020-UNAB

Que, el artículo 54 del Estatuto de la UNAB establece que (...) Para optar el Título Profesional se requiere poseer Grado Académico de Bachiller y la aprobación de una tesis o trabajo de suficiencia profesional. El Reglamento de Grados Académicos y Títulos Profesionales determinará las condiciones y requisitos académicos para la realización de la tesis, trabajo de suficiencia profesional y otras modalidades de titulación (...);

Que, el numeral 16.6 del artículo 16 de la Directiva N° 07-2019-UNAB Normas y Procedimientos para Trabajo de Investigación, Tesis y Trabajo de Suficiencia Profesional Conducentes a la Obtención del Grado Académico de Bachiller y Título Profesional, establece que: (...) La Dirección de Escuela Profesional remite el Proyecto de Trabajo de Investigación o Proyecto de Tesis aprobado por el Comité Evaluador, para su ratificación con Acto Resolutivo (...);

Que, con el Oficio N° 0332-2020-UNAB-VP.ACAD., de fecha 28 de setiembre de 2020, la Vicepresidencia Académica solicita la ratificación del Proyecto de Tesis: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA, de la Bachillerer: ESTHER NOEMI NOEL CORNELIO en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil; aprobado por el Comité Evaluador de Proyectos de Trabajos de Investigación y Tesis; conforme al requerimiento del Director de la Escuela Profesional precisada en el Oficio N° 148-2020-UNAB/DEPIC, de fecha 25 de setiembre de 2020;

Que, la Comisión Organizadora de la Universidad Nacional de Barranca Sesión Extraordinaria de fecha 2 de octubre de 2020, acordó aprobar la ratificación del Proyecto de Tesis: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA, de la Bachillerer: ESTHER NOEMI NOEL CORNELIO en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil; conforme a los oficios citados en el considerando precedente;

Conforme a las disposiciones aplicables establecidas en la Constitución Política del Perú, Ley N° 30220 - Ley Universitaria, Ley de Creación de la Universidad Nacional de Barranca - Ley N° 29553, Estatuto de la Universidad Nacional de Barranca aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 446-2018-UNAB, Reglamento de Organización y Funciones de la Universidad Nacional de Barranca aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 447-2018-UNAB, y en uso de las facultades conferidas por las disposiciones legales y reglamentarias aplicables;

SE RESUELVE:

ARTÍCULO 1. RATIFICAR la aprobación del Proyecto de Tesis: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA, de la Bachillerer: ESTHER NOEMI NOEL CORNELIO, en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Barranca, por las consideraciones expuestas en la presente resolución y según el siguiente detalle:

Table with 6 columns: N°, APELLIDOS Y NOMBRES, PROYECTO DE TESIS, ASESOR (a) DEL PROYECTO DE TESIS, N° de registro, Fecha de inicio de Ejecución. Row 1: 01, NOEL CORNELIO, ESTHER NOEMI, ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA, DE LA CRUZ VEGA, SLEYTHER ARTURO, 01-2020, Octubre - 2020

ARTÍCULO 2. DISPONER que el Secretario General remita copia de esta resolución a la Presidencia, Vicepresidencia Académica, Vicepresidencia de Investigación, Dirección de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, para su conocimiento y fines.

Regístrese, Comuníquese y Cúmplase.



Handwritten signature and stamp of the General Secretary: Abg. Rolando Tipo Yanapa, SECRETARIO GENERAL



Handwritten signature and stamp of the President of the Organizing Commission: Dra. Inés Miriam Gárate Camacho, PRESIDENTA DE LA COMISIÓN ORGANIZADORA

13.2.3. Constancia de verificación de tesis – TURNITIN



UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA
OFICINA DE PUBLICACIONES CIENTÍFICAS



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de la Independencia"

CONSTANCIA DE VERIFICACIÓN DE, (Proyecto de Trabajo de Investigación / Proyecto de Tesis / Tesis / Trabajo de Suficiencia Profesional)

Por medio de la presente se deja constancia que el: (Proyecto de Trabajo de Investigación / Proyecto de Tesis / Tesis / Trabajo de Suficiencia Profesional) Titulado:

"ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA"

Presentado por la (los) estudiante(s) / egresados / **graduada(s)**

NOEL CORNELIO ESTHER NOEMI

De la escuela profesional de: **INGENIERÍA CIVIL.**

Ha sido sometido a una revisión por TURNITIN, software de detección de similitudes con otras fuentes; obteniéndose un índice de similitud de: **12 %**, tal como consta en el reporte que se adjunta al presente.

Barranca, 27 de diciembre de 2021

Mg. Hernán Edwin Verde Luján
Jefe de la Unidad de Publicaciones Científicas

13.2.4. Autorización para realizar excavación – Sub G. de obras privadas, MPB.



Barranca, 11 de Noviembre del 2020

OFICIO N° 0263-2020- SGOP- GAEZ-MPB

Señor:
ESTHER NOEMI NOEL CORNELIO
URB. JARDINES DE SAN MATEO MZ. N LT. 03
BARRANCA.-

ASUNTO: Autorización para realizar excavación.

REF. : **RV. 14159-2020**

De mi Consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Usted, para expresarle mis cordiales saludos y a la vez en mérito al expediente indicado en la referencia, mediante el cual solicita permiso para el uso de la vía para realizar excavación de 4 callitas, por motivos de estudio de desarrollo de su Tesis Titulado: Estabilización de Suelos utilizando polvo de vidrio en el predio ubicado en Jr. Miguel Grau Seminario de la Urbanización La Florida, del Distrito y Provincia de Barranca.

Al respecto, habiendo evaluado su solicitud de acuerdo al INFORME DE VERIFICACION ADMINISTRATIVA N° 072-2020-IDR-SGOP-MPB, emitido por el Técnico de esta Su Gerencia, se le **CONCEDE** el permiso para poder realizar los trabajos antes en mención.

Asimismo, deberá de realizar toda reparación por los posibles daños que se ocasionen, a consecuencia de los trabajos que se realicen; debiendo de tomar en cuenta la NORMA G.050 SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN, durante el proceso de excavación.

Aprovecho la ocasión, para expresarle los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente:

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE BARRANCA

ING. GEORGE A. EZQUIVEL ZORRILLA
SUB GERENTE DE OBRAS PRIVADAS
REG. CIP 210809

F: 12.11.2020
H: 11:37 a.m.

C.c.
Archivo
GAEZ/mvt.

13.2.5. Certificado de capacitación de bioseguridad en el marco del covid 19



ESUELA EFAPP

ESCUELA DE FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL PERÚ
"EFAPP"

A través de la **Dirección Académica**, otorga el:

Certificado

A: NOEL CORNELIO, Esther Noemi

Por haber **Concluido** satisfactoriamente el **Curso de Especialización profesional.**
BIOSEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
EN EL MARCO DEL COVID 19

Con una duración de **80 horas Académicas**, se le expide el presente certificado realizado del **28 de agosto del 2020 al 19 de setiembre del 2020.**
Por tanto, se le expide el presente certificado, para que se le reconozca como tal.

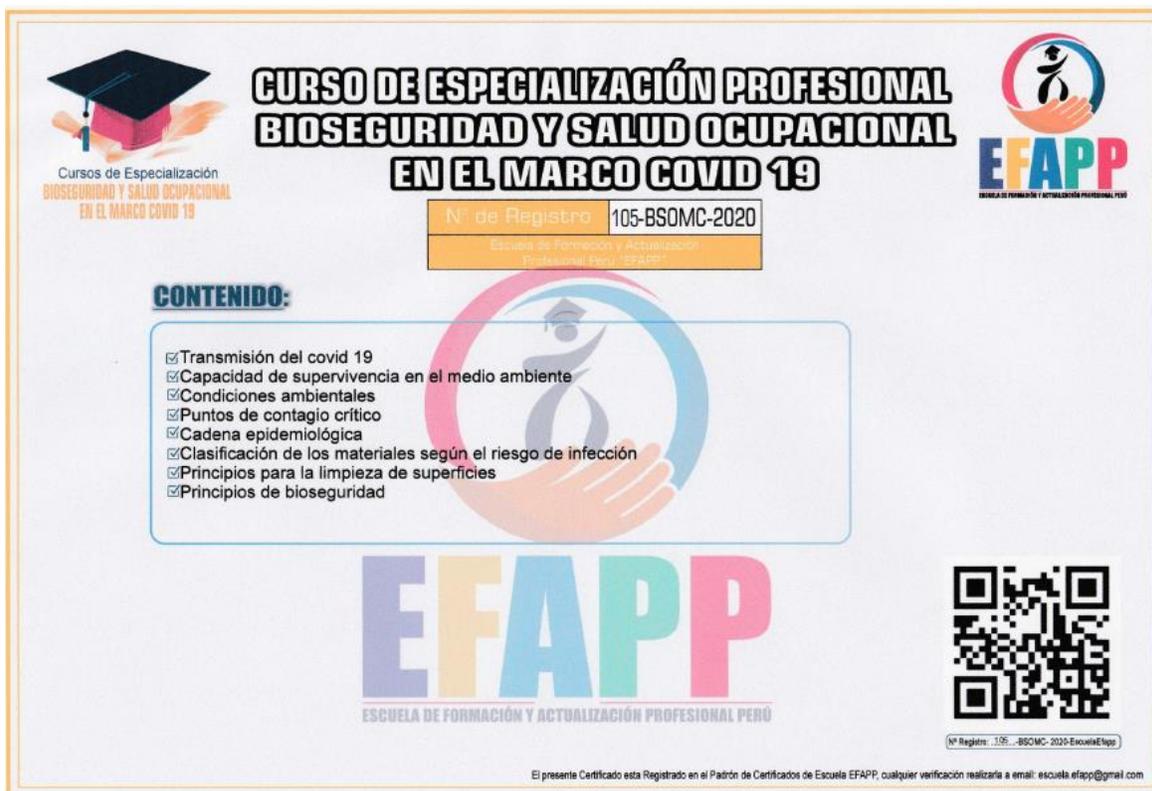
Ayacucho, 19 de setiembre del 2020.

Santos Lujan Hinostroza
DIRECTOR EJECUTIVO
Escuela EFAPP

Christian Gomez Lujan
DIRECTOR ACADÉMICO
Escuela EFAPP

Nº Regim: 105-BSOMC-2020-EscuelaEfpapp

El presente Certificado esta Registrado en el Padrón de Certificados de Escuela EFAPP, cualquier verificación realizaria a e-mail: escuela.efapp@gmail.com



CURSOS DE ESPECIALIZACIÓN
BIOSEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
EN EL MARCO COVID 19

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN PROFESIONAL
BIOSEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL
EN EL MARCO COVID 19

Nº de Registro: 105-BSOMC-2020

Escuela de Formación y Actualización Profesional Perú EFAPP

CONTENIDO:

- ✓ Transmisión del covid 19
- ✓ Capacidad de supervivencia en el medio ambiente
- ✓ Condiciones ambientales
- ✓ Puntos de contagio crítico
- ✓ Cadena epidemiológica
- ✓ Clasificación de los materiales según el riesgo de infección
- ✓ Principios para la limpieza de superficies
- ✓ Principios de bioseguridad

EFAPP
ESCUELA DE FORMACIÓN Y ACTUALIZACIÓN PROFESIONAL PERÚ

Nº Regim: 105-BSOMC-2020-EscuelaEfpapp

El presente Certificado esta Registrado en el Padrón de Certificados de Escuela EFAPP, cualquier verificación realizaria a e-mail: escuela.efapp@gmail.com

13.2.6. Solicitud de uso de laboratorio



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Barranca, 29 de octubre del 2020

INFORME N° 035-2020-SADLCV /FIC

A : ANGEL OMAR MALDONADO MEJÍA
DIRECTOR DE LA OFICINA DE ADMINISTRACIÓN UNAB

DE : Mo. Ing. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA
DOCENTE DE LA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ASUNTO : *SOLICITO AUTORIZACIÓN PARA USO DE LABORATORIO LB 12 PARA DESARROLLO DE TESIS DE INVESTIGACIÓN.*

Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo cordialmente y al mismo tiempo informarle lo siguiente:

Con resolución de comisión organizadora No 416-2020-UNAB donde se aprueba el proyecto de Investigación de la alumna NOEL CORNELIO, ESTHER NOEMI.

Y siendo necesario el uso de los laboratorios de suelos LB 12, para el desarrollo de la Tesis titulada: ESTABILIZACIÓN DE SUELOS UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRON MIGUEL GRAU SEMINARIO, LA FLORIDA, BARRANCA de la Alumna NOEL CORNELIO, ESTHER NOEMI.

Solicito se brinde las facilidades para el ingreso y uso del laboratorio y el ingreso al alumno de ingeniería civil: Carranza Zavaleta, Miguel Anthony, quien ayudará al desarrollo de los ensayos y pueda culminar en el menor tiempo posible.

Es todo cuanto solicito en virtud de la estudiante asesorada.

DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
ING. CIVIL
PRO. REGISTRO DE INGENIEROS DE P. R. 10780

Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
Docente de la Escuela Profesional de Ingeniería civil
CIP N° 207587

-Adjunto cronograma de uso de laboratorio LB 12.

13.2.7. Orden de trabajo para análisis químico del polvo de vidrio reciclado

| BIZ-F-13 Ver. 01 | | | |
|---|---|-------------------------------|---|
|  ORDEN DE TRABAJO (OT) | | | |
| OT-001MI-1278 Rev. 1 | | | |
| CS-001MI-9729 Rev. 0 | | | |
| Empresa : Unidad Minera o Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA. Nombre y cargo del solicitante: NOEL CORNELIO ESTHER NOEMI E-mail y teléfono: esther noemi noel comelio <noelesther.24@gmail.com> Tiempo de entrega de resultados: 15 días útiles Fecha de emisión: 05/11/2020 Carta del cliente: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> | | | |
| Estudios Petrográfico (EP) Estudios Minerográfico (EM) Estudios Petrominerográfico (EPM) Estudios por Microscopia Electrónica con EM (MEEM) Estudios por Microscopia Electrónica (ME) Análisis Mineralógico - Grado de liberación (AM) Estudios de Inclusiones Fluidas (IF) Estudios Mineralógicos (EMI) | Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X Identificación-Cuantificación (DRX_IC) Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X - Identificación (DRX_I) Análisis Mineralógico por DRX con énfasis en arcillas (ADRX) Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X - Standarless (FRX_ST) Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X - Roca Total (FRX_RT) Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X - GeoQuímico (FRX_GQ) Análisis Químico por Fluorescencia de Rayos X - Standarless-GeoQuímico (FRX_ST-GQ) Otros | | |
| ITEM | CÓDIGO/UBICACIÓN | MÉTODO DE ANÁLISIS | OBSERVACIONES |
| 1 | VIDRIO | FRX | Muestra fino , peso aproximado 150 g. Incluyendo su empaque |
| TOTAL DE MUESTRAS : 01 | | | |
| Obs. MUESTRA PASANTE A MALLA 100 / Código confirmado / El cliente solicita que el nombre del proyecto se especifique en el informe. | | | |
| Recepción: PATRICIA 05-11-2020 , 10:35 AM | | | |
| Erika Gabriel | | | |
| Elaborado por: Área Comercial | | Aprobado por: Gerente General | Aprobado por: Cliente |
| NOTA: - LA ORDEN DE TRABAJO FIRMADA INDICA EL INICIO DEL SERVICIO - Las muestras serán almacenadas por 15 días, en caso de no ser reclamadas, serán desechadas. | | | |

13.3. Anexo N° 03: Informe de ensayo de la obtención del polvo de vidrio reciclado.



INFORME DE ENSAYO

MAQUINA DE LOS ANGELES - OBTENCIÓN DEL POLVO DE VIDRIO

1. INTRODUCCION

A solicitud de la Bach. Noel Cornelio, Esther Noemi, referente al Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA. Se ha realizado en la Universidad Nacional de Barranca – UNAB, el proceso de la obtención del material “Polvo de Vidrio” desde la fecha 17 de noviembre del 2020 hasta 27 de noviembre del 2020, para la Realización de su trabajo de Investigación.

2. DESCRIPCION

2.1. Equipo

- La máquina de Los Ángeles consiste en un tambor cilíndrico de acero que gira en posición horizontal. Este cilindro está provisto de una abertura para introducir el material que se desea moler y un sistema de contador digital programable que activa y desactiva el motor para que el tambor gire un determinado número de vueltas. cumple con los estándares ASTM, AASHTO.
- 10 bolas de acero.
- Tamices circulares, tamiz N° 200 y el fondo.
- Tamizadora mecánica.
- Bandeja
- Cepillo y brocha, para limpiar la malla y el fondo.
- Palustre, para pasar el material de un recipiente a otro

2.2. Material

- Vidrio Triturado

3. PROCEDIMIENTO

Mediante la máquina de los ángeles se obtiene las partículas de polvo a través del desgaste del vidrio triturado, echándose el material de poco en poco en el tambor cilíndrico para luego

cerrarlo y aplicar 4000 revoluciones por un determinado tiempo. Realizándose el mismo proceso para todo el material a moler.

En seguida se realiza el tamizado de las partículas de polvo de vidrio utilizando un juego de 6 tamices entre ellas el tamiz de 75 μm para después ser colocados en la tamizadora mecánica por 2 minutos y así se continuo con el procedimiento hasta finalizar. Obteniéndose 13 kilos de polvo de vidrio reciclado.

4. ANEXO

PANEL FOTOGRAFICO




.....
Bga. Gabriela Lesli Calle Pacheco
RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527


.....
M. Sc. SLEYTHER ARTURO DE LA CRUZ VEGA
ING. CIVIL
.....

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

13.4. Anexo N° 04: Resultado del análisis químico del polvo vidrio por FRX



INFORME DE ENSAYO

**ANÁLISIS QUIMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X
DE UNA MUESTRA**

Para:

NOEL CORNELIO ESTHER NOEMI

Aprobado por:

Gerente General: Erika Gabriel

| Informe de Ensayo No: IL-001MI-1342 | | | |
|--|---------|--------------|-------------|
| REV | EDICION | EMITIDO PARA | FECHA |
| 0 | Primera | Información | 24-Nov-2020 |
| Descargo de Responsabilidad: Los resultados de los ensayos pertenecen solo a las muestras ensayadas y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con Normas del Producto o como certificado del Sistema de Calidad de la entidad que lo produce. | | | |

I. INTRODUCCION

A solicitud de NOEL CORNELIO ESTHER NOEMI, referente al Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA. Se ha realizado el análisis químico por fluorescencia de rayos X (FRX) de una muestra.

La muestra se recibió en polvo, seco y en cantidad apropiada para el análisis a realizar. El servicio corresponde a la orden de trabajo OT-001MI-1278.

En el análisis químico por FRX se realizó la determinación semicuantitativa de los elementos desde el sodio (Z=11) al uranio (Z=92). Los elementos que no se reportan no han sido detectados por el equipo, debido a que se encuentran por debajo del límite de detección del elemento respectivo. Los resultados elementales han sido estequiométricamente expresados en óxidos. El método de preparación aplicado a la muestra fue pastilla prensada. El informe incluye la pérdida por calcinación (LOI– calcinación a 950°C por 2 horas), que corresponde a la pérdida de peso, expresado en porcentaje, y que refleja el contenido de componentes volátiles en las muestras, como agua, carbonatos (se descomponen liberando CO₂), sulfatos y sulfuros (se descomponen liberando SO₂), entre otros.

II. ANÁLISIS QUÍMICO POR FLUORESCENCIA DE RAYOS X**Muestra VIDRIO****Análisis Químico
Semicuantitativo**

| Fórmula | % |
|--------------------------------|-------|
| SiO ₂ | 69.82 |
| Na ₂ O | 13.67 |
| CaO | 10.90 |
| Al ₂ O ₃ | 1.99 |
| K ₂ O | 0.75 |
| MgO | 0.43 |
| Fe ₂ O ₃ | 0.37 |
| SO ₃ | 0.25 |
| ZnO | 0.08 |
| P ₂ O ₅ | 0.04 |
| Cl | 0.03 |
| SrO | 0.03 |
| Cr ₂ O ₃ | 0.02 |
| ZrO ₂ | 0.02 |
| As ₂ O ₃ | 0.01 |

| MUESTRA | LOI |
|---------|-----|
| VIDRIO | 1.6 |

III. ANEXOS**OBSERVACIONES:**

- El presente informe no puede ser utilizado como certificado.
- Los resultados corresponden a la muestra proporcionada por el cliente.
- Está prohibida la reproducción total o parcial de este documento.
- %: Porcentaje masa-masa (g/g).
- ppm: Relación masa-masa ($\mu\text{g/g}$).
- Límite de Detección de la técnica (L.D.): 100 ppm.

CONDICIONES DE OPERACIÓN Y ANÁLISIS FRX:

| | |
|--------------------------|-------------------------------------|
| Equipo: | Espectrómetro |
| Tipo: | Longitud de onda dispersiva (WDXRF) |
| Ánodo | Pd (50kV, 4mA) |
| Temperatura de ambiente: | 24 °C |
| Colimador: | S2 |
| Cristales: | RX25, PET y LIF200 |
| Detectores: | Contador de Centelleo y de Flujo. |

13.5. Anexo N° 05: Estudio de la vía jirón Miguel Grau Seminario

13.5.1. Estudio de campo – Empresa INGELCI PERU SAC.

13.5.1.1. Muestreo de suelo y perfil estratigráfico

CALICATA N° 01

| LABORATORIO MECANICA DE SUELOS INGELCI PERU SAC. INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL R.U.C. 20600224302 | | LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | | | | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|----------------------|----------------------------|--|--|--|--|
| PERFIL ESTRATIGRAFICO - SUELOS/REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA (ASTM - 2488, MTC E 101) | | | | | | | | | | | |
| SOLICITANTE | Bach. NOEL CORNELIO, ESTHER NOEMI | | | | | | | | | | |
| PROYECTO | ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA | | | | | | | | | | |
| DISTRITO | BARRANCA | | | | | | | | | | |
| UBICACIÓN | JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA | | | | | | | | | | |
| CALICATA | C - 1 | | | | | | | | | | |
| PROFUNDIDAD | 1,50 m. | | | | | | | | | | |
| PTO. MUESTREO | BORDE DE LA VIA (IZQUIERDA) | | | | | | | | | | |
| MUESTRA | M - 1 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | TÉCNICO ESPC. | MACK C. CHAVEZ CASTILLO | | | | |
| | | | | | | ING° RESP. | JHANS A. DIAZ RAMIREZ | | | | |
| | | | | | | FECHA | 16 DE NOVIEMBRE DEL 2020 | | | | |
| | | | | | | N° ENSAYO | 2093 - 2020-LAB/MS-INGELCI | | | | |

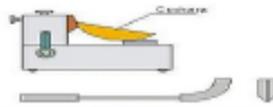
| Prof. (m) | Estrato | | Símbolo Gráfico | Descripción Visual del Suelo | Clasificación | | Granulometría | | | | Constantes Fielitas | | | W. Natural |
|-----------|---------|------------|-----------------|--|---------------|------|---------------|----------|--------------|----------|---------------------|----|----|------------|
| | Capa | Espeor (m) | | | AASHTO | SUCS | >3" | 3" - N°4 | N°4 - N° 200 | < N° 200 | LL | LP | IP | |
| 0,10 | | | | Material orgánico combinado con suelo fino suelto (polvadera) con algunas gravas mal graduada, de color gris claro. | | | | | | | | | | |
| 0,20 | | 0,20 | | | | | | | | | | | | |
| 0,30 | | | | Material de fracción fina que presenta una consistencia muy firme, que pertenece a arena arcillosa de baja compresibilidad y plasticidad, de color marrón grisáceo oscuro y contenido de humedad bajo combinada con % de arena fina a gruesa y % de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 1 1/2". | A-4 (1) | SC | 0 | 12 | 43 | 45 | 20 | 12 | 8 | 5 |
| 0,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,50 | | 1,50 | | | | | | | | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | | |

Mack C. Chavez Castillo
ESPECIALISTA

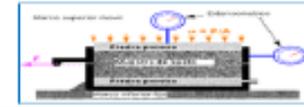
JHANS ANDERSON DIAZ RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 213432

PANEL FOTOGRAFICO





**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECHANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

FICHA DE MUESTREO DE SUELOS - MINISTERIO DEL AMBIENTE (Guía para el muestreo de suelos)

| | | | | | |
|---------------|---|--|----------------|---|-------------------------|
| SOLICITANTE | : | Bach. NOEL CORNELIO ESTHER NOEMI | TECNICO ESPEC. | : | MACK C. CHAVEZ CASTILLO |
| PROYECTO | : | ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA | ING° RESP. | : | JHANS A. DIAZ RAMIREZ |
| CALICATA | : | C - 1 | FECHA | : | NOVIEMBRE DEL 2020 |
| PROFUNDIDAD | : | 1.50 m. | | | |
| PTO. MUESTREO | : | BORDE IZQUIERDO DE LA VIA | | | |
| MUESTRA | : | M - 1 | | | |

DATOS GENERALES:

| | | | |
|------------------------------|------------------------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Nombre del sitio en estudio: | <i>Jirón Miguel Grau Seminario</i> | Departamento: | <i>Lima</i> |
| Razon social: | | Provincia: | <i>Barranca</i> |
| Uso principal: | <i>Vía Colectora</i> | Dirección del predio: | <i>Urbanización La Florida</i> |

DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:

| | | | |
|---------------------------------------|--|---|---|
| Nombre del punto de muestreo: | <i>Calicata</i> | Operador: | <i>Peon</i> |
| Coordenadas: | X: <i>197204</i> Y: <i>8812892</i> H: <i>82 msnm</i> | Descripción de la superficie: | <i>Suelo Organico con Mucho Fino Suelto (Polvadera)</i> |
| Temperatura (°C): | <i>24</i> | Precipitación: | <i>3%</i> |
| Técnica de muestreo: | <i>Perforación</i> | Instrumentos usados: | <i>Lampa, Pico, Barreta, Balde, GPS, Sacos y Señalización</i> |
| Profundidad final: | <i>1.50 m</i> | Napa freática: | <i>No Hay</i> |
| Instalación de un pozo en el agujero: | <i>No Existe</i> | Relleno del agujero después del muestreo: | <i>Material Propio</i> |

DATOS DE LAS MUESTRAS:

Clave de las muestra: *C-1 (1.2 m x 1.2 m x 1.5 m)*

Fecha: *16/11/2020*

Hora: *7:00:00*

Profundidad desde: *0.2 m*

Profundidad hasta: *1.50 m*

Características organolépticas

Color: *Marron Grisaceo Oscuro*

Olor: *No Identificado*

Textura: *Fino Rasposo*

Compactación/Consistencia: *Plasticidad baja*

Humedad: *4,9%*

Componentes antropogénicos: *No identificado*

Estimación de la fracción > 2mm (%): *12,69%*

Cantidad de la muestra: *250 kg*

medidas de conservación: *Bolsas herméticas y sacos de costales grandes*

Tipo de muestra: *Alterada*



Mack C. Chavez Castillo
Mack C. Chavez Castillo
ESPECIALISTA

Jhans Anderson Diaz Ramirez

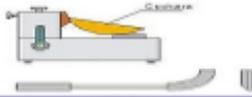
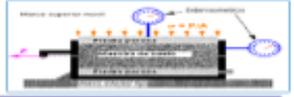
JHANS ANDERSON
DIAZ RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 213432

PARA MUESTRAS SUPERFICIALES COMPUESTAS:

Area de muestreo (m2):

Numero de sub-muestras:

CALICATA N° 02

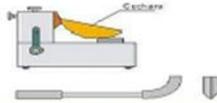
|  LABORATORIO MECANICA DE SUELOS INGELCI PERU SAC. INGENIERIA ELECTROMECHANICA Y CIVIL R.U.C. 20600224302 | |  | |
|--|--|---|---|
| LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS | | | |
| FICHA DE MUESTREO DE SUELOS - MINISTERIO DEL AMBIENTE (Guia para el muestreo de suelos) | | | |
| SOLICITANTE | : Bach. NOEL CORNELIO ESTHER NOEMI | TECNICO ESPEC. | : MACK C. CHAVEZ CASTILLO |
| PROYECTO | : ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA | ING° RESP. | : JHANS A. DIAZ RAMIREZ |
| CALICATA | : C-2 | FECHA | : NOVIEMBRE DEL 2020 |
| PROFUNDIDAD | : 1.50 m | | |
| PTO. MUESTREO | : BORDE DERECHO DE LA VIA | | |
| MUESTRA | : M-2 | | |
| DATOS GENERALES: | | | |
| Nombre del sitio en estudio: | <i>Jirón Miguel Grau Seminario</i> | Departamento: | <i>Lima</i> |
| Razon social: | | Provincia: | <i>Barranca</i> |
| Uso principal: | <i>Vía Colectora</i> | Dirección del predio: | <i>Urbanización La Florida</i> |
| DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO: | | | |
| Nombre del punto de muestreo: | <i>Calicata</i> | Operador: | <i>Peón</i> |
| Coordenadas: | X: <i>196817</i> Y: <i>8812736</i> H: <i>77 msnm</i> | Descripción de la superficie: | <i>Suelo Organico con Mucho Fino Suelto (Polvadera)</i> |
| Temperatura (°C): | <i>24</i> | Precipitación: | <i>3%</i> |
| Técnica de muestreo: | <i>Perforación</i> | Instrumentos usados: | <i>Lampa, Pico, Barreta, Balde, GPS, Sacos y Señalización</i> |
| Profundidad final: | <i>1.50 m</i> | Napa freática: | <i>No Hay</i> |
| Instalación de un pozo en el agujero: | <i>No Existe</i> | Relleno del agujero después del muestreo: | <i>Material Propio</i> |
| DATOS DE LAS MUESTRAS: | | | |
| Clave de las muestra: | <i>C-2 (1.2 m x 1.2 m x 1.5 m)</i> | | |
| Fecha: | <i>16/11/2020</i> | | |
| Hora: | <i>9:00:00</i> | | |
| Profundidad desde: | <i>0.30 m</i> | | |
| Profundidad hasta: | <i>1.50 m</i> | | |
| Características organolepticas | | | |
| Color: | <i>Anaranjado Oscuro</i> | | |
| Olor: | <i>No Identificado</i> | | |
| Textura: | <i>Fino Rasposo</i> | | |
| Compactación/Consistencia: | <i>Plasticidad baja</i> | | |
| Humedad: | <i>4,4%</i> | | |
| Componentes antropogenicos: | <i>No Identificado</i> | | |
| Estimación de la fracción > 2mm (%): | <i>6,68%</i> | | |
| Cantidad de la muestra: | <i>250 Kg</i> | | |
| medidas de conservación: | <i>Bolsas herméticas y sacos de costales grandes</i> | | |
| Tipo de muestra: | <i>Alterada</i> | | |
| PARA MUESTRAS SUPERFICIALES COMPUESTAS: | | | |
| Area de muestreo (m2): | | | |
| Numero de sub-muestras: | | | |



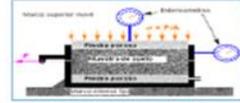
Mack C. Chavez Castillo
Mack C. Chavez Castillo
 ESPECIALISTA

Jhans Anderson Diaz Ramirez

JHANS ANDERSON DIAZ RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 213432



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC.
INGENIERIA ELECTROMECHANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PERFIL ESTRATIGRAFICO - SUELOS/REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA(ASTM - 2488, MTC E 101)

| | | | |
|----------------------|--|----------------------|------------------------------|
| SOLICITANTE | : Bach. NOEL CORNELIO, ESTHER NOEMI | TÉCNICO ESPC. | : MACK C. CHAVEZ CASTILLO |
| PROYECTO | : ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA | ING° RESP. | : JHANS A. DIAZ RAMIREZ |
| DISTRITO | : BARRANCA | FECHA | : 16 DE NOVIEMBRE DEL 2020 |
| UBICACIÓN | : JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA | N° ENSAYO | : 2094 - 2020-LAB/MS-INGELCI |
| CALICATA | : C - 2 | | |
| PROFUNDIDAD | : 1.50 m. | | |
| PTO. MUESTREO | : BORDE DE LA VIA (DERECHA) | | |
| MUESTRA | : M - 2 | | |

| Prof. (m.) | Estrato | | Simbolo Grafico | Descripción Visual del Suelo | Clasificación | | Granulometría | | | | Constantes Placas | | | W. Natural |
|------------|---------|--------------|-----------------|---|---------------|------|---------------|----------|--------------|----------|-------------------|----|----|------------|
| | Capa | Espeesor (m) | | | AASHTO | SUCS | >3" | 3" - N°4 | N°4 - N° 200 | < N° 200 | LL | LP | IP | |
| 0,10 | | | | Material orgánico combinado con suelo fino suelto (polvadera) sin gravas y con algunos residuos de plástico, suelo de color marrón claro. | | | | | | | | | | |
| 0,20 | | 0,30 | | Material de fracción fina que presenta una consistencia muy firme, que pertenece a arena arcillosa de baja compresibilidad y plasticidad, de color anaranjado oscuro y contenido de humedad bajo combinada con % de arena fina a gruesa y % de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 1 1/2". | A-4 (0) | SC | 0 | 6 | 54 | 41 | 20 | 12 | 8 | 4 |
| 0,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,50 | | 1,50 | | | | | | | | | | | | |
| 1,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | | |



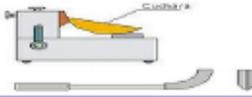
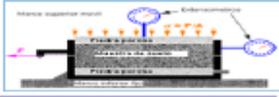
Mack C. Chavez Castillo
Mack C. Chavez Castillo
ESPECIALISTA

Jhans Anderson Diaz Ramirez
JHANS ANDERSON
DIAZ RAMIREZ
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 213432

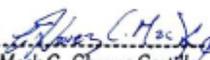
PANEL FOTOGRAFICO



CALICATA N° 03

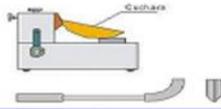
| | | |
|--|---|---|
|  | LABORATORIO MECANICA DE SUELOS INGELCI PERU SAC. INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL R.U.C. 20600224302 |  |
| LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVTMENTOS | | |
| FICHA DE MUESTREO DE SUELOS - MINISTERIO DEL AMBIENTE (Guía para el muestreo de suelos) | | |
| SOLICITANTE : Bach. NOEL CORNELIO ESTHER NOEMI PROYECTO : ESTABILIZACION DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA CALICATA : C - 3 PROFUNDIDAD : 1.60 m. PTO. MUESTREO : BORDE DERECHO DE LA VIA MUESTRA : M - 3 | TECNICO ESPEC. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO ING° RESP. : JHANS A. DIAZ RAMIREZ FECHA : NOVIEMBRE DEL 2020 | |
| DATOS GENERALES: | | |
| Nombre del sitio en estudio: <i>Jirón Miguel Grau Seminario</i> | Departamento: <i>Lima</i> | |
| Razon social: | Provincia: <i>Barranca</i> | |
| Uso principal: <i>Vía Colectora</i> | Dirección del predio: <i>Urbanización La Florida</i> | |
| DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO: | | |
| Nombre del punto de muestreo: <i>Calicata</i> | Operador: <i>Peón</i> | |
| Coordenadas: X: <i>196621</i> Y: <i>8812662</i> H: <i>77 msnm</i> | Descripción de la superficie: <i>Suelo Organico con Mucho Fino Suelto (Polvadera)</i> | |
| Temperatura (°C): <i>24</i> | Precipitación: <i>3%</i> | |
| Técnica de muestreo: <i>Perforación</i> | Instrumentos usados: <i>Lampa, Pico, Barreta, Balde, GPS, Sacos y Señalización</i> | |
| Profundidad final: <i>1.60 m</i> | Napa freática: <i>No Hay</i> | |
| Instalación de un pozo en el agujero: <i>No Existe</i> | Relleno del agujero después del muestreo: <i>Material Propio</i> | |
| DATOS DE LAS MUESTRAS: | | |
| Clave de las muestra: <i>C-3 (1.2 m x 1.2 m x 1.5 m)</i> | | |
| Fecha: <i>16/11/2020</i> | | |
| Hora: <i>11:30:00</i> | | |
| Profundidad desde: <i>0.20 m</i> | | |
| Profundidad hasta: <i>1.60 m</i> | | |
| Características organolepticas | | |
| Color: <i>Marron Grisáceo Oscuro</i> | | |
| Olor: <i>No Identificado</i> | | |
| Textura: <i>Fino Rasposo</i> | | |
| Compactacion/Consistencia: <i>Plasticidad baja</i> | | |
| Humedad: <i>5,70%</i> | | |
| Componentes antropogenicos: <i>No Identificado</i> | | |
| Estimación de la fracción > 2mm (%): <i>3,21%</i> | | |
| Cantidad de la muestra: <i>250 Eg</i> | | |
| medidas de conservación: <i>Bolsas herméticas y sacos de costales grandes</i> | | |
| Tipo de muestra: <i>Alterada</i> | | |
| PARA MUESTRAS SUPERFICIALES COMPUESTAS: | | |
| Area de muestreo (m2): | | |
| Numero de sub-muestras: | | |



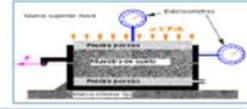

Mack C. Chavez Castillo
 ESPECIALISTA



JHANS ANDERSON DIAZ RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 213432



**LABORATORIO MECANICA DE SUELOS
INGELCI PERU SAC,
INGENIERIA ELECTROMECANICA Y CIVIL
R.U.C. 20600224302**



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

PERFIL ESTRATIGRÁFICO - SUELOS/REGISTRO DE EXCAVACIÓN DE CALICATA(ASTM - 2488, MTC E 101)

SOLICITANTE : Bach. NOEL CORNELIO, ESTHER NOEMI
PROYECTO : ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
DISTRITO : BARRANCA
UBICACIÓN : JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA
CALICATA : C - 3
PROFUNDIDAD : 1.60 m.
PTO. MUESTREO : BORDE DE LA VIA (DERECHA)
MUESTRA : M - 3

TÉCNICO ESPC. : MACK C. CHAVEZ CASTILLO
ING° RESP. : JHANS A. DIAZ RAMIREZ
FECHA : 16 DE NOVIEMBRE DEL 2020
N° ENSAYO : 2095 - 2020-LAB/MS-INGELCI

| Prof. (m) | Estrato | | Símbolo Grafico | Descripción Visual del Suelo | Clasificación | | Granulometría | | | | Constantes Físicas | | | W. Natural |
|-----------|---------|------------|-----------------|---|---------------|-------|---------------|----------|--------------|----------|--------------------|----|----|------------|
| | Capa | Espeor (m) | | | AASHTO | SUCS | >3" | 3" - N°4 | N°4 - N° 200 | < N° 200 | LL | LP | IP | |
| 0,10 | | | | Material orgánico combinado con suelo fino suelto (polvadera) sin gravas y sin residuos, de color marrón claro. | | | | | | | | | | |
| 0,20 | | 0,20 | | Material de fracción fina que presenta una consistencia muy firme, que pertenece a arena limosa arcillosa de baja compresibilidad y plasticidad, de color marrón grisáceo oscuro y contenido de humedad bajo combinada con % de arena fina a gruesa y % de fragmentos rocosos de tamaño máximo de 3/4". | A-4 (0) | SC-SM | 0 | 3 | 50 | 47 | 19 | 14 | 5 | 6 |
| 0,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 0,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,60 | | 1,60 | | | | | | | | | | | | |
| 1,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,10 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,20 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,30 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,40 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,50 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,60 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,70 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,80 | | | | | | | | | | | | | | |
| 2,90 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3,00 | | | | | | | | | | | | | | |



Mack C. Chavez Castillo
Mack C. Chavez Castillo
 ESPECIALISTA

Jhans Anderson Diaz Ramirez
JHANS ANDERSON DIAZ RAMIREZ
 INGENIERO CIVIL
 Reg. CIP N° 213432

PANEL FOTOGRAFICO



13.6. Anexo N° 06: Estudio de mecánica de suelos

13.6.1. Estudio de laboratorio - UNAB

13.6.1.1. Ensayos al suelo patrón

CALICATA N° 01

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Laboratorio de Mecánica de Suelos |  |
| Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi | | |
| Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO REICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA | | |
| Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima | | |
| Calicata N°: C-1 | Profundidad (m): 1,50 | Muestra N°: M-1 |
| Coordenadas UTM Este: 197204 | Norte: 8812892 | Altitud: 82 m.s.n.m |
| Fecha del ensayo: 17/11/2020 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D-2216, MTC E 108 | | |

| DESCRIPCION | UNID | MUESTRA EN E. NATURAL | | |
|--------------------------------------|----------|-----------------------|--------|--------|
| Recipiente | N° | R1 | R2 | R3 |
| Peso del recipiente | (g) | 231,50 | 110,50 | 108,00 |
| Peso recipiente + suelo húmedo | (g) | 486,80 | 417,30 | 438,90 |
| Peso recipiente + suelo Seco | (g) | 474,00 | 403,50 | 424,50 |
| Peso de Agua | (g) | 12,80 | 13,80 | 14,40 |
| Peso Suelo Seco | (g) | 242,50 | 293,00 | 316,50 |
| contenido de humedad parcial | % | 5,28 | 4,71 | 4,55 |
| Contenido de Humedad promedio | % | 4,85 | | |


Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecánica de Suelos

Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527


M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
ING. CIVIL
... Resp. Asesor de Investigación ...

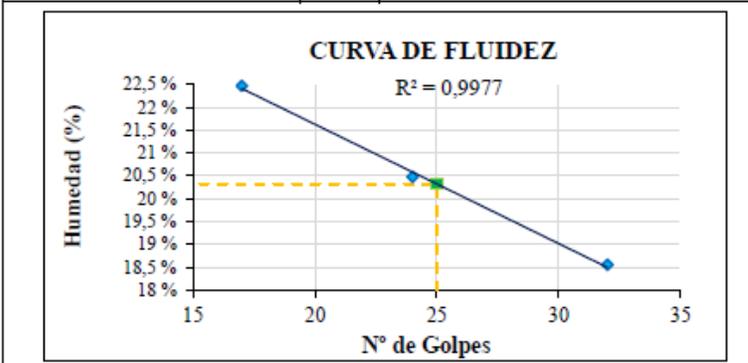
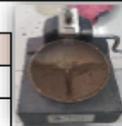
Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-1 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-1
Coordenadas UTM **Este:** 197204 **Norte:** 8812892 **Altitud:** 82 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 24/11/2020

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 0%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-------------|--|
| | | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| Golpes | Nº | 32 | 24 | 17 | | | |
| Recipiente | Nº | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| Peso del recipiente | (g) | 21,10 | 21,20 | 21,80 | 21,00 | 20,50 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 35,80 | 36,50 | 38,70 | 26,40 | 26,30 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 33,50 | 33,90 | 35,60 | 25,80 | 25,70 | |
| Peso de Agua | (g) | 2,30 | 2,60 | 3,10 | 0,60 | 0,60 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 12,40 | 12,70 | 13,80 | 4,80 | 5,20 | |
| Contenido de Humedad | % | 18,5 | 20,5 | 22,5 | 12,5 | 11,5 | |
| w media | % | | | | | 12,0 | |



| RESULTADOS: | |
|-------------------------|----|
| L.Liquido : | 20 |
| L. Plastico : | 12 |
| Indice de Plasticidad : | 8 |
| Indice de Grupo: | 1 |



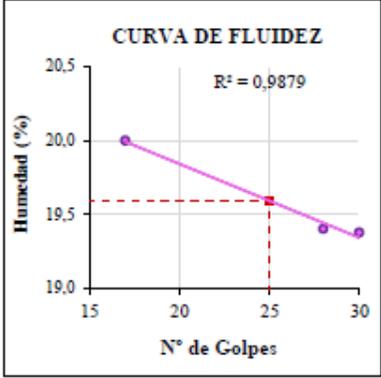

 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio
 de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 ...

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Laboratorio de Mecanica de Suelos |  |
| Tesis: Noel Cornelio, Esther Noemi | | |
| Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA | | |
| Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima | | |
| Calicata N°: C-1 | Profundidad (m): 1.50 | Muestra N°: M-1 |
| Coordenadas UTM | Este: 197204 | Norte: 8812892 |
| Altitud: 82 m.s.n.m | | |
| Fecha del ensayo: 02/12/2020 | | |
| LIMITE LIQUIDO - SUELO SECADO EN HORNO (ASTM D 4318/MTC E 110) | | |
| % de Polvo de Vidrio Reciclado: 0% | | |
| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO |
| Golpes | N° | 30 28 17 |
| Recipiente | N° | SSHR1 SSHR2 SSHR3 |
| Peso del recipiente | (g) | 20,80 20,90 21,00 |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 36,20 36,90 38,40 |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 33,70 34,30 35,50 |
| Peso de Agua | (g) | 2,50 2,60 2,90 |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 12,90 13,40 14,50 |
| Contenido de Humedad | % | 19,4 19,4 20,0 |
| | |  |
| | | RESULTADOS: |
| L.Liquido : | | 20 |





 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RÉSP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527



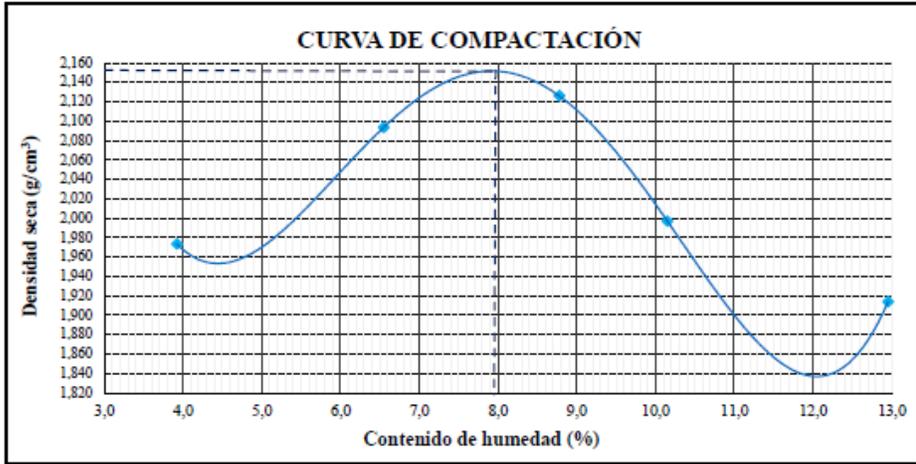
 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Comelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-1 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-1
Coordenadas UTM **Este:** 197204 **Norte:** 8812892 **Altitud:** 82 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 07/12/2020
PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557, MTC E 115

| % de Polvo de Vidrio Reciclado: 0% | Metodo de Ensayo: A | Energia de compactación: 2700 KN-m/m ³ | | | |
|------------------------------------|---------------------|---|---------|---------|---------|
| Determinación de la Densidad | | | | | |
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1755,00 | 1755,00 | 1755,00 | 1755,00 | 1755,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3683,60 | 3852,70 | 3929,90 | 3823,70 | 3788,10 |
| Peso Muestra Humeda compactado (g) | 1928,60 | 2097,70 | 2174,90 | 2068,70 | 2033,10 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm ³) | 2,051 | 2,231 | 2,313 | 2,200 | 2,162 |

| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Recipiente | R13 | R14 | R19 | R20 | R15 | R16 | R17 | R18 | R21 | R22 |
| Peso Recipiente (g) | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 | 12,00 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 22,60 | 27,90 | 29,50 | 33,30 | 31,80 | 39,30 | 34,20 | 26,10 | 37,80 | 45,60 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 22,20 | 27,30 | 28,50 | 31,90 | 30,20 | 37,10 | 32,00 | 24,90 | 34,80 | 41,80 |
| Peso del Agua (g) | 0,40 | 0,60 | 1,00 | 1,40 | 1,60 | 2,20 | 2,20 | 1,20 | 3,00 | 3,80 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 10,20 | 15,30 | 16,50 | 19,90 | 18,20 | 25,10 | 20,00 | 12,90 | 22,80 | 29,80 |
| Cont. de humedad (%) | 3,92 | 3,92 | 6,06 | 7,04 | 8,79 | 8,76 | 11,00 | 9,30 | 13,16 | 12,75 |
| W medio (%) | 3,9 | | 6,5 | | 8,8 | | 10,2 | | 13,0 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,973 | | 2,093 | | 2,126 | | 1,997 | | 1,914 | |



| RESULTADOS | |
|---------------------------|-------|
| MDS (gr/cm ³) | 2,151 |
| OCH (%) | 8,0 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
Altura: 11.6 cm


 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573



UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
 Laboratorio de Mecanica de Suelos



Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2
Coordenadas UTM **Este:** 196817 **Norte:** 8812736 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 26/11/2020

ANALISIS GRANULOMETRICA - ASTM D 6913, MTC E 107

| | | Peso Seca Inicial: 2219,0 g | | Wp= 2,70 g | | |
|-------------------------------|---------------|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|
| | | Peso Seca Lavada: 1349,0 g | | error: 0,20 % | | |
| TAMIZ | DIAMETRO (mm) | PESO RETENIDO (g) | PESO RETENIDO Corregido (g) | PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL | PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA |
| 11/2" | 37,500 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 100 |
| 1" | 25,400 | 11,3 | 11,3 | 0,5 | 0,5 | 99 |
| 3/4" | 19,050 | 34,0 | 34,1 | 1,5 | 1,5 | 98 |
| 1/2" | 12,700 | 42,0 | 42,1 | 1,9 | 3,4 | 97 |
| 3/8" | 9,525 | 7,7 | 7,7 | 0,4 | 3,8 | 96 |
| 1/4" | 6,350 | 22,3 | 22,3 | 1,0 | 4,8 | 95 |
| N°4 | 4,750 | 10,3 | 10,3 | 0,5 | 5,3 | 95 |
| N°8 | 2,360 | 19,9 | 19,9 | 0,9 | 6,2 | 94 |
| N°10 | 2,000 | 5,1 | 5,1 | 0,3 | 6,4 | 94 |
| N°12 | 1,700 | 5,2 | 5,2 | 0,3 | 6,8 | 93 |
| N°16 | 1,180 | 13,0 | 13,0 | 0,6 | 7,4 | 93 |
| N°20 | 0,840 | 19,4 | 19,4 | 1,0 | 8,3 | 92 |
| N°30 | 0,590 | 42,6 | 42,7 | 1,9 | 10,3 | 90 |
| N°40 | 0,420 | 88,8 | 89,0 | 4,0 | 14,3 | 86 |
| N°60 | 0,250 | 256,3 | 256,8 | 11,7 | 26,0 | 74 |
| N°100 | 0,150 | 402,0 | 402,8 | 18,2 | 44,1 | 56 |
| N°200 | 0,075 | 322,7 | 323,3 | 14,7 | 58,8 | 41 |
| Platillo y Perdida por lavado | | 43,7 | 43,8 | 41,2 | 100,0 | 0 |
| TOTAL | | 1346,3 | 2219 | 100 | | |

CARACTERISTICAS

| | |
|----------------------------|------|
| GRAVA (4.75mm - 75mm) | 5,8 |
| ARENA (0.075mm - 4.75mm) | 53,5 |
| LIMO Y ARCILLA (< 0.075mm) | 41,2 |

CLASIFICACION

| | |
|------------------------|------|
| D60: | 0,18 |
| Limite Liquido: | 20 |
| limite Plastico: | 12 |
| Indice de Plasticidad: | 8 |

Clasificación SUCS:

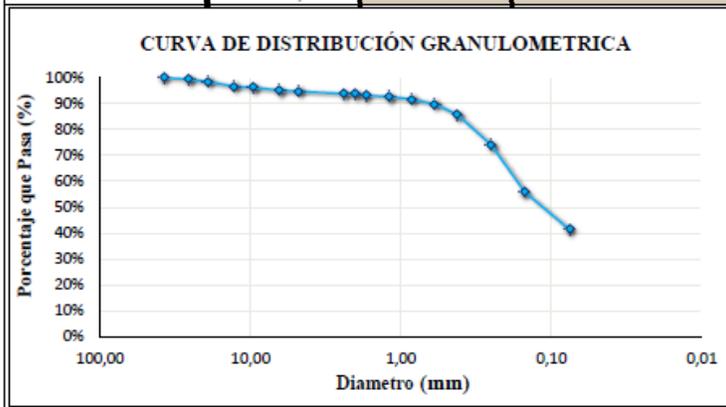
SC

Arena arcillosa

Clasificación AASHTO:

A-4 (0)

Suelos limosos



Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527

DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Asesor de Laboratorio de M. Suelos

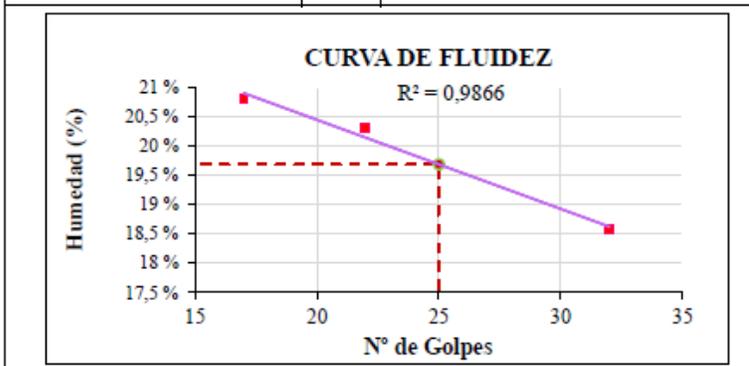
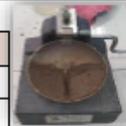
Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2
Coordenadas UTM **Este:** 196817 **Norte:** 8812736 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 30/11/2020

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 0%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-------|----|
| | | Nº | 32 | 22 | 17 | R4 | R5 |
| Golpes | Nº | 32 | 22 | 17 | | | |
| Recipiente | Nº | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| Peso del recipiente | (g) | 21,20 | 21,10 | 21,20 | 21,00 | 21,10 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 29,50 | 29,40 | 33,40 | 26,50 | 26,80 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 28,20 | 28,00 | 31,30 | 25,90 | 26,20 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,30 | 1,40 | 2,10 | 0,60 | 0,60 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 7,00 | 6,90 | 10,10 | 4,90 | 5,10 | |
| Contenido de Humedad | % | 18,6 | 20,3 | 20,8 | 12,2 | 11,8 | |
| w media | % | | | | | 12 | |



| RESULTADOS: | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 20 |
| L. Plastico : | 12 |
| Indice de Plasticidad : | 8 |
| Indice de Grupo: | 0 |

Herramientas:




 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527

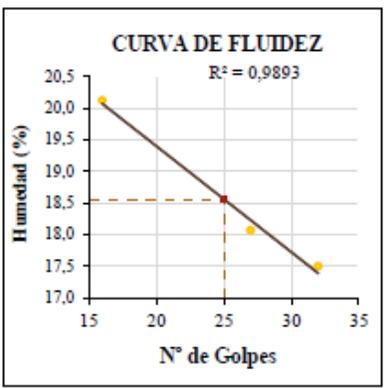

 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2
Coordenadas UTM **Este:** 196817 **Norte:** 8812736 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 03/12/2020

LIMITE LIQUIDO - SUELO SECADO EN HORNO (ASTM D 4318/MTC E 110)

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 0%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|
| | | N° | 27 | 16 |
| Golpes | N° | 32 | 27 | 16 |
| Recipiente | N° | SSHR1 | SSHR2 | SSHR3 |
| Peso del recipiente | (g) | 12,20 | 12,10 | 12,00 |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 26,30 | 30,40 | 32,90 |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 24,20 | 27,60 | 29,40 |
| Peso de Agua | (g) | 2,10 | 2,80 | 3,50 |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 12,00 | 15,50 | 17,40 |
| Contenido de Humedad | % | 17,5 | 18,1 | 20,1 |



| | |
|-------------|--------------------|
| | RESULTADOS: |
| L.Liquido : | 19 |



 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio
 de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527



 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Prof. Especialista en Geotecnia CP. N. 20747
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

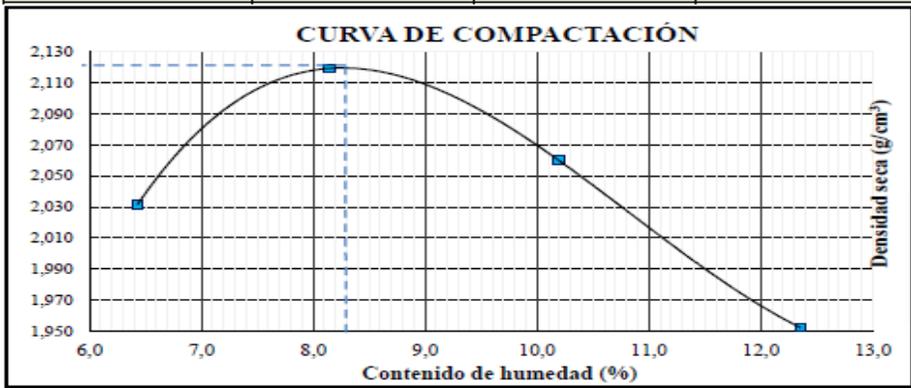
Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2
Coordenadas UTM Este: 196817 Norte: 8812736 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 08/12/2020

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1157, MTC E 115

Metodo de Ensayo: A **Energia de compactación:** 2700 KN-m/m³

| <i>Determinación de la Densidad</i> | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1755,00 | 1755,00 | 1755,00 | 1755,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3788,50 | 3910,20 | 3889,90 | 3818,10 |
| Peso Muestra Húmeda compactado (g) | 2033,50 | 2155,20 | 2134,90 | 2063,10 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm³) | 2,162 | 2,292 | 2,270 | 2,194 |

| <i>Determinación del Contenido de Humedad</i> | | | | | | | | |
|---|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| Recipiente | R5 | R6 | R1 | R2 | R3 | R4 | R7 | R8 |
| Peso Recipiente (g) | 20,90 | 12,10 | 20,90 | 12,00 | 21,10 | 12,20 | 21,00 | 12,00 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 84,10 | 40,10 | 66,10 | 42,50 | 80,50 | 42,50 | 78,90 | 44,40 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 80,30 | 38,40 | 62,70 | 40,20 | 75,00 | 39,70 | 72,60 | 40,80 |
| Peso del Agua (g) | 3,80 | 1,70 | 3,40 | 2,30 | 5,50 | 2,80 | 6,30 | 3,60 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 59,40 | 26,30 | 41,80 | 28,20 | 53,90 | 27,50 | 51,60 | 28,80 |
| Cont. de humedad (%) | 6,40 | 6,46 | 8,13 | 8,16 | 10,20 | 10,18 | 12,21 | 12,50 |
| W medio (%) | 6,4 | | 8,1 | | 10,2 | | 12,4 | |
| Densidad seca(g/cm³) | 2,032 | | 2,119 | | 2,060 | | 1,953 | |



| RESULTADOS | |
|---------------------------|--------------|
| MDS (gr/cm ³) | 2,121 |
| OCH (%) | 8,3 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
Altura: 11.6 cm


 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

CALICATA N° 03

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Laboratorio de Mecanica de Suelos |  |
| Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi | | |
| Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA | | |
| Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima | | |
| Calicata N°: C-3 | Profundidad (m): 1,60 | Muestra N°: M-3 |
| Coordenadas UTM | Este: 196621 Norte: 8812662 | Altitud: 77 m.s.n.m |
| Fecha del ensayo: 17/11/2020 | | |
| CONTENIDO DE HUMEDAD - ASTM D-2216, MTC E 108 | | |

| DESCRIPCION | UNID | MUESTRA EN E. NATURAL | | |
|--------------------------------|------|-----------------------|--------|--------|
| | N° | R1 | R2 | R3 |
| Recipiente | (g) | 76,50 | 194,50 | 194,00 |
| Peso del recipiente | (g) | 374,60 | 430,20 | 403,80 |
| Peso recipiente + suelo húmedo | (g) | 358,50 | 417,50 | 392,50 |
| Peso recipiente + suelo Seco | (g) | 16,10 | 12,70 | 11,30 |
| Peso de Agua | (g) | 282,00 | 223,00 | 198,50 |
| Peso Suelo Seco | (g) | 5,71 | 5,70 | 5,69 |
| contenido de humedad parcial | % | 5,70 | | |
| Contenido de Humedad | % | 5,70 | | |



 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del
 Laboratorio de Mecanica de Suelos

 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527



 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Pres. Ejecutiva de Ingeniería Civil N° 10790

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573



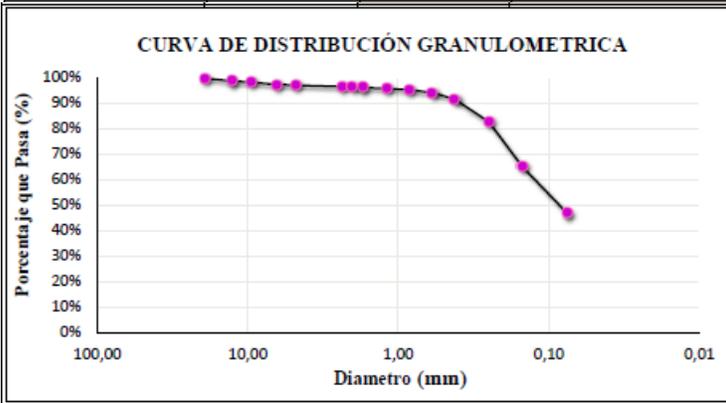
UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Laboratorio de Mecanica de Suelos



Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-3 **Profundidad (m):** 1.60 **Muestra N°:** M-3
Coordenadas UTM **Este:** 196621 **Norte:** 8812662 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 27/11/2020

ANALISIS GRANULOMETRICA - ASTM D 6913, MTC E 107

| | | | Peso Seca Inicial: | 2813,0 | g | Wp= | 2,80 | g |
|-------------------------------|---------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---------------------|------|---|
| | | | Peso Seca Lavada: | 1521,0 | g | error: | 0,18 | % |
| TAMIZ | DIAMETRO (mm) | PESO RETENIDO (g) | PESO RETENIDO Corregido (g) | PORCENTAJE RETENIDO PARCIAL | PORCENTAJE RETENIDO ACUMULADO | PORCENTAJE QUE PASA | | |
| 1" | 25,400 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | |
| 3/4" | 19,050 | 10,9 | 10,9 | 0,4 | 0,4 | 100 | | |
| 1/2" | 12,700 | 30,0 | 30,1 | 1,1 | 1,5 | 99 | | |
| 3/8" | 9,525 | 11,9 | 11,9 | 0,4 | 1,9 | 98 | | |
| 1/4" | 6,350 | 16,2 | 16,2 | 0,6 | 2,5 | 97 | | |
| N°4 | 4,750 | 7,2 | 7,2 | 0,3 | 2,7 | 97 | | |
| N°8 | 2,360 | 13,8 | 13,8 | 0,5 | 3,2 | 96 | | |
| N°10 | 2,000 | 3,0 | 3,0 | 0,1 | 3,3 | 96 | | |
| N°12 | 1,700 | 8,2 | 8,2 | 0,3 | 3,6 | 96 | | |
| N°16 | 1,180 | 12,5 | 12,5 | 0,4 | 4,0 | 96 | | |
| N°20 | 0,840 | 12,3 | 12,3 | 0,4 | 4,5 | 95 | | |
| N°30 | 0,590 | 29,8 | 29,9 | 1,1 | 5,5 | 94 | | |
| N°40 | 0,420 | 74,9 | 75,0 | 2,7 | 8,2 | 91 | | |
| N°60 | 0,250 | 248,2 | 248,7 | 8,8 | 17,1 | 83 | | |
| N°100 | 0,150 | 490,8 | 491,7 | 17,5 | 34,5 | 65 | | |
| N°200 | 0,075 | 518,5 | 519,5 | 18,5 | 53,0 | 47 | | |
| Platillo y Perdida por lavado | | 30,0 | 30,1 | 47,0 | 100,0 | 0 | | |
| TOTAL | | 1518 | 2813 | 100 | CARACTERISTICAS | | | |



| | |
|------------------------------|------|
| GRAVA (4.75mm - 75mm) | 2,7 |
| ARENA (0.075mm - 4.75mm) | 50,3 |
| LIMO Y ARCILLA (< 0.075mm) | 47,0 |
| CLASIFICACIÓN | |
| D60: | 0,13 |
| Limite Liquido: | 19 |
| limite Plastico: | 14 |
| Indice de Plasticidad: | 5 |
| Clasificación SUCS: | |
| SC-SM | |
| Arena limosa arcillosa | |
| Clasificación AASHTO: | |
| A-4 (0) | |
| Suelos Limosos | |

 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527

DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 No. Colección de Ingenieros de P. 10740

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima

Calicata N°: C-3 **Profundidad (m):** 1.60 **Muestra N°:** M-3

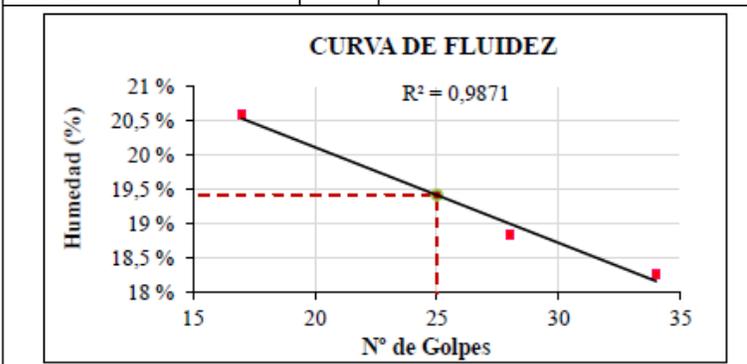
Coordenadas UTM **Este:** 196621 **Norte:** 8812662 **Altitud:** 77 m.s.n.m

Fecha del ensayo: 01/12/2020

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 0%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-----------|----|
| | | N° | 34 | 28 | 17 | R4 | R5 |
| Golpes | N° | 34 | 28 | 17 | | | |
| Recipiente | N° | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| Peso del recipiente | (g) | 12,20 | 12,00 | 12,00 | 11,80 | 12,10 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 25,80 | 28,40 | 32,50 | 17,50 | 17,70 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 23,70 | 25,80 | 29,00 | 16,80 | 17,00 | |
| Peso de Agua | (g) | 2,10 | 2,60 | 3,50 | 0,70 | 0,70 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 11,50 | 13,80 | 17,00 | 5,00 | 4,90 | |
| Contenido de Humedad | % | 18,3 | 18,8 | 20,6 | 14,0 | 14,3 | |
| w media | % | | | | | 14 | |



| RESULTADOS: | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 19 |
| L. Plastico : | 14 |
| Indice de Plasticidad : | 5 |
| Indice de Grupo: | 0 |



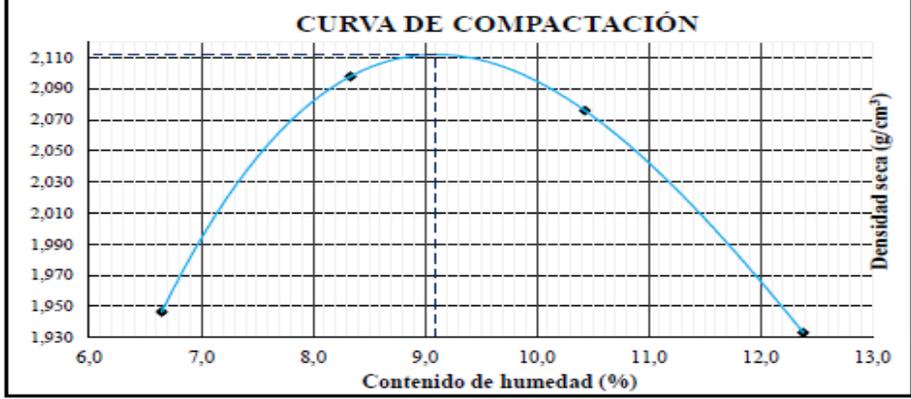

 Bgla. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio
 de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527


DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Resp. Asesor de Investigacion DE LA UNB
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-3 **Profundidad (m):** 1.60 **Muestra N°:** M-3
Coordenadas UTM Este: 196621 Norte: 8812662 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 09/12/2020
PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557, MTC E 115

| | | | | |
|-------------------------------------|--------------|---|--------------|--------------|
| Metodo de Ensayo: | A | Energia de compactación: 2700 KN-m/m ³ | | |
| Determinación de la Densidad | | | | |
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1755,00 | 1755,00 | 1755,00 | 1755,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3707,30 | 3892,40 | 3910,90 | 3798,10 |
| Peso Muestra Húmeda compactado (g) | 1952,30 | 2137,40 | 2155,90 | 2043,10 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm³) | 2,076 | 2,273 | 2,292 | 2,172 |

| | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | |
| Recipiente | R3 | R4 | R7 | R8 | R5 | R6 | R1 | R2 |
| Peso Recipiente (g) | 21,00 | 12,00 | 20,90 | 11,90 | 21,00 | 12,00 | 20,80 | 12,00 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 81,30 | 37,00 | 75,60 | 39,80 | 72,60 | 41,80 | 80,30 | 48,90 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 77,40 | 35,50 | 71,30 | 37,70 | 67,70 | 39,00 | 73,80 | 44,80 |
| Peso del Agua (g) | 3,90 | 1,50 | 4,30 | 2,10 | 4,90 | 2,80 | 6,50 | 4,10 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 56,40 | 23,50 | 50,40 | 25,80 | 46,70 | 27,00 | 53,00 | 32,80 |
| Cont. de humedad (%) | 6,91 | 6,38 | 8,53 | 8,14 | 10,49 | 10,37 | 12,26 | 12,50 |
| W medio (%) | 6,6 | | 8,3 | | 10,4 | | 12,4 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,946 | | 2,098 | | 2,076 | | 1,933 | |



| |
|-----------------------------|
| RESULTADOS |
| MDS ((gr/cm ³)) |
| 2,112 |
| OCH (%) |
| 9,1 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
Altura: 11.6 cm


 Bigl. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Firmado en Barranca, P.I. el día 09/12/2020.
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

13.6.1.2. Ensayos de suelo con polvo de vidrio reciclado

CALICATA N° 01

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Laboratorio de Mecanica de Suelos |  |
|---|--|---|

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima

Calicata N°: C-1 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-1

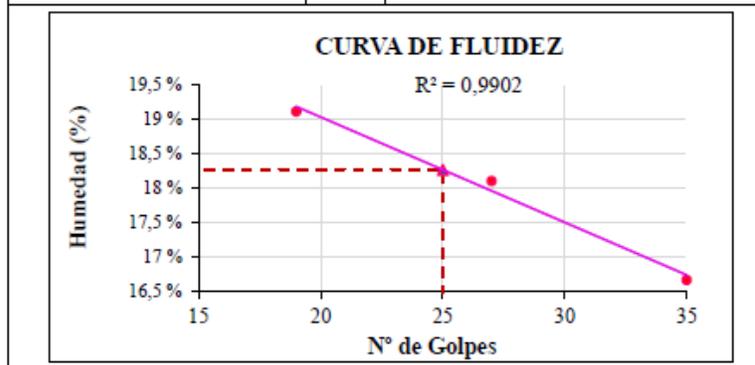
Coordenadas UTM **Este:** 197204 **Norte:** 8812892 **Altitud:** 82 m.s.n.m

Fecha del ensayo: 05/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 2%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-------|----|
| | | N° | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| Golpes | N° | 35 | 27 | 19 | | | |
| Recipiente | N° | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| Peso del recipiente | (g) | 12,00 | 12,10 | 12,00 | 21,00 | 20,90 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 23,90 | 25,80 | 28,20 | 26,80 | 26,90 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 22,2 | 23,70 | 25,60 | 26,00 | 26,10 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,70 | 2,10 | 2,60 | 0,80 | 0,80 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 10,20 | 11,60 | 13,60 | 5,00 | 5,20 | |
| Contenido de Humedad | % | 16,7 | 18,1 | 19,1 | 16,0 | 15,4 | |
| w media | % | | | | | 16 | |



| RESULTADOS: | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 18 |
| L. Plastico : | 16 |
| Indice de Plasticidad : | 3 |

Herramientas:





 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RÉSP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527



 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Nos. Registro de Ingenieros CP. N° 26740

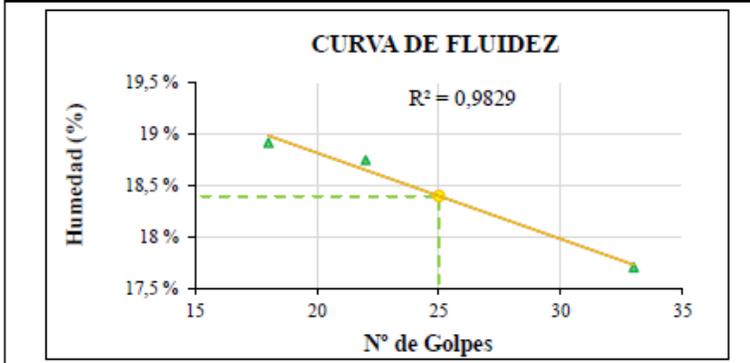
Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-1 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-1
Coordenadas UTM **Este:** 197204 **Norte:** 8812892 **Altitud:** 82 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 06/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 5%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-----------|-----|
| | | N° | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
| Golpes | N° | 33 | 22 | 18 | | | |
| Recipiente | N° | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | |
| Peso del recipiente | (g) | 12,00 | 12,10 | 11,80 | 21,00 | 20,80 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 23,30 | 25,40 | 29,40 | 26,60 | 26,70 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 21,60 | 23,30 | 26,60 | 25,90 | 26,00 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,70 | 2,10 | 2,80 | 0,70 | 0,70 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 9,60 | 11,20 | 14,80 | 4,90 | 5,20 | |
| Contenido de Humedad | % | 17,7 | 18,8 | 18,9 | 14,3 | 13,5 | |
| w media | % | | | | | 14 | |



| RESULTADOS: | |
|-------------------------|----|
| L.Liquido : | 18 |
| L. Plastico : | 14 |
| Indice de Plasticidad : | 5 |

Herramientas:




Bta. Gabriela Lesli Calle Pacheco
RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio
de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527


DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
ING. CIVIL
Prof. Titular de la Universidad de Barranca

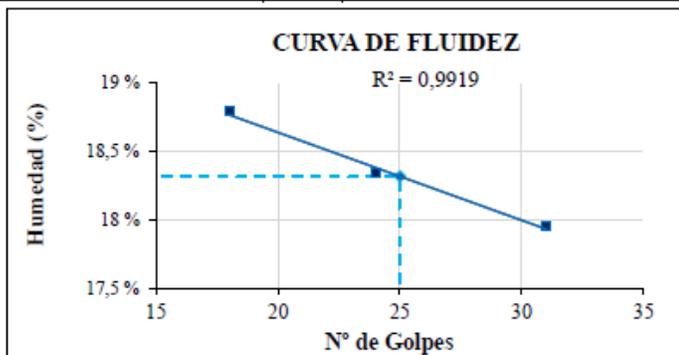
Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-1 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-1
Coordenadas UTM **Este:** 197204 **Norte:** 8812892 **Altitud:** 82 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 07/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 8%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-----------|--|
| | | N° | 31 | 24 | 18 | | |
| Golpes | N° | R11 | R12 | R13 | R14 | R15 | |
| Peso del recipiente | (g) | 12,10 | 12,20 | 20,90 | 21,00 | 20,90 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 21,30 | 26,40 | 42,40 | 26,70 | 26,80 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 19,90 | 24,20 | 39,00 | 26,00 | 26,10 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,40 | 2,20 | 3,40 | 0,70 | 0,70 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 7,80 | 12,00 | 18,10 | 5,00 | 5,20 | |
| Contenido de Humedad | % | 17,9 | 18,3 | 18,8 | 14,0 | 13,5 | |
| w media | % | | | | | 14 | |



RESULTADOS:

| | |
|-------------------------|-----------|
| L. Líquido : | 18 |
| L. Plástico : | 14 |
| Indice de Plasticidad : | 5 |

Herramientas:




 Biga. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RÉS.P. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio
 de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 No. Registro Profesional CP. N° 24740

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

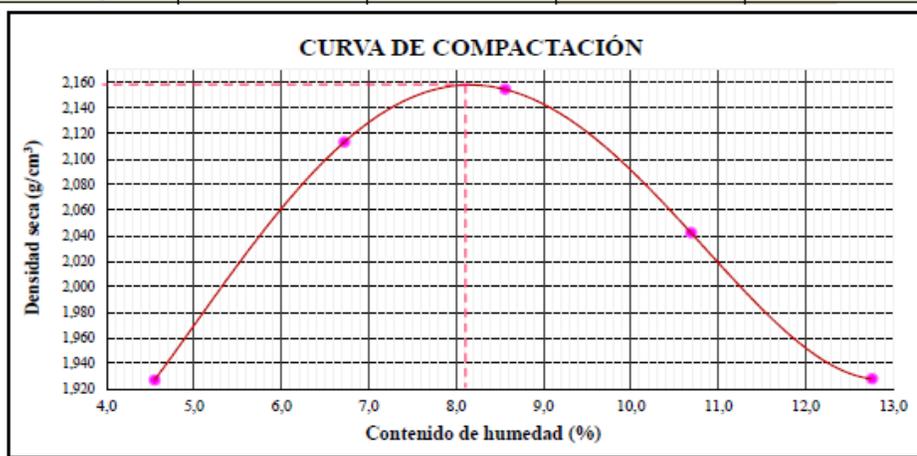
Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-1 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-1
Coordenadas UTM **Este:** 197204 **Norte:** 8812892 **Altitud:** 82 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 14/12/2020

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557, MTC E 115

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 2% Metodo de Ensayo: A Energia de compactación: 2700 KN-m/m³

| Determinación de la Densidad | | | | | |
|-------------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3648,50 | 3875,20 | 3953,90 | 3880,00 | 3798,40 |
| Peso Muestra Húmeda compactado (g) | 1894,50 | 2121,20 | 2199,90 | 2126,00 | 2044,40 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm³) | 2,014 | 2,256 | 2,339 | 2,261 | 2,174 |

| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| Recipiente | R9 | R10 | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Recipiente (g) | 12,10 | 20,90 | 21,10 | 11,90 | 12,10 | 21,00 | 11,90 | 21,00 | 11,90 | 20,90 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 36,00 | 82,90 | 92,90 | 42,60 | 39,20 | 77,10 | 36,20 | 81,40 | 38,60 | 94,60 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 35,00 | 80,10 | 88,30 | 40,70 | 37,10 | 72,60 | 33,80 | 75,70 | 35,60 | 86,20 |
| Peso del Agua (g) | 1,00 | 2,80 | 4,60 | 1,90 | 2,10 | 4,50 | 2,40 | 5,70 | 3,00 | 8,40 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 22,90 | 59,20 | 67,20 | 28,80 | 25,00 | 51,60 | 21,90 | 54,70 | 23,70 | 65,30 |
| Cont. de humedad (%) | 4,37 | 4,73 | 6,85 | 6,60 | 8,40 | 8,72 | 10,96 | 10,42 | 12,66 | 12,86 |
| W medio (%) | 4,5 | | 6,7 | | 8,6 | | 10,7 | | 12,8 | |
| Densidad seca (g/cm³) | 1,927 | | 2,113 | | 2,155 | | 2,042 | | 1,928 | |



| RESULTADOS | |
|---------------------------|-------|
| MDS (gr/cm ³) | 2,159 |
| OCH (%) | 8,1 |





 Bgla. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527



 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL

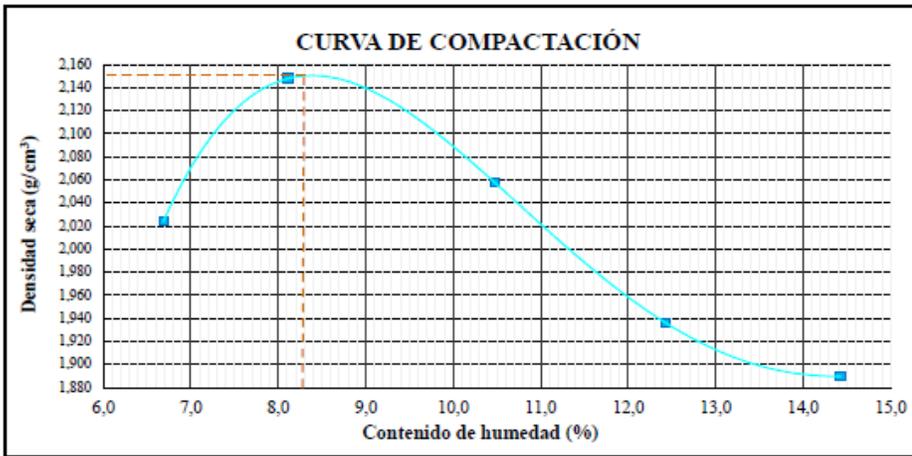
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-1 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-1
Coordenadas UTM **Este:** 197204 **Norte:** 8812892 **Altitud:** 82 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 15/12/2020

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557, MTC E 115

| % de Polvo de Vidrio Reciclado: 5% | | Metodo de Ensayo: A | | Energia de compactación: 2700 KN-m/m ³ | |
|---|--------------|----------------------------|--------------|--|--------------|
| Determinación de la Densidad | | | | | |
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3784,00 | 3936,80 | 3890,90 | 3800,10 | 3786,50 |
| Peso Muestra Húmeda compactado (g) | 2031,00 | 2183,80 | 2137,90 | 2047,10 | 2033,50 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm³) | 2,160 | 2,322 | 2,273 | 2,177 | 2,162 |

| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
|---|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|--------------|-------|
| Recipiente | R13 | R14 | R15 | R16 | R17 | R18 | R19 | R20 | R11 | R12 |
| Peso Recipiente (g) | 12,20 | 20,80 | 20,90 | 11,80 | 21,00 | 12,20 | 20,90 | 12,00 | 20,80 | 12,00 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 35,90 | 91,70 | 96,70 | 39,10 | 80,10 | 37,50 | 103,00 | 44,10 | 91,80 | 43,90 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 34,50 | 87,00 | 90,60 | 37,20 | 74,50 | 35,10 | 93,80 | 40,60 | 82,80 | 39,90 |
| Peso del Agua (g) | 1,40 | 4,70 | 6,10 | 1,90 | 5,60 | 2,40 | 9,20 | 3,50 | 9,00 | 4,00 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 22,30 | 66,20 | 69,70 | 25,40 | 53,50 | 22,90 | 72,90 | 28,60 | 62,00 | 27,90 |
| Cont. de humedad (%) | 6,28 | 7,10 | 8,75 | 7,48 | 10,47 | 10,48 | 12,62 | 12,24 | 14,52 | 14,34 |
| W medio (%) | 6,7 | | 8,1 | | 10,5 | | 12,4 | | 14,4 | |
| Densidad seca (g/cm³) | 2,024 | | 2,148 | | 2,058 | | 1,936 | | 1,890 | |



| RESULTADOS | |
|---------------------------|--------------|
| MDS (gr/cm ³) | 2,150 |
| OCH (%) | 8,3 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
Altura: 11.6 cm


 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

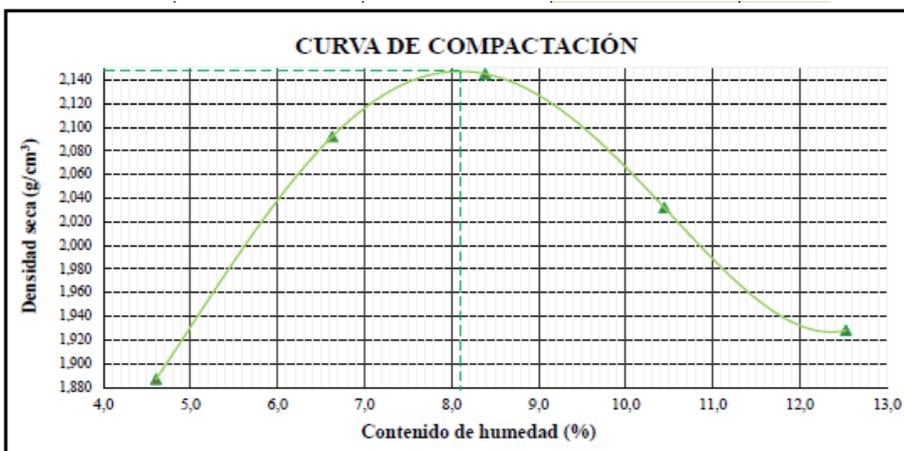
Tesista: Noel Comelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-1 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-1
Coordenadas UTM **Este:** 197204 **Norte:** 8812892 **Altitud:** 82 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 16/12/2020

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557, MTC E 115

| | | |
|------------------------------------|---------------------|---|
| % de Polvo de Vidrio Reciclado: 8% | Metodo de Ensayo: A | Energia de compactación: 2700 KN-m/m ³ |
|------------------------------------|---------------------|---|

| Determinación de la Densidad | | | | | |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3609,10 | 3850,80 | 3939,60 | 3863,50 | 3793,50 |
| Peso Muestra Húmeda compactado (g) | 1856,10 | 2097,80 | 2186,60 | 2110,50 | 2040,50 |
| Volumen Molde (m ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm ³) | 1,974 | 2,231 | 2,325 | 2,244 | 2,170 |

| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|
| Recipiente | R21 | R22 | R23 | R24 | R25 | R26 | R27 | R28 | R29 | R30 |
| Peso Recipiente (g) | 20,80 | 11,90 | 21,10 | 12,10 | 12,00 | 20,90 | 21,00 | 11,80 | 21,00 | 11,90 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 97,10 | 38,70 | 98,00 | 39,00 | 39,80 | 103,00 | 98,60 | 42,30 | 96,80 | 40,50 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 93,80 | 37,50 | 93,30 | 37,30 | 37,70 | 96,50 | 91,30 | 39,40 | 88,40 | 37,30 |
| Peso del Agua (g) | 3,30 | 1,20 | 4,70 | 1,70 | 2,10 | 6,50 | 7,30 | 2,90 | 8,40 | 3,20 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 73,00 | 25,60 | 72,20 | 25,20 | 25,70 | 75,60 | 70,30 | 27,60 | 67,40 | 25,40 |
| Cont. de humedad (%) | 4,52 | 4,69 | 6,51 | 6,75 | 8,17 | 8,60 | 10,38 | 10,51 | 12,46 | 12,60 |
| W medio (%) | 4,6 | | 6,6 | | 8,4 | | 10,4 | | 12,5 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,887 | | 2,092 | | 2,145 | | 2,032 | | 1,928 | |



| RESULTADOS | |
|---------------------------|-------|
| MDS (gr/cm ³) | 2,149 |
| OCH (%) | 8,1 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
 Altura: 11.6 cm


 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

CALICATA N° 02

| | | |
|---|--|---|
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Laboratorio de Mecanica de Suelos |  |
|---|--|---|

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima

Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2

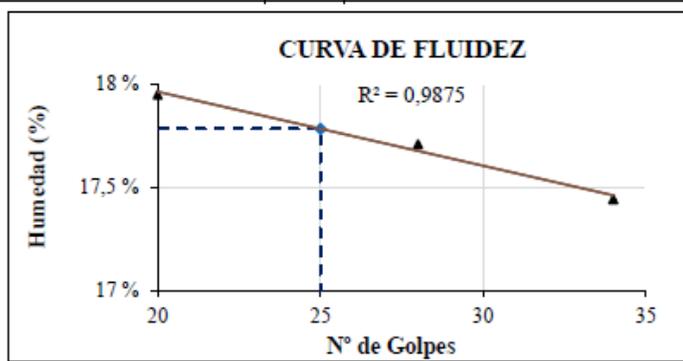
Coordenadas UTM **Este:** 196817 **Norte:** 8812736 **Altitud:** 77 m.s.n.m

Fecha del ensayo: 11/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 2%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-------|----|
| | | N° | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| Golpes | N° | 34 | 28 | 20 | | | |
| Recipiente | N° | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| Peso del recipiente | (g) | 12,00 | 12,10 | 11,90 | 21,10 | 21,20 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 22,10 | 23,40 | 25,70 | 26,80 | 26,40 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 20,60 | 21,70 | 23,60 | 26,10 | 25,70 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,50 | 1,70 | 2,10 | 0,70 | 0,70 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 8,60 | 9,60 | 11,70 | 5,00 | 4,50 | |
| Contenido de Humedad | % | 17,4 | 17,7 | 17,9 | 14,0 | 15,6 | |
| w media | % | | | | | 15 | |



RESULTADOS:

| | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 18 |
| L. Plastico : | 15 |
| Indice de Plasticidad : | 3 |

Herramientas:




 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RÉSP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 ...

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima

Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2

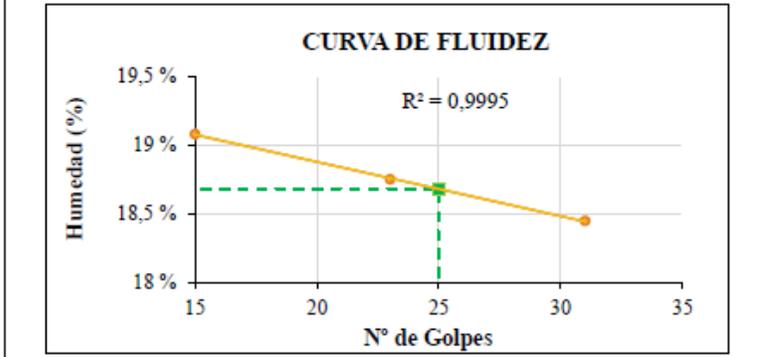
Coordenadas UTM **Este:** 196817 **Norte:** 8812736 **Altitud:** 77 m.s.n.m

Fecha del ensayo: 12/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 5%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-------|-----|
| | | Nº | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
| Golpes | Nº | 31 | 23 | 15 | | | |
| Recipiente | Nº | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | |
| Peso del recipiente | (g) | 12,00 | 12,20 | 12,00 | 21,00 | 20,90 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 24,20 | 27,40 | 30,10 | 26,70 | 26,90 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 22,3 | 25,00 | 27,20 | 25,90 | 26,10 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,90 | 2,40 | 2,90 | 0,80 | 0,80 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 10,30 | 12,80 | 15,20 | 4,90 | 5,20 | |
| Contenido de Humedad | % | 18,4 | 18,8 | 19,1 | 16,3 | 15,4 | |
| w media | % | | | | | 16 | |



RESULTADOS:

| | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 19 |
| L. Plastico : | 16 |
| Indice de Plasticidad : | 3 |




 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL

 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573



UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

Laboratorio de Mecanica de Suelos



Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima

Calicata N°: C-2

Profundidad (m): 1.50

Muestra N°: M-2

Coordenadas UTM

Este: 196817

Norte: 8812736

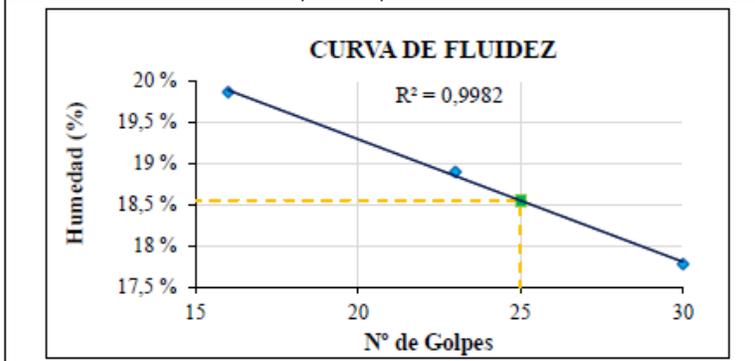
Altitud: 77 m.s.n.m

Fecha del ensayo: 13/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 8%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-------|--|
| Golpes | N° | 30 | 23 | 16 | | | |
| Recipiente | N° | R11 | R12 | R13 | R14 | R15 | |
| Peso del recipiente | (g) | 11,90 | 12,00 | 12,00 | 20,90 | 21,20 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 22,50 | 27,10 | 29,50 | 26,80 | 26,90 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 20,90 | 24,70 | 26,60 | 26,10 | 26,20 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,60 | 2,40 | 2,90 | 0,70 | 0,70 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 9,00 | 12,70 | 14,60 | 5,20 | 5,00 | |
| Contenido de Humedad | % | 17,8 | 18,9 | 19,9 | 13,5 | 14,0 | |
| w media | % | | | | | 14 | |



RESULTADOS:

| | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 19 |
| L. Plastico : | 14 |
| Indice de Plasticidad : | 5 |

Herramientas:




 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos

Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco

DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Pres. Colegiado de Ingenieros CP. N. 21740

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación

M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega

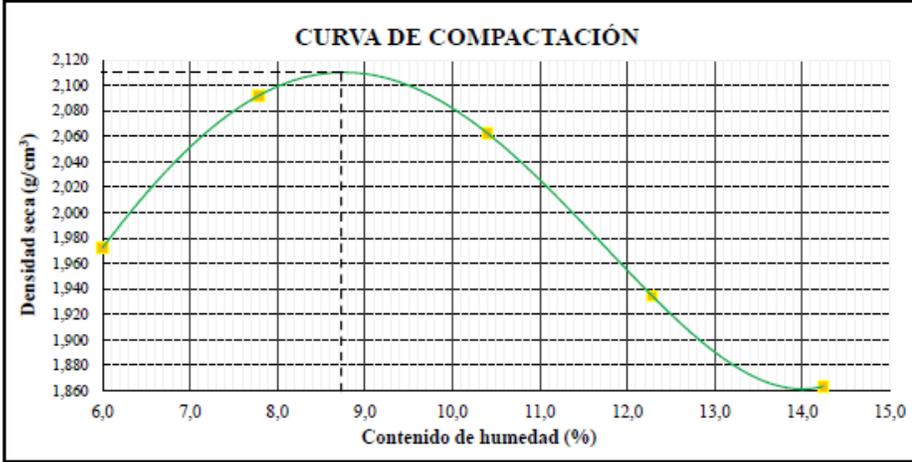
DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2
Coordenadas UTM **Este:** 196817 **Norte:** 8812736 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 17/12/2020

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1157, MTC E 115

| % de Polvo de Vidrio Reciclado: 2% | Metodo de Ensayo: A | Energia de compactación: 2700 KN-m/m ³ | | | |
|------------------------------------|---------------------|---|---------|---------|---------|
| Determinación de la Densidad | | | | | |
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3720,10 | 3874,90 | 3895,40 | 3796,90 | 3756,00 |
| Peso Muestra Humeda compactado (g) | 1966,10 | 2120,90 | 2141,40 | 2042,90 | 2002,00 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm ³) | 2,091 | 2,255 | 2,277 | 2,172 | 2,129 |

| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|
| Recipiente | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 |
| Peso Recipiente (g) | 20,90 | 11,90 | 12,20 | 21,20 | 21,20 | 12,10 | 12,10 | 21,00 | 12,00 | 21,00 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 77,50 | 37,40 | 32,60 | 88,40 | 86,90 | 39,30 | 42,50 | 100,80 | 38,60 | 100,00 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 74,20 | 36,00 | 31,20 | 83,30 | 80,80 | 36,70 | 39,20 | 92,00 | 35,30 | 90,10 |
| Peso del Agua (g) | 3,30 | 1,40 | 1,40 | 5,10 | 6,10 | 2,60 | 3,30 | 8,80 | 3,30 | 9,90 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 53,30 | 24,10 | 19,00 | 62,10 | 59,60 | 24,60 | 27,10 | 71,00 | 23,30 | 69,10 |
| Cont. de humedad (%) | 6,19 | 5,81 | 7,37 | 8,21 | 10,23 | 10,57 | 12,18 | 12,39 | 14,16 | 14,33 |
| W medio (%) | 6,0 | | 7,8 | | 10,4 | | 12,3 | | 14,2 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,972 | | 2,092 | | 2,062 | | 1,935 | | 1,863 | |



| RESULTADOS | |
|---------------------------|-------|
| MDS (gr/cm ³) | 2,110 |
| OCH (%) | 8,7 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
Altura: 11.6 cm


 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527

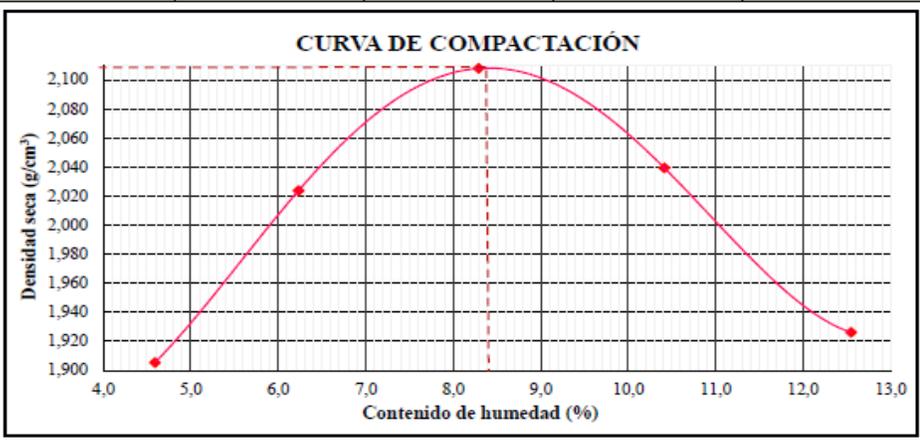

 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 PUNTA BLANCA 17100
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2
Coordenadas UTM **Este:** 196817 **Norte:** 8812736 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 21/12/2020

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1157, MTC E 115-2000

| % de Polvo de Vidrio Reciclado: 5% | Metodo de Ensayo: A | Energia de compactación: 2700 KN-m/m ³ |
|------------------------------------|---------------------|---|
| Determinación de la Densidad | | |
| Especimen N°: | 1 | 2 |
| Número de Capa | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1753,20 | 1753,20 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3627,40 | 3774,90 |
| Peso Muestra Humeda compactado (g) | 1874,20 | 2021,70 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm ³) | 1,993 | 2,150 |

| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Recipiente | R19 | R20 | R11 | R12 | R13 | R14 | R15 | R16 | R17 | R18 |
| Peso Recipiente (g) | 21,10 | 11,90 | 21,00 | 12,20 | 11,80 | 20,90 | 21,10 | 11,90 | 12,00 | 20,80 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 90,00 | 34,50 | 100,60 | 35,00 | 34,50 | 96,30 | 87,40 | 38,60 | 42,30 | 85,80 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 87,00 | 33,50 | 95,80 | 33,70 | 32,80 | 90,40 | 81,10 | 36,10 | 38,90 | 78,60 |
| Peso del Agua (g) | 3,00 | 1,00 | 4,80 | 1,30 | 1,70 | 5,90 | 6,30 | 2,50 | 3,40 | 7,20 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 65,90 | 21,60 | 74,80 | 21,50 | 21,00 | 69,50 | 60,00 | 24,20 | 26,90 | 57,80 |
| Cont. de humedad (%) | 4,55 | 4,63 | 6,42 | 6,05 | 8,10 | 8,49 | 10,50 | 10,33 | 12,64 | 12,46 |
| W medio (%) | 4,6 | | 6,2 | | 8,3 | | 10,4 | | 12,5 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,905 | | 2,024 | | 2,108 | | 2,039 | | 1,926 | |



| RESULTADOS | |
|---------------------------|-------|
| MDS (gr/cm ³) | 2,109 |
| OCH (%) | 8,4 |




 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527

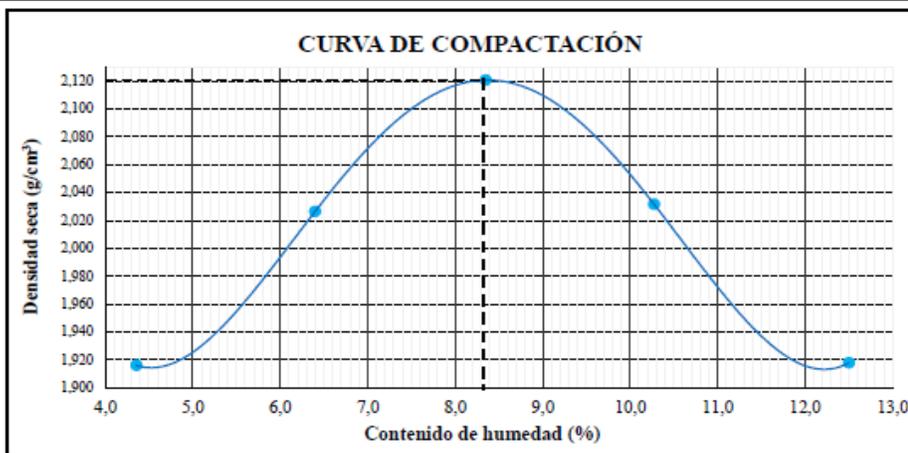

 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 No. Registro Profesional: 201742
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Comelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-2 **Profundidad (m):** 1.50 **Muestra N°:** M-2
Coordenadas UTM **Este:** 196817 **Norte:** 8812736 **Altitud:** 77 m s.n.m
Fecha del ensayo: 22/12/2020

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1157, MTC E 115-2000

| % de Polvo de Vidrio Reciclado: 8% | | Metodo de Ensayo: A | | Energia de compactación: 2700 KN-m/m ³ | |
|-------------------------------------|--------------|---------------------|--------------|---|--------------|
| Determinación de la Densidad | | | | | |
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1753,20 | 1753,20 | 1753,20 | 1753,20 | 1753,20 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3633,80 | 3780,90 | 3914,00 | 3860,20 | 3782,50 |
| Peso Muestra Húmeda compactado (g) | 1880,60 | 2027,70 | 2160,80 | 2107,00 | 2029,30 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm³) | 2,000 | 2,156 | 2,298 | 2,240 | 2,158 |

| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Recipiente | R29 | R30 | R21 | R22 | R23 | R24 | R25 | R26 | R27 | R28 |
| Peso Recipiente (g) | 11,90 | 21,00 | 11,80 | 20,90 | 12,00 | 21,20 | 12,00 | 21,00 | 12,10 | 21,00 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 35,30 | 75,00 | 36,30 | 97,10 | 39,60 | 93,80 | 42,40 | 86,80 | 47,10 | 96,80 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 34,30 | 72,80 | 34,80 | 92,60 | 37,40 | 88,40 | 39,60 | 80,60 | 43,20 | 88,40 |
| Peso del Agua (g) | 1,00 | 2,20 | 1,50 | 4,50 | 2,20 | 5,40 | 2,80 | 6,20 | 3,90 | 8,40 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 22,40 | 51,80 | 23,00 | 71,70 | 25,40 | 67,20 | 27,60 | 59,60 | 31,10 | 67,40 |
| Cont. de humedad (%) | 4,46 | 4,25 | 6,52 | 6,28 | 8,66 | 8,04 | 10,14 | 10,40 | 12,54 | 12,46 |
| W medio (%) | 4,4 | | 6,4 | | 8,3 | | 10,3 | | 12,5 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,916 | | 2,026 | | 2,121 | | 2,032 | | 1,918 | |



| RESULTADOS | |
|---------------------------|--------------|
| MDS (gr/cm ³) | 2,121 |
| OCH (%) | 8,3 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
Altura: 11.6 cm


 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

CALICATA N° 03

| | | |
|---|---|---|
|  | <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA</p> <p>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL</p> <p>Laboratorio de Mecanica de Suelos</p> |  |
|---|---|---|

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima

Calicata N°: C-3 **Profundidad (m):** 1.60 **Muestra N°:** M-3

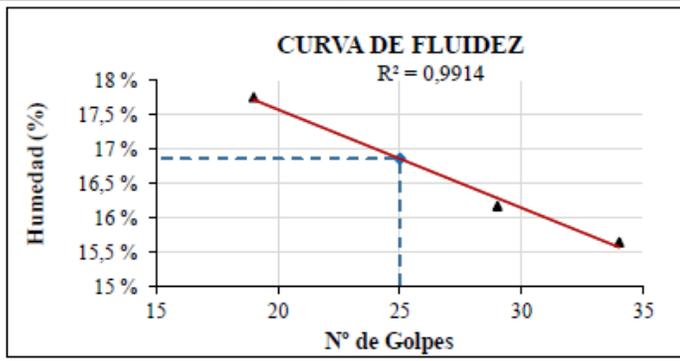
Coordenadas UTM **Este:** 196621 **Norte:** 8812662 **Altitud:** 77 m.s.n.m

Fecha del ensayo: 14/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 2%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-----------|----|
| | | N° | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 |
| Golpes | N° | 34 | 29 | 19 | | | |
| Recipiente | N° | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | |
| Peso del recipiente | (g) | 11,90 | 12,10 | 11,90 | 21,20 | 21,20 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 25,20 | 27,90 | 29,80 | 26,70 | 26,80 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 23,4 | 25,70 | 27,10 | 25,90 | 26,00 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,80 | 2,20 | 2,70 | 0,80 | 0,80 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 11,50 | 13,60 | 15,20 | 4,70 | 4,80 | |
| Contenido de Humedad | % | 15,7 | 16,2 | 17,8 | 17,0 | 16,7 | |
| w media | % | | | | | 17 | |



RESULTADOS:

| | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 17 |
| L. Plastico : | 17 |
| Indice de Plasticidad : | 0 |

Herramientas:




 Bgla. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Pres. Calicata de Muestreo CP. N. 10740

Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima

Calicata N°: C-3 **Profundidad (m):** 1.60 **Muestra N°:** M-3

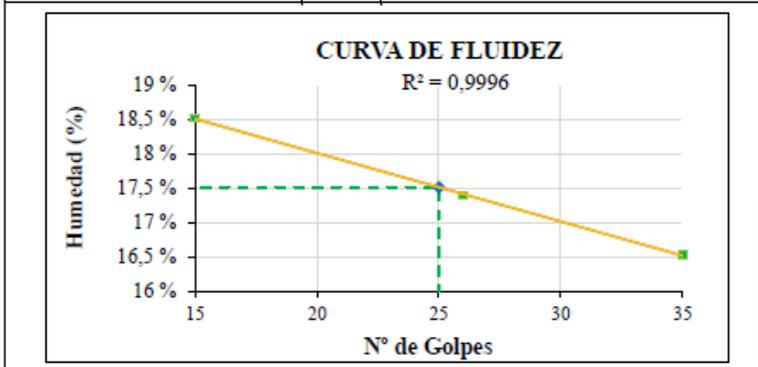
Coordenadas UTM **Este:** 196621 **Norte:** 8812662 **Altitud:** 77 m.s.n.m

Fecha del ensayo: 18/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 5%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-------|--|
| | | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | |
| Golpes | N° | 35 | 26 | 15 | | | |
| Recipiente | N° | R6 | R7 | R8 | R9 | R10 | |
| Peso del recipiente | (g) | 12,00 | 12,20 | 12,20 | 20,80 | 20,80 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 26,10 | 28,40 | 31,40 | 26,70 | 26,60 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 24,10 | 26,00 | 28,40 | 25,90 | 25,80 | |
| Peso de Agua | (g) | 2,00 | 2,40 | 3,00 | 0,80 | 0,80 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 12,10 | 13,80 | 16,20 | 5,10 | 5,00 | |
| Contenido de Humedad | % | 16,5 | 17,4 | 18,5 | 15,7 | 16,0 | |
| w media | % | | | | | 16 | |



RESULTADOS:

| | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 18 |
| L. Plastico : | 16 |
| Indice de Plasticidad : | 2 |




Bga. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio
 de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527


DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Asesor de Investigación
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi

Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima

Calicata N°: C-3 **Profundidad (m):** 1.60 **Muestra N°:** M-3

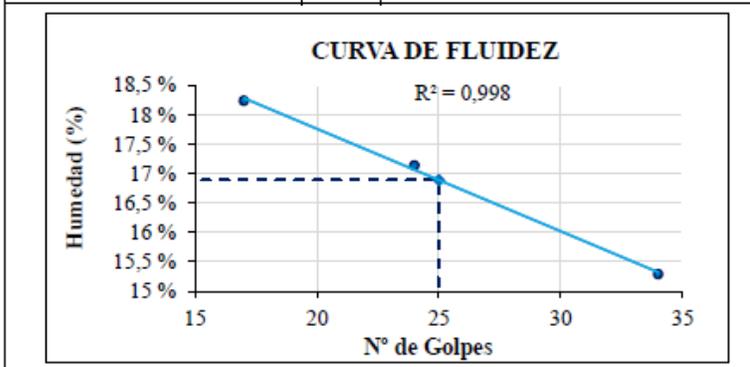
Coordenadas UTM **Este:** 196621 **Norte:** 8812662 **Altitud:** 77 m.s.n.m

Fecha del ensayo: 19/01/2021

LIMITES DE CONSISTENCIA - ASTM D 4318, MTC E 110, MTC E 111

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 8%

| DESCRIPCION | UND | LIMITE LIQUIDO | | | LIMITE PLASTICO | | |
|-----------------------------------|-----|----------------|-------|-------|-----------------|-----------|--|
| Golpes | N° | 34 | 24 | 17 | | | |
| Recipiente | N° | R11 | R12 | R13 | R14 | R15 | |
| Peso del recipiente | (g) | 12,00 | 12,10 | 12,00 | 20,90 | 20,90 | |
| Peso de Recipiente + Suelo Humedo | (g) | 21,80 | 24,40 | 30,80 | 26,50 | 26,70 | |
| Peso Recipiente + Suelo Seco | (g) | 20,50 | 22,60 | 27,90 | 25,70 | 25,90 | |
| Peso de Agua | (g) | 1,30 | 1,80 | 2,90 | 0,80 | 0,80 | |
| Peso de Suelo Seco | (g) | 8,50 | 10,50 | 15,90 | 4,80 | 5,00 | |
| Contenido de Humedad | % | 15,3 | 17,1 | 18,2 | 16,7 | 16,0 | |
| w media | % | | | | | 16 | |



| RESULTADOS: | |
|-------------------------|----|
| L. Liquido : | 17 |
| L. Plastico : | 16 |
| Indice de Plasticidad : | 1 |




 Big. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES

 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio
 de Mecanica de Suelos
Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
DNI: 44788527

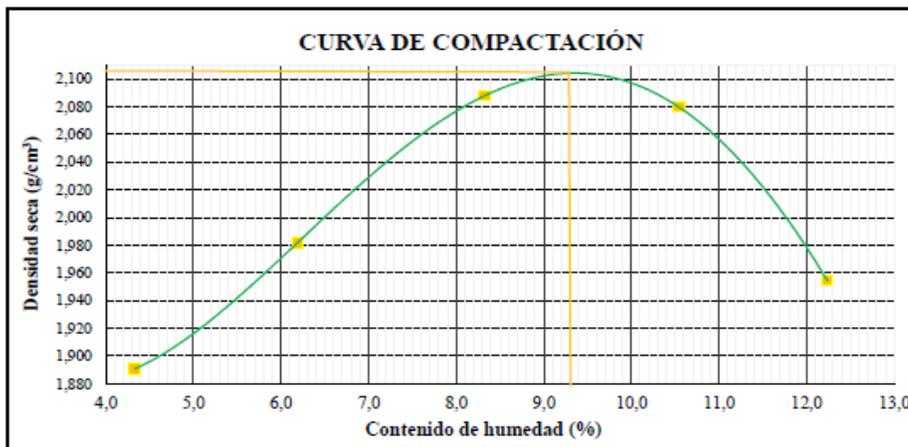

 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 No. Colección de Profesores 017.11.201747

 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
DNI: 70407573

| | | |
|--|--|---|
|  | UNIVERSIDAD NACIONAL DE BARRANCA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Laboratorio de Mecanica de Suelos |  |
| Testista: Noel Cornelio, Esther Noemi Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima Calicata N°: C-3 Profundidad (m): 1.60 Muestra N°: M-3 Coordenadas UTM Este: 196621 Norte: 8812662 Altitud: 77 m.s.n.m Fecha del ensayo: 28/12/2020 | | |
| PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557, MTC E 115 | | |

| | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|---|---------|---------|---------|
| % de Polvo de Vidrio Reciclado: 2% | Metodo de Ensayo: A | Energia de compactación: 2700 KN-m/m ³ | | | |
| Determinación de la Densidad | | | | | |
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3609,00 | 3733,00 | 3881,00 | 3916,00 | 3817,00 |
| Peso Muestra Húmeda compactado (g) | 1855,00 | 1979,00 | 2127,00 | 2162,00 | 2063,00 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm ³) | 1,972 | 2,104 | 2,262 | 2,299 | 2,194 |

| | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
| Recipiente | R9 | R10 | R1 | R2 | R3 | R4 | R5 | R6 | R7 | R8 |
| Peso Recipiente (g) | 20,80 | 12,00 | 12,00 | 21,00 | 11,90 | 20,90 | 21,10 | 12,00 | 12,00 | 20,90 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 76,00 | 33,80 | 34,00 | 88,90 | 31,50 | 79,20 | 77,20 | 37,40 | 34,90 | 86,10 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 73,70 | 32,90 | 32,70 | 85,00 | 30,00 | 74,70 | 71,80 | 35,00 | 32,40 | 79,00 |
| Peso del Agua (g) | 2,30 | 0,90 | 1,30 | 3,90 | 1,50 | 4,50 | 5,40 | 2,40 | 2,50 | 7,10 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 52,90 | 20,90 | 20,70 | 64,00 | 18,10 | 53,80 | 50,70 | 23,00 | 20,40 | 58,10 |
| Cont. de humedad (%) | 4,35 | 4,31 | 6,28 | 6,09 | 8,29 | 8,36 | 10,65 | 10,43 | 12,25 | 12,22 |
| W medio (%) | 4,3 | | 6,2 | | 8,3 | | 10,5 | | 12,2 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,891 | | 1,982 | | 2,088 | | 2,080 | | 1,954 | |



| |
|-----------------------------|
| RESULTADOS |
| MDS ((gr/cm ³)) |
| 2,105 |
| OCH (%) |
| 9,3 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
Altura: 11.6 cm

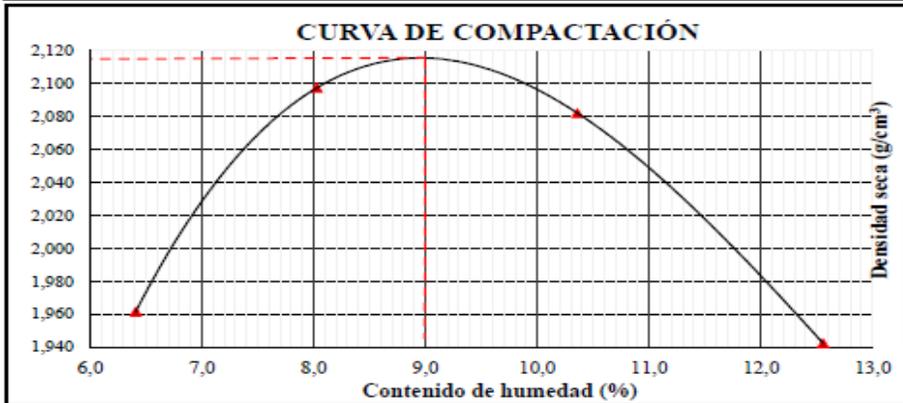

 Srta. GABRIELA LESLIE CALLE PACHECO
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Leslie Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 ANO. TITULO DE INGENIERO CIVIL N° 21742
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-3 **Profundidad (m):** 1.60 **Muestra N°:** M-3
Coordenadas UTM Este: 196621 Norte: 8812662 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 29/12/2020
PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557, MTC E 115

| | | | | | |
|-------------------------------------|---------|--------------------------|--------------------------|---------|----|
| Metodo de Ensayo: | A | Energia de compactación: | 2700 KN-m/m ³ | % PVR: | 5% |
| Determinación de la Densidad | | | | | |
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | |
| Peso Molde vacío (g) | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 | 1754,00 | |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3717,00 | 3885,00 | 3915,00 | 3810,00 | |
| Peso Muestra Humeda compactado (g) | 1963,00 | 2131,00 | 2161,00 | 2056,00 | |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | |
| D. Húmeda (g/cm ³) | 2,087 | 2,266 | 2,298 | 2,186 | |

| | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | |
| Recipiente | R11 | R12 | R13 | R14 | R15 | R16 | R17 | R18 |
| Peso Recipiente (g) | 12,20 | 21,00 | 12,00 | 21,00 | 21,00 | 12,10 | 21,00 | 12,00 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 36,20 | 81,40 | 35,30 | 83,10 | 83,70 | 28,90 | 75,20 | 28,90 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 34,70 | 77,90 | 33,60 | 78,40 | 77,90 | 27,30 | 69,20 | 27,00 |
| Peso del Agua (g) | 1,50 | 3,50 | 1,70 | 4,70 | 5,80 | 1,60 | 6,00 | 1,90 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 22,50 | 56,90 | 21,60 | 57,40 | 56,90 | 15,20 | 48,20 | 15,00 |
| Cont. de humedad (%) | 6,67 | 6,15 | 7,87 | 8,19 | 10,19 | 10,53 | 12,45 | 12,67 |
| W medio (%) | 6,4 | | 8,0 | | 10,4 | | 12,6 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,962 | | 2,098 | | 2,082 | | 1,942 | |



| |
|-----------------------------|
| RESULTADOS |
| MDS ((gr/cm ³)) |
| 2,115 |
| OCH (%) |
| 9,0 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
Altura: 11.6 cm


 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 Laboratorio de Mecanica de Suelos
 DNI: 44788527


 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

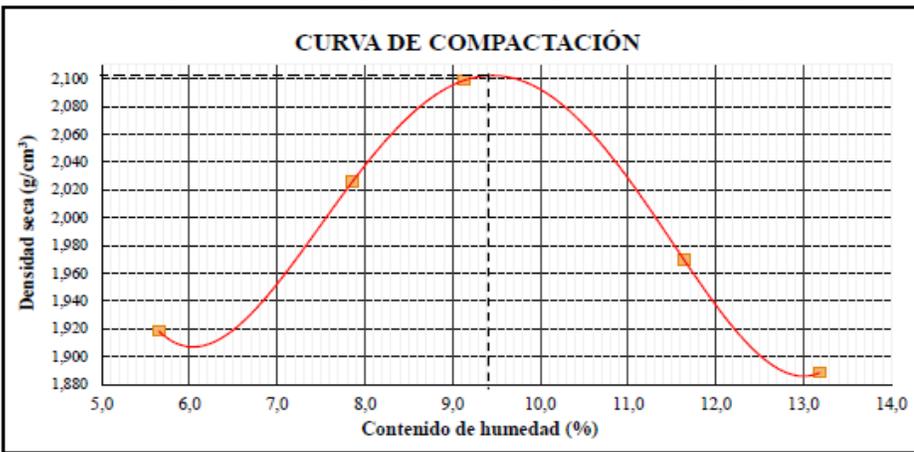
Tesista: Noel Cornelio, Esther Noemi
Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Localización: Jirón Miguel Grau Seminario - Urb. La Florida - Barranca - Barranca - Lima
Calicata N°: C-3 **Profundidad (m):** 1.60 **Muestra N°:** M-3
Coordenadas UTM **Este:** 196621 **Norte:** 8812662 **Altitud:** 77 m.s.n.m
Fecha del ensayo: 04/01/2021

PROCTOR MODIFICADO - ASTM D 1557, MTC E 115

% de Polvo de Vidrio Reciclado: 8% Metodo de Ensayo: **A** Energia de compactación: 2700 KN-m/m³

| Determinación de la Densidad | | | | | |
|------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Especimen N°: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Número de Capa | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| N° de Golpes por Capa | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Peso Molde vacío (g) | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 | 1753,00 |
| Peso Molde + Muestra Húmeda (g) | 3659,00 | 3808,00 | 3907,00 | 3821,00 | 3763,00 |
| Peso Muestra Humeda compactado (g) | 1906,00 | 2055,00 | 2154,00 | 2068,00 | 2010,00 |
| Volumen Molde (cm ³) | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 | 940,45 |
| D. Húmeda (g/cm ³) | 2,027 | 2,185 | 2,290 | 2,199 | 2,137 |

| Determinación del Contenido de Humedad | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Recipiente | R21 | R22 | R23 | R24 | R25 | R26 | R27 | R28 | R29 | R30 |
| Peso Recipiente (g) | 21,00 | 11,90 | 11,90 | 21,10 | 20,80 | 12,20 | 20,90 | 11,90 | 20,90 | 11,90 |
| Peso Recipiente + Muestra Húmeda (g) | 74,80 | 34,50 | 40,30 | 79,60 | 72,20 | 33,00 | 83,60 | 36,70 | 89,70 | 43,60 |
| Peso Recipiente + Muestra Seca (g) | 71,90 | 33,30 | 38,20 | 75,40 | 67,80 | 31,30 | 77,10 | 34,10 | 81,70 | 39,90 |
| Peso del Agua (g) | 2,90 | 1,20 | 2,10 | 4,20 | 4,40 | 1,70 | 6,50 | 2,60 | 8,00 | 3,70 |
| Peso de la Muestra Seca (g) | 50,90 | 21,40 | 26,30 | 54,30 | 47,00 | 19,10 | 56,20 | 22,20 | 60,80 | 28,00 |
| Cont. de humedad (%) | 5,70 | 5,61 | 7,98 | 7,73 | 9,36 | 8,90 | 11,57 | 11,71 | 13,16 | 13,21 |
| W medio (%) | 5,7 | | 7,9 | | 9,1 | | 11,6 | | 13,2 | |
| Densidad seca (g/cm ³) | 1,918 | | 2,026 | | 2,099 | | 1,970 | | 1,888 | |



| RESULTADOS | |
|-----------------------------|-------|
| MDS ((gr/cm ³)) | 2,102 |
| OCH (%) | 9,4 |

Dimensión del Molde:



Diametro: 10.16 cm
 Altura: 11.6 cm


 Bgla. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 RESP. DE LABORATORIOS Y TALLERES
 UNIDAD DE SERVICIOS GENERALES
 Firma - Visto bueno de responsable del Laboratorio de Mecanica de Suelos
 Lic. Gabriela Lesli Calle Pacheco
 DNI: 44788527


 DE LA CRUZ VEGA SLEYTHER ARTURO
 ING. CIVIL
 Asesor de Investigación
 Firma - Visto bueno del Asesor de la Investigación
 M(o). Ing. Sleyther Arturo De La Cruz Vega
 DNI: 70407573

13.6.2. Estudio de laboratorio – KNIGHT PIÉSOLD

13.6.2.1. Informes de los ensayos del suelo patrón y con polvo de vidrio reciclado

CALICATA N° 01



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-165



Registro N° LE-165

INFORME DE ENSAYO No.: **T21-40.01 (a)**

Fecha de emisión: 2021-11-28

Datos proporcionados por el solicitante (referidos al proyecto)

Proyecto No.: ---

Proyecto: **ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA**

Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA

Cliente: ---

Datos del cliente

Bachiller Esther Noemi Noel Cornelio

Barranca - Lima

Solicitante: Esther Noemi Noel Cornelio

Teléfono: (+51) 993227162

Email: noelesther.24@gmail.com

Datos proporcionados por el solicitante (referidos a la muestra)

Muestreado por: MTC E 101/MINAM

Fecha de muestreo: 2021-10-23

Identificación: **C-1**

Profundidad (m): **1,50**

No. de muestra: M-1

Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m

Coordenadas: N:8812892 E:197204

Elevación: 82 msnm

Otra referencia: ---

Datos de la muestra recibida

ID Laboratorio: T21-40.01

ID cliente: T396

Tipo: MAB

Material: Suelo

Presentación: 4 costales cerrados

Cantidad: Aprox. 196 kg

Fecha de recepción: 2021-10-27

Requisitos y/o especificaciones del solicitante

Resultados

| ENSAYO | DESIGNACIÓN DEL MÉTODO | RESULTADO | REPORTE DE ENSAYO No. |
|--|---------------------------------|---|-----------------------|
| Determinación del Contenido de Humedad de Suelos y Roca | ASTM D2216-19 | Humedad promedio (%) = 5 | T21-40.01-Hum(a) |
| Distribución Granulométrica de Suelos por Tamizado | ASTM D6913/D6913M-17 | % Que pasa el tamiz estándar: 3 in. No. 10 90 2 in. No. 20 88 1 1/2 in. 100 No. 40 85 1 in. 99 No. 60 78 3/4 in. 97 No. 100 62 3/8 in. 93 No. 140 52 No. 4 92 No. 200 45 | T21-40.01-Gr.T(a) |
| Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos | ASTM D4318-17 ²¹ | LL = 22 LP = 13 IP = 9 | T21-40.01-Lim(a) |
| Clasificación de Suelos para Fines de Ingeniería - SUCS | ASTM D2487-17 ²¹ | Clayey sand (SC) | T21-40.01-SUCS(a) |
| Gravedad Específica de Sólidos del Suelo por Picnómetro con Agua | ASTM D854-14 | G _s = 2,71 | T21-40.01-Gs(a) |
| Características de Suelos Compactados en Laboratorio Empleando Energía Modificada (2 700 kN-m/m ³) | ASTM D1557-12 (Reapproved 2021) | Mod-γ _{d,max} (kN/m ³) = 20,79 Mod-w _{opt} (%) = 8,6 Mod-γ _{d,max,corr} (kN/m ³) = 21,16 Mod-w _{opt,corr} (%) = 8,0 | T21-40.01-Pro.M(a) |
| CBR de Laboratorio (natural) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 48,9 53,8 CBR 95% MDS = 33,5 38,5 | T21-40.01-CBR-NAT(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 2%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 55,0 68,7 CBR 95% MDS = 44,0 53,5 | T21-40.01-CBR+2%(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 5%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 53,2 66,7 CBR 95% MDS = 43,5 50,0 | T21-40.01-CBR+5%(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 8%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 55,0 74,1 CBR 95% MDS = 43,5 58,5 | T21-40.01-CBR+8%(a) |

Observaciones: Anexos: 11 reportes de ensayo (11 páginas)

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por INACAL-DA

Este informe reemplaza al T21-40.01

Informe T21-40.01a (T396)

Página 1 de 12

INFORME DE ENSAYO No.: T21-40.01 (a)

Fecha de emisión: 2021-11-28

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A. y los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada. Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Las fechas de ejecución de las actividades de laboratorio se indican en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte integral del presente informe.

El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.

Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación de INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los firmantes de la Cooperación Interamericana de Acreditación (IAC) y de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC).

Knight Piésold Consultores S.A. - Laboratorio Geotécnico
Calle Tupayauri 682, San Juan de Lurigancho, Lima 15401 - Perú
Teléfono: (+51) 1 6279049
E-mail: Lima-kplab@knightpiesold.com

Autorizado por:

Waldo Flores P.
Coordinador de Laboratorio Geotécnico



Firmado digitalmente por Waldo Flores Perez
Nombre de reconocimiento (DN): cn=Waldo
Flores Perez, o=Knight Piésold Consultores
S.A., ou=Laboratorio Geotécnico,
email=wflores@knightpiesold.com, c=PE
Motivo: Soy el autor de este documento
Fecha: 2021.11.28 18:23:56 -05'00'

Fin del informe

Informe T21-40.01a (T396)
Página 2 de 12



| |
|--|
| REPORTE DE ENSAYO No. : T21-40.01-Hum(a) |
| DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS Y ROCA |
| ASTM D2216-19 |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

Registros y cálculos del ensayo

| | | |
|--|---------------------|--|
| Tamaño máximo de partícula (visual) | No. 4 | |
| Método (A: ± 1% B: ± 0.1%) | A | |
| Clasificación visual (SUCS) | SC | |
| Espécimen de ensayo | 1 | |
| Tara No. | K-36 | |
| Masa de tara (g) | 332 | |
| Masa de suelo húmedo + tara (g) | 6 111,0 | |
| Temp. del horno (si no es 110 ± 5 °C) | --- | |
| Fecha y hora de ingreso a horno | 2021-10-28 17:30 | |
| Primer registro: masa seca + tara (g) | 5 846,0 | |
| Fecha y hora de primer registro: | 2021-10-29 09:00 | |
| Segundo registro: masa seca + tara (g) | 5 843,0 | |
| Fecha y hora de segundo registro | 2021-10-29 12:00 | |
| Tercer registro: masa seca + tara (g) | --- | |
| Fecha y hora de tercer registro | --- | |
| Masa de agua (g) | 268,0 | |
| Masa de suelo seco (g) | 5 511,0 | |
| Humedad (%) | 4,9 | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | 5 | |

Observaciones

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-10-28
Fecha término: 2021-10-29

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-Gr.T(a) |
| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS POR TAMIZADO |
| ASTM D6913/D6913M-17 |
| A ■ B □ |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

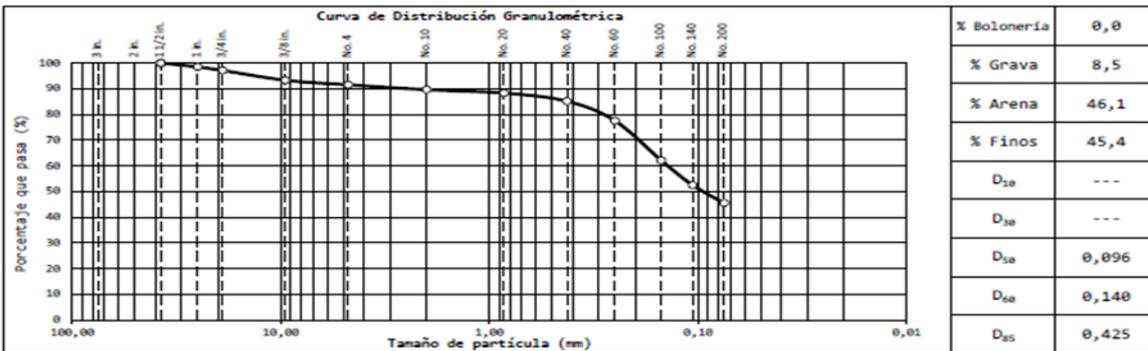
| | | | |
|--------------------------------|---|-------------------------|-------|
| Procesamiento empleado: | Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Seco al aire <input type="checkbox"/> Seco al horno <input type="checkbox"/> | Tamaño máximo (visual): | No. 4 |
| Clasificación visual inicial: | Clayed sand (SC) | | |
| Ensayos previos del espécimen: | --- | | |
| Observaciones: | | | |

Registros y cálculos del ensayo

| | | | | | |
|--|----------------|----------------|-----------------------------------|---|-----------------|
| Completar 1ra y/o 2da si se realiza tamizado compuesto | 1ra separación | 2da separación | Tamizado simple/ Fracción fina | Se empleó agente dispersante: | No |
| Tamiz de separación - Designación | 3/4 in. | No. 4 | --- | Se empleó equipo de agitación: | No |
| Fracción gruesa retenida seca (g) | --- | --- | --- | Masa de fracción fina seca luego de lavado (g): | 110,1 |
| Fracción gruesa retenida, limpia y seca + fondo (g) | 5 293 | 181 | --- | Pérdidas por procesamiento (X): | |
| Fracción fina pasante - húmeda (g) | 183 139 | 3 094 | 222,1 | Fase de ensayo | Lavado Tamizado |
| Humedad de fracción fina pasante - ASTM D2216 (%) | 3,9 | 4,6 | 4,6 | 1ra separación | --- |
| Fracción fina pasante seca (g) | 176 265 | 2 958 | --- | 2da separación | 0,00 |
| Masa total inicial seca (g) | 181 558 | 3 139 | 212,3 | Fracción fina | 0,00 |

| Tamiz 8" diám. | | Masas secas retenidas(1) | | | Control en tamiz separador (%) | Factor de tamizado | Retenido parcial (%) | Retenido acumulado (%) | PORCENTAJE QUE PASA (%) |
|------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| Designación (ASTM E11) | Abertura (mm) | Fracción gruesa de 1ra separación (g) | Fracción gruesa de 2da separación (g) | Fracción fina/Tamizado simple (g) | | | | | |
| 3 in. | 75,00 | 0,0 | | | | | | | |
| 2 in. | 50,00 | 0,0 | | | | | | | |
| 1 1/2 in. | 37,50 | 144,0 | | | | 0,000551 | 0,1 | 0,1 | 100 |
| 1 in. | 25,00 | 2 589,0 | | | | 0,000551 | 1,4 | 1,5 | 99 |
| 3/4 in. | 19,00 | 2 560,0 | | | 0,0 | 0,000551 | 1,4 | 2,9 | 97 |
| 3/8 in. | 9,50 | 0,0 | 124,0 | | 0,0 | 0,030934 | 3,8 | 6,7 | 93 |
| No. 4 | 4,75 | | 57,0 | | 0,0 | 0,030934 | 1,8 | 8,5 | 92 |
| No. 10 | 2,000 | | 0,0 | 4,42 | 0,0 | 0,431005 | 1,9 | 10,4 | 90 |
| No. 20 | 0,850 | | | 2,91 | | 0,431005 | 1,3 | 11,7 | 88 |
| No. 40 | 0,425 | | | 7,47 | | 0,431005 | 3,2 | 14,9 | 85 |
| No. 60 | 0,250 | | | 17,59 | | 0,431005 | 7,6 | 22,5 | 78 |
| No. 100 | 0,150 | | | 35,88 | | 0,431005 | 15,5 | 38,0 | 62 |
| No. 140 | 0,106 | | | 22,21 | | 0,431005 | 9,6 | 47,6 | 52 |
| No. 200 | 0,075 | | | 16,25 | | 0,431005 | 7,0 | 54,6 | 45 |
| Fondo | - | | | 3,33 | | | | | |

(1) Puede referirse a masas determinadas directamente o a la sumatoria de determinaciones parciales para cada tamiz.



Observaciones

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-10-30
Fecha término: 2021-11-04

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-Lim(a)
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E
ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D4318-17¹

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

Humedad de recepción (%): 5 Tamaño máximo: 1 1/2 in. Ret. en tamiz No. 40 (%) 15

Preparación del espécimen

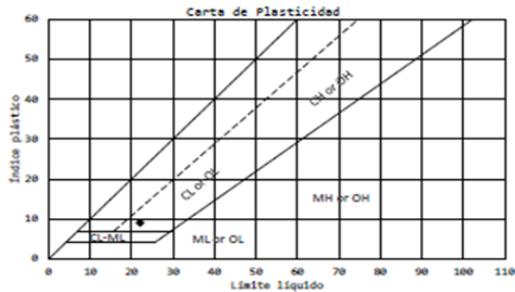
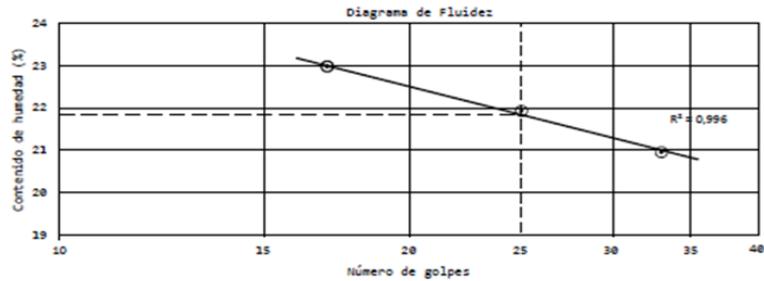
| | | |
|---|----------------------------------|-----------------|
| Húmeda ■ | Lavado en tamiz No. 40 ■ | Agua de mezcla: |
| Secado al aire | Tamizado en seco en tamiz No. 40 | Destilada ■ |
| Secado al horno | Mecánicamente por tamiz No. 40 | Desmineralizada |
| Mezclado en cápsula y partículas de arena removidas | | Otra |

Equipos empleados

| | | |
|------------------|-------------------|---------------------------|
| Límite plástico | Límite líquido | Ranurador Casagrande/ASTM |
| Rolado manual ■ | Equipo manual ■ | Metálico |
| Rolador mecánico | Equipo motorizado | Plástico ■ |

Registros y cálculos del ensayo

| Número de cápsula | Límite Líquido (Método A) | | | Límite Plástico | |
|------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | L-41 | L-28 | L-37 | L-14 | L-13 |
| Masa de cápsula (g) | 10,97 | 10,84 | 10,92 | 11,06 | 10,92 |
| Masa de cápsula + suelo húmedo (g) | 25,92 | 26,02 | 26,87 | 18,40 | 18,46 |
| Masa de cápsula + suelo seco (g) | 23,33 | 23,29 | 23,89 | 17,54 | 17,58 |
| Masa de suelo seco (g) | 12,36 | 12,45 | 12,97 | 6,48 | 6,66 |
| Masa de agua (g) | 2,59 | 2,73 | 2,98 | 0,86 | 0,88 |
| Contenido de Humedad (%) | 20,95 | 21,93 | 22,98 | 13,27 | 13,21 |
| Número de golpes | 33 | 25 | 17 | | |



| | |
|--|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO, LL | 22 |
| LÍMITE PLÁSTICO, LP | 13 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP | 9 |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ, IL | -0,89 |
| CLASIFICACIÓN SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD | CL |

Observaciones

| | | | |
|----------------|------------|---------------|------------|
| Ensayado por: | L. Sánchez | Revisado por: | W. Flores |
| Fecha inicio: | 2021-11-08 | Fecha: | 2021-11-09 |
| Fecha término: | 2021-11-09 | | |

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.



| |
|---|
| REPORTE No.: T21-40.01-SUCS(a) CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS) ASTM D2487-17 ^{e1} |
|---|

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

Resultados obtenidos del ensayo ASTM D6913/D6913M

REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-Gr.T(a)

Porcentaje que pasa el tamiz indicado:

| 3 in. | 2 in. | 1 1/2 in. | 1 in. | 3/4 in. | 3/8 in. | No. 4 | No. 10 | No. 20 | No. 40 | No. 60 | No. 100 | No. 140 | No. 200 |
|-------|-------|-----------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 100 | 99 | 97 | 93 | 92 | 90 | 88 | 85 | 78 | 62 | 52 | 45 | | |

Diámetros definidos:

$D_{60} = 0,140$ $D_{30} = ---$ $D_{10} = ---$

Coefficientes calculados:

$C_u = ---$ $C_c = ---$

Proporciones definidas:

| | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|
| % de Bolones: 0,0 | % de Grava: 8,5 | % de Arena: 46,1 | % de Finos: 45,4 |
| | Gruesa: 2,9 | Gruesa: 1,9 | |
| | Fina: 5,6 | Medía: 4,5 | |
| | | Fina: 39,7 | |

Resultados obtenidos del ensayo ASTM D4318

REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-Lim(a)

LL= 22 LP= 13 IP= 9

Clasificación SUCS

SÍMBOLO DE GRUPO:

SC

NOMBRE DE GRUPO:

Clayey sand

NOMBRE LOCAL:
 (Referenciado a la NTP 339.134)

Arena arcillosa

Observaciones

Desarrollado por: W. Flores
 Fecha: 2021-11-09

Revisado por: W. Flores
 Fecha: 2021-11-09

Este reporte sólo es válido si es parte integral de un Informe de ensayo emitido por el Laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.



| |
|---|
| <p align="center">REPORTE DE ENSAYO No. : T21-40.01-Gs(a)</p> <p align="center">GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DEL SUELO POR</p> <p align="center">PICNÓMETRO CON AGUA</p> <p align="center">ASTM D854-14</p> |
|---|

Hoja 1 de 1

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

| | | | |
|---------------------|--|----------------------------|----|
| Clasificación SUCS: | SC (Clayey sand) | % Que pasa el tamiz No. 4: | 92 |
| Observaciones: | El suelo ensayado corresponde al pasante del tamiz No. 4 | | |

Registros y cálculos del ensayo

| | F-06 | F-09 | |
|---|-------------|---------|--|
| Identificación de picnómetro | F-06 | F-09 | |
| Método empleado | A | A | |
| Temperatura de ensayo (°C) | 22,1 | 22,1 | |
| Densidad del agua a temperatura de ensayo (g/ml) | 0,99775 | 0,99775 | |
| Masa promedio calibrada de picnómetro (g) | 166,70 | 143,75 | |
| Volumen promedio calibrado de picnómetro (ml) | 499,50 | 499,55 | |
| Masa de picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g) | 665,08 | 642,18 | |
| Masa de picnómetro + agua + suelo a temperatura de ensayo (g) | 725,86 | 703,13 | |
| Masa de suelo seco (g) | 96,26 | 96,51 | |
| Gravedad específica de sólidos del suelo a temperatura de ensayo, G_t | 2,713 | 2,714 | |
| Coefficiente de temperatura, K | 0,99954 | 0,99954 | |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DEL SUELO A 20 °C, $G_{20} °C$ | 2,712 | 2,713 | |
| G_s PROMEDIO | 2,71 | | |

Observaciones

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-10-30
Fecha término: 2021-11-05

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-Pro.M(a)
CARACTERÍSTICAS DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
EMPLEANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kN-m/m³)
ASTM D1557-12 (Reapproved 2021)

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

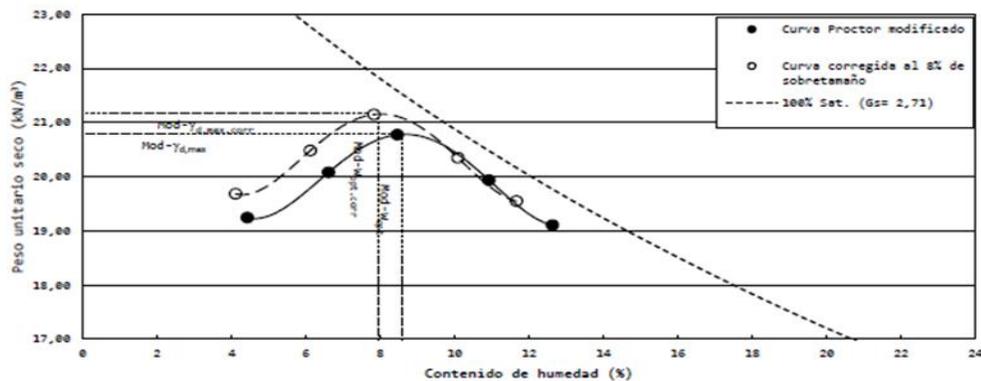
| | | | |
|-----------------------|--------------------------|---|-----------|
| Clasificación SUCS: | SC (Clayey sand), marrón | Tamaño máximo considerado: | 1 1/2 in. |
| % ret. tamiz 3/4 in.: | 3 | Fracción de ensayo (%): | 92,0 |
| % ret. tamiz 3/8 in.: | 7 | G _s fracción de ensayo ⁽¹⁾ : | 2,71 |
| % ret. tamiz No. 4: | 8 | G _{s,00} fracción sobretamaño ⁽²⁾ : | 2,72 |
| Método de ensayo: | A | % w fracción sobretamaño: | 0,5 |
| | | Humedad de recepción (%): | 5,0 |
| | | Método de preparación: | Húmedo |

Equipo empleado

| | | |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|
| Volumen del molde (cm ³) | Masa de molde (g) | Tipo de martillo |
| 938,5 | 4 214 | Manual |

Registros y cálculos del ensayo

| Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| Agua añadida (%) | 0,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 |
| Masa de suelo + molde (g) | 6 137 | 6 262 | 6 370 | 6 330 | 6 273 |
| Masa de suelo (g) | 1 923 | 2 048 | 2 156 | 2 116 | 2 059 |
| DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³) | 2,049 | 2,182 | 2,297 | 2,255 | 2,194 |
| Tara No. | J-24 | J-51 | J-22 | J-72 | J-7 |
| Masa de tara (g) | 135,4 | 168,9 | 136,6 | 174,1 | 113,8 |
| Masa de suelo húmedo + tara (g) | 665,3 | 889,0 | 830,8 | 841,9 | 601,1 |
| Masa de suelo seco + tara (g) | 642,9 | 769,4 | 776,7 | 776,2 | 546,5 |
| HUMEDAD (%) | 4,4 | 6,6 | 8,5 | 10,9 | 12,6 |
| DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1,962 | 2,047 | 2,118 | 2,033 | 1,948 |
| PESO UNITARIO SECO (kN/m ³) | 19,24 | 20,08 | 20,77 | 19,94 | 19,10 |



Resultados del ensayo

Aplicación de ASTM D4718/D4718M

| | | | |
|---|----------------------|---|-------|
| Fracción ensayada: | Menor al tamiz No. 4 | Fracción sobretamaño de la muestra (%) | 8,0 |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 2,120 | MÁXIMA DENSIDAD SECA CORREGIDA (g/cm ³) | 2,158 |
| PESO UNITARIO MÁXIMO (kN/m ³) | 20,79 | PESO UNITARIO MÁXIMO CORREGIDO (kN/m ³) | 21,16 |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 8,6 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD CORREGIDO (%) | 8,0 |

Observaciones

(1) Valor determinado (2) Valor estimado

Ensayado por: J. Velásquez Revisado por: M. Flores
Fecha inicio: 2021-11-03 Fecha: 2021-11-09
Fecha término: 2021-11-04

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-CBR-NAT(a) |
| RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO |
| ASTM D1883-16 |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

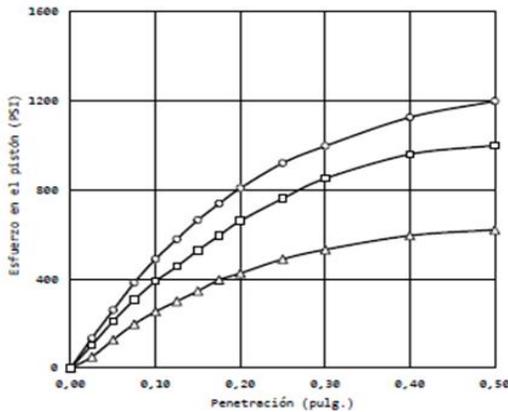
[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

| | | | |
|---|-------------------------|--|----|
| Clasificación SUCS: | SC (Clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 3 |
| Peso unitario máximo: | 21,16 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 8% |
| Observaciones: | | | |

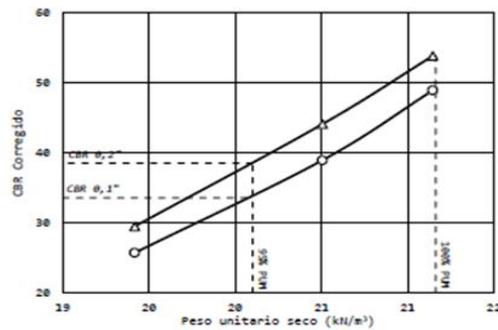
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 21,14 | 20,51 | 19,42 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,156 | 2,091 | 1,980 |
| Humedad inicial (%) | 8,5 | 8,7 | 8,5 |
| Humedad final (%) | 10,7 | 11,5 | 13,5 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 489,0 | 389,0 | 257,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 807,0 | 661,0 | 442,0 |

Resultados del ensayo



CRB a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CRB al 100% del peso unitario máximo | 48,9 |
| CRB al 95% del peso unitario máximo | 33,5 |

CRB a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CRB al 100% del peso unitario máximo | 53,8 |
| CRB al 95% del peso unitario máximo | 38,5 |

Observaciones:

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-02
Fecha término: 2021-11-08

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-08



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-CBR+2%(a) |
| RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO |
| ASTM D1883-16 |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

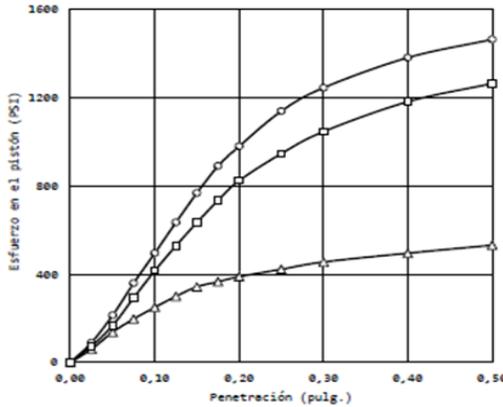
[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

| | |
|--|--|
| Clasificación SUCS: SC (Clayey sand) | Humedad de recepción (%): 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): 3 |
| Peso unitario máximo: 21,19 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: 8,2% |
| Observaciones: | |

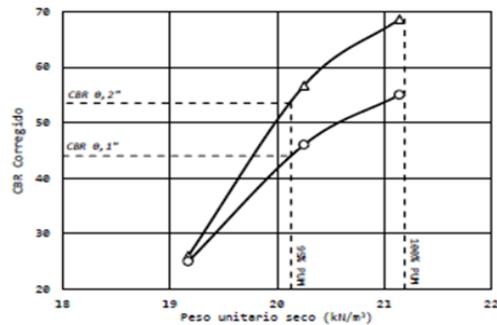
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 21,14 | 20,25 | 19,17 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,156 | 2,065 | 1,955 |
| Humedad inicial (%) | 8,8 | 8,8 | 8,9 |
| Humedad final (%) | 9,8 | 10,3 | 12,8 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 550,0 | 460,0 | 250,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 1 030,0 | 850,0 | 390,0 |

Resultados del ensayo



CRB a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 55,0 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 44,0 |

CRB a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 68,7 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 53,5 |

Observaciones:

Se añadió 2% de polvo de vidrio a la muestra

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-CBR+5%(a)
RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE
SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
ASTM D1883-16

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

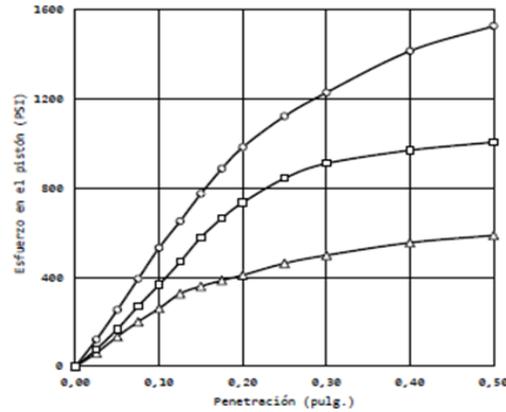
[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

| | | | |
|---|-------------------------|--|------|
| Clasificación SUCS: | SC (Clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 3 |
| Peso unitario máximo: | 21,12 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 7,9% |
| Observaciones: | | | |

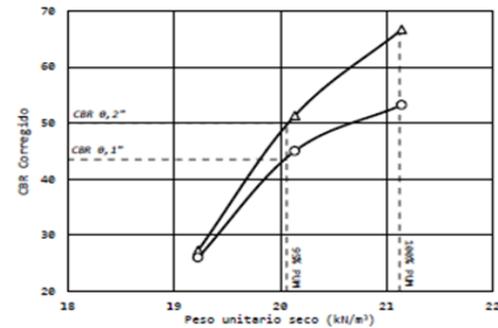
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 21,14 | 20,14 | 19,23 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,156 | 2,053 | 1,961 |
| Humedad inicial (%) | 9,0 | 9,1 | 8,7 |
| Humedad final (%) | 10,4 | 10,4 | 12,8 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 532,0 | 450,0 | 260,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 1 000,0 | 770,0 | 409,0 |

Resultados del ensayo



CRB a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 53,2 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 43,5 |

CRB a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 66,7 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 50,0 |

Observaciones:

Se añadió 5% de polvo de vidrio a la muestra

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.01-CBR+8%(a)
RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE
SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
ASTM D1883-16

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T396]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

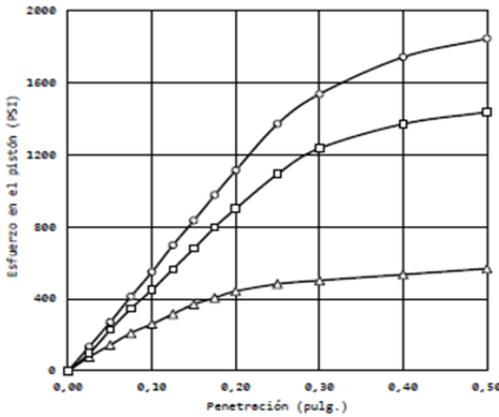
[Identificación: C-1][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-1]

[Progresiva/Cantera: Km 1 + 018,20 m][Coordenadas: N:8812892 E:197204][Elevación: 82 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.01]

| | | | |
|---|-------------------------|--|------|
| Clasificación SUCS: | SC (Clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 3 |
| Peso unitario máximo: | 21,09 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 8,1% |
| Observaciones: | | | |

Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo

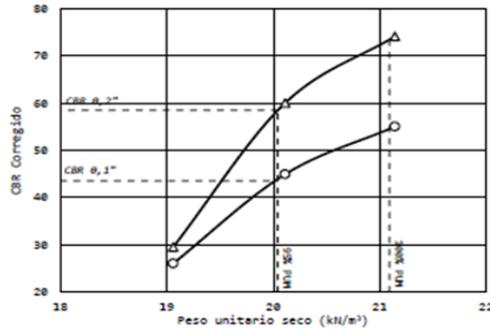


Condición:

Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 21,14 | 20,11 | 19,06 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,156 | 2,051 | 1,943 |
| Humedad inicial (%) | 8,6 | 9,1 | 8,6 |
| Humedad final (%) | 10,4 | 10,7 | 12,7 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 550,0 | 449,0 | 260,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 1 112,0 | 900,0 | 442,0 |

Resultados del ensayo



CBR a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 55,0 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 43,5 |

CBR a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 74,1 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 58,5 |

Observaciones:

Se añadió 8% de polvo de vidrio a la muestra

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27

INFORME DE ENSAYO No.: T21-40.02 (a)
 Fecha de emisión: 2021-11-28

Datos proporcionados por el solicitante (referidos al proyecto)
 Proyecto No.: ---
 Proyecto: **ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA**
 Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
 Cliente: ---

Datos del cliente
 Bachiller Esther Noemi Noel Cornelio
 Barranca - Lima
 Solicitante: Esther Noemi Noel Cornelio
 Teléfono: (+51) 993227162
 Email: noelesther.24@gmail.com

Datos proporcionados por el solicitante (referidos a la muestra)
 Muestreado por: MTC E 101/MINAM
 Fecha de muestreo: 2021-10-23
 Identificación: **C-2**
 Profundidad (m): **1,50**
 No. de muestra: M-2
 Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m
 Coordenadas: N:8812736 E:196817
 Elevación: 77 msnm
 Otra referencia: ---

Datos de la muestra recibida
 ID Laboratorio: T21-40.02
 ID cliente: T397
 Tipo: MAB
 Material: Suelo
 Presentación: 4 costales cerrados
 Cantidad: Aprox. 218 kg
 Fecha de recepción: 2021-10-27
 Requisitos y/o especificaciones del solicitante

Resultados

| ENSAYO | DESIGNACIÓN DEL MÉTODO | RESULTADO | REPORTE DE ENSAYO No. |
|--|---------------------------------|---|-----------------------|
| Determinación del Contenido de Humedad de Suelos y Roca | ASTM D2216-19 | Humedad promedio (%) = 4 | T21-40.02-Hum(a) |
| Distribución Granulométrica de Suelos por Tamizado | ASTM D6913/D6913M-17 | % Que pasa el tamiz estándar: 3 in. No. 10 95 2 in. No. 20 93 1 1/2 in. 100 No. 40 87 1 in. 99 No. 60 76 3/4 in. 99 No. 100 59 3/8 in. 97 No. 140 50 No. 4 96 No. 200 44 | T21-40.02-Gr.T(a) |
| Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos | ASTM D4318-17 ²¹ | LL = 21 LP = 13 IP = 8 | T21-40.02-Lim(a) |
| Clasificación de Suelos para Fines de Ingeniería - SUCS | ASTM D2487-17 ²¹ | Clayey sand (SC) | T21-40.02-SUCS(a) |
| Gravedad Específica de Sólidos del Suelo por Picnómetro con Agua | ASTM D854-14 | G _s = 2,72 | T21-40.02-Gs(a) |
| Características de Suelos Compactados en Laboratorio Empleando Energía Modificada (2 700 kN-m/m ³) | ASTM D1557-12 (Reapproved 2021) | Mod-γ _{d, max} (kN/m ³) = 20,82 Mod-w _{opt} (%) = 8,2 Mod-γ _{d, max, corr} (kN/m ³) = - Mod-w _{opt, corr} (%) = - | T21-40.02-Pro.M(a) |
| CBR de Laboratorio (natural) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 53,2 62,0 CBR 95% MDS = 38,0 41,0 | T21-40.02-CBR-NAT(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 2%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 56,5 72,3 CBR 95% MDS = 37,0 41,0 | T21-40.02-CBR+2%(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 5%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 55,8 71,7 CBR 95% MDS = 41,5 50,0 | T21-40.02-CBR+5%(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 8%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 57,5 68,6 CBR 95% MDS = 41,5 52,0 | T21-40.02-CBR+8%(a) |

Observaciones: Anexos: 11 reportes de ensayo (11 páginas)
 (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por INACAL-DA

Este informe reemplaza el T21-40.02

Este informe y sus anexos no pueden ser reproducidos total o parcialmente sin autorización escrita del Laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.

INFORME DE ENSAYO No.: T21-40.02 (a)
Fecha de emisión: 2021-11-28

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A. y los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada. Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.

Las fechas de ejecución de las actividades de laboratorio se indican en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte integral del presente informe.

El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.

Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación de INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los firmantes de la Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC) y de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC).

Knight Piésold Consultores S.A. - Laboratorio Geotécnico
Calle Tupayauri 682, San Juan de Lurigancho, Lima 15401 - Perú
Teléfono: (+51) 1 6279049
E-mail: Lima-kplab@knightpiesold.com

Autorizado por:

Waldo Flores P.
Coordinador de Laboratorio Geotécnico



Firmado digitalmente por Waldo Flores
Perez
Nombre de reconocimiento (DN): cn=Waldo
Flores Perez, o=Knight Piésold Consultores
S.A., ou=Laboratorio Geotécnico,
email=wflores@knightpiesold.com, c=PE
Motivo: Soy el autor de este documento
Fecha: 2021.11.28 18:26:26 -05'00'

Fin del informe



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-Hum(a) |
| DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS Y ROCA |
| ASTM D2216-19 |

Hoja 1 de 1

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

Registros y cálculos del ensayo

| | | | |
|--|---------------------|--|--|
| Tamaño máximo de partícula (visual) | No. 4 | | |
| Método (A: ± 1% B: ± 0.1%) | A | | |
| Clasificación visual (SUCS) | SC | | |
| Especimen de ensayo | 1 | | |
| Tara No. | K-35 | | |
| Masa de tara (g) | 329 | | |
| Masa de suelo húmedo + tara (g) | 5 502,0 | | |
| Temp. del horno (si no es 110 ± 5 °C) | --- | | |
| Fecha y hora de ingreso a horno | 2021-10-28 17:30 | | |
| Primer registro: masa seca + tara (g) | 5 285,0 | | |
| Fecha y hora de primer registro: | 2021-10-29 09:00 | | |
| Segundo registro: masa seca + tara (g) | 5 282,0 | | |
| Fecha y hora de segundo registro | 2021-10-29 12:00 | | |
| Tercer registro: masa seca + tara (g) | --- | | |
| Fecha y hora de tercer registro | --- | | |
| Masa de agua (g) | 220,0 | | |
| Masa de suelo seco (g) | 4 953,0 | | |
| Humedad (%) | 4,4 | | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | 4 | | |

Observaciones

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-10-28
Fecha término: 2021-10-29

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



REPORTE DE ENSAYO No. : T21-40.02-Gr.T(a)
DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS POR TAMIZADO
ASTM D6913/D6913M-17
A ■ B □

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]
[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]
[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

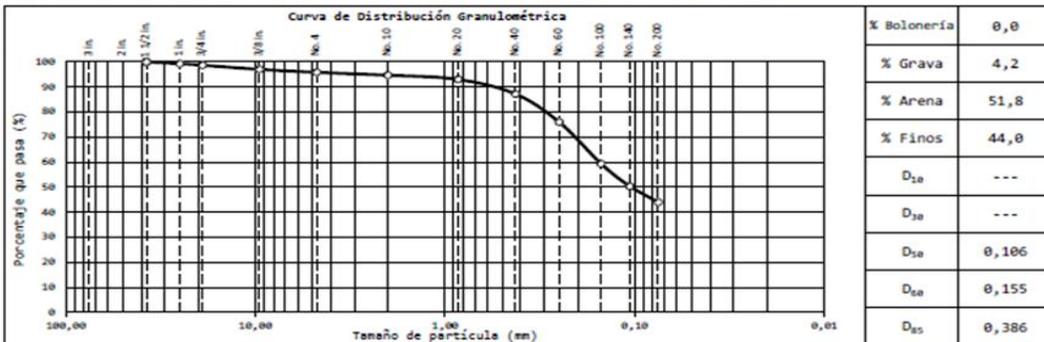
| | | | |
|--------------------------------|---|-------------------------|-------|
| Procesamiento empleado: | Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Seco al aire <input type="checkbox"/> Seco al horno <input type="checkbox"/> | Tamaño máximo (visual): | No. 4 |
| Clasificación visual inicial: | Clayed sand (SC) | | |
| Ensayos previos del espécimen: | --- | | |
| Observaciones: | | | |

Registros y cálculos del ensayo

| Completar 1ra y/o 2da si se realiza tamizado compuesto | 1ra separación | 2da separación | Tamizado simple/ Fracción fina | Se empleó agente dispersante: | No |
|--|----------------|----------------|-----------------------------------|---|-----------------|
| Tamiz de separación - Designación | 3/4 in. | No. 4 | --- | Se empleó equipo de agitación: | No |
| Fracción gruesa retenida seca (g) | --- | --- | --- | Masa de fracción fina seca luego de lavado (g): | 122,8 |
| Fracción gruesa retenida, limpia y seca + fondo (g) | 2 637 | 102 | --- | Pérdidas por procesamiento (%): | |
| Fracción fina pasante - húmeda (g) | 209 043 | 3 458 | 229,6 | Fase de ensayo | Lavado Tamizado |
| Humedad de fracción fina pasante - ASTM D2216 (X) | 4,1 | 4,3 | 4,3 | 1ra separación | --- |
| Fracción fina pasante seca (g) | 200 810 | 3 315 | --- | 2da separación | 0,00 |
| Masa total inicial seca (g) | 203 447 | 3 417 | 220,2 | Fracción fina | 0,04 |

| Tamiz 8" diám. | Masas secas retenidas(1) | | | Control en tamiz separador (%) | Factor de tamizado | Retenido parcial (%) | Retenido acumulado (%) | PORCENTAJE QUE PASA (%) | |
|------------------------|--------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Designación (ASTM E11) | Abertura (mm) | Fracción gruesa de 1ra separación (g) | Fracción gruesa de 2da separación (g) | | | | | | Fracción fina/tamizado simple (g) |
| 3 in. | 75,00 | 0,0 | | | | | | | |
| 2 in. | 50,00 | 0,0 | | | | | | | |
| 1 1/2 in. | 37,50 | 146,0 | | | 0,000492 | 0,1 | 0,1 | 100 | |
| 1 in. | 25,00 | 1 211,0 | | | 0,000492 | 0,6 | 0,7 | 99 | |
| 3/4 in. | 19,00 | 1 280,0 | | | 0,0 | 0,000492 | 0,6 | 1,3 | 99 |
| 3/8 in. | 9,50 | 0,0 | 60,0 | | 0,0 | 0,028881 | 1,7 | 3,0 | 97 |
| No. 4 | 4,75 | | 42,0 | | 0,0 | 0,028881 | 1,2 | 4,2 | 96 |
| No. 10 | 2,000 | | 0,0 | 2,58 | 0,0 | 0,435113 | 1,1 | 5,3 | 95 |
| No. 20 | 0,850 | | | 3,96 | | 0,435113 | 1,7 | 7,0 | 93 |
| No. 40 | 0,425 | | | 13,37 | | 0,435113 | 5,8 | 12,8 | 87 |
| No. 60 | 0,250 | | | 25,78 | | 0,435113 | 11,2 | 24,0 | 76 |
| No. 100 | 0,150 | | | 38,43 | | 0,435113 | 16,7 | 40,7 | 59 |
| No. 140 | 0,106 | | | 20,46 | | 0,435113 | 8,9 | 49,6 | 50 |
| No. 200 | 0,075 | | | 14,62 | | 0,435113 | 6,4 | 56,0 | 44 |
| Fondo | - | | | 3,54 | | | | | |

(1) Puede referirse a masas determinadas directamente o a la sumatoria de determinaciones parciales para cada tamiz.



Observaciones

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-10-30
Fecha término: 2021-11-04

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



| |
|---|
| <p align="center">REPORTE DE ENSAYO No. : T21-40.02-Lim(a)</p> <p align="center">LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E</p> <p align="center">ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS</p> <p align="center">ASTM D4318-17^{e1}</p> |
|---|

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

| | | | | | |
|---------------------------|---|----------------|-----------|--------------------------|----|
| Humedad de recepción (%): | 4 | Tamaño máximo: | 1 1/2 in. | Ret. en tamiz No. 40 (%) | 13 |
|---------------------------|---|----------------|-----------|--------------------------|----|

Preparación del espécimen

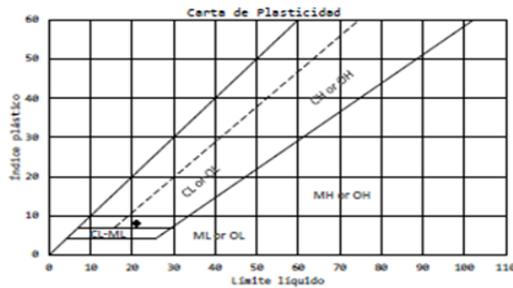
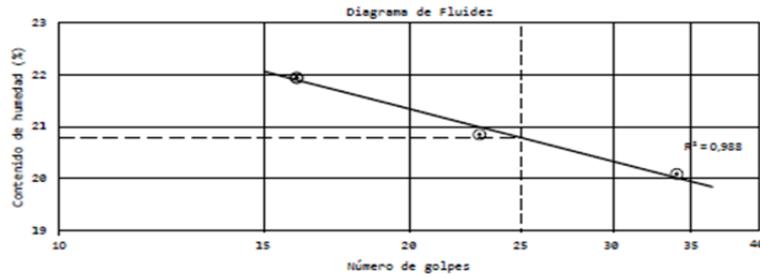
| | | |
|-----------------|---|-----------------|
| Húmeda ■ | Lavado en tamiz No. 40 ■ | Agua de mezcla: |
| Secado al aire | Tamizado en seco en tamiz No. 40 | Destilada ■ |
| Secado al horno | Mecánicamente por tamiz No. 40 | Desmineralizada |
| | Mezclado en cápsula y partículas de arena removidas | Otra |

Equipos empleados

| | | |
|------------------|-------------------|---------------------------|
| Límite plástico | Límite líquido | Ranurador Casagrande/ASTM |
| Rolado manual ■ | Equipo manual ■ | Metálico |
| Rolador mecánico | Equipo motorizado | Plástico ■ |

Registros y cálculos del ensayo

| Número de cápsula | Límite Líquido (Método A) | | | Límite Plástico | |
|------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | L-19 | L-35 | L-5 | L-3 | L-8 |
| Masa de cápsula (g) | 10,81 | 10,83 | 10,99 | 10,88 | 10,80 |
| Masa de cápsula + suelo húmedo (g) | 24,92 | 26,25 | 26,11 | 18,35 | 18,33 |
| Masa de cápsula + suelo seco (g) | 22,56 | 23,59 | 23,39 | 17,49 | 17,45 |
| Masa de suelo seco (g) | 11,75 | 12,76 | 12,40 | 6,61 | 6,65 |
| Masa de agua (g) | 2,36 | 2,66 | 2,72 | 0,86 | 0,88 |
| Contenido de Humedad (%) | 20,09 | 20,85 | 21,94 | 13,01 | 13,23 |
| Número de golpes | 34 | 23 | 16 | | |



| | |
|--|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO, LL | 21 |
| LÍMITE PLÁSTICO, LP | 13 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP | 8 |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ, IL | -1,13 |
| CLASIFICACIÓN SEGUN CARTA DE PLASTICIDAD | CL |

Observaciones

| |
|--|
| |
|--|

Ensayado por: L. Sánchez
Fecha inicio: 2021-11-08
Fecha término: 2021-11-09

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



| |
|--|
| REPORTE No.: T21-40.02-SUCS(a) |
| CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS) |
| ASTM D2487-17 ¹ |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

Resultados obtenidos del ensayo ASTM D6913/D6913M

REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-Gr.T(a)

Porcentaje que pasa el tamiz indicado:

| 3 in. | 2 in. | 1 1/2 in. | 1 in. | 3/4 in. | 3/8 in. | No. 4 | No. 10 | No. 20 | No. 40 | No. 60 | No. 100 | No. 140 | No. 200 |
|-------|-------|-----------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 100 | 99 | 99 | 97 | 96 | 95 | 93 | 87 | 76 | 59 | 50 | 44 | | |

Diámetros definidos:

$D_{60} = 0,155$ $D_{30} = ---$ $D_{10} = ---$

Coefficientes calculados:

$C_u = ---$ $C_c = ---$

Proporciones definidas:

| | | | |
|-------------------|-----------------|------------------|------------------|
| % de Bolones: 0,0 | % de Grava: 4,2 | % de Arena: 51,8 | % de Finos: 44,0 |
| | Gruesa: 1,3 | Gruesa: 1,1 | |
| | Fina: 2,9 | Media: 7,5 | |
| | | Fina: 43,2 | |

Resultados obtenidos del ensayo ASTM D4318

REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-Lim(a)

LL= 21 LP= 13 IP= 8

Clasificación SUCS

SÍMBOLO DE GRUPO:

SC

NOMBRE DE GRUPO:

Clayey sand

NOMBRE LOCAL:
(Referenciado a la NTP 339.134)

Arena arcillosa

Observaciones

Este reporte sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.

Desarrollado por: W. Flores
 Fecha: 2021-11-09

Revisado por: W. Flores
 Fecha: 2021-11-09



| |
|---|
| <p align="center">REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-Gs(a)</p> <p align="center">GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DEL SUELO POR PICNÓMETRO CON AGUA</p> <p align="center">ASTM D854-14</p> |
|---|

Hoja 1 de 1

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

| | | | |
|----------------|--|----------------------------|----|
| Clasificación | SC (Clayey sand) | % Que pasa el tamiz No. 4: | 96 |
| SUCS: | | | |
| Observaciones: | El suelo ensayado corresponde al pasante del tamiz No. 4 | | |

Registros y cálculos del ensayo

| | F-11 | F-07 | |
|---|-------------|---------|--|
| Identificación de picnómetro | F-11 | F-07 | |
| Método empleado | A | A | |
| Temperatura de ensayo (°C) | 22,1 | 22,1 | |
| Densidad del agua a temperatura de ensayo (g/ml) | 0,99775 | 0,99775 | |
| Masa promedio calibrada de picnómetro (g) | 141,18 | 162,12 | |
| Volumen promedio calibrado de picnómetro (ml) | 499,48 | 499,54 | |
| Masa de picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g) | 639,54 | 660,54 | |
| Masa de picnómetro + agua + suelo a temperatura de ensayo (g) | 700,58 | 721,52 | |
| Masa de suelo seco (g) | 96,40 | 96,40 | |
| Gravedad específica de sólidos del suelo a temperatura de ensayo, G_s | 2,727 | 2,722 | |
| Coefficiente de temperatura, K | 0,99954 | 0,99954 | |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DEL SUELO A 20 °C, $G_{20}^{\circ C}$ | 2,725 | 2,721 | |
| G_s PROMEDIO | 2,72 | | |

Observaciones

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-10-30
Fecha término: 2021-11-05

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-Pro.M(a)
CARACTERÍSTICAS DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
EMPLEANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kN-m/m³)
ASTM D1557-12 (Reapproved 2021)

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

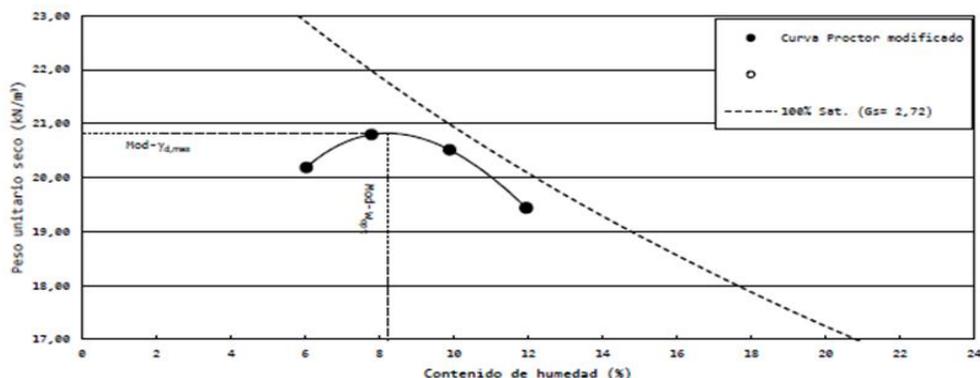
| | | | |
|-----------------------|--------------------------|--|-----------|
| Clasificación SUCS: | SC (Clayey sand), marrón | Tamaño máximo considerado: | 1 1/2 in. |
| % ret. tamiz 3/4 in.: | 1 | Fracción de ensayo (%): | 96,0 |
| % ret. tamiz 3/8 in.: | 3 | G _s fracción de ensayo ⁽¹⁾ : | 2,72 |
| % ret. tamiz No. 4: | 4 | G _{s,100} fracción sobretamaño ⁽²⁾ : | - |
| Método de ensayo: | A | % w fracción sobretamaño: | - |
| | | Humedad de recepción (%): | 4,0 |
| | | Método de preparación: | Húmedo |

Equipo empleado

| | | |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|
| Volumen del molde (cm ³) | Masa de molde (g) | Tipo de martillo |
| 938,5 | 4 214 | Manual |

Registros y cálculos del ensayo

| Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|-------|-------|-------|---|
| Agua añadida (%) | 2,0 | 4,0 | 6,0 | 8,0 | |
| Masa de suelo + molde (g) | 6 262 | 6 359 | 6 371 | 6 296 | |
| Masa de suelo (g) | 2 048 | 2 145 | 2 157 | 2 082 | |
| DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³) | 2,182 | 2,286 | 2,298 | 2,218 | |
| Tara No. | J-47 | J-70 | J-73 | J-33 | |
| Masa de tara (g) | 172,9 | 169,8 | 177,6 | 168,4 | |
| Masa de suelo húmedo + tara (g) | 714,8 | 836,7 | 730,3 | 783,4 | |
| Masa de suelo seco + tara (g) | 684,1 | 788,6 | 680,7 | 717,8 | |
| HUMEDAD (%) | 6,0 | 7,8 | 9,9 | 11,9 | |
| DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 2,058 | 2,121 | 2,092 | 1,982 | |
| PESO UNITARIO SECO (kN/m ³) | 20,19 | 20,80 | 20,51 | 19,44 | |



Resultados del ensayo

Aplicación de ASTM D4718/D4718M

| | | | |
|---|----------------------|---|---|
| Fracción ensayada: | Menor al tamiz No. 4 | Fracción sobretamaño de la muestra (%) | - |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 2,123 | MÁXIMA DENSIDAD SECA CORREGIDA (g/cm ³) | - |
| PESO UNITARIO MÁXIMO (kN/m ³) | 20,82 | PESO UNITARIO MÁXIMO CORREGIDO (kN/m ³) | - |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 8,2 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD CORREGIDO (%) | - |

Observaciones

(1) Valor determinado

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-03
Fecha término: 2021-11-04

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-CBR-NAT(a) |
| RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO |
| ASTM D1883-16 |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

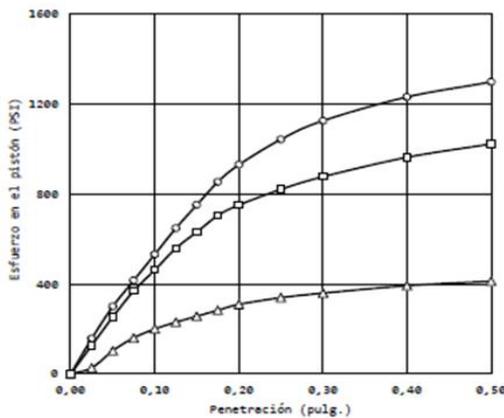
[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

| | | | |
|---|-------------------------|--|------|
| Clasificación SUCS: | SC (Clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 4 |
| Peso unitario máximo: | 20,82 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 8,2% |
| Observaciones: | | | |

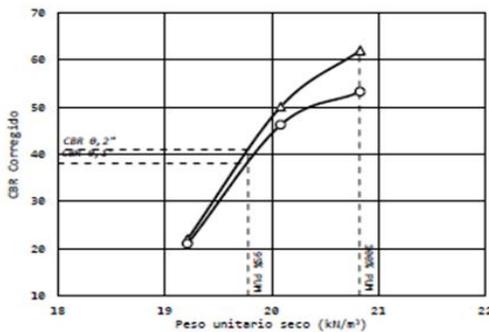
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 20,83 | 20,08 | 19,21 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,124 | 2,048 | 1,959 |
| Humedad inicial (%) | 7,8 | 7,9 | 8,0 |
| Humedad final (%) | 10,9 | 12,4 | 13,6 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 532,0 | 462,0 | 210,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 930,0 | 751,0 | 330,0 |

Resultados del ensayo



CRB a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 53,2 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 38,0 |

CRB a 0,2" de penetración (Δ)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 62,0 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 41,0 |

Observaciones:

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-02
Fecha término: 2021-11-08

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-08



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-CBR+2%(a) |
| RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO |
| ASTM D1883-16 |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

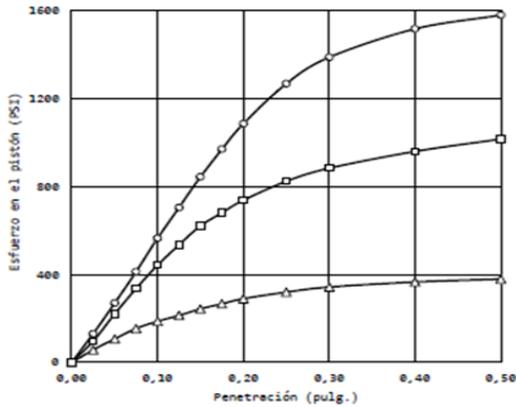
[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

| | |
|--|--|
| Clasificación SUCS: SC (Clayey sand) | Humedad de recepción (%): 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): 4 |
| Peso unitario máximo: 20,76 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: 8,2% |
| Observaciones: | |

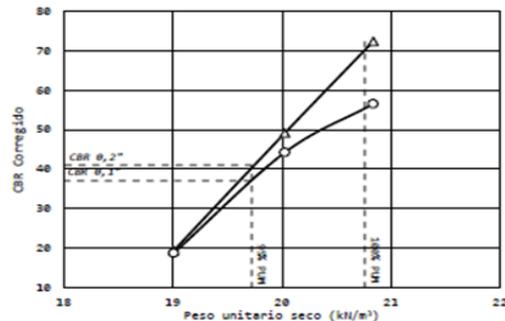
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 20,84 | 20,03 | 19,01 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,125 | 2,042 | 1,938 |
| Humedad inicial (%) | 7,9 | 8,1 | 8,0 |
| Humedad final (%) | 10,7 | 11,5 | 14,9 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 565,0 | 442,0 | 187,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 1 085,0 | 737,0 | 290,0 |

Resultados del ensayo



CRB a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CRB al 100% del peso unitario máximo | 56,5 |
| CRB al 95% del peso unitario máximo | 37,0 |

CRB a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CRB al 100% del peso unitario máximo | 72,3 |
| CRB al 95% del peso unitario máximo | 41,0 |

Observaciones:

Se añadió 2% de polvo de vidrio a la muestra

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-CBR+5%(a) |
| RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO |
| ASTM D1883-16 |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

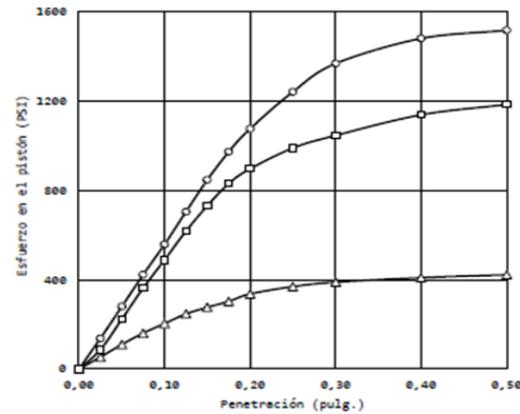
[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

| | | | |
|---|-------------------------|--|------|
| Clasificación SUCS: | SC (Clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 4 |
| Peso unitario máximo: | 20,71 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 8,1% |
| Observaciones: | | | |

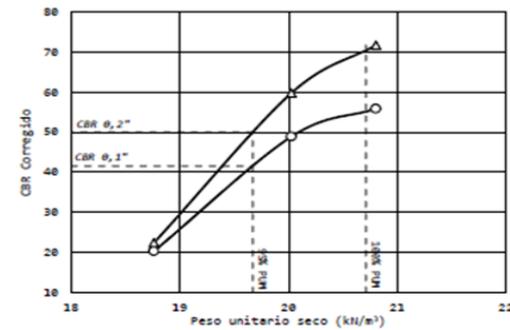
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 20,80 | 20,03 | 18,76 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,121 | 2,042 | 1,913 |
| Humedad inicial (%) | 8,4 | 8,2 | 8,1 |
| Humedad final (%) | 10,7 | 11,7 | 15,2 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 558,0 | 489,0 | 203,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 1 075,0 | 896,0 | 336,0 |

Resultados del ensayo



CBR a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 55,8 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 41,5 |

CBR a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 71,7 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 50,0 |

Observaciones:

Se añadió 5% de polvo de vidrio a la muestra

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27



| |
|--|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.02-CBR+8%(a) |
| RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO |
| ASTM D1883-16 |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T397]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

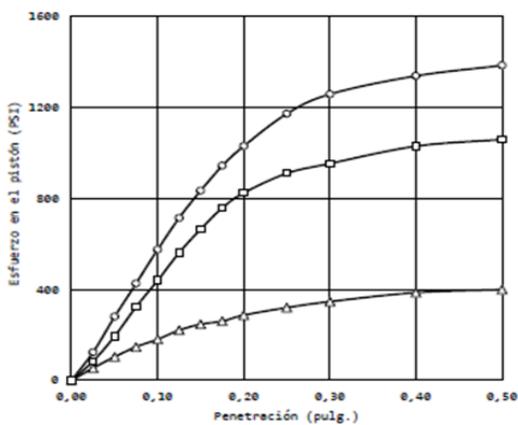
[Identificación: C-2][Profundidad: 1,50 m][No. de muestra: M-2]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 631,90 m][Coordenadas: N:8812736 E:196817][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.02]

| | |
|--|--|
| Clasificación SUCS: SC (Clayey sand) | Humedad de recepción (%): 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): 4 |
| Peso unitario máximo: 20,79 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: 8,1% |
| Observaciones: | |

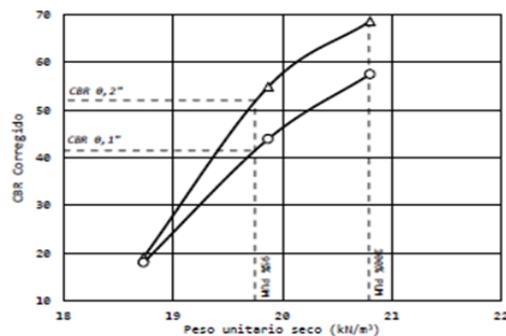
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 20,80 | 19,87 | 18,73 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,121 | 2,026 | 1,910 |
| Humedad inicial (%) | 8,1 | 8,4 | 8,4 |
| Humedad final (%) | 10,9 | 11,8 | 14,8 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 575,0 | 439,0 | 180,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 1 029,0 | 823,0 | 286,5 |

Resultados del ensayo



CBR a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 57,5 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 41,5 |

CBR a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 68,6 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 52,0 |

Observaciones:

| |
|--|
| Se añadió 8% de polvo de vidrio a la muestra |
|--|

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27

CALICATA N° 03



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-165**



INFORME DE ENSAYO No.: T21-40.03 (a)
Fecha de emisión: 2021-11-28

Datos proporcionados por el solicitante (referidos al proyecto)
Proyecto No.: ---
Proyecto: **ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO REICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA**
Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA
Cliente: ---

Datos del cliente
Bachiller Esther Noemi Noel Cornelio
Barranca - Lima

Solicitante: Esther Noemi Noel Cornelio
Teléfono: (+51) 993227162
Email: noelesther.24@gmail.com

Datos proporcionados por el solicitante (referidos a la muestra)
Muestreado por: MTC E 101/MINAM
Fecha de muestreo: 2021-10-23
Identificación: **C-3**
Profundidad (m): **1,60**
No. de muestra: M-3
Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m
Coordenadas: N:8812662 E:196621
Elevación: 77 msnm
Otra referencia: ---

Datos de la muestra recibida
ID Laboratorio: T21-40.03
ID cliente: T398
Tipo: MAB
Material: Suelo
Presentación: 4 costales cerrados
Cantidad: Aprox. 205 kg
Fecha de recepción: 2021-10-27

Requisitos y/o especificaciones del solicitante

Resultados

| ENSAYO | DESIGNACIÓN DEL MÉTODO | RESULTADO | REPORTE DE ENSAYO No. |
|--|---------------------------------|---|-----------------------|
| Determinación del Contenido de Humedad de Suelos y Roca | ASTM D2216-19 | Humedad promedio (%) = 6 | T21-40.03-Hum(a) |
| Distribución Granulométrica de Suelos por Tamizado | ASTM D6913/D6913M-17 | % Que pasa el tamiz estándar: 3 in. No. 10 99 2 in. No. 20 98 1 1/2 in. No. 40 95 1 in. No. 60 87 3/4 in. 100 No. 100 68 3/8 in. 99 No. 140 55 No. 4 99 No. 200 46 | T21-40.03-Gr.T(a) |
| Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos | ASTM D4318-17 ²¹ | LL = 20 LP = 14 IP = 6 | T21-40.03-Lim(a) |
| Clasificación de Suelos para Fines de Ingeniería - SUCS | ASTM D2487-17 ²¹ | Silty, clayey sand (SC-SM) | T21-40.03-SUCS(a) |
| Gravedad Específica de Sólidos del Suelo por Picnómetro con Agua | ASTM D854-14 | G _s = 2,72 | T21-40.03-Gs(a) |
| Características de Suelos Compactados en Laboratorio Empleando Energía Modificada (2 700 kN-m/m ³) | ASTM D1557-12 (Reapproved 2021) | Mod-γ _{d, max} (kN/m ³) = 20,73 Mod-w _{opt} (%) = 9,2 Mod-γ _{d, max, corr} (kN/m ³) = - Mod-w _{opt, corr} (%) = - | T21-40.03-Pro.M(a) |
| CBR de Laboratorio (natural) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 50,2 59,7 CBR 95% MDS = 33,5 41,5 | T21-40.03-CBR-NAT(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 2%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 56,2 63,3 CBR 95% MDS = 43,0 47,5 | T21-40.03-CBR+2%(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 5%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 55,8 62,0 CBR 95% MDS = 43,0 46,5 | T21-40.03-CBR+5%(a) |
| CBR de Laboratorio (adición 8%) * | ASTM D1883-16 | 0,1" 0,2" CBR 100% MDS = 56,2 61,7 CBR 95% MDS = 39,0 42,5 | T21-40.03-CBR+8%(a) |

Observaciones: Anexos: 11 reportes de ensayo (11 páginas)
(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por INACAL-DA

Este informe reemplaza al T21-40.03



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN
INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-165**



INFORME DE ENSAYO No.: T21-40.03 (a)
Fecha de emisión: 2021-11-28

Los ensayos han sido realizados en las instalaciones del Laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A. y los resultados presentados se refieren únicamente a la muestra ensayada.
Este laboratorio está acreditado de acuerdo con la norma internacional reconocida ISO/IEC 17025. Esta acreditación demuestra la competencia técnica para un alcance definido y el funcionamiento de un sistema de gestión de calidad de laboratorio.
Las fechas de ejecución de las actividades de laboratorio se indican en los reportes de ensayo adjuntos que forman parte integral del presente informe.
El laboratorio no ha participado en la etapa de muestreo, la muestra ha sido proporcionada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra tal como se recibió.
Los resultados de este informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación de INACAL-DA, se encuentra dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los firmantes de la Cooperación Interamericana de Acreditación (IAAC) y de la Cooperación Internacional de Acreditación de Laboratorios (ILAC).

Knight Piésold Consultores S.A. - Laboratorio Geotécnico
Calle Tupayauri 682, San Juan de Lurigancho, Lima 15401 - Perú
Teléfono: (+51) 1 6279049
E-mail: Lima-kplab@knightpiesold.com

Autorizado por:

Waldo Flores P.
Coordinador de Laboratorio Geotécnico

Firmado digitalmente por Waldo Flores
Perez
Nombre de reconocimiento (DN):
cn=Waldo Flores Perez, o=Knight Piésold
Consultores S.A., ou=Laboratorio
Geotecnico,
email=wflores@knightpiesold.com, c=PE
Motivo: Soy el autor de este documento
Fecha: 2021.11.28 18:29:03 -05'00'

Fin del informe

Informe T21-40.03a (T398)
Página 2 de 12



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-Hum(a) |
| DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE SUELOS Y ROCA |
| ASTM D2216-19 |

Hoja 1 de 1

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

Registros y cálculos del ensayo

| | | |
|--|---------------------|--|
| Tamaño máximo de partícula (visual) | No. 4 | |
| Método (A: ± 1% B: ± 0.1%) | A | |
| Clasificación visual (SUCS) | SC-SM | |
| Espécimen de ensayo | 1 | |
| Tara No. | K-24 | |
| Masa de tara (g) | 311 | |
| Masa de suelo húmedo + tara (g) | 5 760,0 | |
| Temp. del horno (si no es 110 ± 5 °C) | --- | |
| Fecha y hora de ingreso a horno | 2021-10-28 17:30 | |
| Primer registro: masa seca + tara (g) | 5 469,0 | |
| Fecha y hora de primer registro: | 2021-10-29 09:00 | |
| Segundo registro: masa seca + tara (g) | 5 466,0 | |
| Fecha y hora de segundo registro | 2021-10-29 12:00 | |
| Tercer registro: masa seca + tara (g) | --- | |
| Fecha y hora de tercer registro | --- | |
| Masa de agua (g) | 294,0 | |
| Masa de suelo seco (g) | 5 155,0 | |
| Humedad (%) | 5,7 | |
| HUMEDAD PROMEDIO (%) | 6 | |

Observaciones

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-10-28
Fecha término: 2021-10-29

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-Gr.T(a) |
| DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA DE SUELOS POR TAMIZADO |
| ASTM D6913/D6913M-17 |
| A ■ B □ |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

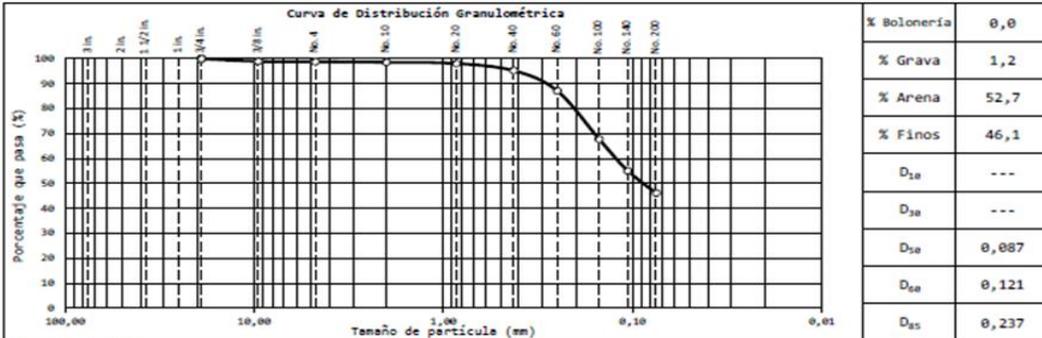
| | | | |
|--------------------------------|---|-------------------------|-------|
| Procesamiento empleado: | Húmedo ■ Seco al aire □ Seco al horno □ | Tamaño máximo (visual): | No. 4 |
| Clasificación visual inicial: | Silty, clayey sand (SC-SM) | | |
| Ensayos previos del espécimen: | --- | | |
| Observaciones: | | | |

Registros y cálculos del ensayo

| | | | | | |
|--|----------------|----------------|-------------------------------|---|-----------------|
| Completar 1ra y/o 2da si se realiza tamizado compuesto | 1ra separación | 2da separación | Tamizado simple/Fracción fina | Se empleó agente dispersante: | No |
| Tamiz de separación - Designación | 3/4 in. | No. 4 | --- | Se empleó equipo de agitación: | No |
| Fracción gruesa retenida seca (g) | --- | --- | --- | Masa de fracción fina seca luego de lavado (g): | 118,0 |
| Fracción gruesa retenida, limpia y seca + fondo (g) | 573 | 27 | --- | Pérdidas por procesamiento (X): | |
| Fracción fina pasante - húmeda (g) | 198 326 | 3 177 | 223,0 | Fase de ensayo | Lavado Tamizado |
| Humedad de fracción fina pasante - ASTM D2216 (X) | 5,5 | 5,4 | 5,4 | 1ra separación | --- 0,00 |
| Fracción fina pasante seca (g) | 187 987 | 3 014 | --- | 2da separación | --- 0,00 |
| Masa total inicial seca (g) | 188 560 | 3 041 | 211,6 | Fracción fina | --- 0,16 |

| Designación (ASTM E11) | Abertura (mm) | Masas secas retenidas(1) | | | Control en tamiz separador (X) | Factor de tamizado | Retenido parcial (X) | Retenido acumulado (X) | PORCENTAJE QUE PASA (X) |
|------------------------|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------|-------------------------|
| | | Fracción gruesa de 1ra separación (g) | Fracción gruesa de 2da separación (g) | Fracción fina/Tamizado simple (g) | | | | | |
| 3 in. | 75,00 | 0,0 | | | | | | | |
| 2 in. | 50,00 | 0,0 | | | | | | | |
| 1 1/2 in. | 37,50 | 0,0 | | | | | | | |
| 1 in. | 25,00 | 254,0 | | | 0,000530 | 0,1 | 0,1 | | |
| 3/4 in. | 19,00 | 319,0 | | | 0,000530 | 0,2 | 0,3 | 100 | |
| 3/8 in. | 9,50 | 0,0 | 22,0 | | 0,032783 | 0,7 | 1,0 | 99 | |
| No. 4 | 4,75 | | 5,0 | | 0,032783 | 0,2 | 1,2 | 99 | |
| No. 10 | 2,000 | | 0,0 | 0,37 | 0,466911 | 0,2 | 1,4 | 99 | |
| No. 20 | 0,850 | | | 1,16 | 0,466911 | 0,5 | 1,9 | 98 | |
| No. 40 | 0,425 | | | 6,23 | 0,466911 | 2,9 | 4,8 | 95 | |
| No. 60 | 0,250 | | | 17,43 | 0,466911 | 8,1 | 12,9 | 87 | |
| No. 100 | 0,150 | | | 41,45 | 0,466911 | 19,4 | 32,3 | 68 | |
| No. 140 | 0,106 | | | 26,90 | 0,466911 | 12,6 | 44,9 | 55 | |
| No. 200 | 0,075 | | | 19,20 | 0,466911 | 9,0 | 53,9 | 46 | |
| Fondo | - | | | 5,45 | | | | | |

(1) Puede referirse a masas determinadas directamente o a la sumatoria de determinaciones parciales para cada tamiz.



Observaciones

| | |
|----------------------------|-------------------------|
| Ensayado por: J. Velásquez | Revisado por: W. Flores |
| Fecha inicio: 2021-10-30 | Fecha: 2021-11-09 |
| Fecha término: 2021-11-04 | |



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-Lim(a)
LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E
ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
ASTM D4318-17¹

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

| | | | | | |
|---------------------------|---|----------------|---------|---------------------------|---|
| Humedad de recepción (%): | 6 | Tamaño máximo: | 3/4 in. | Ret. en tamiz No. 40 (%): | 5 |
|---------------------------|---|----------------|---------|---------------------------|---|

Preparación del espécimen

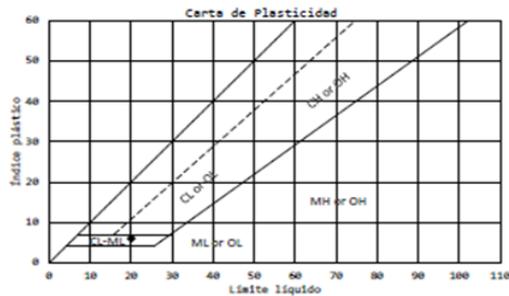
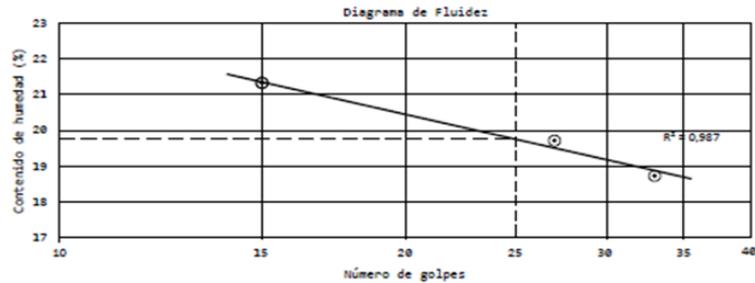
| | | |
|-----------------|---|-----------------|
| Húmeda ■ | Lavado en tamiz No. 40 ■ | Agua de mezcla: |
| Secado al aire | Tamizado en seco en tamiz No. 40 | Destilada ■ |
| Secado al horno | Mecánicamente por tamiz No. 40 | Desmineralizada |
| | Mezclado en cápsula y partículas de arena removidas | Otra |

Equipos empleados

| | | |
|------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Límite plástico | Límite líquido | Ranurador Casagrande/ASTM |
| Rolado manual ■ | Equipo manual ■ | Metálico |
| Rolador mecánico | Equipo motorizado | Plástico ■ |

Registros y cálculos del ensayo

| Número de cápsula | Límite Líquido (Método A) | | | Límite Plástico | |
|------------------------------------|---------------------------|-------|-------|-----------------|-------|
| | L-46 | L-31 | L-4 | L-44 | L-17 |
| Masa de cápsula (g) | 10,88 | 11,13 | 10,94 | 10,92 | 10,98 |
| Masa de cápsula + suelo húmedo (g) | 24,07 | 25,83 | 27,78 | 18,12 | 18,34 |
| Masa de cápsula + suelo seco (g) | 21,99 | 23,41 | 24,82 | 17,27 | 17,45 |
| Masa de suelo seco (g) | 11,11 | 12,28 | 13,88 | 6,35 | 6,47 |
| Masa de agua (g) | 2,08 | 2,42 | 2,96 | 0,85 | 0,89 |
| Contenido de Humedad (%) | 18,72 | 19,71 | 21,33 | 13,39 | 13,76 |
| Número de golpes | 33 | 27 | 15 | | |



| | |
|--|-------|
| LÍMITE LÍQUIDO, LL | 20 |
| LÍMITE PLÁSTICO, LP | 14 |
| ÍNDICE DE PLASTICIDAD, IP | 6 |
| ÍNDICE DE LIQUIDEZ, IL | -1,33 |
| CLASIFICACIÓN SEGÚN CARTA DE PLASTICIDAD | CL-ML |

Observaciones

Ensayado por: L. Sánchez
Fecha inicio: 2021-11-08
Fecha término: 2021-11-09

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



| |
|---|
| <p style="text-align: center;">REPORTE No. : T21-40.03-SUCS(a)</p> <p style="text-align: center;">CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA FINES DE INGENIERÍA (SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS)</p> <p style="text-align: center;">ASTM D2487-17^{e1}</p> |
|---|

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

Resultados obtenidos del ensayo ASTM D6913/D6913M

REPORTE DE ENSAYO No. : T21-40.03-Gr.T(a)

Porcentaje que pasa el tamiz indicado:

| 3 in. | 2 in. | 1 1/2 in | 1 in. | 3/4 in. | 3/8 in. | No. 4 | No. 10 | No. 20 | No. 40 | No. 60 | No. 100 | No. 140 | No. 200 | | |
|-------|-------|----------|-------|---------|---------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|----|----|
| | | | | | | 100 | 99 | 99 | 99 | 98 | 95 | 87 | 68 | 55 | 46 |

Diámetros definidos:

$D_{50} = 0,121$ $D_{30} = ---$ $D_{10} = ---$

Coefficientes calculados:

$C_u = ---$ $C_c = ---$

Proporciones definidas:

| | | | |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| % de Bolones: 0,0 | % de Grava: 1,2 | % de Arena: 52,7 | % de Finos: 46,1 |
| | Gruesa: 0,3 | Gruesa: 0,2 | |
| | Fina: 0,9 | Media: 3,4 | |
| | | Fina: 49,1 | |

Resultados obtenidos del ensayo ASTM D4318

REPORTE DE ENSAYO No. : T21-40.03-Lim(a)

LL= 20 LP= 14 IP= 6

Clasificación SUCS

| | |
|--|--------------------------|
| SÍMBOLO DE GRUPO: | SC-SM |
| NOMBRE DE GRUPO: | Silty, clayey sand |
| NOMBRE LOCAL: (Referenciado a la NTP 399.134) | Arena limosa - arcillosa |

Observaciones

Este reporte sólo es válido si es parte integral de un informe de ensayo emitido por el laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.

Desarrollado por: W. Flores Revisado por: W. Flores
 Fecha: 2021-11-09 Fecha: 2021-11-09



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-Gs(a)
GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DEL SUELO POR
PICNÓMETRO CON AGUA
ASTM D854-14

Hoja 1 de 1

Este reporte de ensayo sólo es válido si es parte integral de un Informe de ensayo emitido por el Laboratorio de Knight Piésold Consultores S.A.

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

| | | | |
|---------------------|--|----------------------------|----|
| Clasificación SUCS: | SC-SM (Silty, clayey sand) | % Que pasa el tamiz No. 4: | 99 |
| Observaciones: | El suelo ensayado corresponde al pasante del tamiz No. 4 | | |

Registros y cálculos del ensayo

| Identificación de picnómetro | F-10 | F-03 | |
|--|-------------|---------|--|
| Método empleado | A | A | |
| Temperatura de ensayo (°C) | 22,1 | 22,1 | |
| Densidad del agua a temperatura de ensayo (g/ml) | 0,99775 | 0,99775 | |
| Masa promedio calibrada de picnómetro (g) | 139,68 | 145,94 | |
| Volumen promedio calibrado de picnómetro (ml) | 499,56 | 499,46 | |
| Masa de picnómetro + agua a temperatura de ensayo (g) | 638,12 | 644,28 | |
| Masa de picnómetro + agua + suelo a temperatura de ensayo (g) | 698,36 | 704,67 | |
| Masa de suelo seco (g) | 95,31 | 95,23 | |
| Gravedad específica de sólidos del suelo a temperatura de ensayo, G_t | 2,718 | 2,734 | |
| Coefficiente de temperatura, K | 0,99954 | 0,99954 | |
| GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS DEL SUELO A 20 °C, $G_{20} \text{ } ^\circ\text{C}$ | 2,717 | 2,732 | |
| G_s PROMEDIO | 2,72 | | |

Observaciones

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-10-30
Fecha término: 2021-11-05

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-09



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-Pro.M(a)
CARACTERÍSTICAS DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
EMPLEANDO ENERGÍA MODIFICADA (2,700 kN-m/m³)
ASTM D1557-12 (Reapproved 2021)

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:1966211][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

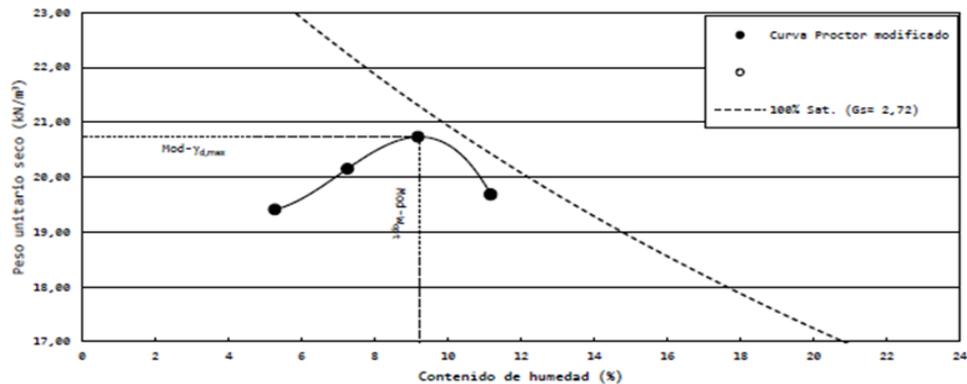
| | | | |
|-----------------------|------------------------------------|--|---------|
| Clasificación SUCS: | SC-SM (Silty, clayey sand), marrón | Tamaño máximo considerado: | 3/4 in. |
| % ret. tamiz 3/4 in.: | 0 | Fracción de ensayo (%): | 99,0 |
| % ret. tamiz 3/8 in.: | 1 | G _s fracción de ensayo ⁽¹⁾ : | 2,72 |
| % ret. tamiz No. 4: | 1 | G _{s,∞} fracción sobretamaño ⁽²⁾ : | - |
| Método de ensayo: | A | % w fracción sobretamaño: | - |
| | | Humedad de recepción (%): | 6,0 |
| | | Método de preparación: | Húmedo |

Equipo empleado

| | | |
|--------------------------------------|-------------------|------------------|
| Volumen del molde (cm ³) | Masa de molde (g) | Tipo de martillo |
| 938,5 | 4 213 | Manual |

Registros y cálculos del ensayo

| Prueba No. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|-------|-------|-------|-------|---|
| Agua añadida (%) | 0,0 | 2,0 | 4,0 | 6,0 | |
| Masa de suelo + molde (g) | 6 168 | 6 281 | 6 379 | 6 307 | |
| Masa de suelo (g) | 1 955 | 2 068 | 2 166 | 2 094 | |
| DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³) | 2,083 | 2,204 | 2,308 | 2,231 | |
| Tara No. | J-65 | J-81 | J-73 | J-76 | |
| Masa de tara (g) | 167,1 | 178,2 | 177,6 | 169,8 | |
| Masa de suelo húmedo + tara (g) | 876,8 | 628,3 | 816,5 | 845,6 | |
| Masa de suelo seco + tara (g) | 841,4 | 598,0 | 762,8 | 777,8 | |
| HUMEDAD (%) | 5,3 | 7,2 | 9,2 | 11,2 | |
| DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 1,979 | 2,055 | 2,114 | 2,007 | |
| PESO UNITARIO SECO (kN/m ³) | 19,41 | 20,15 | 20,73 | 19,68 | |



Resultados del ensayo

Aplicación de ASTM D4718/D4718M

| | | | |
|---|----------------------|---|---|
| Fracción ensayada: | Menor al tamiz No. 4 | Fracción sobretamaño de la muestra (%) | - |
| MÁXIMA DENSIDAD SECA (g/cm ³) | 2,114 | MÁXIMA DENSIDAD SECA CORREGIDA (g/cm ³) | - |
| PESO UNITARIO MÁXIMO (kN/m ³) | 20,73 | PESO UNITARIO MÁXIMO CORREGIDO (kN/m ³) | - |
| ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD (%) | 9,2 | ÓPTIMO CONTENIDO DE HUMEDAD CORREGIDO (%) | - |

Observaciones

(1) Valor determinado

Ensayado por: J. Velásquez Revisado por: W. Flores
Fecha inicio: 2021-11-03 Fecha: 2021-11-09
Fecha término: 2021-11-04



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-CBR-NAT(a)

RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE
SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

ASTM D1883-16

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

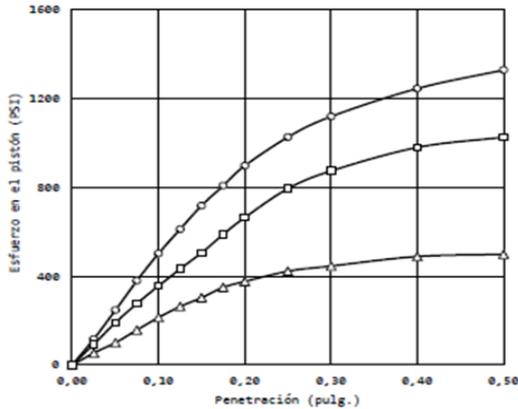
[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

| | | | |
|---|----------------------------|--|------|
| Clasificación SUCS: | SC-SM (Silty, clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 1 |
| Peso unitario máximo: | 20,73 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 9,2% |
| Observaciones: | | | |

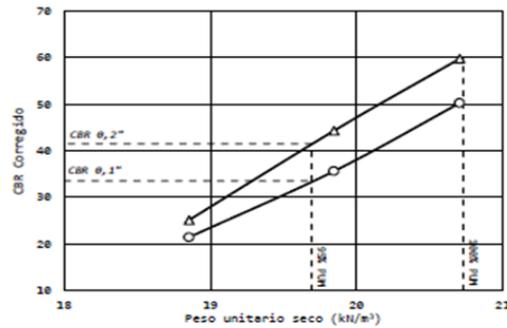
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especímen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|------------------|------------------|------------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 20,70 | 19,84 | 18,85 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,111 | 2,024 | 1,923 |
| Humedad inicial (%) | 9,2 | 9,1 | 8,9 |
| Humedad final (%) | 11,9 | 12,0 | 14,5 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 502,0 | 356,0 | 214,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 896,0 | 664,0 | 376,0 |

Resultados del ensayo



CBR a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 50,2 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 33,5 |

CBR a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 59,7 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 41,5 |

Observaciones:

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-02
Fecha término: 2021-11-08

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-08



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-CBR+2%(a)
RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE
SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO
ASTM D1883-16

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

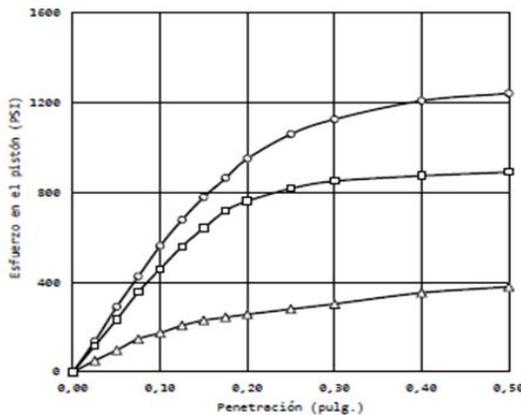
[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

| | | | |
|---|----------------------------|--|------|
| Clasificación SUCS: | SC-SM (Silty, clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 1 |
| Peso unitario máximo: | 20,69 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 9,5% |
| Observaciones: | | | |

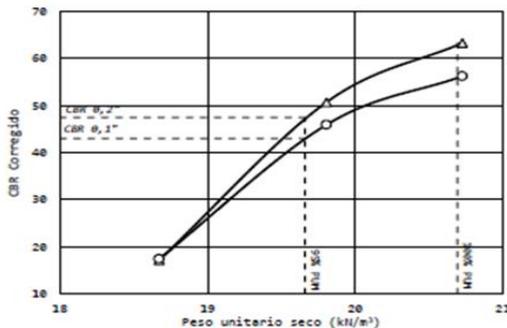
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especimen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 20,72 | 19,80 | 18,67 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,113 | 2,020 | 1,904 |
| Humedad inicial (%) | 8,2 | 7,9 | 8,2 |
| Humedad final (%) | 10,4 | 13,1 | 15,7 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 562,0 | 459,0 | 174,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 949,0 | 760,0 | 257,0 |

Resultados del ensayo



CRB a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CRB al 100% del peso unitario máximo | 56,2 |
| CRB al 95% del peso unitario máximo | 43,0 |

CRB a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CRB al 100% del peso unitario máximo | 63,3 |
| CRB al 95% del peso unitario máximo | 47,5 |

Observaciones:

Se añadió 2% de polvo de vidrio a la muestra

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27



| |
|---|
| REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-CBR+5%(a) |
| RELACION DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO |
| ASTM D1883-16 |

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

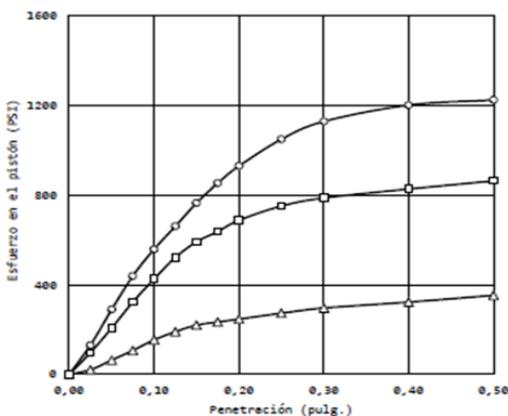
[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

| | | | |
|---|----------------------------|--|------|
| Clasificación SUCS: | SC-SM (Silty, clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 1 |
| Peso unitario máximo: | 20,75 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 9,2% |
| Observaciones: | | | |

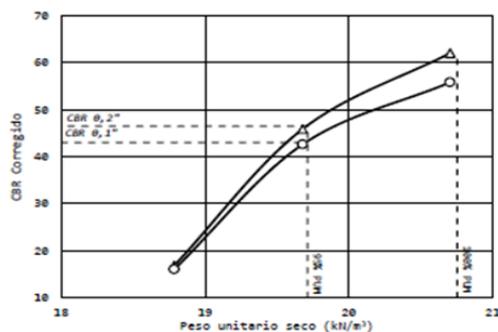
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Espécimen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 20,70 | 19,68 | 18,79 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,111 | 2,007 | 1,916 |
| Humedad inicial (%) | 7,8 | 8,0 | 7,9 |
| Humedad final (%) | 11,3 | 15,8 | 13,2 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 558,0 | 426,0 | 160,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 930,0 | 688,0 | 252,0 |

Resultados del ensayo



CBR a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 55,8 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 43,0 |

CBR a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CBR al 100% del peso unitario máximo | 62,0 |
| CBR al 95% del peso unitario máximo | 46,5 |

Observaciones:

Se añadió 5% de polvo de vidrio a la muestra

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27



REPORTE DE ENSAYO No.: T21-40.03-CBR+8%(a)

RELACIÓN DEL SOPORTE DE CALIFORNIA (CBR) DE
SUELOS COMPACTADOS EN LABORATORIO

ASTM D1883-16

Hoja 1 de 1

[ID cliente: T398]

Datos proporcionados por el solicitante:

[Proyecto: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA][Ubicación: JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA]

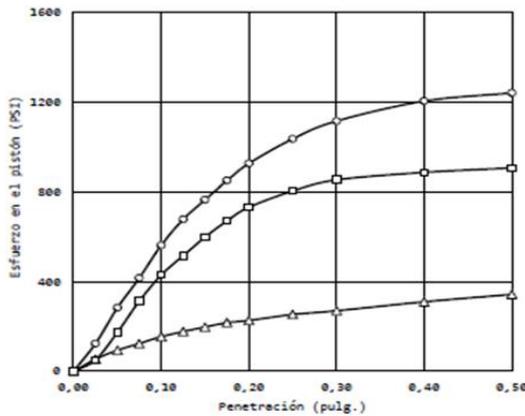
[Identificación: C-3][Profundidad: 1,60 m][No. de muestra: M-3]

[Progresiva/Cantera: Km 0 + 430,20 m][Coordenadas: N:8812662 E:196621][Elevación: 77 msnm]

Datos del ítem de ensayo [ID Laboratorio: T21-40.03]

| | | | |
|---|----------------------------|--|------|
| Clasificación SUCS: | SC-SM (Silty, clayey sand) | Humedad de recepción (%): | 3 |
| Método usado para la preparación y compactación de los especímenes: | ASTM D1557 | Material retenido en el tamiz 3/4 in. (%): | 1 |
| Peso unitario máximo: | 20,63 kN/m ³ | Óptimo contenido de humedad: | 9,1% |
| Observaciones: | | | |

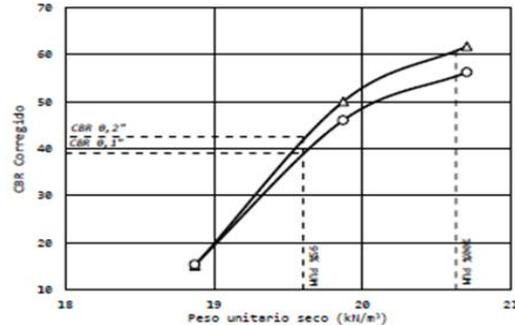
Datos del ensayo y curvas penetración - esfuerzo



Condición: Saturado por 96 horas

| Especimen | ○ (56 golpes) | □ (25 golpes) | △ (10 golpes) |
|---|---------------|---------------|---------------|
| Peso unitario seco (kN/m ³) | 20,70 | 19,87 | 18,87 |
| Densidad seca (g/cm ³) | 2,111 | 2,026 | 1,924 |
| Humedad inicial (%) | 7,6 | 7,9 | 7,7 |
| Humedad final (%) | 11,4 | 13,6 | 16,6 |
| Hinchamiento (%) | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Sobrecarga empleada (kg) | 4,56 | 4,56 | 4,56 |
| Esfuerzo corregido para 0,1" (PSI) | 562,0 | 460,0 | 153,0 |
| Esfuerzo corregido para 0,2" (PSI) | 926,0 | 750,0 | 227,0 |

Resultados del ensayo



CRB a 0,1" de penetración (○)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CRB al 100% del peso unitario máximo | 56,2 |
| CRB al 95% del peso unitario máximo | 39,0 |

CRB a 0,2" de penetración (△)

| | |
|--------------------------------------|------|
| CRB al 100% del peso unitario máximo | 61,7 |
| CRB al 95% del peso unitario máximo | 42,5 |

Observaciones:

Se añadió 8% de polvo de vidrio a la muestra

Ensayado por: J. Velásquez
Fecha inicio: 2021-11-17
Fecha término: 2021-11-22

Revisado por: W. Flores
Fecha: 2021-11-27

13.6.2.2. Certificado de calibración del anillo de carga para CBR



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 585 - 2021

Página : 1 de 6

Expediente : T 475-2021
Fecha de Emisión : 2021-11-05

1. Solicitante : KNIGHT PIESOLD CONSULTORES S.A.

Dirección : CALARICOTA NRO. 106 DPTO. 501 URB. TAMBO DE
MONTERRICO - SANTIAGO DE SURCO - LIMA

2. Descripción del Equipo : ANILLO DE CARGA PARA CBR

Marca de Prensa : NO INDICA
Modelo de Prensa : NO INDICA
Serie de Prensa : NO INDICA

Marca de Anillo : ELE INTERNATIONAL
Modelo de Anillo : NO INDICA
Serie de Anillo : 26133
Capacidad del Anillo : 10000 lb

Marca del Dial : ELE
Modelo del Dial : LC-2B
Serie del Dial : 981398270
Procedencia : NO INDICA
Código de Identificación : NO INDICA

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la

3. Lugar y fecha de Calibración

JR. TUPAC YURI MZA. C-3 LOTE. 30 URB. ZARATE - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA
03 - NOVIEMBRE - 2021

4. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación del dial del anillo y la lectura de celda patrón.

5. Trazabilidad

| INSTRUMENTO | MARCA | CERTIFICADO | TRAZABILIDAD |
|----------------|-------|-------------------------|-----------------------|
| CELDA DE CARGA | MAVIN | CCP - 0994 - 001 - 2021 | SISTEMA INTERNACIONAL |
| INDICADOR | MCC | | |

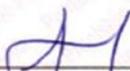
6. Condiciones Ambientales

| | INICIAL | FINAL |
|----------------|---------|-------|
| Temperatura °C | 23,5 | 23,4 |
| Humedad % | 60 | 58 |

7. Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



Laboratorio PP

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 585 - 2021

Página : 2 de 6

TABLA N° 1

| SISTEMA ANALÓGICO "A" DIVISIONES | SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf) | | | PROMEDIO "B" kgf |
|----------------------------------|------------------------------|----------|----------|------------------|
| | SERIE 1 | SERIE 2 | SERIE 3 | |
| 100 | 446,05 | 447,05 | 447,10 | 446,73 |
| 200 | 892,10 | 892,55 | 892,45 | 892,37 |
| 300 | 1 340,35 | 1 341,60 | 1 341,70 | 1 341,22 |
| 400 | 1 797,55 | 1 796,70 | 1 797,85 | 1 797,37 |
| 500 | 2 248,30 | 2 249,75 | 2 248,65 | 2 248,90 |
| 600 | 2 702,25 | 2 699,20 | 2 701,30 | 2 700,92 |
| 700 | 3 147,30 | 3 145,99 | 3 146,15 | 3 146,48 |

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

Coefficiente Correlación: $R^2 = 1,0000$

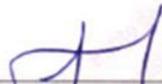
Ecuación de ajuste para valores en kgf : $y = 4,5086x - 7,1490$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (kgf)

Ecuación de ajuste para valores en libf : $y = 9,9397x - 15,7609$

Donde: x : Lectura del dial
y : Fuerza promedio (libf)




Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CARTA DE CALIBRACIÓN EN kgf

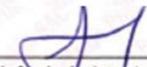
Pagina 3 de 6

| | | | |
|----------------------|-------------------|--------------------------|-----------|
| Marca de Prensa | NO INDICA | Marca del Dial | ELE |
| Marca de Anillo | ELE INTERNATIONAL | Modelo del Dial | LC-2B |
| Serie de Anillo | 26133 | Serie del Dial | 981398270 |
| Capacidad del Anillo | 10000 lb | Código de Identificación | NO INDICA |

$$y = 4,5086x - 7,1490$$

| Divisiones del Dial | Valores Ajustados en kgf | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 100 | 443,71 | 448,22 | 452,73 | 457,24 | 461,75 | 466,25 | 470,76 | 475,27 | 479,78 | 484,29 |
| 110 | 488,80 | 493,31 | 497,81 | 502,32 | 506,83 | 511,34 | 515,85 | 520,36 | 524,87 | 529,37 |
| 120 | 533,88 | 538,39 | 542,90 | 547,41 | 551,92 | 556,43 | 560,93 | 565,44 | 569,95 | 574,46 |
| 130 | 578,97 | 583,48 | 587,99 | 592,49 | 597,00 | 601,51 | 606,02 | 610,53 | 615,04 | 619,55 |
| 140 | 624,06 | 628,56 | 633,07 | 637,58 | 642,09 | 646,60 | 651,11 | 655,62 | 660,12 | 664,63 |
| 150 | 669,14 | 673,65 | 678,16 | 682,67 | 687,18 | 691,68 | 696,19 | 700,70 | 705,21 | 709,72 |
| 160 | 714,23 | 718,74 | 723,24 | 727,75 | 732,26 | 736,77 | 741,28 | 745,79 | 750,30 | 754,80 |
| 170 | 759,31 | 763,82 | 768,33 | 772,84 | 777,35 | 781,86 | 786,36 | 790,87 | 795,38 | 799,89 |
| 180 | 804,40 | 808,91 | 813,42 | 817,92 | 822,43 | 826,94 | 831,45 | 835,96 | 840,47 | 844,98 |
| 190 | 849,49 | 853,99 | 858,50 | 863,01 | 867,52 | 872,03 | 876,54 | 881,05 | 885,55 | 890,06 |
| 200 | 894,57 | 899,08 | 903,59 | 908,10 | 912,61 | 917,11 | 921,62 | 926,13 | 930,64 | 935,15 |
| 210 | 939,66 | 944,17 | 948,67 | 953,18 | 957,69 | 962,20 | 966,71 | 971,22 | 975,73 | 980,23 |
| 220 | 984,74 | 989,25 | 993,76 | 998,27 | 1 002,78 | 1 007,29 | 1 011,79 | 1 016,30 | 1 020,81 | 1 025,32 |
| 230 | 1 029,83 | 1 034,34 | 1 038,85 | 1 043,35 | 1 047,86 | 1 052,37 | 1 056,88 | 1 061,39 | 1 065,90 | 1 070,41 |
| 240 | 1 074,92 | 1 079,42 | 1 083,93 | 1 088,44 | 1 092,95 | 1 097,46 | 1 101,97 | 1 106,48 | 1 110,98 | 1 115,49 |
| 250 | 1 120,00 | 1 124,51 | 1 129,02 | 1 133,53 | 1 138,04 | 1 142,54 | 1 147,05 | 1 151,56 | 1 156,07 | 1 160,58 |
| 260 | 1 165,09 | 1 169,60 | 1 174,10 | 1 178,61 | 1 183,12 | 1 187,63 | 1 192,14 | 1 196,65 | 1 201,16 | 1 205,66 |
| 270 | 1 210,17 | 1 214,68 | 1 219,19 | 1 223,70 | 1 228,21 | 1 232,72 | 1 237,22 | 1 241,73 | 1 246,24 | 1 250,75 |
| 280 | 1 255,26 | 1 259,77 | 1 264,28 | 1 268,78 | 1 273,29 | 1 277,80 | 1 282,31 | 1 286,82 | 1 291,33 | 1 295,84 |
| 290 | 1 300,35 | 1 304,85 | 1 309,36 | 1 313,87 | 1 318,38 | 1 322,89 | 1 327,40 | 1 331,91 | 1 336,41 | 1 340,92 |
| 300 | 1 345,43 | 1 349,94 | 1 354,45 | 1 358,96 | 1 363,47 | 1 367,97 | 1 372,48 | 1 376,99 | 1 381,50 | 1 386,01 |
| 310 | 1 390,52 | 1 395,03 | 1 399,53 | 1 404,04 | 1 408,55 | 1 413,06 | 1 417,57 | 1 422,08 | 1 426,59 | 1 431,09 |
| 320 | 1 435,60 | 1 440,11 | 1 444,62 | 1 449,13 | 1 453,64 | 1 458,15 | 1 462,65 | 1 467,16 | 1 471,67 | 1 476,18 |
| 330 | 1 480,69 | 1 485,20 | 1 489,71 | 1 494,21 | 1 498,72 | 1 503,23 | 1 507,74 | 1 512,25 | 1 516,76 | 1 521,27 |
| 340 | 1 525,78 | 1 530,28 | 1 534,79 | 1 539,30 | 1 543,81 | 1 548,32 | 1 552,83 | 1 557,34 | 1 561,84 | 1 566,35 |
| 350 | 1 570,86 | 1 575,37 | 1 579,88 | 1 584,39 | 1 588,90 | 1 593,40 | 1 597,91 | 1 602,42 | 1 606,93 | 1 611,44 |
| 360 | 1 615,95 | 1 620,46 | 1 624,96 | 1 629,47 | 1 633,98 | 1 638,49 | 1 643,00 | 1 647,51 | 1 652,02 | 1 656,52 |
| 370 | 1 661,03 | 1 665,54 | 1 670,05 | 1 674,56 | 1 679,07 | 1 683,58 | 1 688,08 | 1 692,59 | 1 697,10 | 1 701,61 |
| 380 | 1 706,12 | 1 710,63 | 1 715,14 | 1 719,64 | 1 724,15 | 1 728,66 | 1 733,17 | 1 737,68 | 1 742,19 | 1 746,70 |
| 390 | 1 751,21 | 1 755,71 | 1 760,22 | 1 764,73 | 1 769,24 | 1 773,75 | 1 778,26 | 1 782,77 | 1 787,27 | 1 791,78 |
| 400 | 1 796,29 | 1 800,80 | 1 805,31 | 1 809,82 | 1 814,33 | 1 818,83 | 1 823,34 | 1 827,85 | 1 832,36 | 1 836,87 |
| 410 | 1 841,38 | 1 845,89 | 1 850,39 | 1 854,90 | 1 859,41 | 1 863,92 | 1 868,43 | 1 872,94 | 1 877,45 | 1 881,95 |
| 420 | 1 886,46 | 1 890,97 | 1 895,48 | 1 899,99 | 1 904,50 | 1 909,01 | 1 913,51 | 1 918,02 | 1 922,53 | 1 927,04 |
| 430 | 1 931,55 | 1 936,06 | 1 940,57 | 1 945,07 | 1 949,58 | 1 954,09 | 1 958,60 | 1 963,11 | 1 967,62 | 1 972,13 |
| 440 | 1 976,64 | 1 981,14 | 1 985,65 | 1 990,16 | 1 994,67 | 1 999,18 | 2 003,69 | 2 008,20 | 2 012,70 | 2 017,21 |
| 450 | 2 021,72 | 2 026,23 | 2 030,74 | 2 035,25 | 2 039,76 | 2 044,26 | 2 048,77 | 2 053,28 | 2 057,79 | 2 062,30 |
| 460 | 2 066,81 | 2 071,32 | 2 075,82 | 2 080,33 | 2 084,84 | 2 089,35 | 2 093,86 | 2 098,37 | 2 102,88 | 2 107,38 |
| 470 | 2 111,89 | 2 116,40 | 2 120,91 | 2 125,42 | 2 129,93 | 2 134,44 | 2 138,94 | 2 143,45 | 2 147,96 | 2 152,47 |
| 480 | 2 156,98 | 2 161,49 | 2 166,00 | 2 170,50 | 2 175,01 | 2 179,52 | 2 184,03 | 2 188,54 | 2 193,05 | 2 197,56 |
| 490 | 2 202,07 | 2 206,57 | 2 211,08 | 2 215,59 | 2 220,10 | 2 224,61 | 2 229,12 | 2 233,63 | 2 238,13 | 2 242,64 |
| 500 | 2 247,15 | 2 251,66 | 2 256,17 | 2 260,68 | 2 265,19 | 2 269,69 | 2 274,20 | 2 278,71 | 2 283,22 | 2 287,73 |
| 510 | 2 292,24 | 2 296,75 | 2 301,25 | 2 305,76 | 2 310,27 | 2 314,78 | 2 319,29 | 2 323,80 | 2 328,31 | 2 332,81 |
| 520 | 2 337,32 | 2 341,83 | 2 346,34 | 2 350,85 | 2 355,36 | 2 359,87 | 2 364,37 | 2 368,88 | 2 373,39 | 2 377,90 |
| 530 | 2 382,41 | 2 386,92 | 2 391,43 | 2 395,93 | 2 400,44 | 2 404,95 | 2 409,46 | 2 413,97 | 2 418,48 | 2 422,99 |
| 540 | 2 427,50 | 2 432,00 | 2 436,51 | 2 441,02 | 2 445,53 | 2 450,04 | 2 454,55 | 2 459,06 | 2 463,56 | 2 468,07 |
| 550 | 2 472,58 | 2 477,09 | 2 481,60 | 2 486,11 | 2 490,62 | 2 495,12 | 2 499,63 | 2 504,14 | 2 508,65 | 2 513,16 |

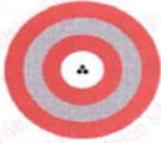



 Jefe de Laboratorio
 Ing. Luis Loayza Capcha
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

Laboratorio PP

| Divisiones del Dial | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 560 | 2 517,67 | 2 522,18 | 2 526,68 | 2 531,19 | 2 535,70 | 2 540,21 | 2 544,72 | 2 549,23 | 2 553,74 | 2 558,24 |
| 570 | 2 562,75 | 2 567,26 | 2 571,77 | 2 576,28 | 2 580,79 | 2 585,30 | 2 589,80 | 2 594,31 | 2 598,82 | 2 603,33 |
| 580 | 2 607,84 | 2 612,35 | 2 616,86 | 2 621,36 | 2 625,87 | 2 630,38 | 2 634,89 | 2 639,40 | 2 643,91 | 2 648,42 |
| 590 | 2 652,93 | 2 657,43 | 2 661,94 | 2 666,45 | 2 670,96 | 2 675,47 | 2 679,98 | 2 684,49 | 2 688,99 | 2 693,50 |
| 600 | 2 698,01 | 2 702,52 | 2 707,03 | 2 711,54 | 2 716,05 | 2 720,55 | 2 725,06 | 2 729,57 | 2 734,08 | 2 738,59 |
| 610 | 2 743,10 | 2 747,61 | 2 752,11 | 2 756,62 | 2 761,13 | 2 765,64 | 2 770,15 | 2 774,66 | 2 779,17 | 2 783,67 |
| 620 | 2 788,18 | 2 792,69 | 2 797,20 | 2 801,71 | 2 806,22 | 2 810,73 | 2 815,23 | 2 819,74 | 2 824,25 | 2 828,76 |
| 630 | 2 833,27 | 2 837,78 | 2 842,29 | 2 846,79 | 2 851,30 | 2 855,81 | 2 860,32 | 2 864,83 | 2 869,34 | 2 873,85 |
| 640 | 2 878,36 | 2 882,86 | 2 887,37 | 2 891,88 | 2 896,39 | 2 900,90 | 2 905,41 | 2 909,92 | 2 914,42 | 2 918,93 |
| 650 | 2 923,44 | 2 927,95 | 2 932,46 | 2 936,97 | 2 941,48 | 2 945,98 | 2 950,49 | 2 955,00 | 2 959,51 | 2 964,02 |
| 660 | 2 968,53 | 2 973,04 | 2 977,54 | 2 982,05 | 2 986,56 | 2 991,07 | 2 995,58 | 3 000,09 | 3 004,60 | 3 009,10 |
| 670 | 3 013,61 | 3 018,12 | 3 022,63 | 3 027,14 | 3 031,65 | 3 036,16 | 3 040,66 | 3 045,17 | 3 049,68 | 3 054,19 |
| 680 | 3 058,70 | 3 063,21 | 3 067,72 | 3 072,22 | 3 076,73 | 3 081,24 | 3 085,75 | 3 090,26 | 3 094,77 | 3 099,28 |
| 690 | 3 103,79 | 3 108,29 | 3 112,80 | 3 117,31 | 3 121,82 | 3 126,33 | 3 130,84 | 3 135,35 | 3 139,85 | 3 144,36 |
| 700 | 3 148,87 | 3 153,38 | 3 157,89 | 3 162,40 | 3 166,91 | 3 171,41 | 3 175,92 | 3 180,43 | 3 184,94 | 3 189,45 |
| 710 | 3 193,96 | 3 198,47 | 3 202,97 | 3 207,48 | 3 211,99 | 3 216,50 | 3 221,01 | 3 225,52 | 3 230,03 | 3 234,53 |
| 720 | 3 239,04 | 3 243,55 | 3 248,06 | 3 252,57 | 3 257,08 | 3 261,59 | 3 266,09 | 3 270,60 | 3 275,11 | 3 279,62 |
| 730 | 3 284,13 | 3 288,64 | 3 293,15 | 3 297,65 | 3 302,16 | 3 306,67 | 3 311,18 | 3 315,69 | 3 320,20 | 3 324,71 |
| 740 | 3 329,22 | 3 333,72 | 3 338,23 | 3 342,74 | 3 347,25 | 3 351,76 | 3 356,27 | 3 360,78 | 3 365,28 | 3 369,79 |
| 750 | 3 374,30 | 3 378,81 | 3 383,32 | 3 387,83 | 3 392,34 | 3 396,84 | 3 401,35 | 3 405,86 | 3 410,37 | 3 414,88 |
| 760 | 3 419,39 | 3 423,90 | 3 428,40 | 3 432,91 | 3 437,42 | 3 441,93 | 3 446,44 | 3 450,95 | 3 455,46 | 3 459,96 |
| 770 | 3 464,47 | 3 468,98 | 3 473,49 | 3 478,00 | 3 482,51 | 3 487,02 | 3 491,52 | 3 496,03 | 3 500,54 | 3 505,05 |
| 780 | 3 509,56 | 3 514,07 | 3 518,58 | 3 523,08 | 3 527,59 | 3 532,10 | 3 536,61 | 3 541,12 | 3 545,63 | 3 550,14 |
| 790 | 3 554,65 | 3 559,15 | 3 563,66 | 3 568,17 | 3 572,68 | 3 577,19 | 3 581,70 | 3 586,21 | 3 590,71 | 3 595,22 |
| 800 | 3 599,73 | 3 604,24 | 3 608,75 | 3 613,26 | 3 617,77 | 3 622,27 | 3 626,78 | 3 631,29 | 3 635,80 | 3 640,31 |
| 810 | 3 644,82 | 3 649,33 | 3 653,83 | 3 658,34 | 3 662,85 | 3 667,36 | 3 671,87 | 3 676,38 | 3 680,89 | 3 685,39 |
| 820 | 3 689,90 | 3 694,41 | 3 698,92 | 3 703,43 | 3 707,94 | 3 712,45 | 3 716,95 | 3 721,46 | 3 725,97 | 3 730,48 |
| 830 | 3 734,99 | 3 739,50 | 3 744,01 | 3 748,51 | 3 753,02 | 3 757,53 | 3 762,04 | 3 766,55 | 3 771,06 | 3 775,57 |
| 840 | 3 780,08 | 3 784,58 | 3 789,09 | 3 793,60 | 3 798,11 | 3 802,62 | 3 807,13 | 3 811,64 | 3 816,14 | 3 820,65 |
| 850 | 3 825,16 | 3 829,67 | 3 834,18 | 3 838,69 | 3 843,20 | 3 847,70 | 3 852,21 | 3 856,72 | 3 861,23 | 3 865,74 |
| 860 | 3 870,25 | 3 874,76 | 3 879,26 | 3 883,77 | 3 888,28 | 3 892,79 | 3 897,30 | 3 901,81 | 3 906,32 | 3 910,82 |
| 870 | 3 915,33 | 3 919,84 | 3 924,35 | 3 928,86 | 3 933,37 | 3 937,88 | 3 942,38 | 3 946,89 | 3 951,40 | 3 955,91 |
| 880 | 3 960,42 | 3 964,93 | 3 969,44 | 3 973,94 | 3 978,45 | 3 982,96 | 3 987,47 | 3 991,98 | 3 996,49 | 4 001,00 |
| 890 | 4 005,51 | 4 010,01 | 4 014,52 | 4 019,03 | 4 023,54 | 4 028,05 | 4 032,56 | 4 037,07 | 4 041,57 | 4 046,08 |
| 900 | 4 050,59 | 4 055,10 | 4 059,61 | 4 064,12 | 4 068,63 | 4 073,13 | 4 077,64 | 4 082,15 | 4 086,66 | 4 091,17 |
| 910 | 4 095,68 | 4 100,19 | 4 104,69 | 4 109,20 | 4 113,71 | 4 118,22 | 4 122,73 | 4 127,24 | 4 131,75 | 4 136,25 |
| 920 | 4 140,76 | 4 145,27 | 4 149,78 | 4 154,29 | 4 158,80 | 4 163,31 | 4 167,81 | 4 172,32 | 4 176,83 | 4 181,34 |
| 930 | 4 185,85 | 4 190,36 | 4 194,87 | 4 199,37 | 4 203,88 | 4 208,39 | 4 212,90 | 4 217,41 | 4 221,92 | 4 226,43 |
| 940 | 4 230,94 | 4 235,44 | 4 239,95 | 4 244,46 | 4 248,97 | 4 253,48 | 4 257,99 | 4 262,50 | 4 267,00 | 4 271,51 |
| 950 | 4 276,02 | 4 280,53 | 4 285,04 | 4 289,55 | 4 294,06 | 4 298,56 | 4 303,07 | 4 307,58 | 4 312,09 | 4 316,60 |
| 960 | 4 321,11 | 4 325,62 | 4 330,12 | 4 334,63 | 4 339,14 | 4 343,65 | 4 348,16 | 4 352,67 | 4 357,18 | 4 361,68 |
| 970 | 4 366,19 | 4 370,70 | 4 375,21 | 4 379,72 | 4 384,23 | 4 388,74 | 4 393,24 | 4 397,75 | 4 402,26 | 4 406,77 |
| 980 | 4 411,28 | 4 415,79 | 4 420,30 | 4 424,80 | 4 429,31 | 4 433,82 | 4 438,33 | 4 442,84 | 4 447,35 | 4 451,86 |
| 990 | 4 456,37 | 4 460,87 | 4 465,38 | 4 469,89 | 4 474,40 | 4 478,91 | 4 483,42 | 4 487,93 | 4 492,43 | 4 496,94 |
| 1000 | 4 501,45 | 4 505,96 | 4 510,47 | 4 514,98 | 4 519,49 | 4 523,99 | 4 528,50 | 4 533,01 | | |



Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

13.7. Anexo N° 07: Matriz de consistencia.

Tabla 36. Matriz de consistencia de esta investigación

| Proyecto de tesis: ESTABILIZACIÓN DE SUELO UTILIZANDO POLVO DE VIDRIO RECICLADO EN JIRÓN MIGUEL GRAU SEMINARIO, URBANIZACIÓN LA FLORIDA, BARRANCA* | | | | | | |
|---|---|--|---|--|---|--------------------------|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES DE ESTUDIO | DIMENSION | METODOLOGIA, TECNICAS E INSTRUMENTOS | FUENTE DE VERIFICACIÓN |
| GENERAL: | | | VARIABLE 1: | | | |
| ¿La estabilización de suelo, mejorará utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca? | Probar si la estabilización de suelo, mejora utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca. | La estabilización de suelo, mejora utilizando polvo de vidrio reciclado para obtener un suelo óptimo para base y/ o sub base en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca. | Variable Independiente Polvo de vidrio reciclado | Características Químicas | El diseño metodológico de investigación conforme al propósito que se busca es una Indagación básica y según al método de contrastación corresponde a la Investigación experimental. | |
| ESPECÍFICOS: | | | VARIABLE 2: | | | |
| a) ¿Cuáles son las características químicas del polvo de vidrio reciclado mediante fluorescencia de rayos X? | Determinar las características químicas del polvo de vidrio reciclado mediante fluorescencia de rayos X. | Con las características químicas se obtiene un limitado porcentaje de silicio y sodio, del polvo de vidrio reciclado mediante fluorescencia de rayos X. | | Contenido de humedad | Población y Muestra: Al ser la población pequeña n= 3 se trabajará con la población delimitada en la vía colectora de 1200 m en Jirón Miguel Grau Seminario en la zona urbanizada la Florida, Distrito y Provincia de Barranca, Departamento de Lima. Unidad de Análisis: Suelo en estado natural y con polvo de vidrio reciclado Instrumentos: Ficha de Muestreo: (MINAM, 2014) "Documento que recoge información levantada en campo, que incluye la técnica de muestreo, las condiciones del punto de muestreo y | |
| b) ¿Cuál es la clasificación granulométrica y Que porcentaje de humedad posee el suelo, en estado natural en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca? | Realizar la clasificación granulométrica y el porcentaje de humedad que posee el suelo en estado natural en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca. | La clasificación granulométrica demuestra que a través del ensayo es un suelo arcilloso y el porcentaje de humedad que posee es de 50 %, en estado natural en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca. | Variable Dependiente | Análisis granulométrico | | |
| c) ¿Qué comportamiento tienen los límites de consistencia del suelo en estado natural y utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca? | Establecer el comportamiento que tienen los límites de consistencia del suelo en estado natural y utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca. | Los límites de consistencia, desarrolla un comportamiento no apto para el límite líquido y límite plástico debido a la elevada presencia de agua, en estado natural y que se reducen utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca. | Estabilización de suelo | Límite líquido y límite plástico Proctor Modificado California Bearing Ratio - (CBR) | | Ensayo en el Laboratorio |

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| <p>d) ¿Qué parámetros influyen en la obtención de los valores del Proctor modificado y el CBR del suelo en estado natural y utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca?</p> | <p>Determinar los parámetros que influyen en la obtención de los valores del Proctor modificado y el CBR del suelo en estado natural y utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca.</p> | <p>Mediante el Proctor modificado se obtiene un descenso en las condiciones óptimas de compactación y en el CBR disminuye la resistencia al esfuerzo cortante del suelo, en estado natural y se incrementa utilizando polvo de vidrio reciclado en Jirón Miguel Grau Seminario, Urbanización La Florida, Barranca.</p> | | <p>una descripción de las muestras tomadas".</p> | |
|---|--|--|--|--|--|

Nota: Fuente Propia; Matriz de Consistencia.