

UNIVERSIDAD CIENTIFICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



T E S I S

**“DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO
CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA
ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE
TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN,
NAUTA 2022”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
CIVIL**

AUTORES :

Bach. ALFARO MEDINA, MARLON

Bach. LOPÉZ RAMOS, PABLO ALBERTO

ASESOR :

Ing. OCAÑA APONTE, JUAN JESUS

Iquitos, Perú

2024


Ing JUAN JESUS OCAÑA APONTE
INGENIERO CIVIL
Reg CIP N° 125103

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Con Resolución Decanal N° 658-2023-UCP-FCEI, del 13 de setiembre del 2023, se designó jurado.

Con Resolución Decanal N° 012-2024-UCP-FCEI, del 08 de enero del 2024, se cambió al jurado.

Con Resolución Decanal N° 230-2025-UCP-FCEI, del 10 de marzo del 2025, se autorizó la sustentación.

Siendo las 11:00 a.m. del día 19 de marzo del 2025, se constituyó de modo presencial el Jurado para escuchar la presentación y defensa de la Tesis: **"DISEÑO GEOTECNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACION DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SEPTICO CON POZOS DE PERCOLACION, NAUTA 2022"**.

Presentado por:

MARLON ALFARO MEDINA

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

PABLO ALBERTO LOPEZ RAMOS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

Asesor: Ing. JUAN JESUS OCAÑA APONTE, M. Sc

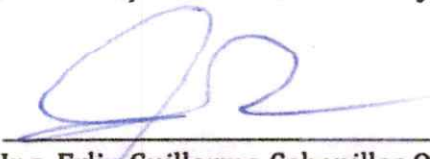
Luego de escuchar la sustentación y defensa ante las preguntas, el Jurado pasó a la deliberación en forma reservada, llegando a la siguiente conclusión:

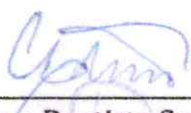
La sustentación es:

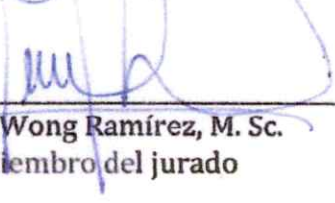
Aprobada por Unanimidad

A las 12:10 horas culminó el acto público.

En fe de los cual los miembros del jurado firman el Acta y comunican en acto público.


Ing. Erlin Guillermo Cabanillas Oliva, Dr
Presidente del Jurado


Ing. Liliana Bautista Serpa, M. Sc.
Miembro del jurado


Ing. Félix Wong Ramírez, M. Sc.
Miembro del jurado



"Año de la recuperación y consolidación de la económica peruana"

**CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP**

El presidente del Comité de Ética e Integridad Científica

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL
(GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN
SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN,
NAUTA 2022"**

De los alumnos: **MARLON ALFARO MEDINA Y PABLO ALBERTO LOPEZ RAMOS**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **17% de similitud**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que estime conveniente.

San Juan, 28 de febrero del 2025.

A handwritten signature in blue ink, enclosed in a light blue oval, is positioned above the official title of the signatory.

**Presidente del Comité de Ética e
Integridad Científica
Mgr. Arq. Jorge L. Tapullima Flores**



UCP_ING_CIVIL_2025_TESIS_MARLON_ALFARO_PABLO_LÓPEZ_V1_RESUMEN (1)

17%
Textos
sospechosos

3% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
0% entre las fuentes mencionadas
0% Idiomas no reconocidos
14% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: UCP_ING_CIVIL_2025_TESIS_MARLON_ALFARO_PABLO_LOPEZ_V1_RESUMEN (1).pdf
ID del documento: 58a42a79a688ccc306f23b1fdf289b393bd0cc45
Tamaño del documento original: 2,27 MB
Autores: []

Depositante: Chris Angela Ramirez Flores
Fecha de depósito: 21/2/2025
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 21/2/2025

Número de palabras: 12.965
Número de caracteres: 85.000

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	cdn.www.gob.pe https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686412/5.020 Tanques Sépticos.pdf?v=164141... 9 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (136 palabras)
2	www.saludarequipa.gob.pe https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/saneamiento/5.020.pdf 9 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (136 palabras)
3	aislapor.com Geobloques - Aislapor https://aislapor.com/geobloques/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (45 palabras)
4	taludes001.blogspot.com ESTABILIZACION DE TALUDES https://taludes001.blogspot.com/2015/08/estabilizacion-de-taludes-definicion-de.html 3 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (46 palabras)
5	hdl.handle.net Determinación de la capacidad admisible del suelo de la Planicie di... http://hdl.handle.net/11458/4085 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (38 palabras)

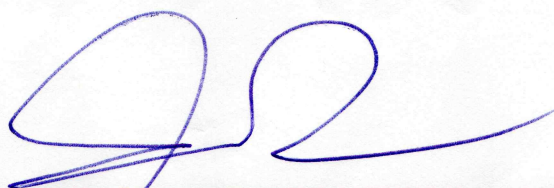
Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	es.slideshare.net calculo de letrina PPT https://es.slideshare.net/slideshow/calculo-de-letrina/51160241#:~:text=Describe tres tipos de let...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	hdl.handle.net Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre ... http://hdl.handle.net/20.500.14503/1320	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (22 palabras)
3	es.slideshare.net 234729564 guia-tematica-mecanica-de-suelos-ii PDF https://es.slideshare.net/slideshow/234729564-guia-tematica-mecanica-de-suelos-ii/41790355	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (23 palabras)
4	www.maccaferri.com TerraMesh: Reforzando con Geomallas Maccaferri Latam https://www.maccaferri.com/latam/productos/terramesh/	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (18 palabras)
5	repositorio.ucp.edu.pe Trabajo de Suficiencia Profesional http://repositorio.ucp.edu.pe/collections/b7d651ea-b9e9-4ac8-9c97-07c88c129b24	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (15 palabras)

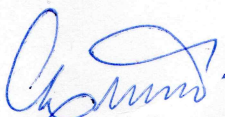
HOJA DE APROBACIÓN PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL

BACHILLERES: MARLON ALFARO MEDINA Y PABLO ALBERTO LOPEZ RAMOS

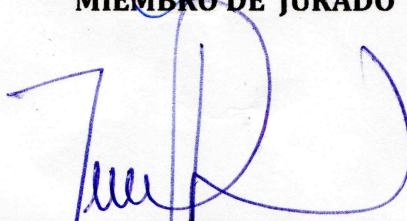
**La Tesis sustentada en acto público el día 19 de marzo del 2025, a las 11: 00 am,
en las instalaciones de la UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ.**



**ING. ERLIN GUILLERMO CABANILLAS OLIVA, DR
PRESIDENTE DE JURADO**



**ING. LILIANA BAUTISTA SERPA, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. FÉLIX WONG RAMÍREZ, M. SC.
MIEMBRO DE JURADO**



**ING. JUAN JESUS OCAÑA APONTE, M. SC
ASESOR**

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en primer lugar, a Dios, mi guía y fortaleza. Por brindarme, salud, sabiduría, paciencia y determinación a lo largo de mi camino académico y personal.

A mis padres, Paul y Fany; mis hermanos, Paul y Camila; por su amor, apoyo, comprensión y confianza hacia mi persona.

Bach. Alfaro Medina, Marlon

Dedico estas líneas a tres personas que, como faros, han guiado mi camino a través de esta desmesurada aventura universitaria, y cuyas huellas han dejado una marca indeleble en mi vida:

A mi mamá Helen, cuyo amor y apoyo incondicional ha sido la brújula que me ha guiado en los momentos de desasosiego y motor principal para mi perseverancia y superación.

A mi papá Pablo y tía Zadith, cuyos ejemplos de dedicación, trabajo y entrega, me han enseñado que la virtud de la paciencia es el alma misma del verdadero saber.

Bach. López Ramos, Pablo Alberto

AGRADECIMIENTOS

A nuestra familia, por estar presente en cada momento. Su cariño ha sido el bálsamo para los días difíciles.

A los Ingenieros Miguel Robalino, Luis Adrianzén, Ricardo Pizango y Juan Ocaña, por su generosidad y sabiduría. Gracias por los invaluable consejos y ayuda constante al compartir sus conocimientos.

Bach. Alfaro Medina, Marlon & López Ramos, Pablo Alberto

ÍNDICE

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	12
1.1. Antecedentes de estudio	12
1.2. Bases teóricas	14
1.2.1. Talud.....	14
1.2.1.1. Definición	14
1.2.1.2. Nomenclatura.....	14
1.2.1.3. Tipos de fallas.....	15
1.2.1.4. Factores que influyen en la estabilidad.....	17
1.2.2. Resistencia al corte	18
1.2.2.1. Criterio de falla de Mohr-Coulomb	18
1.2.2.2. Ángulo de fricción	20
1.2.2.3. Cohesión	20
1.2.3. Ensayos para la caracterización de suelos.....	21
1.2.3.1. Análisis granulométrico	21
1.2.3.2. Límites de consistencia.....	21
1.2.3.3. Clasificación de suelos.....	22
1.2.3.4. Contenido de humedad	23
1.2.3.5. Peso volumétrico.....	23
1.2.3.6. Proctor modificado	24
1.2.3.7. Ensayo de corte directo.....	25
1.2.3.8. Ensayo de corte con veleta.....	26
1.2.4. Métodos de equilibrio límite.....	27
1.2.4.1. Métodos comunes	27
1.2.4.2. Factor de seguridad (F.S).....	28
1.2.4.3. Evaluación de la estabilidad del talud.....	28
1.2.5. Geoespuma.....	29
1.2.5.1. Definición	29
1.2.5.2. Características principales	29
1.2.5.3. Propiedades físicas y mecánicas	30
1.2.5.4. Ensayos de laboratorio.....	32
1.2.5.5. Terraplenes y rellenos para obras civiles	32
1.2.5.6. Principales aplicaciones de la Geoespuma	34
1.2.5.7. Proceso de colocación de la Geoespuma en taludes	35
1.2.6. Estabilización de taludes con uso de software.....	37

1.2.6.1. Descripción	37
1.2.6.2. Software Slide.....	37
1.2.6.3. Procedimientos.....	38
1.2.7. Tanque séptico	39
1.2.7.1. Definición	39
1.2.7.2. Diseño estructural	39
1.2.7.3. Volumen.....	40
1.2.7.4. Tiempo de retención	41
1.2.7.5. Condiciones de construcción	41
1.2.7.6. Operación y mantenimiento.....	43
1.2.8. Pozo de percolación	44
1.2.8.1. Definición	44
1.2.8.2. Componentes	44
1.2.8.3. Consideraciones de diseño.....	44
1.2.9. Definición de términos básicos.....	46
CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	48
2.1. Descripción del problema.....	48
2.2. Formulación del problema.....	49
2.2.1. Problema general	49
2.2.2. Problemas específicos.....	49
2.3. Objetivos.....	49
2.3.1. Objetivo general.....	49
2.3.2. Objetivos específicos	49
2.4. Hipótesis	50
2.5. Variables.....	50
2.5.1. Identificación de las variables.....	50
2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables.....	50
2.5.3. Operacionalización de las variables.....	51
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	52
3.1. Tipo y diseño de investigación	52
3.2. Población y muestra	52
3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	52
3.4. Procesamiento y análisis de datos	53
CAPÍTULO IV. RESULTADOS.....	54
4.1. Descripción del área de estudio	54
4.1.1. Ubicación.....	54

4.1.2.	Características geométricas.....	54
4.1.3.	Accesibilidad	54
4.1.4.	Topografía.....	55
4.1.5.	Factor climático	55
4.2.	Estudios geotécnicos.....	56
4.2.1.	Calicatas.....	56
4.2.3.	Ensayos in situ	57
4.2.3.	Ensayos de laboratorio.....	57
4.2.4.	Sismicidad.....	58
4.3.	Diseño inicial del proyecto	59
4.3.1.	Sistema Terramesh® Verde.....	59
4.4.	Propuesta de diseño geotécnico con material no convencional (Geospuma)	63
4.4.1.	Descripción	63
4.5.	Cuadro comparativo entre sistemas.....	68
CAPÍTULO V. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		69
5.1.	Discusiones.....	69
5.2.	Conclusiones.....	71
5.3.	Recomendaciones	72
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		73
ANEXOS		75
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA		76
ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO.....		78
Anexo 2.1.	Acceso al área de estudio	79
Anexo 2.2.	Estado del área de estudio	80
Anexo 2.3.	Excavación y extracción de muestras.....	81
ANEXO 3. ENSAYOS IN SITU		82
Anexo 3.1.	Ensayos de corte con veleta (Torvane).....	83
ANEXO 4. ENSAYOS DE LABORATORIO		87
Anexo 4.1.	Suelo de fundación	88
Anexo 4.1.1.	Calicata C-1.....	89
Anexo 4.1.2.	Calicata C-2.....	94
Anexo 4.1.3.	Calicata C-3.....	99
Anexo 4.2.	Material de relleno.....	104
Anexo 4.3.	Geospuma	112
Anexo 4.3.1.	Geospuma - Densidad 15	113
Anexo 4.3.2.	Geospuma - Densidad 20	121

ANEXO 5.	FICHAS TÉCNICAS	129
ANEXO 6.	PRESUPUESTO	135
Anexo 6.1.	Terramesh® Verde.....	136
Anexo 6.2.	Geospuma.....	139
ANEXO 7.	PLANOS.....	142
Anexo 7.1.	Plano de ubicación.....	143
Anexo 7.2.	Plano de lotización	144
Anexo 7.3.	Plano topográfico & vista en planta (Terramesh® Verde).....	145
Anexo 7.4.	Plano de perfil longitudinal (Terramesh® Verde).....	146
Anexo 7.5.	Plano de sección transversal 01 (Terramesh® Verde).....	147
Anexo 7.6.	Plano de sección transversal 02 (Terramesh® Verde).....	148
Anexo 7.7.	Plano topográfico & vista en planta (Geospuma)	149
Anexo 7.8.	Plano de perfil longitudinal (Geospuma).....	150
Anexo 7.9.	Plano de sección transversal 01 (Geospuma).....	151
Anexo 7.10.	Plano de sección transversal 02 (Geospuma).....	152
Anexo 7.11.	Plano de detalle (Terramesh® Verde & Geospuma).....	153
Anexo 7.12.	Plano de detalle 01 (Pozo de percolación & Caja de distribución).....	154
Anexo 7.13.	Plano de detalle 02 (Pozo de percolación & Caja de distribución).....	155
Anexo 7.14.	Plano de detalle 01 (Tanque séptico & Trampa de grasas).....	156
Anexo 7.15.	Plano de detalle 02 (Tanque séptico & Trampa de grasas).....	157
ANEXO 8.	PROGRAMACIÓN.....	158
Anexo 8.1.	Terramesh® Verde.....	159
Anexo 8.2.	Geospuma.....	160

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Nomenclatura de ladera y talud.....	15
Figura 2. Criterio de falla de Mohr-Coulomb	19
Figura 3. Juego de tamices.....	21
Figura 4. Equipos para límites de consistencia del suelo.....	22
Figura 5. Carta de plasticidad	22
Figura 6. Horno de secado con muestras de suelo	23
Figura 7. Equipos para el ensayo de peso volumétrico.....	24
Figura 8. Equipo de Proctor modificado.....	25
Figura 9. Equipo de prueba de corte directo	25
Figura 10. Dispositivo Torvane	27
Figura 11. Bloque de Geospuma	30
Figura 12. Obra civil con Geospuma	33
Figura 13. Colocación de Geospuma	37
Figura 14. Tanque séptico.....	40
Figura 15. Pozo de percolación.....	46
Figura 16. Zonificación sísmica del Perú	59
Figura 17. Análisis estático del sistema Terramesh® Verde	61
Figura 18. Análisis pseudoestático del sistema Terramesh® Verde.....	62
Figura 19. Sistema Terramesh® Verde.....	63
Figura 20. Análisis estático de la Geospuma	66
Figura 21. Análisis pseudoestático de la Geospuma	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Fallas en un talud	15
Tabla 2. Factores que influyen en un talud	17
Tabla 3. Valores aprox. de ángulo de fricción y cohesión por tipo de suelo	20
Tabla 4. Valores del factor de corrección por tipo de suelo	26
Tabla 5. Métodos de equilibrio límite	27
Tabla 6. Condiciones mínimas para el F.S en taludes	28
Tabla 7. Geospuma - Densidad 15 kg/cm ³	32
Tabla 8. Geospuma - Densidad 20 kg/cm ³	32
Tabla 9. Aplicaciones de la Geospuma	34
Tabla 10. Definición conceptual y operacional de las variables	50
Tabla 11. Operacionalización de las variables	51
Tabla 12. Características geométricas del área de estudio	54
Tabla 13. Histograma de precipitación	55
Tabla 14. Perfil estratigráfico	56
Tabla 15. Resumen de los ensayos de corte con veleta	57
Tabla 16. Resumen de ensayos de granulometría	57
Tabla 17. Resumen de ensayos de límites de consistencia	58
Tabla 18. Resumen de ensayos de contenido de humedad y peso volumétrico	58
Tabla 19. Parámetros sísmicos del área de estudio	58
Tabla 20. Cuadro comparativo entre Terramesh® Verde y Geospuma	68

RESUMEN

El presente trabajo de investigación presenta la elaboración de un diseño geotécnico empleando material no convencional (Geoespuma), para la estabilización del talud en un sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta.

El marco conceptual se enfoca en la capacidad de la Geoespuma para reducir la carga efectiva en el suelo, mejorando su estabilidad al disminuir la presión intersticial. La metodología es mixta, combinando observaciones cualitativas y análisis cuantitativos de estabilidad mediante modelación en el software Slide.

Los resultados muestran factores de seguridad de 1,869 en condiciones estáticas y 1,621 en condiciones pseudoestáticas, cumpliendo con lo determinado en la norma E.050 Suelos y cimentaciones. La comparación con sistemas tradicionales, como el sistema Terramesh® Verde, demuestra que la Geoespuma es más adecuada para suelos de baja cohesión, además de ser económica y sostenible al evitar contaminación en áreas cercanas.

La investigación concluye que la Geoespuma es una solución viable y eficiente, proporcionando seguridad y protección ambiental a largo plazo.

Palabras clave

Geoespuma, tanque séptico, pozo de percolación, estabilidad de taludes, factor de seguridad, software Slide

ABSTRACT

The present research work presents the elaboration of a geotechnical design using unconventional material (Geofoam) for slope stabilization in a septic tank system with percolation wells in the city of Nauta.

The conceptual framework focuses on Geofoam's ability to reduce effective load on the soil, enhancing its stability by decreasing pore water pressure. The methodology is mixed, combining qualitative observations and quantitative stability analysis through modeling in Slide software.

The results show safety factors of 1,869 in static conditions and 1,621 in pseudo-static conditions, meeting the E.050 Soil and Foundations standard. The comparison with traditional systems, such as the Terramesh® Green system, demonstrates that Geofoam is more suitable for low-cohesion soils, in addition to being economical and sustainable by preventing contamination in nearby areas.

The study concludes that Geofoam is a viable and efficient solution, providing long-term safety and environmental protection.

Keywords

Geofoam, septic tank, percolation well, slope stability, safety factor, Slide software

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de estudio

Almeida Ávila (2014), en la tesis titulada ***“Uso de los bloques de poliestireno expandido en terraplenes”***, tuvo como objetivo dar a conocer las bondades y la aplicación del poliestireno expandido en la construcción de terraplenes sobre suelos blandos.

Los resultados indicaron que, los bloques de poliestireno expandido son una opción viable para el desarrollo de terraplenes en terrenos de consistencia blanda (suelos blandos), debido a sus características físicas que permiten una distribución eficiente de cargas. Además, la simplificación de los procesos constructivos, reduciendo los tiempos de ejecución e impacto ambiental.

Finalmente concluye que, si bien los bloques de poliestireno expandido ofrecen ventajas en términos de facilidad de uso y rapidez en construcción, su empleo debe ser evaluado cuidadosamente considerando el rendimiento a largo plazo y costos en el contexto de proyectos de terraplenes sobre suelos blandos.

Estrada Bautista & Soberanis Bello (2014), en la tesis titulada ***“Estabilidad de taludes en suelo”***, tuvo como objetivo elaborar una guía para la evaluación de la estabilidad de taludes, diseñado como herramienta de apoyo para los estudiantes de Ingeniería Civil, abordando los principales métodos y un manual de uso del software Slide.

Los resultados indicaron que, el software Slide permite la comparación distintos métodos para evaluar la estabilidad de taludes dentro de un mismo procedimiento, facilitando la eficiencia en el tiempo de cálculo y reduciendo el tedio que implica el uso de herramientas como Excel y AutoCAD.

Finalmente concluye que, a pesar que los cálculos efectuados mediante el software Slide, suelen ser mucho más rápido y preciso. Resalta también la importancia de evaluar cuidadosamente los riesgos de estabilidad para

garantizar la seguridad y viabilidad económica del proyecto, subrayando la responsabilidad ética en la toma de decisiones geotécnicas.

Justiniano Ayala & Mori Torres (2020), en la tesis titulada ***“Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de Punchana – Maynas 2019”***, tuvo como objetivo determinar la aplicación del poliestireno expandido (Geoespuma) en terraplenes cimentados sobre suelos blandos y en zonas inundables en el distrito de Punchana, provincia de Maynas, Loreto.

Los resultados indicaron que, el empleo de poliestireno expandido (Geoespuma) ofrece una opción eficiente y segura, capaz de soportar adecuadamente las cargas de tráfico.

Finalmente concluye que, el uso de la Geoespuma como material de relleno, mejora la eficiencia, trabajabilidad y economiza el proceso de construcción de infraestructuras viales en suelos blandos.

Ruiz Zapata & Ballesteros Intriago (2012), en la tesis titulada ***“Análisis del poliestireno expandido como material de relleno en suelos de alta compresibilidad”***, tuvo como objetivo analizar el uso del poliestireno expandido como un material de relleno para la mejora de suelos con altas concentraciones de arcilla (alta compresibilidad).

Los resultados indicaron que, existe un notable ahorro económico en comparación con métodos convencionales, tanto en maquinaria como mano de obra, debido a la disminución del tiempo de ejecución al usar geobloques EPS.

Finalmente concluye que, el uso de geobloques EPS es una solución eficaz para reducir el peso sobre el suelo de fundación, porque permite la disminución de asentamientos en suelos blandos. Además de destacar como una opción económica y reducir el plazo de ejecución; mantiene sus propiedades mecánicas a largo plazo y proporciona un alto grado de estabilidad en diversos proyectos de construcción.

1.2. Bases teóricas

1.2.1. Talud

1.2.1.1. Definición

Un talud o ladera es una masa de tierra que no es plana, sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. En la literatura técnica se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural y talud cuando se conformó artificialmente (ver [Figura 1](#)). (Suárez Díaz, 1998)

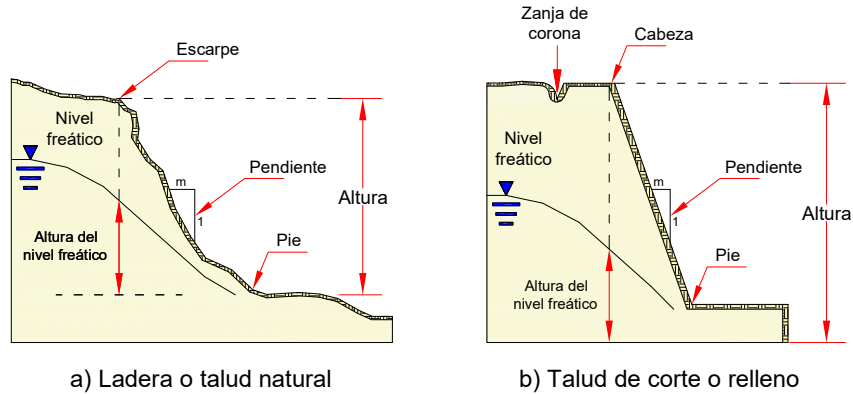
Superficie inclinada de terreno y modificada artificialmente mediante excavación o relleno para configurar la explanación de la carretera o de sus elementos funcionales. (Diccionario panhispánico del español jurídico, 2023)

1.2.1.2. Nomenclatura

Según Suárez Díaz (1998), un talud o ladera está definido por:

- a) **Altura:** Distancia vertical entre el pie y la cabeza.
- b) **Pie:** Zona donde se produce una variación repentina de la pendiente en la base.
- c) **Cabeza:** Llamada también como *Escarpe, Cresta o Cima*; es la zona donde se produce un cambio abrupto de la pendiente en la corona.
- d) **Altura del nivel freático:** Distancia vertical desde el pie hasta el nivel de agua.
- e) **Pendiente:** Medida de inclinación. Puede ser medida en grados, porcentaje o en relación $m/1$; la cual “ m ” es la distancia horizontal que corresponde a una unidad de distancia vertical.

Figura 1. Nomenclatura de ladera y talud

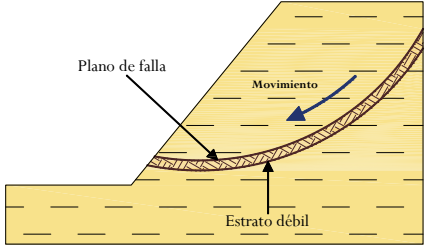
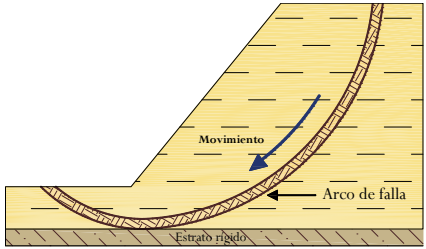


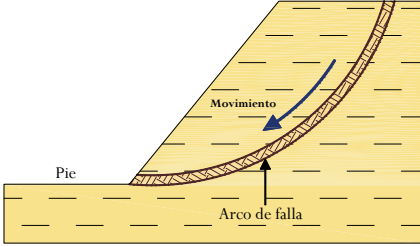
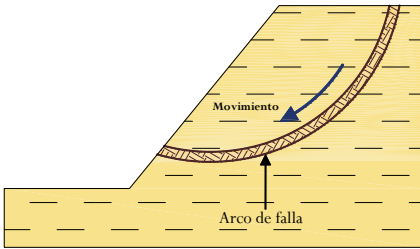
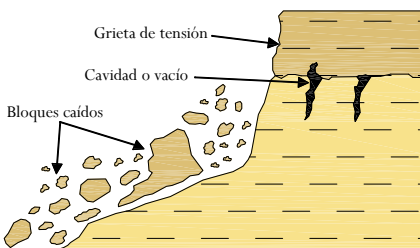
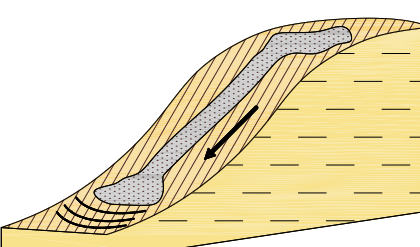
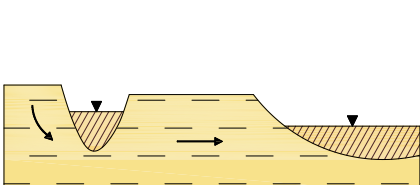
Fuente: Elaboración propia

1.2.1.3. Tipos de fallas

Budhu (2010), indica que las fallas en un talud dependen del tipo de suelo, estratificación del suelo, agua subterránea, filtración y geometría del talud.

Tabla 1. Fallas en un talud

Falla traslacional. Se produce cuando una masa de tierra se desplaza a lo largo de un plano de falla, que puede ser ondulada o plana. Son movimientos lentos de materiales de baja rigidez (suelos blandos).	
Falla de base. Se produce cuando una capa de suelo blando, que descansa sobre una capa más rígida, se desliza sobre esta capa inferior. La masa de tierra se mueve a lo largo de un arco de falla que envuelve todo el talud.	

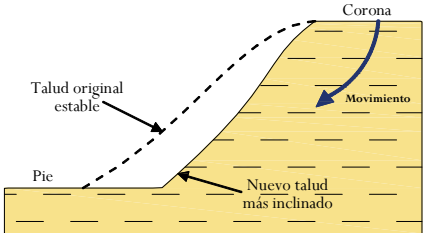
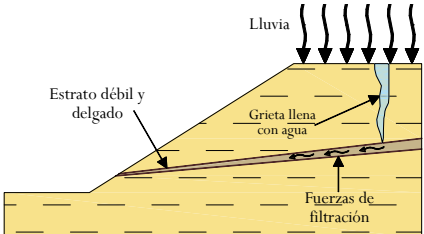
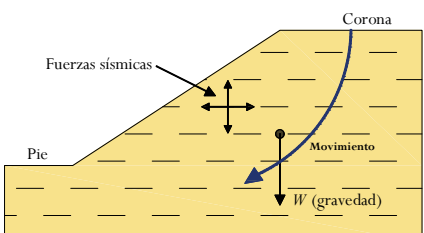
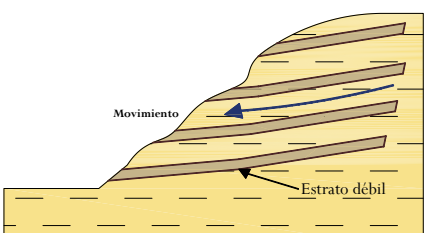
Falla de pie. Se produce cuando el material del suelo pierde estabilidad en la base de la pendiente y comienza a moverse hacia abajo, afectando principalmente el área de cambio entre el talud y el terreno más plano.	
Falla en talud. Se produce cuando el talud mismo colapsa debido a la ruptura a lo largo del arco de falla, lo que provoca el deslizamiento del material pendiente abajo.	
Falla por volcamiento. Se produce cuando un bloque de suelo o roca se voltea sobre sí mismo, generalmente debido a un centro de gravedad elevado o una base inestable.	
Falla por flujo. Se produce cuando las condiciones internas y externas provocan que el suelo actúe como un fluido viscoso y fluya por pendientes incluso poco pronunciadas, extendiéndose en varias direcciones.	
Falla por bloque de cortante. Se produce cuando una masa de suelo se fractura a lo largo de capas, fisuras, juntas y zonas débiles debido a las fuerzas ejercidas por los suelos adyacentes. La masa fracturada se desplaza hacia abajo en forma de bloques y cuñas.	

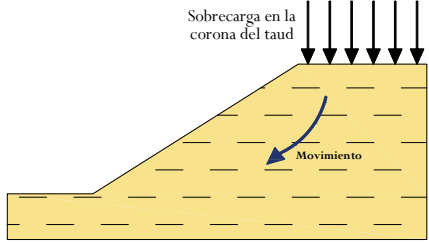
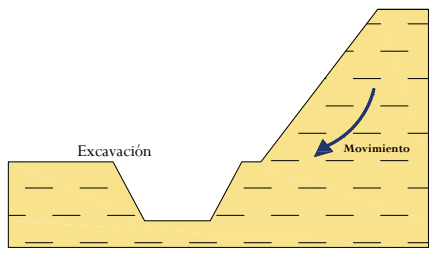
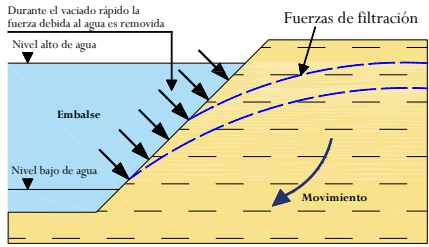
Fuente: Soil Mechanics and Foundations (Budhu, 2010)

1.2.1.4. Factores que influyen en la estabilidad

Budhu (2010), indica que los fallos en taludes son causados, en general, por fuerzas naturales, errores y actividades humanas, y por animales que excavan.

Tabla 2. Factores que influyen en un talud

Erosión. La erosión altera la forma del talud y a los esfuerzos a los que está sometido, dando lugar a un talud diferente al que se había analizado inicialmente.	
Lluvias. Los períodos de lluvia saturan, ablandan y erosionan los suelos. El agua ingresa por las grietas y debilita las capas de suelo subyacente, lo que conlleva a un inevitable fallo, como los deslizamientos de barro.	
Sismos. Los sismos inducen fuerzas dinámicas adicionales a las fuerzas estáticas que actúan sobre un talud, generando esfuerzos cortantes dinámicos que disminuyen la capacidad de resistencia al corte, debilitando las propiedades mecánicas del suelo.	
Características Geológicas. Muchas fallas ocurren debido a características geológicas no identificadas. Los suelos estratificados e inclinados tienden a experimentar deslizamientos a lo largo de capas débiles. Es necesario prestar especial atención a las características geológicas al evaluar la estabilidad del talud.	

Cargas externas. La implementación de cargas sobre la corona del talud aumenta las fuerzas que actúan sobre la masa de suelo, lo que puede generar una falla en el talud.	
Excavaciones. Al realizar una excavación en el pie del talud, se reduce el esfuerzo total, generando un aumento negativo en la presión de poro del suelo. Mientras esta presión se disipa, la resistencia al corte disminuye, lo que podría provocar la falla del talud.	
Descenso del nivel de agua. Los embalses pueden experimentar una disminución rápida en el nivel de agua, reduciendo la fuerza lateral ejercida por el agua y la presión excesiva del agua en los poros no logra disiparse a tiempo.	

Fuente: Soil Mechanics and Foundations (Budhu, 2010)

1.2.2. Resistencia al corte

La resistencia cortante de un suelo es la resistencia interna por unidad de área que la masa de suelo puede ofrecer a la falla y el deslizamiento a lo largo de cualquier plano en su interior. (Das, 2015)

1.2.2.1. Criterio de falla de Mohr-Coulomb

Teoría desarrollada de manera independiente por dos ingenieros, Christian Otto Mohr y Charles-Augustin de Coulomb. Puede predecir **cuándo** y **cómo** un suelo o material geotécnico puede fallar bajo cargas o fuerzas que tienden a cortar o deslizar sus partículas.

La envolvente de falla está expresada por la ecuación (1.1). La ecuación relaciona el esfuerzo cortante en un plano de falla con el esfuerzo normal en un mismo plano.

Esta relación se expresa como:

$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (1.1)$$

Donde:

c = Cohesión

σ = Esfuerzo normal

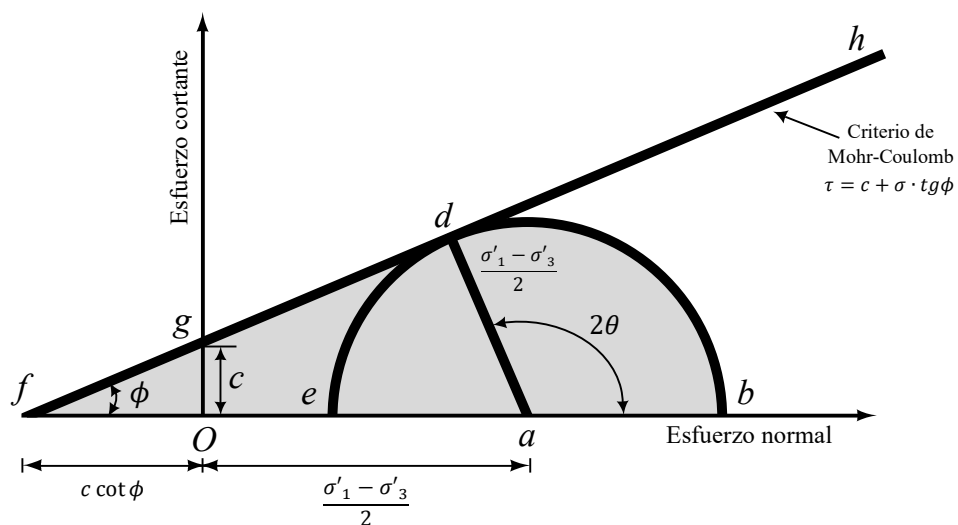
ϕ = Ángulo de fricción

Para taludes en suelos no cohesivos y/o granulares, la resistencia al corte se expresa como:

$$\tau = \sigma \cdot \operatorname{tg} \phi \quad (1.2)$$

La propiedad de la cohesión es nula ($c' = 0$) en suelos no cohesivos, por lo tanto, solo es necesario considerar los valores del esfuerzo normal en la superficie de falla y ángulo de fricción.

Figura 2. Criterio de falla de Mohr-Coulomb



Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica (Das, 2015)

1.2.2.2. Ángulo de fricción

Representa la pendiente del plano de falla de un material granular bajo esfuerzo cortante.

Martínez Quiroz (2010), indica que el ángulo de fricción depende la granulometría y forma de sus partículas:

$\phi = 0$	;	arcillas plásticas
$\phi = 45^\circ$	;	gravas y arenas secas
$\phi = 30^\circ$	;	arenas

1.2.2.3. Cohesión

Es la fuerza interna que agrupa las partículas del suelo y se debe a las fuerzas de atracción entre estas partículas.

La cohesión depende de la humedad del suelo; se mide en kg/cm^2 . Los suelos arcillosos tienen cohesión alta de 0.25 a 1.5 kg/cm^2 , o más. Los suelos limosos tienen muy poca, y en las arenas la cohesión es prácticamente nula. (Martínez Quiroz, 2010)

Tabla 3. Valores aprox. de ángulo de fricción y cohesión por tipo de suelo

TIPO DE SUELO	ÁNGULO DE FRICCIÓN (°)	COHESIÓN (kg/cm^2)
Arcilla suave	0 - 15	0.25 - 0.5
Arcilla media	15 - 30	0.5 - 1.5
Limo seco y suelto	27 - 30	0.05 - 0.1
Limo denso	30 - 35	0.1 - 0.2
Arena suelta y grava	30 - 40	0
Arena densa y grava	25 - 35	0
Arena suelta, seca y bien graduada	33 - 35	0
Arena densa, seca y bien graduada	42 - 46	0

Fuente: Adaptado de Martínez

1.2.3. Ensayos para la caracterización de suelos

Describe los procedimientos de laboratorio empleados para evaluar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos. Cada ensayo normalizado según norma ASTM.

1.2.3.1. Análisis granulométrico

Este ensayo determina la distribución granulométrica de partículas del suelo mediante el tamizado, identificando los porcentajes de grava, arena, limo y arcilla. La norma ASTM D-422 establece las bases para realizar el tamizado en seco y húmedo, con el fin de obtener la curva granulométrica. Fundamental para clasificar el suelo, entender su textura, permeabilidad y propiedades mecánicas.

Figura 3. Juego de tamices



Fuente: JMR Equipos S.A.C

1.2.3.2. Límites de consistencia

Este ensayo mide los límites de Atterberg del suelo, parámetros que indican el comportamiento plástico del suelo según su contenido de humedad. La norma ASTM D-4318 detalla el procedimiento para realizar los ensayos de límite líquido (T89) y límite plástico (T90), con el fin de establecer los estados de consistencia del suelo. Tales valores evalúan la plasticidad y compresibilidad del suelo, así como su clasificación.

Figura 4. Equipos para límites de consistencia del suelo



Copa Casagrande



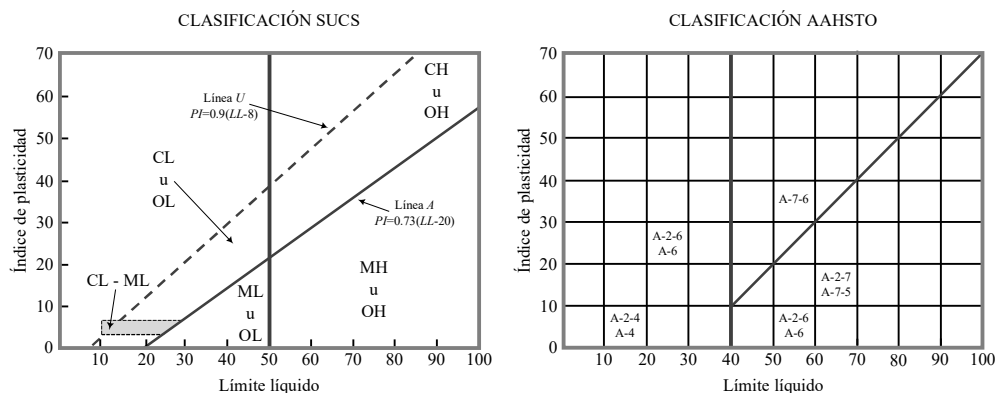
Equipo para límite plástico

Fuente: Elvec

1.2.3.3. Clasificación de suelos

La clasificación de suelos mediante el *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS)* y *American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)*, permite categorizar el suelo en función de su granulometría y plasticidad. El SUCS cataloga los suelos en función de su tipo de grano y plasticidad, en cambio, el AASHTO cataloga el suelo con base en su aptitud para subrasantes en carreteras.

Figura 5. Carta de plasticidad



Fuente: Fundamentos de ingeniería geotécnica (Das, 2015)

1.2.3.4. Contenido de humedad

Este ensayo mide el contenido de agua en una muestra de suelo en relación con su peso seco. La norma ASTM D-2216 establece el procedimiento para secar la muestra de suelo en horno a una temperatura constante, con el fin de determinar su contenido de humedad. Fundamental para evaluar el comportamiento del suelo en términos de cohesión y resistencia.

Figura 6. Horno de secado con muestras de suelo



Fuente: Portal Frutícola

1.2.3.5. Peso volumétrico

Conocido también como *peso específico* o *densidad en estado natural*, determina tanto el peso como volumen de una muestra de suelo. La norma ASTM D-7263 establece los procedimientos para medir la densidad tanto en campo como en laboratorio, proporcionando los parámetros necesarios para realizar los cálculos de presión y estabilidad. El peso volumétrico es clave para analizar la capacidad portante y presión de carga del suelo.

Figura 7. Equipos para el ensayo de peso volumétrico



Balanza digital



Vernier



Tara



Parafina



Espátula



Frasco lavador con agua
destilada

Fuente: Made-in-china

1.2.3.6. Proctor modificado

Este ensayo determina la relación entre el contenido de humedad y la densidad seca máxima del suelo, a través de un proceso de compactación controlada. La norma ASTM D-1557 describe el procedimiento de compactación en cinco capas con una energía superior a la del Proctor estándar, simulando condiciones de compactación más intensas. Los resultados ayudan a definir la máxima densidad seca (M.D.S) y el óptimo contenido de humedad (O.C.H), para obtener una máxima estabilidad en suelos compactados.

Figura 8. Equipo de Proctor modificado



Fuente: Made-in-china

1.2.3.7. Ensayo de corte directo

Este ensayo analiza la resistencia al corte de un suelo bajo cargas normales controladas. La norma ASTM D-3080 establece el procedimiento para aplicar una carga vertical y un desplazamiento horizontal constante en una muestra, simulando condiciones de deslizamiento. Definiendo los valores de cohesión y el ángulo de fricción del material.

Figura 9. Equipo de prueba de corte directo



Fuente: Elvec

1.2.3.8. Ensayo de corte con veleta

Conocido también como *ensayo de corte no drenado*, determina la resistencia al corte no drenado de suelos cohesivos, como arcillas y limos. La norma ASTM D-2573 establece el procedimiento para realizar este ensayo, proporcionando directrices sobre cómo llevar a cabo la prueba de manera precisa y consistente.

El dispositivo Torvane (ver [Figura 10](#)) es una veleta de corte portátil. Cuenta con una palanca de torque y tres veletas intercambiables de distintos tamaños, con un factor de corrección según sea el tipo de suelo.

Tabla 4. Valores del factor de corrección por tipo de suelo

FACTOR DE CORRECCIÓN	TIPO DE SUELO
1,0	Suelo normal
2,0	Suelo duro
2,5	Suelo blando

Fuente: Normatest

El procedimiento operativo del dispositivo Torvane, consiste en insertar la veleta en el suelo, presionándola suavemente hasta una profundidad adecuada. Luego la palanca de torque se rota lentamente hasta que la matriz del suelo falle, es decir, hasta que se produce un deslizamiento o rotura del material.

Durante este proceso, la resistencia máxima al corte se registra en el dial del dispositivo (expresada en kg/cm^2). Dicha lectura debe ser multiplicada por el factor de corrección correspondiente al tipo de veleta utilizado, con el fin de obtener el valor real de la resistencia al corte no drenado del suelo.

Figura 10. Dispositivo Torvane



Fuente: Humboldt

1.2.4. Métodos de equilibrio límite

Este enfoque se fundamenta en el principio de equilibrio de fuerzas y momentos, con el objetivo de determinar si una masa de suelo que podría estar inestable se encuentra en equilibrio. Además, facilita el cálculo del factor de seguridad (F.S) de un talud, permitiendo identificar las zonas críticas y potencialmente riesgosas.

1.2.4.1. Métodos comunes

Tabla 5. Métodos de equilibrio límite

MÉTODO	EQUILIBRIO	DESCRIPCIÓN
Fellenius (1927)	De fuerzas	Utiliza una línea de deslizamiento circular para calcular el F.S.
Bishop Simplificado (1955)	De momentos	Considera la interconexión de las fuerzas dentro del talud y permite un análisis más detallado de la presión del agua.
Spencer (1967)	De fuerzas y momentos	Asume una superficie de deslizamiento circular y calcula el F.S considerando el equilibrio de momentos.
Janbu (1968)	De fuerzas	Se aplica a taludes de forma irregular y permite incluir la resistencia al corte del suelo.

Fuente: Adaptado de Das

1.2.4.2. Factor de seguridad (F.S)

Se define como la relación entre la resistencia máxima de un material o estructura y la carga o esfuerzo real que se espera que soporte. Empleado para garantizar que una estructura pueda soportar cargas imprevistas o condiciones adversas, proporcionando un margen de seguridad. Está expresado de la siguiente forma:

$$F.S = \frac{S}{\tau} \quad (1.3)$$

Donde:

S = Resistencia del suelo al corte

τ = Esfuerzo cortante

1.2.4.3. Evaluación de la estabilidad del talud

El colapso o falla de un talud representa consecuencias devastadoras para la infraestructura y la seguridad humana. Para su evaluación se utilizan distintos métodos que permiten entender **cómo** las fuerzas actuantes afectan el comportamiento del material.

- **Análisis Estático.** Se centra en las condiciones normales de carga, proporcionando una base sólida para evaluar la estabilidad bajo situaciones permanentes.
- **Análisis Pseudoestático.** Integra las fuerzas sísmicas en la evaluación del talud, permitiendo una comprensión más completa del riesgo asociado a eventos sísmicos.

Tabla 6. Condiciones mínimas para el F.S en taludes

CONDICIÓN	F.S MÍNIMO
Estática	1,5
Pseudoestática	1,25

Fuente: NORMA E.050 Suelos y cimentaciones (SENCICO, 2020)

1.2.5. Geoespuma

1.2.5.1. Definición

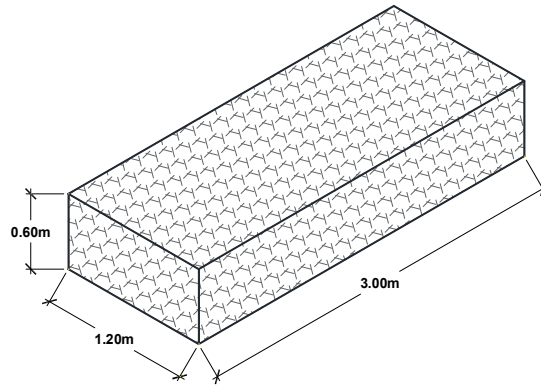
Son bloques de Poliestireno Expandido o EPS de baja densidad Tipo F (auto extingible), fabricados según norma técnica internacional ASTM D-6817, diseñados para aplicaciones geotécnicas entre las cuales son: rellenos livianos sobre suelos blandos, disminución de presión lateral de tierras sobre estructuras de contención, disminución de cargas sobre estructuras rígidas, disminución de asentamientos de rellenos usados como terraplenes de aproximación a puentes, reparación de vías en zonas de ladera, inclusiones comprensibles y de amortiguamiento. (Ecopor, 2022)

1.2.5.2. Características principales

Entre las características principales de los bloques de Geoespuma fabricados por **ECOPOR**, se incluyen las siguientes:

- Las dimensiones estándar de fabricación son: 3m de ancho por 1,2m de largo y 0,6m de espesor (ver [Figura 11](#)).
- Se pueden cortar y/o modificar fácilmente, ajustándose a las necesidades y especificaciones del proyecto.
- Posee una estructura celular cerrada, lo que resulta en una mínima absorción de humedad.
- Presenta resistencia a las heladas y a la descomposición, no se oxida ni se dilata.
- No sirve como medio de nutrición para animales, bacterias ni hongos.
- Biológicamente inofensivo, no afecta la calidad de las aguas subterráneas y no contiene agentes expansores dañinos para la capa de ozono (CFC).
- Exhibe un excelente comportamiento bajo cargas permanentes, tanto estáticas como pseudoestáticas.

Figura 11. Bloque de Geoespuma



Fuente: Ficha técnica de bloques de Geoespuma (Ecopor, 2022)

1.2.5.3. Propiedades físicas y mecánicas

Las propiedades están basadas en los bloques fabricados por **ECOPOR**:

- **Densidad.** Los bloques de Geoespuma están diseñados para mantener sus características de alta resistencia a la compresión, estructura y durabilidad, incluso bajo el esfuerzo constante al que serán expuestos durante su uso.
- **Comportamiento mecánico.** La resistencia a la compresión depende de la densidad de los bloques de Geoespuma. Al aplicar carga, los bloques exhiben un comportamiento viscoelástico, por ello, se mide la resistencia a la tensión en lugar de la resistencia a la presión, considerando un aplastamiento del 10%.
- **Módulo de Young y relación de Poisson.** A través de ensayos de compresión simple en muestras de 5 cm de diámetro (conforme a la norma ASTM D-1621), se determina el módulo de Young de los bloques de Geoespuma. Tiene un valor aproximado de 0,12 en el rango elástico.
- **Absorción de agua.** Los bloques de Geoespuma no son influenciados por la presencia de agua. Poseen una estructura celular cerrada que restringe la absorción de agua, lo que les confiere una baja capacidad

de absorción. Sin embargo, si los bloques se instalan en condiciones sumergidas o por debajo del nivel freático, es posible que con el tiempo se observe un aumento en la densidad.

- **Tolerancias.** Los bloques de Geoespuma cumplen con la norma ASTM D-6817, la cual permite una discrepancia de densidad proyectada de hasta un 10% y tolerancias dimensionales de +/- 0,5% en longitud y ancho, y +/- 2 mm en el espesor.
- **Resistencia al fuego.** El poliestireno expandido o EPS, se compone esencialmente de un 2% de poliestireno y un 98% de aire. La resistividad térmica se expresa mediante el valor **R**, que oscila entre 0,5 y 0,8 m³°C/W, significativamente superior al del suelo, que es solo alrededor de 0,1 m³°C/W. El valor **R** del EPS aumenta a medida que la densidad crece, mientras que la resistencia térmica disminuye con la absorción de agua.
- **Resistencia a agentes químicos.** Los bloques de Geoespuma ofrecen una notable resistencia frente a los agentes químicos, como: soluciones salinas y alcalinas, lejías ácidas diluidas, alcoholes y jabones. No obstante, su composición puede verse afectada por ácidos concentrados, aceites, diésel y carburantes. Sin embargo, puede ser fácilmente solucionado mediante la instalación de una geomembrana u otro material aislante para la protección de los bloques.
- **Rendimiento.** Debido a su baja densidad, el transporte y la instalación son sencillos, sin necesidad de requerir equipos especializados ni personal calificado. Dos trabajadores pueden manipular un bloque de Geoespuma de dimensiones estándar con un peso aproximado de 43 kg para una densidad de 20 kg/m³. Un equipo de 8 trabajadores puede instalar alrededor de 380 m³ por día.

1.2.5.4. Ensayos de laboratorio

La empresa **ECOPOR** fabrica bloques de Geoespuma en dos densidades: 15 y 20 kg/cm³. Las propiedades obtenidas de ambas densidades, fueron realizadas en el laboratorio **INNOVA PUCP** (ver [Anexo 4.3](#)).

Tabla 7. Geoespuma - Densidad 15 kg/cm³

PRUEBAS	REFERENCIA	MUESTRA	UNIDADES	OBSERVACIONES
Densidad	ASTM D-1622	15.3	kg/m ³	± 2%
Resistencia a la flexión	EN 12089	416	N	Quiebra
Resistencia a la tracción	EN 1607 / EN 1608	46	kPa	Rompe
Resistencia al fuego	NFPA 255 / ASTM E-84	Es ignífugo	—	No propaga llama
Absorción del agua	ASTM D-570	0.34	%	—
Coefficiente de dilatación térmica	ASTM D-679	1.2x10 ⁻⁴	°C ⁻¹	Rango: 21°C a 70°C

Fuente: Ficha técnica de bloques de Geoespuma (Ecopor, 2022)

Tabla 8. Geoespuma - Densidad 20 kg/cm³

PRUEBAS	REFERENCIA	MUESTRA	UNIDADES	OBSERVACIONES
Densidad	ASTM D-1622	20.1	kg/m ³	± 2%
Resistencia a la flexión	EN 12089	2094	N	Quiebra
Resistencia a la tracción	EN 1607 / EN 1608	70	kPa	Rompe
Resistencia al fuego	NFPA 255 / ASTM E-84	Es ignífugo	—	No propaga llama
Absorción del agua	ASTM D-570	0.68	%	—
Coefficiente de dilatación térmica	ASTM D-679	1.5x10 ⁻⁴	°C ⁻¹	Rango: 21°C a 70°C

Fuente: Ficha técnica de bloques de Geoespuma (Ecopor, 2022)

1.2.5.5. Terraplenes y rellenos para obras civiles

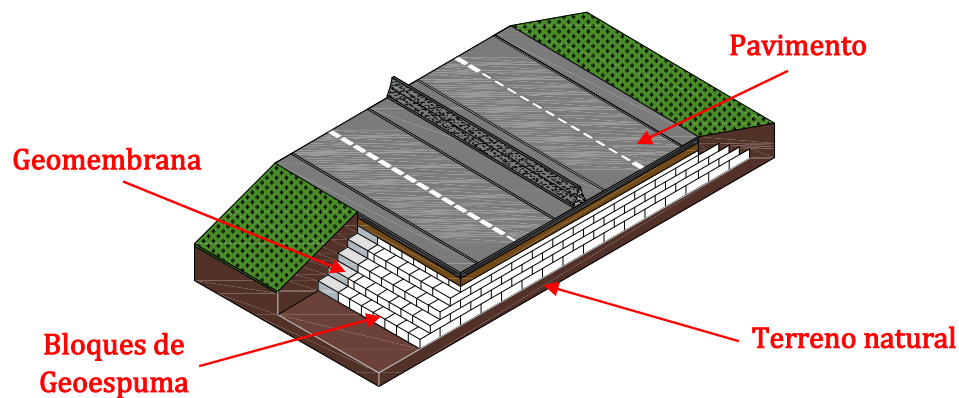
Cuando se trata de construir una carretera sobre terrenos con baja resistencia, es importante reconocer que cualquier carga aplicada sobre estas capas blandas de suelo, especialmente si son pesadas, provocará deformaciones. Este fenómeno no ocurre de manera instantánea, conforme al espesor de las capas blandas, el desarrollo del asentamiento puede prolongarse a lo largo de varios años, lo que puede afectar la integridad de la carretera a largo plazo.

Estos suelos suelen tener una capacidad limitada para resistir fuerzas laterales. Por lo tanto, es esencial evitar la aplicación de cargas concentradas en un área reducida, ya que esto puede generar desplazamientos laterales indeseados que comprometen la estabilidad de la carretera.

Para mitigar el riesgo de hundimientos y asegurar que la estructura se mantenga nivelada, se recomienda aplicar cargas mínimas al terreno. Una de las estrategias más efectivas es el uso de materiales de relleno livianos, como la Geoespuma. Este material ligero sustituye las tierras pesadas que normalmente se utilizarían en el terraplén, lo que ayuda a distribuir el peso de la estructura de forma más uniforme sobre el suelo de baja resistencia.

La configuración de la carretera, típicamente se compone de varias capas, comenzando con la Geoespuma en la base, seguida de capas de soporte que pueden incluir subbase y capa de rodadura (Pavimento). La configuración de estas capas se diseña de acuerdo con cálculos de ingeniería, teniendo en cuenta el volumen y tipo de tráfico que la carretera deberá soportar.

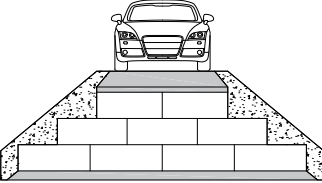
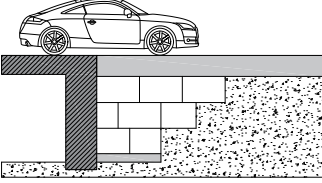
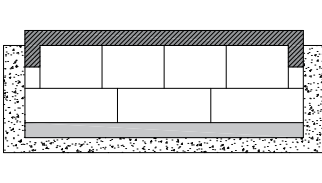
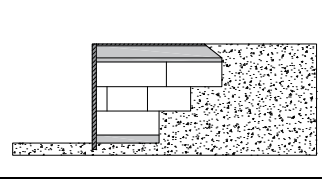
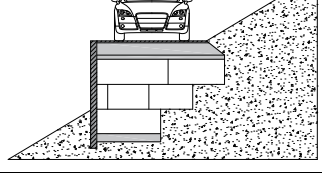
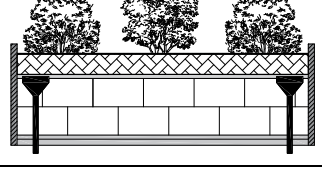
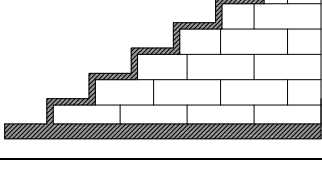
Figura 12. Obra civil con Geoespuma



Fuente: Geofam.org

1.2.5.6. Principales aplicaciones de la Geospuma

Tabla 9. Aplicaciones de la Geospuma

	Carreteras. Reduce el peso del terraplén, disminuyendo la presión sobre el suelo subyacente y mejorando la estabilidad de la estructura, especialmente en terrenos inestables.
	Puentes. Se utiliza como material de relleno en las entradas y salidas de los puentes, proporcionando un soporte liviano que minimiza el asentamiento y la deformación en las estructuras de soporte.
	Cimentaciones. Sirve como un material ligero que distribuye las cargas de manera uniforme, disminuyendo la probabilidad de asentamientos diferenciales y optimizando la capacidad portante del suelo de baja resistencia.
	Muros de contención. Se emplea en la construcción de muros de contención con el fin de disminuir la presión lateral del suelo, gracias a su baja densidad, lo que permite un diseño más eficiente y económico.
	Vías en laderas. Ayuda a estabilizar el terreno, reduciendo el riesgo de deslizamientos y mejorando la seguridad y la durabilidad de la infraestructura.
	Techos verdes. Se utiliza como parte del sustrato en techos verdes, proporcionando un medio ligero para el crecimiento de plantas, al tiempo que actúa como aislante térmico y mejora la gestión del agua de lluvia.
	Gradas para estadios y teatros. Se emplea para crear una base ligera y estable que reduce la carga sobre la estructura subyacente, optimizando el diseño y la seguridad.

Fuente: Ficha técnica de bloques de Geospuma (Ecopor, 2022)

1.2.5.7. Proceso de colocación de la Geoespuma

1. Evaluación del sitio

- **Estudio geotécnico.** Se realiza un análisis del suelo y la estabilidad del talud.
- **Mediciones de inclinación.** Se determina el ángulo del talud y la longitud necesaria para la colocación de la Geoespuma.

2. Preparación del terreno

- **Despeje de vegetación.** Se procede a retirar cualquier vegetación o material orgánico en el área de trabajo.
- **Nivelación del suelo.** Se asegura que el terreno esté nivelado y libre de obstáculos.

3. Drenaje

- **Instalación de sistemas de drenaje.** Si es necesario, se instala tuberías de drenaje o sistemas de gestión de agua para prevenir la acumulación de humedad detrás de la Geoespuma.

4. Colocación de la Geoespuma

- **Transporte de bloques.** Los bloques de Geoespuma son llevados al sitio de instalación utilizando un equipo adecuado.
- **Manipulación de bloques.** Dos o más trabajadores deben manipular los bloques con cuidado, evitando golpes o daños.
- **Colocación en capas.** Se colocan los bloques en la base del talud, asegurando que estén alineados y ajustados entre sí.
- **Compactación.** Se utiliza herramientas manuales o mecánicas para compactar cada capa de Geoespuma, asegurando que se mantenga la estabilidad.

5. Relleno y compactación

- **Relleno con material ligero.** Se añade un material de relleno ligero entre los bloques y alrededor de ellos para mejorar la estabilidad.
- **Compactación adicional.** Se realiza una compactación cuidadosa del relleno para evitar futuros asentamientos.

6. Protección del talud

- **Revestimiento.** Se coloca un revestimiento adicional (como geotextiles y/o geomembranas) para proteger la Geoespuma de la erosión y otros factores externos.
- **Vegetación.** Se considera la siembra de vegetación en el talud para mejorar la estabilidad a largo plazo y prevenir la erosión.

7. Inspección final

- **Revisión de la estructura.** Se verifica la colocación de los bloques y se confirma que no haya deformaciones o asentamientos.
- **Monitoreo de estabilidad.** Se establece un plan de monitoreo para observar el comportamiento del talud en el tiempo.

8. Mantenimiento

- **Revisión periódica.** Se realiza inspecciones regulares para asegurarte de que no haya problemas de estabilidad o erosión en el talud.

Figura 13. Colocación de Geoespuma



Fuente: Ecopor

1.2.6. Estabilización de taludes con uso de software

1.2.6.1. Descripción

El uso de softwares especializados permite a los ingenieros simular condiciones geotécnicas complejas, evaluando la estabilidad de taludes naturales y/o artificiales bajo diferentes escenarios, como: cargas externas, variaciones de agua subterránea y sismos. Facilitando el análisis y diseño de soluciones para prevenir los deslizamientos y fallos en pendientes.

1.2.6.2. Software Slide

Es un programa 2D de equilibrio límite para la estabilidad de taludes, utilizado para evaluar el factor de seguridad o la probabilidad de falla de superficies de deslizamiento circulares o no circulares en taludes de suelo o roca. analiza la estabilidad de las superficies de deslizamiento utilizando métodos de equilibrio límite con rebanadas verticales o no verticales.

También incluye un análisis de filtración de agua subterránea por elementos finitos, incorporado directamente en el programa, tanto para condiciones de estado estable como transitorio. (Rocsience, 2023)

Entre sus características más importantes destacan:

- **Método de equilibrio límite.** Utiliza diferentes métodos de análisis (Bishop simplificado, Spencer y Janbu) para calcular el F.S de un talud.
- **Modelado de agua subterránea.** Permite incorporar la influencia del agua subterránea y su impacto en la estabilidad del talud, mediante el uso de redes de flujo o piezometría.
- **Diseño de refuerzos.** Se pueden modelar soluciones de refuerzo como anclajes, geotextiles o muros de contención, evaluando su eficacia en el aumento del factor de seguridad.

1.2.6.3. Procedimientos

Los procedimientos realizados en el software Slide son los siguientes:

1. **Configuración de parámetros del proyecto:** Se ingresa los parámetros necesarios para el análisis del modelo en Slide, tales como: General (unidades de medida, dirección de falla, salida de datos y propiedades máximas), Métodos (Bishop simplificado, Janbu, Lowe-Karafiath, Fellenius, Spencer), Agua subterránea, Resumen del proyecto, etc.
2. **Definición de los límites:** Se define la geometría del talud, ya sea ingresando las coordenadas de los vértices o de forma manual, trazando los puntos directamente en la interfaz. Tanto los límites externos, límites materiales y nivel freático.
3. **Definición de la superficie de falla:** Se define la cuadrícula de falla, la cual puede ser establecida de forma manual (20x20 intervalos) o generada automáticamente.
4. **Configuración de los límites del talud:** Son dos marcas triangulares en los extremos del talud, sirven como filtrado de la superficie de falla y definen la zona del talud donde se generan los círculos de falla.

5. **Definición de las propiedades del material:** Se establece los parámetros del material como peso específico, cohesión y ángulo de fricción, así como, el tipo de esfuerzo y parámetros del agua.
6. **Incorporación de cargas:** Se agrega las cargas al talud, ya sea puntuales, distribuidas o triangulares.
7. **Ejecución de análisis e interpretación de resultados:** Se ejecuta el análisis de estabilidad del modelo y se visualiza los resultados, mostrando la superficie de falla mínima global y el factor de seguridad.
8. **Exportación del modelo:** Se exporta el modelo de análisis del talud al formato de interés; sea JPEG (*.jpg), Windows Metafile (*.wmf), Drawing Exchange Format (*.dxf), etc.

1.2.7. Tanque séptico

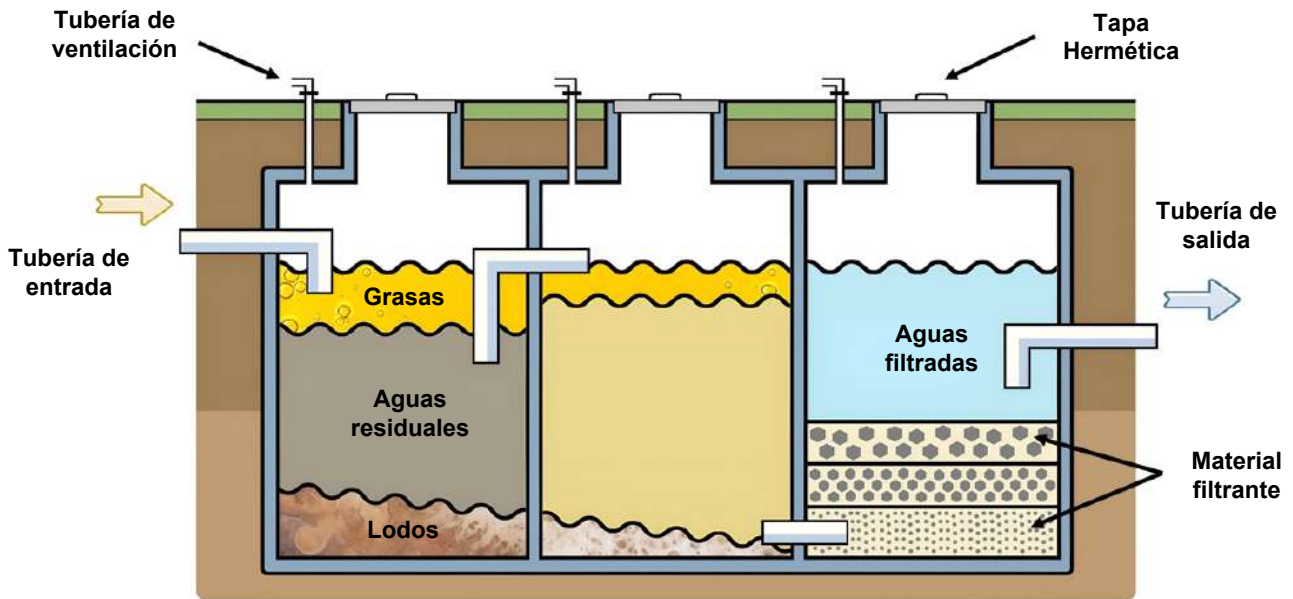
1.2.7.1. Definición

El tanque séptico es una estructura de separación de sólidos que acondiciona las aguas residuales para su buena infiltración y estabilización en los sistemas de percolación (ver [Figura 14](#)). (Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), 2024)

1.2.7.2. Diseño estructural

- **Cámara de Sedimentación.** Permite la separación de sólidos y líquidos. Los sólidos se acumulan en el fondo, formando una capa de lodos, mientras que, los líquidos fluyen hacia la siguiente cámara.
- **Tapa Hermética.** Evita la salida de olores y minimiza la entrada de aire.
- **Tubería de ventilación.** Permite la ventilación y evita la acumulación de gases.
- **Grava o material filtrante.** Permite la circulación del agua y mejora el proceso de filtración.

Figura 14. Tanque séptico



Fuente: Elaboración propia

1.2.7.3. Volumen

El volumen requerido para la sedimentación (V_s en m^3), se calcula de la siguiente manera:

$$V_s = 10^{-3} \cdot P \cdot N \quad (1.4)$$

Es necesario considerar un volumen de digestión y almacenamiento de lodos (V_d en m^3), en una demanda anual de 70 L/hab:

$$V_d = ta \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot N \quad (1.5)$$

Donde:

P = Población servida

N = Es el intervalo deseado (años), entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

ta = Tasa de acumulación de lodos (70 L/hab*año).

*El tiempo mínimo de remoción de lodos es de un año.

1.2.7.4. Tiempo de retención

El tiempo de retención hidráulico se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$PR = 1.5 - 0.3 \cdot \log(P \cdot q) \quad (1.6)$$

Donde:

PR = Tiempo promedio de retención hidráulica (días)

P = Población servida

q = Caudal de aporte unitario de aguas residuales (L/ hab*día)

*El tiempo mínimo de retención hidráulico será de 6 horas.

1.2.7.5. Condiciones de construcción

De acuerdo a la NORMA IS.020 Tanques Sépticos (2024), menciona lo siguiente:

- **Materiales.** El fondo de un tanque séptico pequeño suele estar hecho de concreto no reforzado, con un grosor suficiente para resistir la fuerza hacia arriba cuando el recipiente está sin contenido. Será pertinente reforzar el fondo si el tipo de suelo es inadecuado o el tanque es grande. Las paredes, generalmente están construidas con ladrillos o bloques de concreto, son revestidas por dentro con mortero para asegurar su impermeabilidad.
- **Accesos.** Cada tanque séptico cuenta con losas removibles, accesos de limpieza y registros de inspección. Además, dichas losas deben estar colocadas sobre los dispositivos de entrada y salida.
- **Dispositivos de entrada y salida del agua.**
 - a) Las tuberías de entrada y salida de los tanques sépticos deben tener un diámetro de 100 mm (4").
 - b) Para evitar represamientos, la cota de salida del tanque séptico deberá estar a 0,05 m por debajo de la cota de entrada.

- c) Estará constituidos por Tees o cortinas, los dispositivos de entrada y salida.
 - d) Los niveles de fondo de las cortinas o bocas de entrada y salida de las Tees, se situarán entre -0,3 m y -0,4 m respectivamente, en relación al nivel de las natas y espumas y, el nivel de fondo del dispositivo de salida.
 - e) Los dispositivos de entrada y salida deberán tener 0,20 m con relación al nivel de las natas y espumas.
- **Muro.** Si el tanque séptico tiene más de una cámara, es necesario incorporar orificios o pasajes cortos por encima del nivel de lodo y por debajo de la espuma. Se deben contar, al menos, con dos ranuras o pasajes para garantizar una distribución homogénea del flujo a lo largo del tanque.
 - **Ventilación.** En una vivienda u otro edificio, si el sistema de drenaje en su parte alta incluye una tubería de ventilación, los gases generados en el tanque séptico pueden ser expulsados a través de ella. En caso de que el sistema no tenga ventilación, debe instalarse una tubería que conecte directamente con el tanque séptico, y esta debe estar cubierta con una malla protectora.
 - **Fondo.** Los tanques sépticos deberán contar con un fondo de inclinación del 2% dirigida hacia el lugar de entrada de los líquidos. Si existe dos compartimientos, el primero debe estar inclinado hacia la entrada, mientras que, el segundo debe tener el fondo horizontal. En caso que las condiciones del terreno lo permitan, se instalará una tubería destinada a la eliminación de lodos, ubicada en la zona más baja del sistema, y estará equipada con una válvula para su mantenimiento y limpieza.

1.2.7.6. Operación y mantenimiento

De acuerdo a la NORMA IS.020 Tanques Sépticos (2024), menciona lo siguiente:

- Para un correcto funcionamiento del sistema, se aconseja no combinar las aguas pluviales con las aguas residuales y abstenerse utilizar sustancias químicas para la limpieza del tanque séptico, además del derramamiento de aceites. Los tanques sépticos deben someterse a una inspección mínima anual. La inspección consistirá en verificar el grosor de los lodos y de la nata.
- El proceso de limpieza consiste en transferir el contenido del tanque séptico hacia un vehículo cisterna mediante succión. En caso de no disponer de este equipo, los lodos deberán ser extraídos de forma manual con cubos, resultando en una labor repugnante y riesgos para la salud de las personas encargadas.
- Si las condiciones del terreno lo permiten, es posible ubicar una tubería para el drenaje de lodos en la zona más baja del tanque séptico, la cual debe contar con una válvula. En este escenario, se recomienda que la expulsión de los lodos se realice a través de un lecho de secado.
- No es necesario limpiar ni desinfectar totalmente el interior de un tanque séptico al retirar los lodos. Es crucial dejar un pequeño volumen de fango para garantizar que el proceso de digestión siga de manera eficaz.
- Los residuos extraídos (lodos) de los tanques sépticos pueden ser trasladados a plantas de tratamiento de aguas residuales. En zonas donde estas plantas no estén disponibles o el acceso sea complicado, los lodos deben ser depositados en fosas, y una vez secados, enterrados o empleados para mejorar la calidad del suelo. Las áreas destinadas para el enterramiento deben situarse al menos a 500 metros de la vivienda más próxima. Bajo ninguna circunstancia, los lodos deben ser vertidos en cuerpos de agua.

1.2.8. Pozo de percolación

1.2.8.1. Definición

El pozo percolador o pozo de absorción, es un dispositivo o estructura en donde se efectúa la disposición final del efluente del tanque séptico, a través de la pared de este y por medio de filtración hacia el subsuelo (ver Figura 15). (Plataforma Constructivo, 2023)

1.2.8.2. Componentes

Los pozos de percolación están compuestos esencialmente por:

- **Grava o material filtrante.** Permite la circulación del agua y mejora el proceso de filtración.
- **Muro de mampostería.** Ayuda a contener el agua y evita que se filtre hacia el exterior, facilita la percolación del agua de manera controlada a través de las juntas y minimiza el riesgo de erosión.
- **Tubería de ventilación.** Permite la ventilación y evita la acumulación de gases.
- **Tapa de inspección.** Cubierta que permite el acceso al pozo para mantenimiento y limpieza, asegurando la seguridad del sistema.

1.2.8.3. Consideraciones de diseño

De acuerdo a la NORMA IS.020 Tanques Sépticos (2024), menciona lo siguiente:

- Si no se dispone del espacio necesario para instalar un campo de percolación o si el suelo presenta impermeabilidad en el primer metro de excavación, pero existen capas que permitan la filtración, se puede optar por la instalación de pozos de percolación.
- La capacidad de absorción útil de un pozo se calcula considerando el área lateral del cilindro, excluyendo el fondo. Para este cálculo, se toma en consideración el diámetro externo de la pared del pozo, y la altura

se determina según la distancia entre el nivel de entrada de los líquidos y el fondo del mismo.

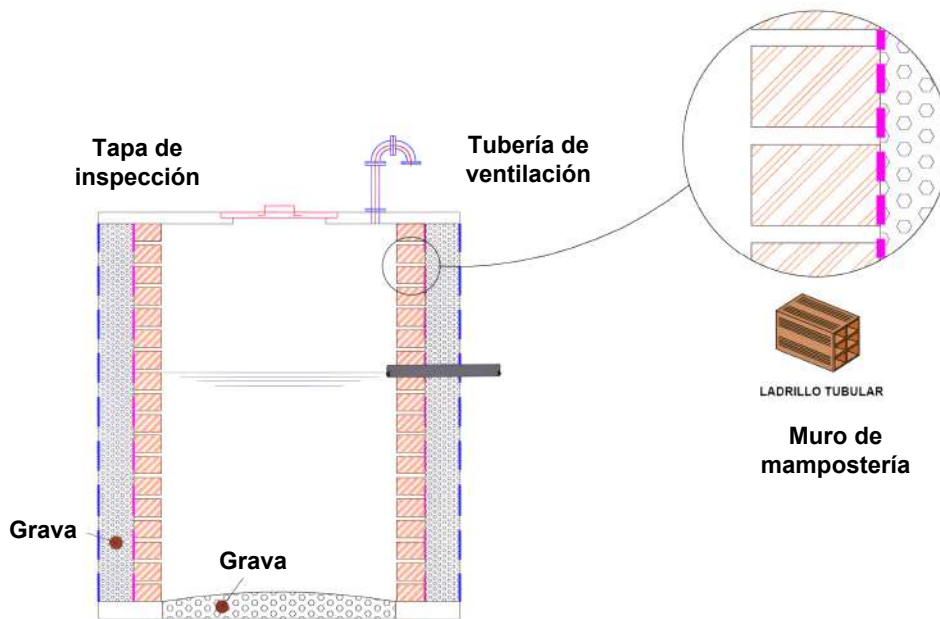
- El cálculo de la capacidad del pozo de percolación se realizará en base a los resultados de las pruebas de infiltración realizadas en cada capa de suelo, utilizando un promedio para determinar el área adecuada de diseño.
- Cada pozo de percolación debe alcanzar una profundidad mínima de dos metros en la capa de filtración, siempre que su base se mantenga al menos dos metros por encima del nivel freático.
- La medida mínima del diámetro para un pozo de percolación será de un metro.

1.2.7.4. Aspectos constructivos

De acuerdo a la NORMA IS.020 Tanques Sépticos (2024), menciona lo siguiente:

- Los pozos de percolación estarán hechos por muros de mampostería, con espacios laterales. El espacio entre el muro y suelo natural se rellenará con grava de 0,25 m. Además, la losa superior del pozo incluirá una capa de inspección con diámetro de 0,6 m.
- Si el efluente proveniente del tanque séptico se dirige hacia dos o más pozos de percolación, será indispensable incorporar una caja de distribución, para garantizar una distribución correcta de los líquidos.
- El número de pozos de percolación a instalar dependerá de la capacidad de infiltración del suelo. La separación entre ellos deberá calcularse en función de su tamaño, sea por diámetro o profundidad, siempre no sea inferior a 6 m entre sus bordes.

Figura 15. Pozo de percolación



Fuente: Elaboración propia

1.2.9. Definición de términos básicos

1. **Aguas pluviales.** Aguas de lluvia de precipitación natural.
2. **Aguas residuales.** Aguas contaminadas proveniente de actividades domésticas.
3. **Arcilla.** Material natural compuesto por partículas finas de minerales (tamaño menor a 2 micrómetros), resultado de la descomposición química y física de rocas sedimentarias.
4. **Asentamiento.** Reducción de volumen de un terreno bajo carga, que puede causar hundimientos.
5. **Calicata.** Excavación que se hace en el suelo para investigar las características de un terreno.
6. **Cota.** Valor numérico que indica la altura o profundidad de un punto en relación a su nivel de referencia.
7. **Diseño geotécnico.** Proceso de planificación y análisis de estructuras basado en las propiedades del suelo.
8. **Estudio de mecánica de suelos (EMS).** Estudio técnico que se realiza para conocer las características físicas, mecánicas y geotécnicas de los suelos en una determinada área.

9. **Erosión.** Desgaste y remoción del suelo o rocas debido a la acción de elementos naturales como el viento o agua.
10. **Filtración.** Proceso mediante el agua se desplaza a través de los espacios vacíos en el suelo.
11. **Geomalla.** Material geosintético, diseñado para reforzar suelos y estructuras en proyectos de ingeniería civil y/o geotecnia.
12. **Geotextil.** Material textil usado para optimizar las características del suelo, en tareas como estabilización de terrenos, drenaje, separación de capas y control de erosión.
13. **Infiltración.** Proceso donde el agua penetra desde la superficie del suelo hacia sus capas más profundas, desplazándose a través de los poros y grietas del terreno.
14. **Material de relleno.** Material utilizado para llenar espacios vacíos en la construcción o terreno.
15. **Mortero.** Mezcla de cemento, arena y agua que se utiliza para unir elementos de construcción.
16. **Nivel freático.** Nivel en el que el suelo se encuentra totalmente saturado de agua.
17. **Plano de falla.** Representación gráfica de las zonas donde el terreno puede colapsar o deslizarse.
18. **Precipitación.** Proceso en el cual el agua se desploma hacia la Tierra a partir de la condensación del vapor en la atmósfera.
19. **Presión intersticial.** Presión ejercida por el agua en los espacios vacíos de un suelo o una roca completamente saturados.
20. **Subdren.** Sistema de tuberías que recoge y drena el agua subterránea.
21. **Sistema Terramesh® Verde.** Sistema modular ecológico diseñado para crear taludes y terraplenes reforzados con vegetación en la superficie. Compuesta por unidades prefabricadas de malla metálica de doble torsión, cubiertas con manta de control de la erosión y reforzadas con panel de malla soldada.
22. **Terraplén.** Elevación de terreno hecha con material de relleno para soportar una estructura.

CAPÍTULO II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1. Descripción del problema

En la ciudad de Nauta, se identificó la necesidad de implementar un sistema adecuado para el tratamiento de aguas residuales, con el objetivo de cubrir las demandas de los vecinos de la calle Alan García en el sector Junta Vecinal “Santa Rosa”. Debido a que los residentes vierten sus residuos de manera directa en un caño natural adyacente, el cual desemboca en la quebrada Zaragoza, conduciendo a una inminente contaminación de la quebrada y representando una amenaza seria para la salud pública. Frente a esta problemática, se propuso la creación de un sistema de tanque séptico con pozos de percolación.

El proyecto inicialmente contemplaba la instalación del sistema Terramesh® Verde para estabilizar el talud de los pozos de percolación. Sin embargo, el contratista consciente que el diseño se basó en un EMS de áreas cercanas y no en un análisis geotécnico específico del lugar, y ante su incertidumbre sobre las condiciones del terreno, solicita estudios adicionales para verificar la estabilidad del talud y características del suelo en el sitio de construcción. Posteriormente, tras evaluar las implicaciones de las cargas y estabilidad del talud, este decide prescindir el uso del sistema Terramesh® Verde. Con el objetivo de mitigar el riesgo de deslizamientos o desestabilización del talud durante el funcionamiento del sistema.

Ante esta situación, se planteó un diseño geotécnico con material no convencional (Geospuma) como una alternativa práctica y eficaz. Por su ligereza y facilidad de instalación, no solo busca mejorar la estabilidad del sistema, sino que también ofrece una solución sostenible adaptada a las condiciones del terreno. Su resistencia a la erosión y capacidad de drenaje, son beneficiosas para mitigar los efectos de las lluvias, mientras que su compatibilidad con la vegetación permite una integración armoniosa con el entorno.

2.2. Formulación del problema

2.2.1. Problema general

¿Cuál es la propuesta de diseño geotécnico con material no convencional (Geoespuma) para la estabilización del talud en un sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta?

2.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles son las características físicas y geotécnicas del suelo en el área de estudio que influirán en la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación?

¿Cuáles son los valores aceptables del factor de seguridad en la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación, empleando el diseño propuesto?

¿Es económicamente viable el diseño propuesto para la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación?

2.3. Objetivos

2.3.1. Objetivo general

Elaborar un diseño geotécnico con material no convencional (Geoespuma) para la estabilización del talud en un sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta.

2.3.2. Objetivos específicos

Evaluar las características físicas y geotécnicas del suelo en el área de estudio que influirán en la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación.

Determinar los valores del factor de seguridad en la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación.

Demostrar la factibilidad económica del diseño propuesto para la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación.

2.4. Hipótesis

El diseño geotécnico con material no convencional (Geoespuma) propuesto es adecuado para que el talud del sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta no colapse.

2.5. Variables

2.5.1. Identificación de las variables

- **Independiente (X).** Material no convencional (Geoespuma).
- **Dependiente (Y).** Estabilidad del talud.

2.5.2. Definición conceptual y operacional de las variables

Tabla 10. Definición conceptual y operacional de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Independiente (X): Material no convencional (Geoespuma)	Material liviano de poliestireno expandido, que se utiliza en diversas aplicaciones de ingeniería civil.	Material utilizado como soporte o refuerzo en la estructura del talud.
Dependiente (Y): Estabilidad del talud	Capacidad del terreno para mantener su forma y evitar deslizamientos o colapsos.	Capacidad del talud para mantenerse en su lugar sin desplazamientos o fallas estructurales.

Fuente: Elaboración propia

2.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 11. Operacionalización de las variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN	VALOR
Independiente (X): Material no convencional (Geospuma)	Composición del material	Resistencia a la compresión	kPa	Alto
				Medio
				Bajo
		Resistencia a la tracción	kPa	Alto
				Medio
				Bajo
	Durabilidad	Densidad	Kg/m ³	Alto
				Medio
				Bajo
		Tiempo de vida útil	Años	Larga
				Media
				Corta
Dependiente (Y): Estabilidad del talud	Deslizamiento del talud	Desplazamiento (horizontal/vertical)	Metros (m)	Bajo
				Medio
				Alto
	Deformación	Ángulo de inclinación	Grados (°)	Estable
				Moderado
				Crítico
	Condiciones hidrogeológicas	Nivel de saturación del suelo	%	Bajo
				Medio
				Alto

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

- **Tipo de investigación:** Es exploratoria, debido a la falta de un EMS específico para el diseño y construcción del sistema de tanque séptico con pozos de percolación. En este contexto, la investigación busca identificar y analizar las características geotécnicas del lugar y los factores que podrían influir en la estabilidad del talud.
- **Diseño de investigación:** Es mixto, porque combina elementos cualitativos y cuantitativos. El enfoque cualitativo nos permitió realizar observaciones directas para recopilar información detallada sobre las características del terreno y los posibles riesgos percibidos. Mientras que, el enfoque cuantitativo nos permitió realizar un análisis de datos geotécnicos y aplicar técnicas de modelado o simulación para evaluar la estabilidad del talud de manera más precisa.

3.2. Población y muestra

- **Población:** Sistema de tratamiento de aguas residuales.
- **Muestra:** Sistema de tanque séptico con pozos de percolación.

3.3. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

- **Técnicas de recolección de datos:** Se hizo uso de la visita de campo y la observación directa. La visita de campo se realizó con el propósito de evaluar las condiciones del área de estudio. A su vez, la observación directa nos permitió establecer una relación entre las condiciones de la muestra y la realidad observada.
- **Instrumentos de recolección de datos:** Se hizo uso de la revisión bibliográfica y análisis de laboratorio. La revisión bibliográfica abarcó normativas, libros, manuales, y tesis relacionadas con el análisis de estabilidad de taludes. Por su parte, los análisis de laboratorio incluyeron

ensayos granulométricos conforme a las normativas pertinentes, así como ensayos in situ, como el ensayo de corte con veleta (Torvane).

- **Procedimientos de recolección de datos:** Se hizo uso de la observación directa y toma de datos durante las visitas al área de estudio.

3.4. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos se hizo uso de los softwares: AutoCAD, Microsoft Excel, MS Project, S10 Costos y presupuestos, y Slide.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1. Descripción del área de estudio

4.1.1. Ubicación

El área de estudio se encuentra ubicado en:

Región : Loreto
Provincia : Loreto
Distrito : Nauta
Lugar : Calle Alan García (sector Junta Vecinal “Santa Rosa”)

4.1.2. Características geométricas

Tabla 12. Características geométricas del área de estudio

Largo	37,50 m
Ancho	22,40 m
Alto	13,62 m
Cota máxima	135,00 m.s.n.m.
Cota mínima	116,00 m.s.n.m.

Fuente: EMS Consorcio Loreto-Nauta

4.1.3. Accesibilidad

El acceso al área de estudio es dificultoso, debido a que el único camino desde el centro de la ciudad de Nauta hacia la calle Alan García (sector Junta Vecinal “Santa Rosa”), se realiza a través del *Puente Rioja* -situado sobre la quebrada Zaragoza- que tiene un aproximado de 2,5 m de ancho, permitiendo exclusivamente el ingreso a vehículos livianos, como motos, motocarros y motofurgones.

4.1.4. Topografía

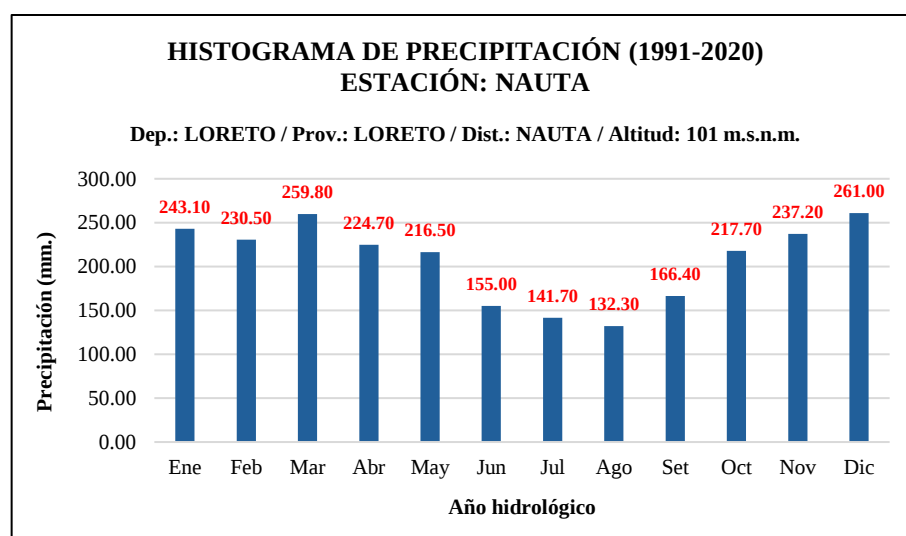
El terreno del área de estudio cuenta con una topografía ondulada, favoreciendo el drenaje natural de las aguas pluviales, que fluyen hasta las áreas más bajas, especialmente hacia la parte posterior del terreno. Dicha sección posterior está cubierta por una densa vegetación, que actúa como un eficaz colchón natural, amortiguando el impacto de las precipitaciones y protegiendo los suelos aluviales de la erosión. La altitud varía entre la cota más alta de 135 m.s.n.m. y la cota más baja de 116 m.s.n.m., reflejando una diferencia de elevación de 19 m a lo largo del área.

4.1.5. Factor climático

La ciudad de Nauta tiene un clima tropical cálido, con una temporada de verano entre junio y octubre, caracterizada por lluvias parciales y variación térmica moderada. El promedio anual de temperatura es de 32°C como máximo, y 20,7°C como mínima.

Las precipitaciones anuales superan los 100 mm, sin llegar a los 300 mm. Los meses con menor pluviosidad son entre mayo y octubre, mientras tanto, la mayor cantidad de lluvias se presenta entre noviembre y abril.

Tabla 13. Histograma de precipitación



Fuente: SENAMHI

4.2. Estudios geotécnicos

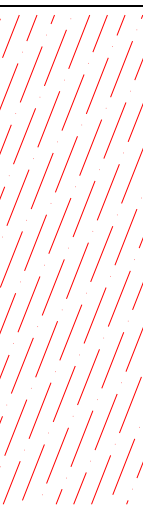
4.2.1. Calicatas

Se realizó un EMS a través de la excavación de tres calicatas a cielo abierto, con el propósito de obtener muestras del suelo, hasta una profundidad de 1,5 m sin llegar a identificar el nivel freático. Sin embargo, se encontraron infiltraciones producidas por la precipitación pluvial de la zona.

Se describió el perfil estratigráfico y el tipo de suelo encontrado, según la norma ASTM D-2488.

Los ensayos mostraron que el material está conformado principalmente por un material orgánico clasificado como **(PT)**: terreno natural con presencia de raíces y vegetación abundante, y por un material clasificado como **(CL)**: arcilla inorgánica de color marrón claro, húmeda, de baja plasticidad.

Tabla 14. Perfil estratigráfico

PROF. (m)	MUESTRA	SÍMBOLO	SUCS	DESCRIPCIÓN
0.10	C-1, C-2 y C-3		PT	Terreno natural con presencia de raíces y vegetación abundante.
0.20				
0.30			CL	Arcilla inorgánica de color marrón claro, húmeda, de baja plasticidad.
0.40				
0.50				
0.60				
0.70				
0.80				
0.90				
1.00				
1.10				
1.20				
1.30				
1.40				
1.50				

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Ensayos in situ

Se realizó tres ensayos in situ de corte con veleta (Torvane), mediante la cual se obtuvo la resistencia al corte no drenado del suelo (ver [Anexo 3.1](#)).

Al tratarse de un suelo en condiciones no drenadas, como la muestra extraída (arcilla inorgánica) en pruebas de resistencia rápida, el ángulo de fricción suele considerarse cero. Debido a que el suelo no tiene tiempo de drenar agua, por lo tanto, no genera resistencia adicional a través de la fricción entre partículas.

Tabla 15. Resumen de los ensayos de corte con veleta

CALICATA	C_u (Kg/cm ²)	ϕ (°)
C-1	0,383	0
C-2	0,393	0
C-3	0,4	0

Fuente: Elaboración propia

4.2.3. Ensayos de laboratorio

Las muestras obtenidas en el área de estudio fueron analizadas en el laboratorio “**Geotecnia Tropical**” con el fin de caracterizar las propiedades del suelo (ver [Anexo 4.1](#)). Siendo ejecutados los siguientes ensayos:

- Análisis granulométrico por tamizado
- Límites de consistencia
- Contenido de humedad
- Peso volumétrico

Tabla 16. Resumen de ensayos de granulometría

CALICATA	GRANULOMETRÍA				
	% grava	% arena	% finos	SUCS	AAHSTO
C-1	---	17,76	82,24	CL	A-7-6 (20)
C-2	---	18,58	81,42	CL	A-7-6 (19)
C-3	---	17,46	82,54	CL	A-7-6 (14)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Resumen de ensayos de límites de consistencia

CALICATA	LÍMITES DE CONSISTENCIA		
	% LL	% LP	% IP
C-1	48,16	25,92	22,24
C-2	48,18	25,80	22,38
C-3	40,37	23,75	16,63

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18. Resumen de ensayos de contenido de humedad y peso volumétrico

CALICATA	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PESO VOLUMÉTRICO (gr/cm ³)
C-1	35,42	1,88
C-2	35,52	1,84
C-3	36,04	1,87

Fuente: Elaboración propia

4.2.4. Sismicidad

Según el mapa de *Zonificación Sísmica*, el área de estudio se encuentra situado en la **Zona 2** (ver [Figura 16](#)).

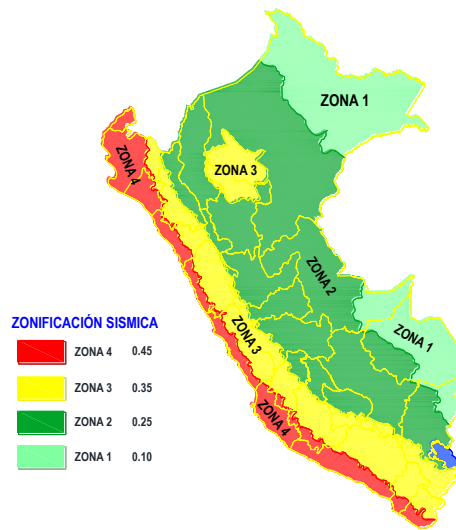
De acuerdo con los datos proporcionados por el contratista, los parámetros sísmicos del área de estudio presentan las siguientes características:

Tabla 19. Parámetros sísmicos del área de estudio

Zona sísmica	2
Factor de zona	0,25
Suelo	S ₃
Factor de suelo "S"	1,4
Periodo del Suelo (T_P)	1,0
Periodo del Suelo (T_L)	1,6

Fuente: EMS Consorcio Loreto-Nauta

Figura 16. Zonificación sísmica del Perú



Fuente: NTP E.030 Diseño sismorresistente

4.3. Diseño inicial del proyecto

4.3.1. Sistema Terramesh® Verde

El sistema Terramesh® Verde (ver [Figura 19](#)) contemplaba la estabilización del talud de los pozos de percolación mediante una estructura de malla de acero galvanizado, geomalla, geotextil, geomanta, que, en conjunto con el relleno de vegetación, formaba un sistema de estabilización ecológico y sostenible.

Para evaluar la viabilidad y seguridad del talud bajo condiciones locales, se realizó un modelado geotécnico utilizando el software Slide, considerando los siguientes parámetros:

MATERIALES

▪ **Suelo Terramesh (TM)**

Peso específico : 19,00 kN/m³

Cohesión : 15,00 kN/m²

Ángulo de fricción : 40°

▪ **Material de relleno (SC)**

Peso específico : 17,66 kN/m³
Cohesión : 22,55 kN/m²
Ángulo de fricción : 14°

▪ **Suelo de fundación (CL)**

Peso específico : 18,28 kN/m³
Cohesión : 38,44 kN/m²
Ángulo de fricción : 0°

▪ **Mortero - Losa de fondo (F'c=175 kg/cm²)**

Cemento Portland Tipo I

Peso específico : 14,10 kN/m³
Cohesión : —
Ángulo de fricción : —

▪ **Zanja de percolación (Grava)**

Peso específico : 1,96 kN/m³
Cohesión : —
Ángulo de fricción : —

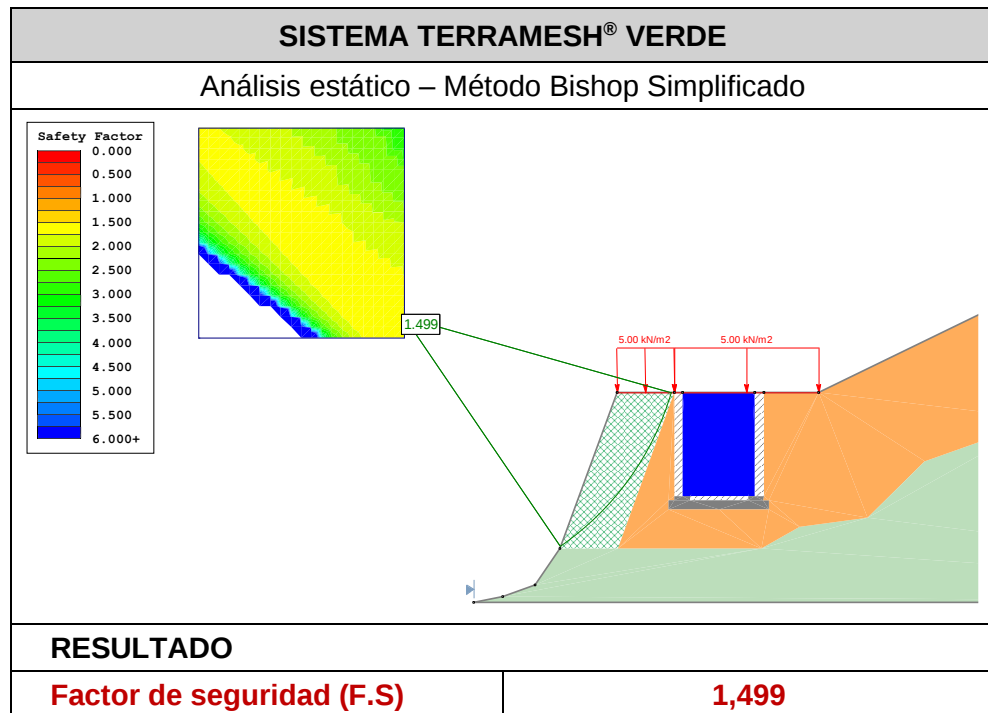
SOBRECARGAS DE DISEÑO

Carga distribuida : 5,00 kN/m²

CONSIDERACIONES SÍSMICAS

Coeficiente de carga sísmica horizontal (K_h) : 0,35
Coeficiente de carga sísmica vertical (K_v) : —

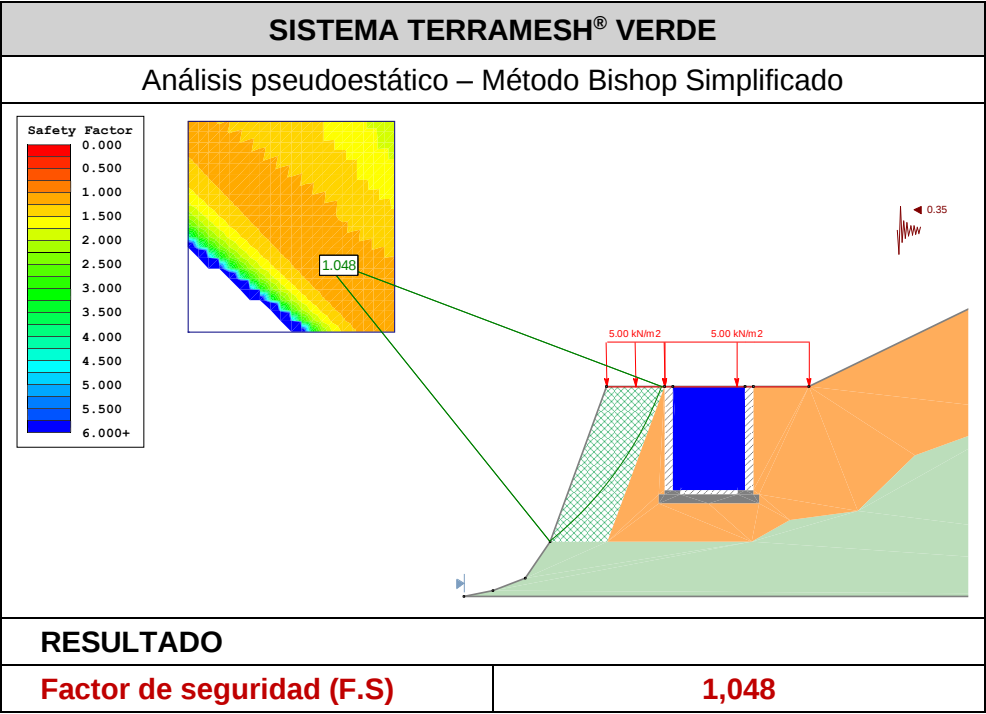
Figura 17. Análisis estático del sistema Terramesh® Verde



Fuente: Elaboración propia

En la figura 17 se muestra que el análisis estático del sistema Terramesh® Verde modelado a través del software Slide da como resultado un **F.S = 1,499**. Indicando que el sistema presenta una estabilidad ligeramente aceptable bajo condiciones estáticas. Sin embargo, en situaciones de carga adicional o cambios en las condiciones del terreno, el talud podría enfrentar una inminente falla estructural, generando que el sistema colapse.

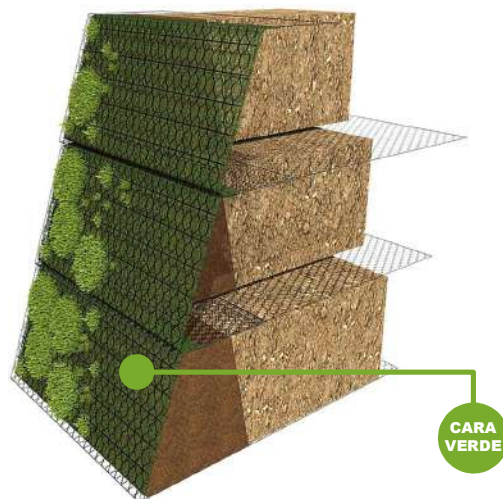
Figura 18. Análisis pseudoestático del sistema Terramesh® Verde



Fuente: Elaboración propia

En la figura 18 se muestra que el análisis pseudoestático del sistema Terramesh® Verde modelado a través del software Slide da como resultado un **F.S = 1,048**. Indicando que las fuerzas generadas por un sismo superan las fuerzas de resistencia, lo que implica un alto riesgo de deslizamiento o colapso.

Figura 19. Sistema Terramesh® Verde



Fuente: Maccaferri

4.4. Propuesta de diseño geotécnico con material no convencional (Geospuma)

4.4.1. Descripción

La propuesta consiste en emplear bloques de Geospuma como material de relleno ligero en el cuerpo del terraplén para la mitigación del riesgo de falla por percolación en el área del entorno de los pozos.

El terraplén tendrá un ancho de 46,5 m y una longitud de 37,5 m. El cuerpo del terraplén estará compuesto por bloques de Geospuma ($\rho=20 \text{ kg/cm}^3$), distribuidos en 9 capas de manera escalonada y sin continuidad de juntas. El conjunto de bloques estará empaquetado por un geotextil no tejido y una geomalla biaxial, y asentado sobre una losa de fondo ($f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ y $e=0,1 \text{ m}$).

A su vez, el cuerpo del terraplén será relleno con material SC (A-4), compactado en capas ($e=0,3 \text{ m}$), actuando como una barrera eficaz contra las infiltraciones, proporcionando un soporte estructural sólido y optimizando la efectividad de los bloques de Geospuma. Así mismo, estará protegido en los bordes por una pantalla de confinamiento ($f'c=175$

kg/cm² y e=0,1 m) y reforzadas con barras de acero de Ø 3/8" distribuidas a intervalos cada 0,3 m en ambas direcciones.

Los pozos de percolación tendrán un muro de mampostería hecho de ladrillo tubular (12x15x24 cm) con aberturas para facilitar la filtración del efluente proveniente del tanque séptico. El material filtrante será relleno con grava de Ø 1,5" contando con un espesor de 0,3 m y protegido por una capa de geotextil no tejido, actuando como barrera para retener las partículas finas del suelo, evitando que se filtren hacia el interior del sistema y asegurando la efectividad del proceso de percolación.

El drenaje se gestiona a través de tuberías HDPE corrugadas perforadas y lisas de Ø 110 mm, cubiertas por geodren, para asegurar una distribución uniforme del agua.

Finalmente, los pozos serán soportados por una losa armada ($f'_c=175$ kg/cm² y e=0,3 m), reforzadas con barras de acero de Ø 1/2" distribuidas a intervalos cada 0,2 m en ambas direcciones. Estas a su vez, estarán ancladas a un micropilote de Ø 12" (con una profundidad de 6 m), reforzando su estabilidad y distribuyendo las cargas de los pozos y el terreno adyacente, disminuyendo la presión sobre el suelo y reduciendo de tal forma el riesgo de deslizamientos o asentamientos diferenciales en el terreno, garantizando el funcionamiento continuo y seguro del sistema.

Con respecto al análisis, se consideraron los siguientes parámetros:

MATERIALES

■ Material no convencional (Geoespuma)

Peso específico	:	0,20 kN/m ³
Cohesión	:	21,00 kN/m ²
Ángulo de fricción	:	4,64°

▪ **Material de relleno (SC)**

Peso específico : 17,66 kN/m³
Cohesión : 22,55 kN/m²
Ángulo de fricción : 14°

▪ **Suelo de fundación (CL)**

Peso específico : 18,28 kN/m³
Cohesión : 38,44 kN/m²
Ángulo de fricción : 0°

▪ **Mortero - Losa de fondo (F'c=175 kg/cm²)**

Cemento Portland Tipo I

Peso específico : 14,10 kN/m³
Cohesión : —
Ángulo de fricción : —

▪ **Zanja de percolación (Grava)**

Peso específico : 1,96 kN/m³
Cohesión : —
Ángulo de fricción : —

SOPORTES

▪ **Micropilote**

Fuerza de aplicación : Passive (Method B)
Separación fuera del plano : 0,80 m
Resistencia al corte de pilotes : 17,68 kN
Dirección de fuerza : Parallel to surface

SOBRECARGAS DE DISEÑO

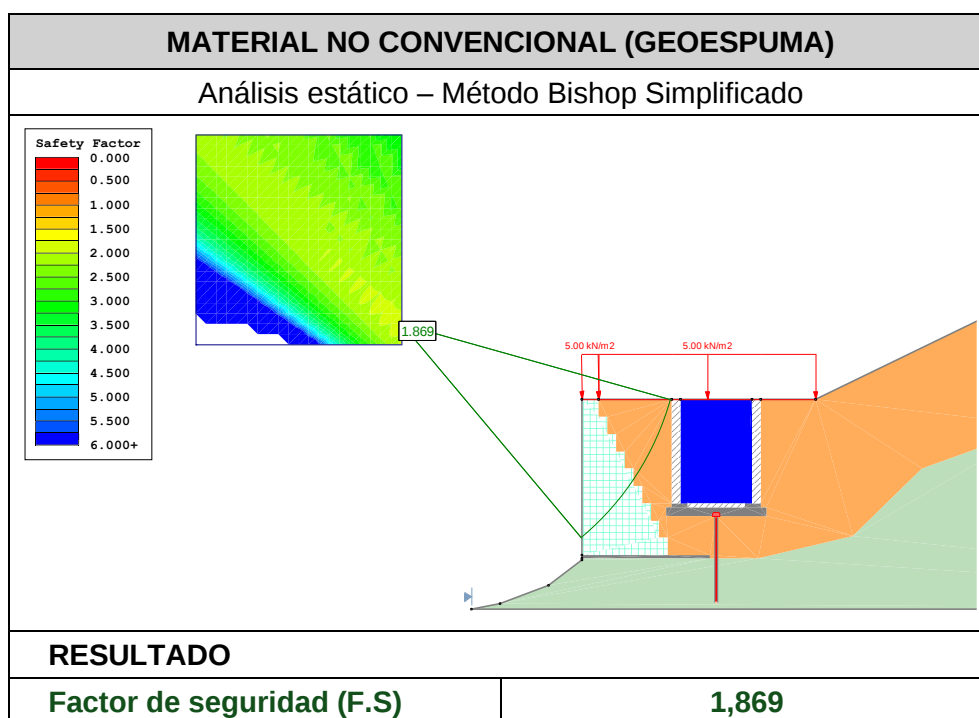
Carga distribuida : 5,00 kN/m²

CONSIDERACIONES SÍSMICAS

Coeficiente de carga sísmica horizontal (K_h) : 0,35

Coeficiente de carga sísmica vertical (K_v) : –

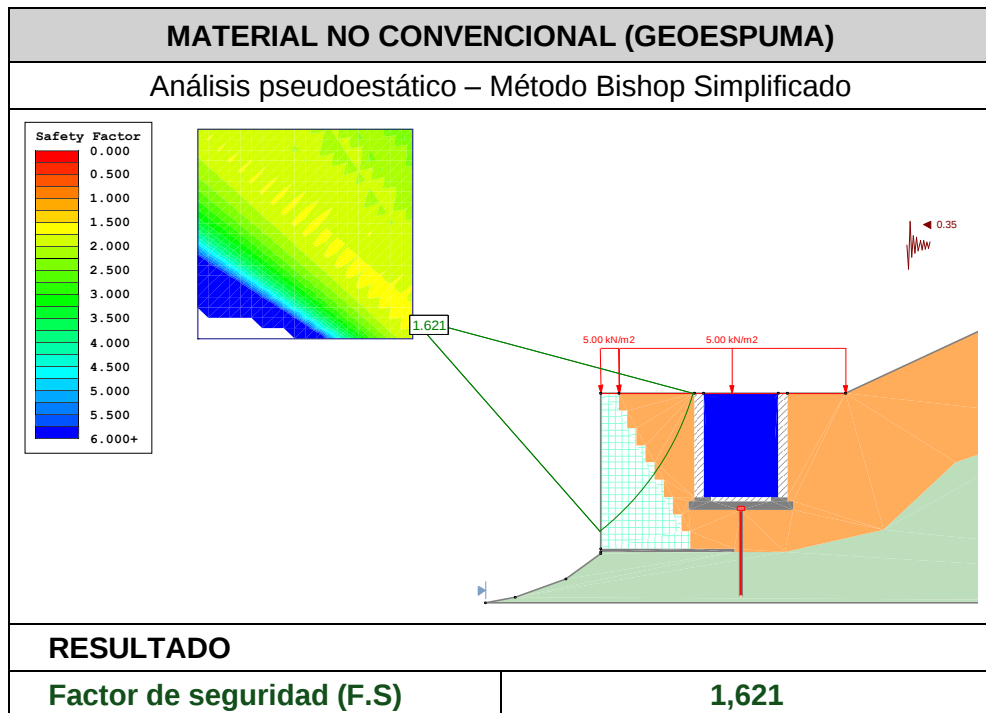
Figura 20. Análisis estático de la Geoespuma



Fuente: Elaboración propia

En la figura 20 se muestra que el análisis estático del material no convencional (Geoespuma) modelado a través del software Slide da como resultado un **F.S = 1,869**. Indicando que el sistema cumple con el criterio de seguridad, es decir, el talud es seguro bajo condiciones estáticas. Además, en situaciones de carga adicional o cambios del terreno, el sistema mantiene un margen de seguridad adecuado, lo que representa un mínimo riesgo de colapso.

Figura 21. Análisis pseudoestático de la Geoespuma



Fuente: Elaboración propia

En la figura 21 se muestra que el análisis pseudoestático del material no convencional (Geoespuma) modelado a través del software Slide da como resultado un **F.S = 1,621**. Indicando que el sistema presenta una estabilidad sólida bajo condiciones sísmicas. Y que el talud cuenta con un margen de seguridad aceptable para resistir las fuerzas sísmicas esperadas.

4.5. Cuadro comparativo entre sistemas

Tabla 20. Cuadro comparativo entre Terramesh® Verde y Geoespuma

PARÁMETRO	TERRAMESH® VERDE	GEOESPUMA
Descripción	Sistema de refuerzo para muros y taludes, basado en mallas metálicas y geosintéticos.	Material ligero de espuma estabilizada para suelos y taludes.
Materiales	Mallas de acero galvanizado, geosintéticos y vegetación.	Bloques de polietileno expandido.
Costo	El costo es de S/.402,209.13 (Cuatrocientos dos mil doscientos nueve con trece con 44/100 soles). Ver Anexo 6.1.	El costo es de S/.151,471.71 (Ciento cincuenta y un mil cuatrocientos setenta y uno con 71/100 soles). Ver Anexo 6.2.
Programación	El tiempo de duración es de 102 días. Ver Anexo 8.1.	El tiempo de duración es de 25 días. Ver Anexo 8.2.
Instalación	Requiere personal especializado y maquinaria pesada.	No requiere personal especializado, debido a la simplicidad de su instalación.
Impacto ambiental	Bajo impacto, promueve la vegetación.	Sistema reciclable, armonioso con el medio ambiente.

Fuente: Elaboración propia

El costo del diseño con Terramesh® Verde asciende a un valor de S/.402,209.13 (Cuatrocientos dos mil doscientos nueve con trece con 44/100 soles), en cambio, el costo con Geoespuma es de S/.151,471.71 (Ciento cincuenta y un mil cuatrocientos setenta y uno con 71/100 soles).

La diferencia en el valor de ambos costos es de S/.250,737.42 (Doscientos cincuenta mil setecientos treinta y siete con 42/100 soles), lo que indica que el costo con Geoespuma tiene un porcentaje de ahorro del 62,34%.

En cuanto a los plazos de ejecución, el Terramesh® Verde presenta un plazo de 102 días, por el contrario, la Geoespuma tiene un plazo de 25 días.

La diferencia en los plazos es de 77 días, lo que equivale a un porcentaje del 75,50%.

CAPÍTULO V. DISCUSIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusiones

- El trabajo de investigación responde a la pregunta de cómo un diseño geotécnico con material no convencional (Geoespuma), contribuye a la estabilización del talud en un sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta.
- La presencia de suelos arcillosos suele ser altamente susceptible a la pérdida de consistencia cuando se exponen a la humedad. Los pozos de percolación contribuyen a este efecto, al facilitar la percolación, aumenta el contenido de humedad en el suelo de fundación, lo cual genera una carga adicional y compromete a la estabilidad del talud. Aumentando los riesgos de asentamientos y deformaciones.
- El sistema Terramesh® Verde tiene un F.S estático de 1,499, que indica estabilidad limitada, y un F.S pseudoestático de 1,048, lo que sugiere alto riesgo de colapso en condiciones sísmicas. Caso contrario, la Geoespuma presenta un F.S estático de 1,869 y un F.S pseudoestático de 1,621, lo que indica una estabilidad sólida tanto bajo condiciones normales como sísmicas, con un margen de seguridad adecuado en ambos casos.
- La comparación entre los sistemas Terramesh® Verde y Geoespuma revela diferencias significativas tanto en costos como en plazos de ejecución. La Geoespuma ofrece un ahorro considerable de S/.250,737.42 (62.34%), lo que lo convierte en una opción más económica sin sacrificar la calidad básica. Además, la reducción en el tiempo de ejecución de 77 días (75.50%) representa una ventaja importante en proyectos con restricciones de tiempo, lo que permite una mayor eficiencia operativa y menores costos indirectos asociados al retraso.

- Los estudios previos hechos por Ruiz Zapata & Ballesteros Intriago (2012), Almeida Ávila (2014) y Justiniano Ayala & Mori Torres (2020), destacan las ventajas del poliestireno expandido (Geoespuma) en términos de eficacia, economía y reducción del tiempo de ejecución. Los resultados refuerzan la premisa que, el poliestireno expandido al reducir el peso sobre los suelos y distribuir las cargas de manera uniforme, ofrece un desempeño adecuado para la estabilización de estructuras en terrenos de alta compresibilidad.
- El uso del software Slide ha sido clave para la verificación de los valores de estabilidad del diseño, en concordancia con los beneficios identificados por Estrada Bautista & Soberanis Bello (2014), quienes resaltaron su eficiencia para evaluar diferentes métodos de estabilidad en taludes. El uso del software facilitó la validación del diseño con Geoespuma, permitiendo confirmar la hipótesis planteada: que el diseño geotécnico con material no convencional (Geoespuma) es adecuado para evitar el colapso del talud.
- La metodología empleada ha demostrado ser adecuada para probar la hipótesis planteada, y los controles implementados aseguran la validez de los resultados.
- Los resultados obtenidos en este estudio son congruentes con las conclusiones de los antecedentes revisados, y refuerzan la viabilidad que el uso de Geoespuma en el sistema de estabilización de taludes es una solución efectiva, económica y sostenible en suelos arcillosos, similares a los de la ciudad de Nauta. No obstante, se sugiere que futuros trabajos de investigación se enfoquen en evaluar el desempeño de la Geoespuma bajo condiciones más extremas y en terrenos con características geotécnicas diferentes.

5.2. Conclusiones

- El uso de bloques de Geoespuma en el área del entorno de los pozos de percolación, actúa como una barrera que limita la transmisión de humedad hacia el suelo de fundación, al ser prácticamente impermeable. Esta propiedad permite que el material mantenga una carga ligera y evite que el suelo arcilloso subyacente se sature.
- Los valores obtenidos mediante el software Slide basado en el sistema Terramesh® Verde están por debajo de los valores mínimos aceptables del factor de seguridad en taludes, determinado por la norma E.050 Suelos y cimentaciones.
- Los valores obtenidos mediante el software Slide basado en la Geoespuma, tanto en condiciones estáticas (1,869) y pseudoestáticas (1,621), superan los valores mínimos aceptables del factor de seguridad en taludes, determinado por la norma E.050 Suelos y cimentaciones, asegurando una estabilidad adecuada del talud.
- La Geoespuma frente al sistema Terramesh® Verde, demostró una superioridad en cuanto a estabilidad del talud. Evidenciando que materiales ligeros y flexibles, como la Geoespuma, son más adecuados para suelos de baja cohesión y para sitios donde se necesiten un control efectivo de la percolación y un menor peso sobre el terreno.
- El sistema de tanque séptico con pozos de percolación, estabilizado con Geoespuma, proporciona una alternativa sostenible al prevenir la descarga de contaminantes al caño natural adyacente conectado a la quebrada Zaragoza. Minimizando la amenaza de contaminación y protegiendo el bienestar de los vecinos de la calle Alan García del sector Junta Vecinal “Santa Rosa”.
- La Geoespuma resulta económicamente viable al reducir costos, mano de obra, equipos, gastos indirectos y tiempo de ejecución.
- El diseño geotécnico con material no convencional (Geoespuma) es adecuado para garantizar la estabilidad del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta, siendo su funcionamiento aceptable y efectivo para prevenir el colapso.

5.3. Recomendaciones

- Realizar un monitoreo continuo del talud y del sistema de estabilización con Geoespuma, particularmente en épocas de lluvias intensas y tras eventos sísmicos, para evaluar su comportamiento y realizar ajustes preventivos si es necesario.
- Establecer un control de compactación del material de relleno en la etapa de ejecución, con una frecuencia de cada 250 m² o fracción, con un mínimo de tres controles por capa.
- Realizar una limpieza del tanque séptico como mínimo una vez al año, y revisar regularmente los pozos de percolación para detectar posibles obstrucciones que puedan comprometer el flujo a evacuar.
- Preparar adecuadamente el terreno antes de la instalación de los geosintéticos, garantizando la eliminación de materiales orgánicos y nivelando la superficie para lograr una base uniforme y estable.
- Durante la colocación de los geosintéticos evitar la formación de arrugas y pliegues que puedan comprometer la integridad del sistema, para ello, el uso esencial de anclajes y solapes según las especificaciones de diseño.
- Incorporar sistemas de drenaje adicionales para mejorar la estabilidad en temporadas de fuertes precipitaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Almeida Ávila, C. G. (2014). *Uso de los bloques de poliestireno expandido en terraplenes*. Quito, Ecuador: Universidad Central del Ecuador (UCE).
2. Budhu, M. (2010). *Soil Mechanics and Foundations* (3rd ed.). Tucson, AZ, USA: John Wiley & Sons Inc.
3. Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (Cuarta ed.). Cengage Learning.
4. Diccionario panhispánico del español jurídico. (2023). *Definición de TALUD*. Obtenido de <https://dpej.rae.es/lema/talud>
5. Ecopor. (2022). *Ficha técnica de bloques de Geoespuma*. Obtenido de http://www.ecoporperu.com/wp-content/uploads/2021/03/Ficha-tecnica-Geoespuma_compressed-1.pdf
6. Estrada Bautista, V. V., & Soberanis Bello, J. J. (2014). *Estabilidad de taludes en suelo*. Nezahualcóyotl, México: Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).
7. García Rojas, R., & Mendoza Molina, V. G. (2023). *Comportamiento del terraplén de Geoespuma, usado para la mejora del pavimento sobre suelo blando en zona inundable, distrito de Punchana – Maynas 2023*. Iquitos, Perú: Universidad Científica del Perú (UCP).
8. Justiniano Ayala, P. G., & Mori Torres, R. R. (2020). *Uso del poliestireno expandido en terraplén para pavimento sobre suelo blando en zona inundable distrito de punchana - Maynas 2019*. Iquitos, Perú: Universidad Científica del Perú (UCP).
9. Maccaferri. (2023). *Sistema Terramesh®*. Obtenido de <https://www.maccaferri.com/pe/productos/terramesh/>
10. Martínez Quiroz, E. N. (2010). *Manual de mecánica de suelos II*. Tarapoto, Perú: Universidad Nacional de San Martín (UNSM).
11. Plataforma Constructivo. (2023). *Coletores de desagüe*. Obtenido de https://plataforma.constructivo.com/suplemento/117/colectores_desague.doc#:~:text=El%20pozo%20percolador%20o%20pozo,de%20filtraci%C3%B3n%20hacia%20el%20subsuelo.
12. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). (2020). *Norma E.050 Suelos y cimentaciones*. Lima, Perú: SENCICO.
13. Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). (2024). *Norma IS.020 Tanques sépticos*. Lima, Perú: Grupo Universitario S.A.C.

14. Rocscience. (2023). *Software Slide*. Obtenido de <https://www.rocscience.com/help/slide2/overview>
15. Ruiz Zapata, G. F., & Ballesteros Intriago, I. E. (2012). *Análisis del Poliestireno Expandido como material de relleno en suelos de alta compresibilidad*. Quito, Ecuador: Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE).
16. Suárez Díaz, J. (1998). *Deslizamientos y estabilidad de taludes en zonas tropicales*. Bucaramanga, Colombia: Ingeniería de suelos Ltda.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

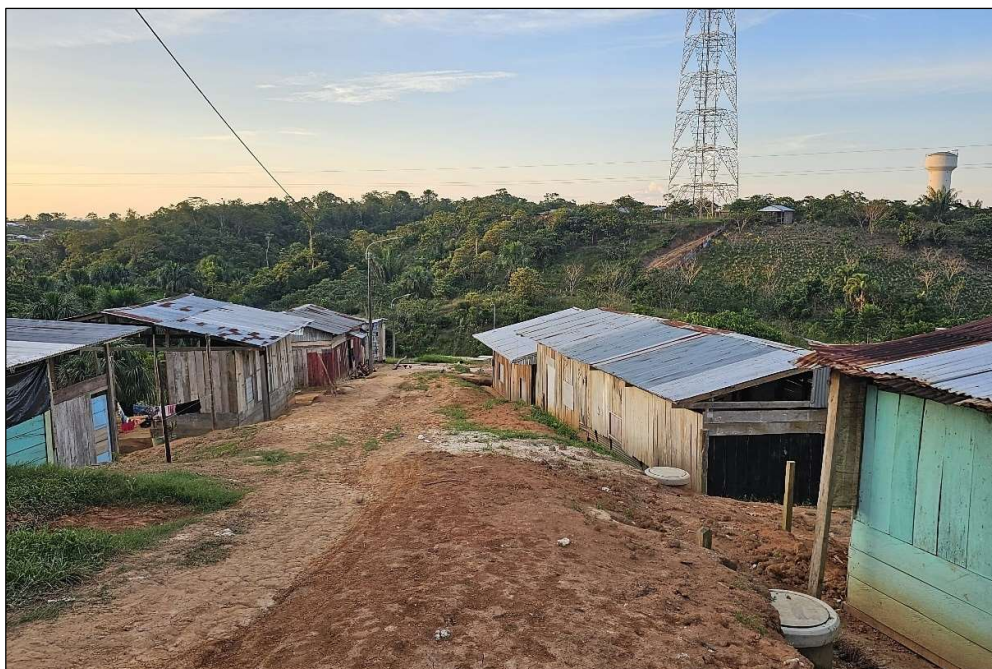
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	MEDICIÓN	VALOR	METODOLOGÍA
GENERAL: ¿Cuál es la propuesta de diseño geotécnico con material no convencional (Geespuma) para la estabilización del talud en un sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta?	GENERAL: Elaborar un diseño geotécnico con material no convencional (Geespuma) para la estabilización del talud en un sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta.	El diseño geotécnico con material no convencional (Geespuma) propuesto es adecuado para que el talud del sistema de tanque séptico con pozos de percolación en la ciudad de Nauta no colapse.	Independiente (X): Material no convencional (Geespuma).	Material liviano de poliestireno expandido, que se utiliza en diversas aplicaciones de ingeniería civil.	Composición del material	Resistencia a la compresión	kPa	Alto	Tipo de investigación: Exploratoria.
								Medio	
								Bajo	
						Resistencia a la tracción	kPa	Alto	Diseño de investigación: Mixto.
								Medio	
								Bajo	
					Densidad		kg/m³	Alto	Población: Sistema de tratamiento de aguas residuales.
								Medio	
								Bajo	
ESPECÍFICOS: ¿Cuáles son las características físicas y geotécnicas del suelo en el área de estudio que influirán en la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación? ¿Cuáles son los valores aceptables del factor de seguridad en la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación, empleando el diseño propuesto? ¿Es económicamente viable el diseño propuesto para la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación?	ESPECÍFICOS: Evaluar las características físicas y geotécnicas del suelo en el área de estudio que influirán en la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación. Determinar los valores del factor de seguridad en la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación. Demostrar la factibilidad económica del diseño propuesto para la estabilización del talud en el sistema de tanque séptico con pozos de percolación.				Durabilidad	Tiempo de vida útil	Años	Larga	Muestra: Sistema de tanque séptico con pozos de percolación.
								Media	
								Corta	
						Grado de desgaste	Cualitativa	Bajo	Técnicas de recolección de datos: Visita de campo y observación directa.
								Medio	
								Alto	
			Dependiente (Y): Estabilidad del talud.		Deslizamiento del talud	Desplazamiento (horizontal/vertical)	Metros (m)	Alto	Instrumentos de recolección de datos: Revisión bibliográfica y análisis de laboratorio.
								Medio	
								Bajo	
					Deformación	Ángulo de inclinación	Grados (%)	Estable	Procedimientos de recolección de datos: Observación directa y toma de datos.
								Moderado	
								Crítico	
					Condiciones hidrogeológicas	Nivel de saturación del suelo	%	Bajo	Procesamientos y análisis de datos: AutoCAD, Microsoft Excel, MS Project, S10 Costos y presupuestos, y Slide.
								Medio	
								Alto	

ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO

Anexo 2.1. Acceso al área de estudio



Puente Rioja



Calle Alan García (sector Junta Vecinal “Santa Rosa”)

Anexo 2.2. Estado del área de estudio



Zona del área de estudio

Anexo 2.3. Recolección de muestra y ensayos de laboratorio



Recolección de muestra



Ensayos de laboratorio

ANEXO 3. ENSAYOS IN SITU

Anexo 3.1. Ensayos de corte con veleta (Torvane)



**ENSAYO DE CORTE CON VELETA
ASTM D-2573**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

Nº de exploración : Calicta C-1
Factor de corrección : 1.0
Fecha de recojo de muestra : 13/11/2022

ENSAYO N°	1	2	3
Lectura obtenida (Kg/cm ²)	0.35	0.4	0.4
Promedio	0.383		

Interpretación del resultado:

$$\text{Lectura obtenida} \times \text{factor de corrección} \\ 0.383 \times 1.0 = \mathbf{0.383 \text{ kg/cm}^2}$$



ESPECIFICACIONES : El ensayo con corte con velela (Torvane) se realizó según la norma ASTM D-2573.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo inalterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.
RESULTADOS : El promedio de la resistencia al corte no drenado del suelo es 0.383 kg/cm².


RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



**ENSAYO DE CORTE CON VELETA
ASTM D-2573**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : QUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

Nº de exploración : Calicta C-2
Factor de corrección : 1.0
Fecha de recojo de muestra : 13/11/2022

ENSAYO Nº	1	2	3
Lectura obtenida (Kg/cm ²)	0.4	0.38	0.4
Promedio	0.393		

Interpretación del resultado:

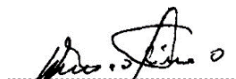
$$\text{Lectura obtenida} \times \text{factor de corrección} \\ 0.393 \times 1.0 = \mathbf{0.393 \text{ kg/cm}^2}$$



ESPECIFICACIONES : El ensayo con corte con velela (Torvane) se realizó según la norma ASTM D-2573.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo inalterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.
RESULTADOS : El promedio de la resistencia al corte no drenado del suelo es 0.393 kg/cm².


RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



**ENSAYO DE CORTE CON VELETA
ASTM D-2573**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

Nº de exploración : Calicta C-3
Factor de corrección : 1.0
Fecha de recojo de muestra : 13/11/2022

ENSAYO N°	1	2	3
Lectura obtenida (Kg/cm ²)	0.45	0.35	0.4
Promedio	0.40		

Interpretación del resultado:

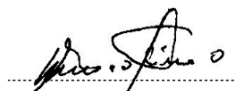
$$\text{Lectura obtenida} \times \text{factor de corrección} \\ 0.40 \times 1.0 = 0.40 \text{ kg/cm}^2$$



ESPECIFICACIONES : El ensayo con corte con veleta (Torvane) se realizó según la norma ASTM D-2573.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo inalterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.
RESULTADOS : El promedio de la resistencia al corte no drenado del suelo es 0.40 kg/cm².


RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio

ANEXO 4. ENSAYOS DE LABORATORIO

Anexo 4.1. Suelo de fundación

Anexo 4.1.1. Calicata C-1



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.

FECHA : QUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

Nº de exploración : Calicta C-1

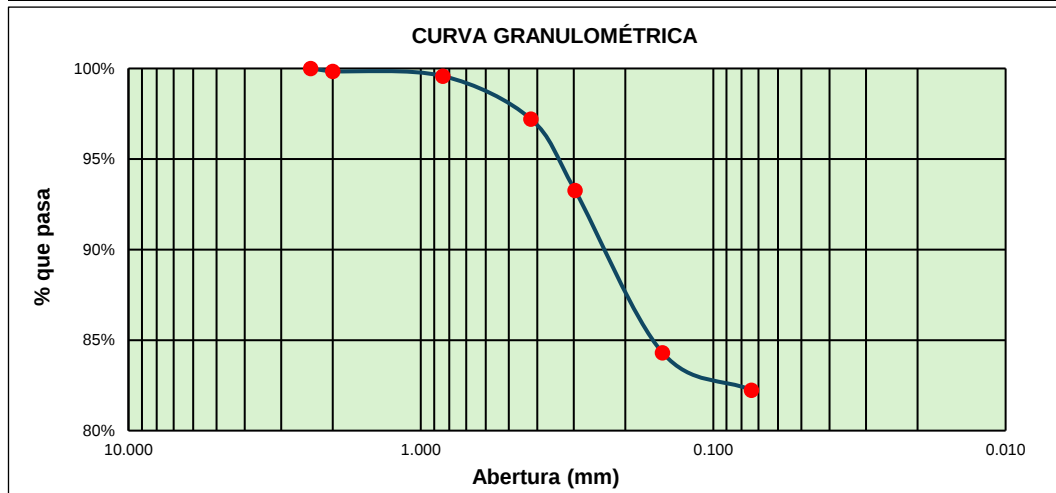
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.

Fecha de ensayo : 15/11/2022

Peso de muestra seca : 169.50 gr.

Peso de muestra lavada : 70.48 gr.

Tamiz ASTM	Abertura en mm.	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Espec.	Observaciones	
3"	76.000						Lím. líquido	48.16%
2 ½"	63.300						Lím. Plástico	25.92%
2"	50.600						Ind. Plástico	22.24%
1 ½"	38.100						Clas. SUCS	CL
1"	25.400						Clas. AASHTO	A-7-6 (20)
¾"	19.050							
Nº4	4.760							
Nº8	2.380				100.00			
Nº10	2.000	0.25	0.15	0.15	99.85			
Nº20	0.840	0.45	0.27	0.42	99.58			
Nº40	0.420	4.03	2.38	2.80	97.20			
Nº50	0.297	6.66	3.93	6.73	93.27			
Nº100	0.149	15.21	8.97	15.70	84.30			
Nº200	0.074	3.50	2.06	17.76	82.24			
PASA Nº200		139.40	82.24	100.00	0.00			



ESPECIFICACIONES :

El análisis granulométrico por tamizado se realizó según norma ASTM D-422, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la norma NTP 350.001.

OBSERVACIONES :

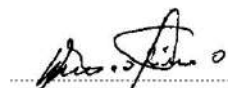
La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.

RESULTADOS :

Arcilla limosa inorgánica de color marrón claro, húmeda, de baja plasticidad; clasificada como (CL) y A-7-6 (20).
El porcentaje que pasa la malla Nº200 es de 82.24%.


RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.

FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Datos de campo

Nº de exploración : Calicata C-1
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

RESULTADOS	
Lím. líquido	48.16%
Lím. Plástico	25.92%
Ind. Plástico	22.24%
Clas. SUCS	CL
Clas. AASHTO	A-7-6 (20)

Límite líquido

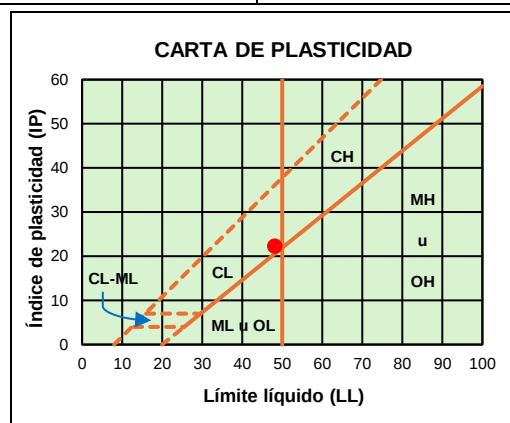
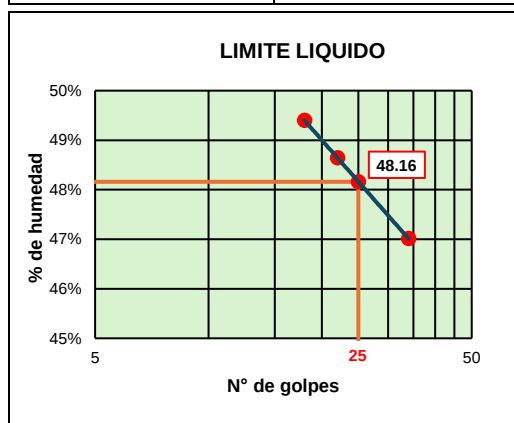
ASTM D-4318 - T89

ENSAYO Nº	1	2	3
Nº de golpes	18	22	34
Tara + suelo húmedo	58.22	51.32	47.32
Tara + suelo seco	54.91	47.75	44.41
Peso de la Tara	48.21	40.41	38.22
Peso del agua	3.31	3.57	2.91
Peso de suelo seco	6.70	7.34	6.19
% de humedad	49.40	48.64	47.01

Límite plástico

ASTM D-4318 - T90

ENSAYO Nº	1	2	3
Tara + suelo húmedo	56.23	48.21	
Tara + suelo seco	55.38	46.82	
Peso de la Tara	52.13	41.41	
Peso del agua	0.85	1.39	
Peso de suelo seco	3.25	5.41	
% de humedad	26.15	25.69	



ESPECIFICACIONES :

Los límites de consistencia se realizó según la norma ASTM D-4318 - T89 para límite líquido y ASTM D-4318 - T90 para límite plástico.

OBSERVACIONES :

La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.

RESULTADOS :

En los ensayos realizados a la muestra se obtuvo: LL=48.16%; LP=25.92% e IP=22.24%.

RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

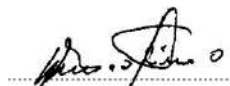
Nº de exploración : Calicta C-1
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Tara	302.50	145.75	230.00
Peso de suelo seco + Tara	253.75	116.85	185.30
Peso de la Tara	76.23	48.70	62.47
Peso del agua	48.75	28.90	44.70
Peso de suelo seco	177.52	68.15	122.83
% de humedad	27.46	42.41	36.39
Promedio de humedad	35.42		

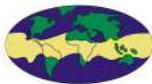
ESPECIFICACIONES : El contenido de humedad del suelo se realizó según la norma ASTM D-2216.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.
RESULTADOS : El promedio del porcentaje de humedad del suelo es 35.42%.


RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



**PESO VOLUMÉTRICO
ASTM D-7263**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

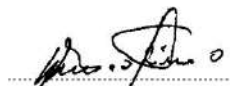
Nº de exploración : Calicta C-1
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

ENSAYO Nº	1	2	3
Muestra WM	21.64	23.21	22.43
WM + Parafina (WM+WP)	23.14	24.85	24.00
Volumen desplazado (VM+P)	13.20	14.30	13.75
Parafina	0.87	0.87	0.87
WP=(WM+WP)-WM	1.50	1.64	1.57
VP= WP/Parafina	1.72	1.89	1.80
VM=(VM+P)-VP	11.48	12.41	11.95
Vm=WM/VM	1.89	1.87	1.88
Promedio del peso volumétrico	1.88		

ESPECIFICACIONES : La determinación de la densidad del suelo se realizó según la norma ASTM D-7263.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo alterado, fue muestreada por el solicitante y trasladada al laboratorio.
RESULTADOS : El promedio del peso volumétrico del suelo es 1.88 gr/cm³.

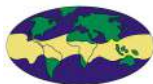

RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio

Anexo 4.1.2. Calicata C-2



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.

FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

Nº de exploración : Calicta C-2

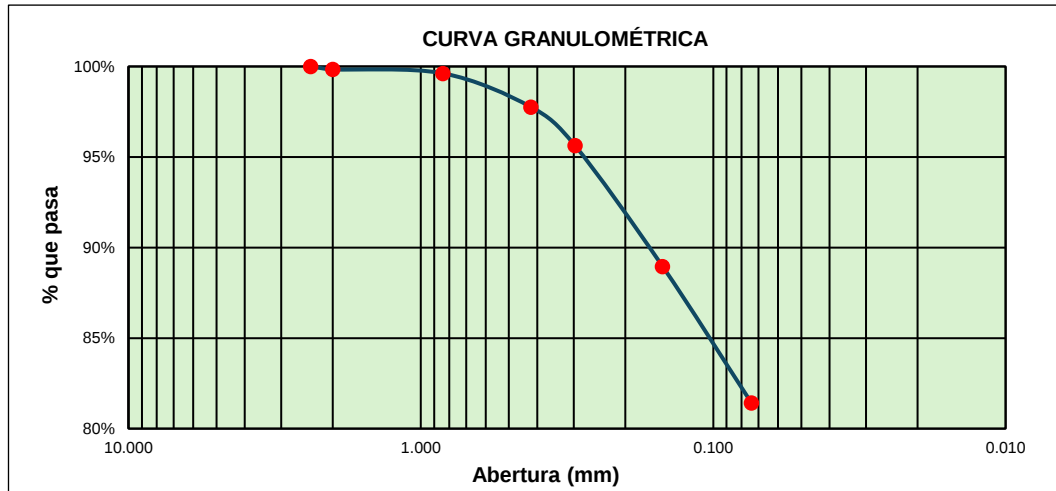
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.

Fecha de ensayo : 15/11/2022

Peso de muestra seca : 172.50 gr.

Peso de muestra lavada : 32.04 gr.

Tamiz ASTM	Abertura en mm.	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Espec.	Observaciones	
3"	76.000						Lím. líquido	48.18%
2 ½"	63.300						Lím. Plástico	25.80%
2"	50.600						Ind. Plástico	22.38%
1 ½"	38.100						Clas. SUCS	CL
1"	25.400						Clas. AASHTO	A-7-6 (19)
¾"	19.050							
Nº4	4.760							
Nº8	2.380				100.00			
Nº10	2.000	0.28	0.16	0.16	99.84			
Nº20	0.840	0.38	0.22	0.38	99.62			
Nº40	0.420	3.20	1.86	2.24	97.76			
Nº50	0.297	3.68	2.13	4.37	95.63			
Nº100	0.149	11.50	6.67	11.04	88.96			
Nº200	0.074	13.00	7.54	18.58	81.42			
PASA Nº200		140.45	81.42	100.00	0.00			



ESPECIFICACIONES :

El análisis granulométrico por tamizado se realizó según norma ASTM D-422, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la norma NTP 350.001.

OBSERVACIONES :

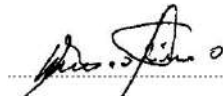
La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.

RESULTADOS :

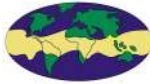
Arcilla limosa inorgánica de color marrón claro, húmeda, de baja plasticidad; clasificada como (CL) y A-7-6 (19).
El porcentaje que pasa la malla Nº200 es de 81.42%.


RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Datos de campo

Nº de exploración : Calicata C-2
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

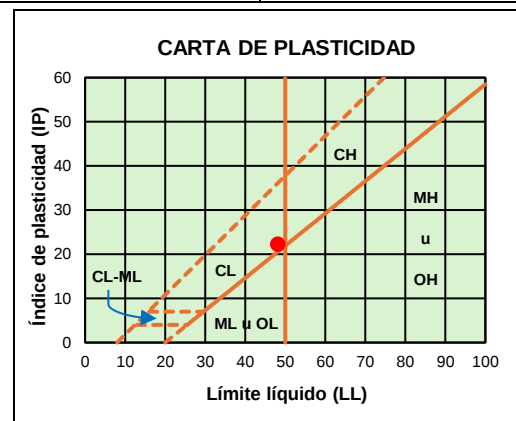
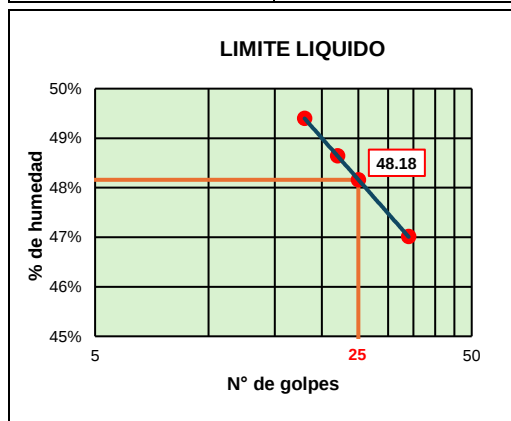
RESULTADOS	
Lím. líquido	48.18%
Lím. Plástico	25.80%
Ind. Plástico	22.38%
Clas. SUCS	CL
Clas. AASHTO	A-7-6 (19)

Límite líquido ASTM D-4318 - T89

ENSAYO Nº	1	2	3
Nº de golpes	19	22	33
Tara + suelo húmedo	56.50	51.32	47.36
Tara + suelo seco	53.28	47.75	44.45
Peso de la Tara	46.75	40.41	38.27
Peso del agua	3.22	3.57	2.91
Peso de suelo seco	6.53	7.34	6.18
% de humedad	49.31	48.64	47.09

Límite plástico ASTM D-4318 - T90

ENSAYO Nº	1	2	3
Tara + suelo húmedo	54.05	47.23	
Tara + suelo seco	53.18	45.83	
Peso de la Tara	49.81	40.40	
Peso del agua	0.87	1.40	
Peso de suelo seco	3.37	5.43	
% de humedad	25.82	25.78	



ESPECIFICACIONES : Los límites de consistencia se realizó según la norma ASTM D-4318 - T89 para límite líquido y ASTM D-4318 - T90 para límite plástico.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.

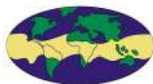
RESULTADOS : En los ensayos realizados a la muestra se obtuvo: LL=48.18%; LP=25.80% e IP=22.38%.

RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

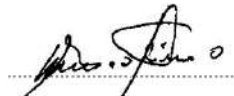
Nº de exploración : Calicta C-2
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Tara	311.12	152.00	218.67
Peso de suelo seco + Tara	257.24	119.72	188.95
Peso de la Tara	82.30	56.30	69.42
Peso del agua	53.88	32.28	29.72
Peso de suelo seco	174.94	63.42	119.53
% de humedad	30.80	50.90	24.86
Promedio de humedad	35.52		

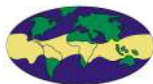
ESPECIFICACIONES : El contenido de humedad del suelo se realizó según la norma ASTM D-2216.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.
RESULTADOS : El promedio del porcentaje de humedad del suelo es 35.52%.


RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



**PESO VOLUMÉTRICO
ASTM D-7263**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

Nº de exploración : Calicta C-2
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

ENSAYO Nº	1	2	3
Muestra WM	23.50	24.60	24.05
WM + Parafina (WM+WP)	24.45	24.80	24.60
Volumen desplazado (VM+P)	13.20	14.30	13.75
Parafina	0.87	0.87	0.87
WP=(WM+WP)-WM	0.95	0.20	0.55
VP= WP/Parafina	1.09	0.23	0.63
VM=(VM+P)-VP	12.11	14.07	13.12
Vm=WM/VM	1.94	1.75	1.83
Promedio del peso volumétrico	1.84		

ESPECIFICACIONES : La determinación de la densidad del suelo se realizó según la norma ASTM D-7263.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo alterado, fue muestreada por el solicitante y trasladada al laboratorio.
RESULTADOS : El promedio del peso volumétrico del suelo es 1.84 gr/cm³.


RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio

Anexo 4.1.3. Calicata C-3



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.

FECHA : QUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

Nº de exploración : Calicta C-3

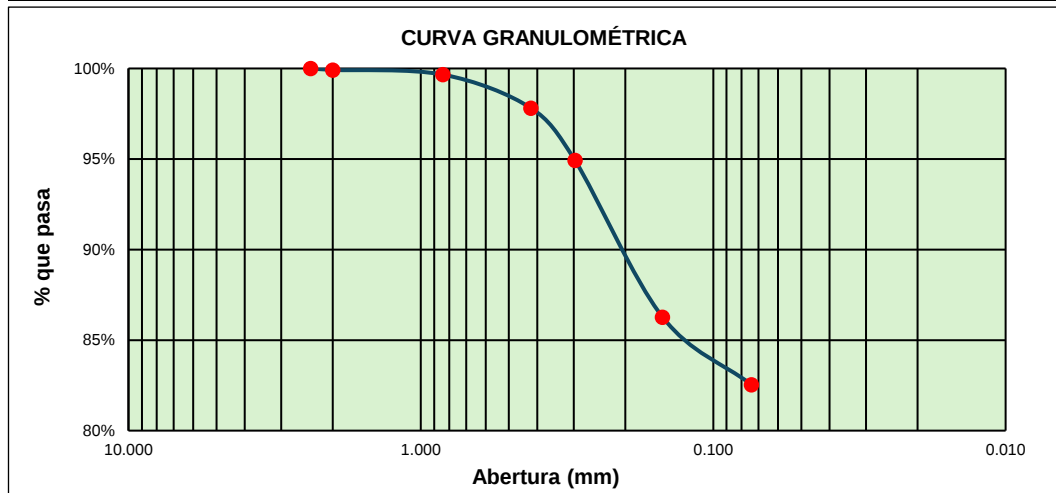
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.

Fecha de ensayo : 15/11/2022

Peso de muestra seca : 168.23 gr.

Peso de muestra lavada : 29.39 gr.

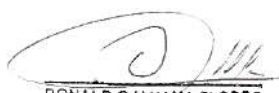
Tamiz ASTM	Abertura en mm.	Peso retenido	% retenido parcial	% retenido acumulado	% que pasa	Espec.	Observaciones	
3"	76.000						Lím. líquido	40.37%
2 ½"	63.300						Lím. Plástico	23.75%
2"	50.600						Ind. Plástico	16.63%
1 ½"	38.100						Clas. SUCS	CL
1"	25.400						Clas. AASHTO	A-7-6 (14)
¾"	19.050							
Nº4	4.760							
Nº8	2.380				100.00			
Nº10	2.000	0.14	0.08	0.08	99.92			
Nº20	0.840	0.43	0.26	0.34	99.66			
Nº40	0.420	3.12	1.85	2.19	97.81			
Nº50	0.297	4.87	2.89	5.08	94.92			
Nº100	0.149	14.56	8.65	13.73	86.27			
Nº200	0.074	6.27	3.73	17.46	82.54			
PASA Nº200		138.85	82.54	100.00	0.00			



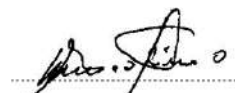
ESPECIFICACIONES : El análisis granulométrico por tamizado se realizó según norma ASTM D-422, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la norma NTP 350.001.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.

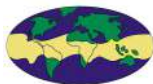
RESULTADOS : Arcilla limosa inorgánica de color marrón claro, húmeda, de baja plasticidad; clasificada como (CL) y A-7-6 (14).
El porcentaje que pasa la malla Nº200 es de 82.54%.


RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.

SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.

FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

LÍMITES DE CONSISTENCIA

Datos de campo

Nº de exploración : Calicata C-3
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

RESULTADOS

Lím. líquido	40.37%
Lím. Plástico	23.75%
Ind. Plástico	16.63%
Clas. SUCS	CL
Clas. AASHTO	A-7-6 (14)

Límite líquido

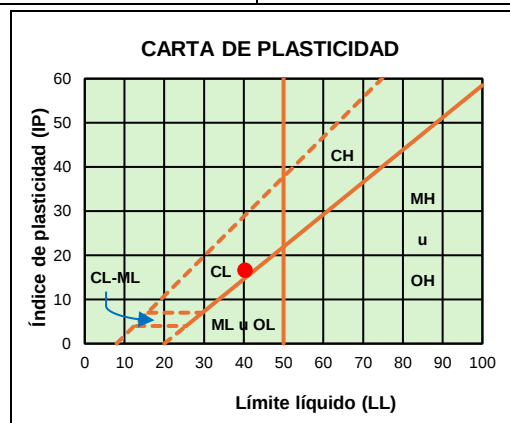
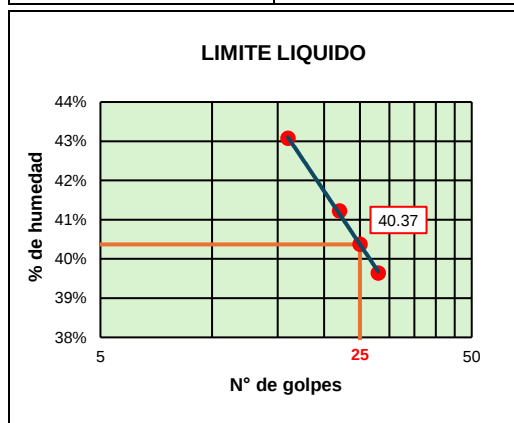
ASTM D-4318 - T89

ENSAYO Nº	1	2	3
Nº de golpes	16	22	28
Tara + suelo húmedo	51.21	54.31	58.75
Tara + suelo seco	47.79	50.20	54.98
Peso de la Tara	39.85	40.23	45.47
Peso del agua	3.42	4.11	3.77
Peso de suelo seco	7.94	9.97	9.51
% de humedad	43.07	41.22	39.64

Límite plástico

ASTM D-4318 - T90

ENSAYO Nº	1	2	3
Tara + suelo húmedo	50.11	49.50	
Tara + suelo seco	48.25	48.28	
Peso de la Tara	40.31	43.21	
Peso del agua	1.86	1.22	
Peso de suelo seco	7.94	5.07	
% de humedad	23.43	24.06	



ESPECIFICACIONES :

Los límites de consistencia se realizó según la norma ASTM D-4318 - T89 para límite líquido y ASTM D-4318 - T90 para límite plástico.

OBSERVACIONES :

La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.

RESULTADOS :

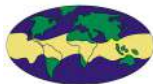
En los ensayos realizados a la muestra se obtuvo: LL=40.37%; LP=23.75% e IP=16.63%.

RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



**CONTENIDO DE HUMEDAD
ASTM D-2216**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

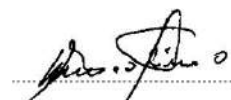
Nº de exploración : Calicta C-3
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

ENSAYO Nº	1	2	3
Peso de suelo húmedo + Tara	314.56	144.78	229.67
Peso de suelo seco + Tara	255.85	118.85	187.35
Peso de la Tara	91.21	47.87	69.55
Peso del agua	58.71	25.93	42.32
Peso de suelo seco	164.64	70.98	117.80
% de humedad	35.66	36.53	35.93
Promedio de humedad	36.04		

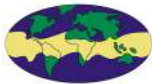
ESPECIFICACIONES : El contenido de humedad del suelo se realizó según la norma ASTM D-2216.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo alterado, trasladada al laboratorio por el personal técnico.
RESULTADOS : El promedio del porcentaje de humedad del suelo es 36.04%.


RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio



**PESO VOLUMÉTRICO
ASTM D-7263**

OBRA : MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA – PROVINCIA DE LORETO – LORETO.
SOLICITA : CONSORCIO LORETO NAUTA.
FECHA : IQUITOS, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2022.

Datos de campo

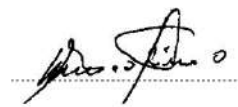
Nº de exploración : Calicta C-3
Profundidad : 0.00 m. - 1.50 m.
Fecha de ensayo : 15/11/2022

ENSAYO Nº	1	2	3
Muestra WM	19.81	18.74	19.28
WM + Parafina (WM+WP)	22.11	19.75	20.93
Volumen desplazado (VM+P)	13.20	11.20	12.24
Parafina	0.87	0.87	0.87
WP=(WM+WP)-WM	2.30	1.01	1.65
VP= WP/Parafina	2.64	1.16	1.90
VM=(VM+P)-VP	10.56	10.04	10.34
Vm=WM/VM	1.88	1.87	1.86
Promedio del peso volumétrico	1.87		

ESPECIFICACIONES : La determinación de la densidad del suelo se realizó según la norma ASTM D-7263.
OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo alterado, fue muestreada por el solicitante y trasladada al laboratorio.
RESULTADOS : El promedio del peso volumétrico del suelo es 1.87 gr/cm³.


RONALD OJANAMA FLORES
TÉCNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del ensayo


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
Ingeniero Civil - CIP 48741

Vºbº Jefe del laboratorio

Anexo 4.2. Material de relleno



ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : "DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO, DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : BACH. ALFARO MEDINA, MARLON & LÓPEZ RAMOS, PABLO

FECHA : IQUITOS, 30 DE ENERO DEL 2025

Datos de campo:

Cantera : Material de Acopio - Puente Zaragoza

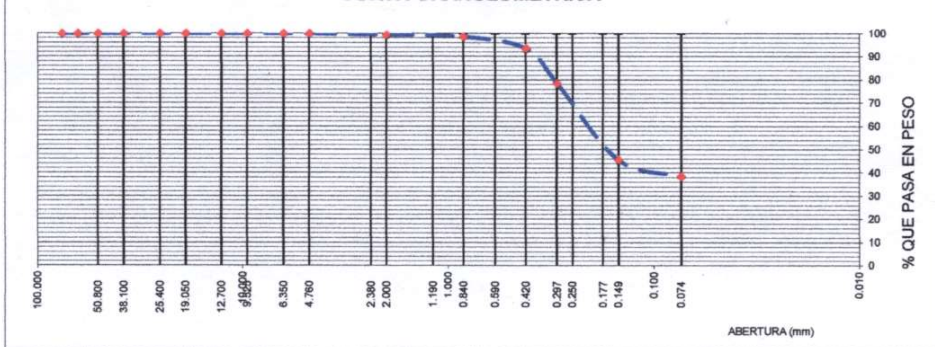
Material : Arena arcillosa de color rojizo

Peso de muestra seca : 150.00

Peso de muestra lavada : 92.13

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : 27.06
2"	50.800						L. Plástico : 18.97
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : 8.09
1"	25.400						Clas. SUCS : SC
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-4 (1)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.750				100.00		
Nº10	2.000	0.94	0.63	0.63	99.37		
Nº20	0.840	1.10	0.73	1.36	98.64		
Nº40	0.420	7.50	5.00	6.36	93.64		
Nº60	0.297	22.65	15.10	21.46	78.54		
Nº100	0.149	49.23	32.82	54.28	45.72		
Nº200	0.074	10.71	7.14	61.42	38.58		
Pasa Nº200							

CURVA GRANULOMETRICA



ESPECIFICACIONES : El análisis granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D-422, Norma Técnica NTP 339.128, clasificación SUCS del suelo según ASTM D-2487 y los tamices cumplen con los requisitos de la Norma NTP 350.001

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelos alterados, fue muestreada e identificada por el personal técnico y trasladada al laboratorio.

RESULTADOS : Arena arcillosa, de color rojizo, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, de baja plasticidad, clasificada como (SC) A-4 (1).

El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 38.58 %

RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del Ensayo

LUIS ALBERTO ADRIANZEN ACEVEDO
INGENIERO CIVIL
CIP. 48157

V°b° Jefe del Laboratorio



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS

Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Telefonos: 065-266545 / 965931093.



PROYECTO	"DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022"
UBICACIÓN	DISTRITO DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO, DEPARTAMENTO DE LORETO
SOLICITANTE	BACH. ALFARO MEDINA, MARLON & LÓPEZ RAMOS, PABLO
FECHA	IKUITOS, 30 DE ENERO DEL 2025

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

Cantera

Material de Acopio - Puente Zaragoza

Material

Arena arcillosa de color rojizo

Resultados	
Límite Líquido	27.06
Límite Plástico	18.97
Ind. Plástico	8.09
Clas. SUCS	SC
Clas. AASHTO	A-4 (1)

Límite Líquido

ASTM D 4318 - T 89

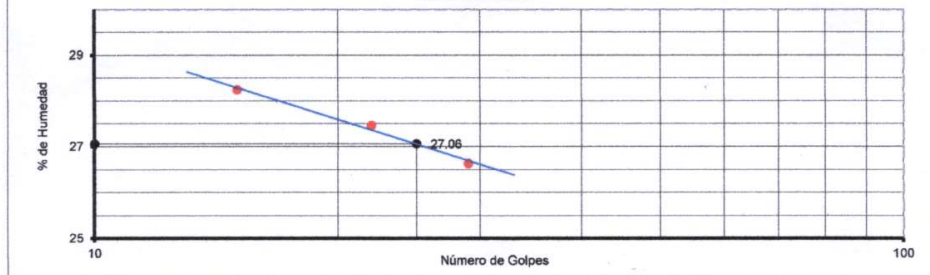
ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes	15	22	29
R + Suelo Hum.	25.42	20.55	20.98
R + Suelo Seco	21.75	17.85	18.30
Peso de la Tara	8.76	8.02	8.24
Peso de agua	3.67	2.70	2.68
Peso de S. Seco	12.99	9.83	10.06
% de Humedad	28.25	27.47	26.64

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.	11.22	10.70	
R + Suelo Seco	10.80	10.28	
Peso de la Tara	8.63	8.02	
Peso de agua	0.42	0.42	
Peso de S. Seco	2.17	2.26	
% de Humedad	19.35	18.58	

CURVA DE FLUJO



- ESPECIFICACIONES :** Los límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para límite líquido y límite plástico ASTM D 4318 - T 90.
- OBSERVACIONES :** La muestra corresponde a suelos alterados, fue muestreada e identificada por el personal técnico y trasladada al laboratorio.
- RESULTADOS :** Arena arcillosa, de color rojizo, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, de baja plasticidad, clasificada como (SC) A-4 (1).

En los ensayos realizados a la muestra se obtuvo LL = 27.06, LP = 18.97 e IP = 8.09

RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del Ensayo

LUIS ALBERTO ADRIANZEN ACEVEDO
INGENIERO CIVIL
CIP. 48157

V"b" Jefe del Laboratorio



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS

Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Telefonos: 065-266545 / 965931093.



HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

PROYECTO : "DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO, DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : BACH. ALFARO MEDINA, MARLON & LÓPEZ RAMOS, PABLO

FECHA : IQUITOS, 30 DE ENERO DEL 2025

Datos de campo:

Cantera : **Material de Acopio - Puente Zaragoza**

Material : **Arena arcillosa de color rojizo**

ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	607.50	454.97	463.45
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	500.00	375.03	382.46
PESO DE LA TARA	0.00	0.00	0.00
PESO DEL AGUA	107.50	79.94	80.99
PESO DE SUELO SECO	500.00	375.03	382.46
% DE HUMEDAD	21.50	21.32	21.18
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	21.33		

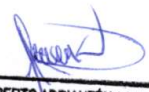
ESPECIFICACIONES : La humedad natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelos alterados, fue muestreada e identificada por el personal técnico y trasladada al laboratorio.

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 21.33 %


RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Responsable del Ensayo


LUIS ALBERTO ADRIANZEN ACEVEDO
INGENIERO CIVIL
CIP 48157
V°b° Jefe del Laboratorio



ALOA FENIX INGENIERIA Y GEOTECNIA



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS

Dirección: Calle los Pinos lote N° 3-Pampachica-Iquitos Telefonos: 065-266545 / 965931093.

MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA DETERMINAR LA DENSIDAD DEL SUELO EN SU LUGAR POR EL MÉTODO DE UNIDAD DE CILINDROS

ASTM D-2937

OBRA : "DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO, DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : BACH. ALFARO MEDINA, MARLON & LÓPEZ RAMOS, PABLO

FECHA : IQUITOS, 30 DE ENERO DEL 2025

Datos de Muestra

Cantera : Material de Acopio - Puente Zaragoza

N° de muestra : Arena arcillosa de color rojizo

Metodo de extraccion : Shelby

ENSAYO		1	2	3
Diametro de cilindro	cm	5.08	5.08	5.08
Altura de cilindro	cm	12.36	12.18	12.16
Volumen de cilindro	cm ³	81.07	81.07	81.07
Peso de Cilindro	gr.	185.60	184.33	187.31
Peso de muestra + Cilindro	gr.	331.93	330.58	333.39
Peso de muestra	gr.	146.33	146.25	146.08
Densidad natural	gr./cm ³	1.80	1.80	1.80
PROMEDIO		1.80		

ESPECIFICACIONES : Método de prueba estándar para determinar la densidad del suelo en su lugar por el método de unidad de cilindros se realizó según norma ASTM D-2937.

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a un suelo inalterado, fue muestreada e identificada por el solicitante.

RESULTADOS : Los ensayos realizados para determinar la densidad del suelo en su lugar por el método de unidad de cilindros, dieron como resultado de 1.8 gr./cm³.


RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETOS
Y ASFALTOS

Téc. Responsable del ensayo


LUIS ALBERTO ADRIANZEN ACEVEDO
INGENIERO CIVIL
CIP 48157

V°B° Ingeniero Responsable



ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

METODO "A" (ASTM D1557)

PROYECTO : "DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022"

UBICACIÓN : DISTRITO DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO, DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : BACH. ALFARO MEDINA, MARLON & LÓPEZ RAMOS, PABLO

FECHA : IQUITOS, 30 DE ENERO DEL 2025

Datos de campo:

Cantera : Material de Acopio - Puente Zaragoza
Material : Arena arcillosa de color rojizo

Resultados	
M. D. S.	1.988 gr/cm ³
O. C. H.	11.34 %
Clas. SUCS	SC
Clas. AASHTO	A-4 (1)

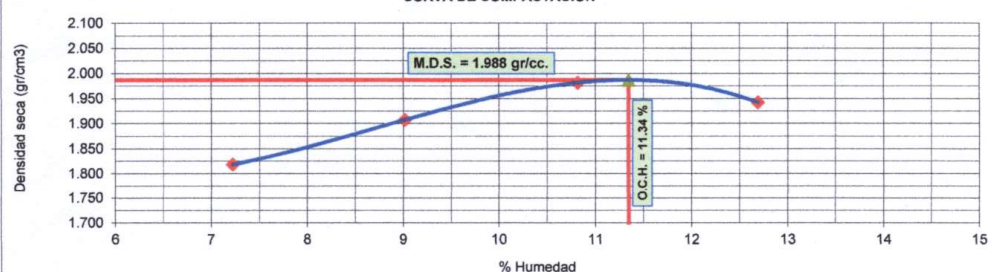
1.- Compactación

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	10642	10913	11155	11140
Peso molde (gr.)	6571	6571	6571	6571
Volumen del molde (cm ³)	2087	2087	2087	2087
Peso suelo compactado (gr.)	4071	4342	4584	4569
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.951	2.080	2.196	2.189

2.- Humedad (%)

N° Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Recipiente + suelo húmedo (gr.)	180.40	180.40	186.42	186.42	180.62	180.62	178.52	178.52
Recipiente + suelo seco (gr.)	168.25	168.25	171.00	171.00	163.00	163.00	158.42	158.42
Peso de recipiente (gr.)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso de agua (gr.)	12.15	12.15	15.42	15.42	17.62	17.62	20.10	20.10
Peso de suelo seco (gr.)	168.25	168.25	171.00	171.00	163.00	163.00	158.42	158.42
Humedad (%)	7.22	7.22	9.02	9.02	10.81	10.81	12.69	12.69
Promedio Humedad (%)	7.22		9.02		10.81		12.69	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.819		1.908		1.982		1.943	

CURVA DE COMPACTACION



ESPECIFICACIONES : El Proctor Modificado se realizó según las Normas Técnicas ASTM D1557, por el método "A".

OBSERVACIONES : La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el personal técnico y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Conforme al ensayo realizado, el material de muestreo alcanzó una Máxima Densidad Seca 1.988 gr/cm³, para un Óptimo contenido de Humedad de 11.34 %.

RONALD OJANAMA FLORES
TECNICO DE SUELOS, CONCRETO
Y ASFALTOS

Responsable del Ensayo

LUIS ALBERTO ADRIANZEN ACEVEDO
INGENIERO CIVIL
CIP. 48157

V°b° Jefe del Laboratorio

	MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD		
	RNP N° S0820231	RUC N° 20567296877	
Dirección: Urb. Francisco Bolognesi Mz. F Lote N° 04 - Iquitos		Correo: servamac_14@hotmail.com	Teléfono: 931738693
PROYECTO	DISEÑO GEOTECNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA ESTABILIZACION DE UN SISTEMA DE TANQUE SEPTICO CON POZOS DE PERCOLACION, NAUTA 2022		
UBICACIÓN	DISTRITO DE NAUTA - PROVINCIA DE LORETO - DEPARTAMENTO DE LORETO		
SOLICITANTE	BACH. ALFARO MEDINA MARLON Y LOPEZ RAMOS PABLO		
FECHA	ENERO - 2025		

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

ASTM D-3080

Datos de campo:

N° Exploración	---	Límite Líquido	27.06	Estado de muestra:	Inalterado
Muestra	---	Límite Plástico	18.97	Tipo de ensayo:	Consolidado Drenado
Profundidad	---	Ind. Plástico	8.09	Velocidad de Carga:	especimen A: 0.08 mm/min
Fecha de Ensayo	ENERO 2025	Clas. SUCS	SC		especimen B: 0.08 mm/min
		Clas. AASHTO	A-4(1)		especimen C: 0.08 mm/min

Datos de muestra:

Espécimen	A	B	C
Diámetro	5.08 cm	5.08 cm	5.08 cm
Altura inicial	2.03 cm	2.03 cm	2.03 cm
Altura final	1.98 cm	1.85 cm	1.75 cm
Peso muestra húmeda	74.08 gr	74.02 gr	73.35 gr
Peso muestra saturada	79.31 gr	78.09 gr	76.49 gr
Peso muestra seca	65.36 gr	65.43 gr	64.71 gr
Densidad húmeda inicial	1.800 gr/cc	1.800 gr/cc	1.780 gr/cc
(Densidad Húmeda inicial)	PROMEDIO DE DENSIDAD INICIAL: 1.793 gr/cc		
Densidad saturada final	1.976 gr/cc	2.086 gr/cc	2.161 gr/cc
Densidad seca inicial	1.589 gr/cc	1.591 gr/cc	1.570 gr/cc
(Densidad Seca inicial)	PROMEDIO DE DENSIDAD INICIAL: 1.584 gr/cc		
Densidad seca final	1.629 gr/cc	1.749 gr/cc	1.829 gr/cc
Humedad inicial	13.34 %	13.13 %	13.35 %
Humedad final	21.34 %	19.35 %	18.20 %
Esfuerzo Normal	0.5 kg/cm2	1.0 kg/cm2	2.0 kg/cm2
Esfuerzo Cortante Máximo	0.35 kg/cm2	0.48 kg/cm2	0.72 kg/cm2

Ángulo de fricción efectiva del suelo	:	$\phi' = 14.07^\circ$
Cohesión efectiva del suelo	:	$c' = 0.23 \text{ kg/cm}^2$

ESPECIFICACIONES : El Ensayo del corte directo en muestra de suelo, esta especificada según la Norma ASTM D-3080.

OBSERVACIONES : La Muestra fue trasladada al laboratorio por el personal tecnico responsable


SERVAMAC S.R.L.
RABI JOSÉ LAYANGA HUANIO
 Técnico Laboratorio
 Suelos - Concretos - Asfalto


SERVAMAC S.R.L.
MADO MAX BIFUENTES CHOTA
 INGENIERO CIVIL
 RUC N° 201639

	MECANICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO		
	LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD		
	RNP N° S0820231	RUC N° 2056728877	
Dirección: Urb. Francisco Bolognesi Mz. F Lote N° 04 - Iquitos Correo: servamac_14@hotmail.com Telefono: 931738693			
PROYECTO	: DISEÑO GEOTECNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA ESTABILIZACION DE UN SISTEMA DE TANQUE SEPTICO CON POZOS DE PERCOLACION, NAUTA 2022		
UBICACIÓN	: DISTRITO DE NAUTA - PROVINCIA DE LORETO - DEPARTAMENTO DE LORETO		
SOLICITANTE	: BACH. ALFARO MEDINA MARLON Y LOPEZ RAMOS PABLO		
FECHA	: ENERO - 2025		

ENSAYO DE CORTE DIRECTO - ASTM D-3080

Datos de campo:

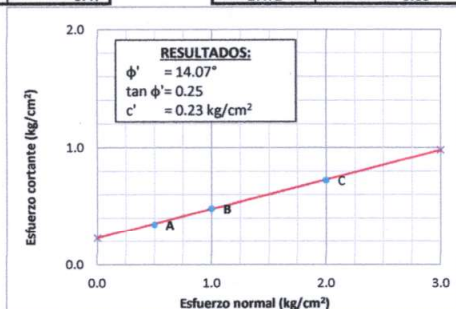
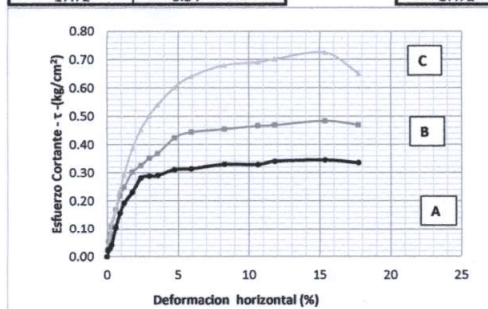
N° Exploracion	: —	Límite Líquido	27.06	Estado de muestra:	Inalterado
Muestra	: —	Límite Plástico	18.97	Tipo de ensayo:	Consolidado Drenado
Profundidad	: —	Ind. Plástico	8.09	Velocidad de Carga :	especimen A: 0.08 mm/min
Fecha de Ensayo	: ENERO 2025	Clas. SUCS	SC		especimen B: 0.08 mm/min
		Clas. AASHTO	A-4(1)		especimen C: 0.08 mm/min

Aplicación de esfuerzo cortante

A Esfuerzo normal = 0.5 kg/cm ²	
Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo cortante (kg/cm ²)
0.00	0.00
0.04	0.02
0.10	0.03
0.18	0.03
0.30	0.04
0.59	0.11
0.89	0.16
1.18	0.19
1.77	0.23
2.36	0.28
2.95	0.29
3.54	0.29
4.72	0.31
5.91	0.31
8.27	0.33
10.63	0.33
11.81	0.34
15.35	0.35
17.72	0.34

B Esfuerzo normal = 1 kg/cm ²	
Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo cortante (kg/cm ²)
0.00	0.00
0.04	0.02
0.10	0.05
0.18	0.08
0.30	0.11
0.59	0.17
0.89	0.22
1.18	0.25
1.77	0.30
2.36	0.33
2.95	0.35
3.54	0.37
4.72	0.42
5.91	0.44
8.27	0.45
10.63	0.47
11.81	0.47
15.35	0.48
17.72	0.47

C Esfuerzo normal = 2 kg/cm ²	
Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo cortante (kg/cm ²)
0.00	0.00
0.04	0.02
0.10	0.05
0.18	0.07
0.30	0.12
0.59	0.17
0.89	0.24
1.18	0.29
1.77	0.39
2.36	0.45
2.95	0.50
3.54	0.54
4.72	0.60
5.91	0.64
8.27	0.68
10.63	0.69
11.81	0.70
15.35	0.72
17.72	0.65



Esfuerzo en los especímenes

Especimen	A	B	C
Esfuerzo normal, sn	0.50 kg/cm ²	1.00 kg/cm ²	2.00 kg/cm ²
Esfuerzo de corte, t	0.35 kg/cm ²	0.48 kg/cm ²	0.72 kg/cm ²
Esfuerzo residual, tr	0.34 kg/cm ²	0.47 kg/cm ²	0.65 kg/cm ²

Parametros de Esfuerzo Cortante

Esfuerzo	Resultado
Angulo de Friccion Interna (°)	14.07
cohesion kg/cm ²	0.23 kg/cm ²


SERVAMAC S.R.L.
 RABI JOSE LAYANGO HUANIO
 Técnico Laboratorio
 Suelos - Concretos - Asfalto


SERVAMAC S.R.L.
 MAB MAX SANTIAGO CHOTA
 JEFE LABORATORIO
 RUC CIP N° 201639

Anexo 4.3. Geospuma

Anexo 4.3.1. Geospuma - Densidad 15

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 1 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

Informe : 058-08-LG18-082 **Fecha de recepción :** 27/08/2018
Solicitante: Zer Geosystem Perú S.A.C. **Fecha de ejecución :** 12/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras **Fecha de emisión :** 14/09/2018
Ubicación : -----

Material : Geoespuma D15
Muestra : 12
Forma : Cilíndrica

PRESIÓN DE CELDA = 25 kPa

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	200.60 mm
Diámetro	100.80 mm
Humedad	0.00 %
Densidad seca	15.54 kg/m ³

Estado de muestra : Cilindro
 Velocidad de ensayo : 0.5 mm/min
 Clasificación SUCS (muestra global) : -----
 Clasificación SUCS (muestra matriz ensayada) : -----

Deformación (%)	F N	σ_{desv} kPa	p kPa	q kPa	σ_1 kPa	σ_3 kPa	q/p	Oblicuidad σ_1/σ_3
0.00	0.00	0.00	25.00	0.00	25.00	25.00	0.00	1.00
0.10	42.82	2.76	28.70	3.70	27.76	25.00	0.13	1.11
0.20	66.88	3.87	34.47	5.77	28.87	25.00	0.17	1.15
0.30	82.56	5.23	41.59	7.12	30.23	25.00	0.17	1.21
0.40	115.39	5.94	51.53	9.94	30.94	25.00	0.19	1.24
0.50	132.46	7.38	62.93	11.40	32.38	25.00	0.18	1.30
1.00	200.02	10.68	80.06	17.13	35.68	25.00	0.21	1.43
1.50	236.84	13.37	100.24	20.18	38.37	25.00	0.20	1.53
2.00	265.42	15.11	122.74	22.50	40.11	25.00	0.18	1.60
2.50	286.72	17.05	146.92	24.18	42.05	25.00	0.16	1.68
3.00	301.11	18.58	172.18	25.26	43.58	25.00	0.15	1.74
4.00	324.38	21.14	199.11	26.94	46.14	25.00	0.14	1.85
5.00	351.26	23.23	227.98	28.86	48.23	25.00	0.13	1.93
6.00	365.14	25.01	256.08	28.11	50.01	25.00	0.11	2.00
7.00	390.05	27.16	285.60	29.51	52.16	25.00	0.10	2.09
8.00	410.94	28.75	316.14	30.55	53.77	25.00	0.10	2.15
9.00	435.66	29.92	347.99	31.84	54.92	25.00	0.09	2.20
10.00	455.68	31.17	380.71	32.72	56.17	25.00	0.09	2.25
11.00	464.73	32.50	413.42	32.72	57.50	25.00	0.08	2.30
12.00	486.23	33.24	447.06	33.63	58.24	25.00	0.08	2.33
13.00	500.23	33.74	481.00	33.94	58.74	25.00	0.07	2.35
14.00	512.82	34.41	515.12	34.12	59.41	25.00	0.07	2.38
15.00	532.55	35.48	549.90	34.79	60.48	25.00	0.06	2.42
16.00	546.53	36.23	584.90	34.99	61.23	25.00	0.06	2.45
17.00	563.77	36.75	620.30	35.40	61.77	25.00	0.06	2.47
18.00	583.08	37.83	656.22	35.92	62.83	25.00	0.05	2.51
19.00	595.83	38.84	692.16	35.94	63.84	25.00	0.05	2.55
20.00	603.29	39.44	727.72	35.56	64.44	25.00	0.05	2.58

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 30. Humedad proporcionada = 8%, Densidad seca proporcionada = 18 kN/m³. Los datos de remoldeo son responsabilidades del solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 840884 Gerente General
---	---

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ
 TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 2 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

Informe : 058-08-LG18-082 **Fecha de recepción :** 27/08/2018
Solicitante: Zer Geosystem Perú S.A.C. **Fecha de ejecución :** 12/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras **Fecha de emisión :** 14/09/2018
Ubicación : -----

Material : Geoespuma D15
Muestra : 22
Forma : Cilíndrica

PRESIÓN DE CELDA = 50 kPa

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	200.80 mm
Diámetro	100.30 mm
Humedad	0.00 %
Densidad seca	15.39 kg/m ³

Estado de muestra : Cilindro
 Velocidad de ensayo : 0.5 mm/min
 Clasificación SUCS (muestra global) : -----
 Clasificación SUCS (muestra matriz ensayada) : -----

Deformación (%)	F N	σ_{desv} kPa	p kPa	q kPa	σ_1 kPa	σ_3 kPa	q/p	Oblicuidad σ_1/σ_3
0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00	50.00	0.00	1.00
0.10	39.67	2.99	50.12	0.12	52.99	50.00	0.00	1.06
0.20	60.87	4.23	50.36	0.24	54.23	50.00	0.00	1.08
0.30	74.70	5.54	50.70	0.34	55.54	50.00	0.01	1.11
0.40	103.64	7.20	51.51	0.81	57.20	50.00	0.02	1.24
0.50	118.69	10.13	52.86	1.36	60.13	50.00	0.03	1.20
1.00	178.25	14.87	55.39	2.53	64.87	50.00	0.05	1.30
1.50	210.70	18.12	60.19	4.80	68.12	50.00	0.08	1.36
2.00	235.90	21.31	67.63	7.44	71.31	50.00	0.11	1.43
2.50	254.68	23.81	76.09	8.47	73.81	50.00	0.11	1.48
3.00	267.37	26.27	86.12	10.03	76.27	50.00	0.12	1.53
4.00	287.88	28.10	98.73	12.61	78.10	50.00	0.13	1.56
5.00	311.58	29.35	113.51	14.78	79.35	50.00	0.13	1.59
6.00	323.81	30.45	129.72	16.21	80.45	50.00	0.12	1.61
7.00	345.78	31.11	147.58	17.87	81.11	50.00	0.12	1.62
8.00	364.19	31.83	166.52	18.93	81.83	50.00	0.11	1.64
9.00	385.98	32.90	186.20	19.68	82.90	50.00	0.11	1.66
10.00	403.64	34.12	206.78	20.58	84.12	50.00	0.10	1.68
11.00	411.61	35.29	228.41	21.63	85.29	50.00	0.09	1.71
12.00	430.56	36.36	250.28	21.87	86.36	50.00	0.09	1.73
13.00	442.90	37.24	272.38	22.10	87.24	50.00	0.08	1.74
14.00	454.01	38.41	295.51	23.14	88.41	50.00	0.08	1.77
15.00	471.40	39.26	320.46	24.94	89.26	50.00	0.08	1.79
16.00	483.72	40.08	347.79	27.33	90.08	50.00	0.08	1.80
17.00	498.92	41.11	373.38	25.59	91.11	50.00	0.07	1.82
18.00	515.95	41.50	396.27	22.89	91.50	50.00	0.06	1.83
19.00	527.19	41.91	419.82	23.55	91.91	50.00	0.06	1.84
20.00	533.76	42.32	443.99	24.17	92.32	50.00	0.05	1.85

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 30. Humedad proporcionada = 8%, Densidad seca proporcionada = 18 kN/m³. Los datos de remoldeo son responsabilidades del solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 840884 Gerente General
---	---

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ
 TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 3 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

Informe : 058-08-LG18-082 **Fecha de recepción :** 27/08/2018
Solicitante: Zer Geosystem Perú S.A.C. **Fecha de ejecución :** 12/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras **Fecha de emisión :** 14/09/2018
Ubicación : -----

Material : Geoespuma D15
Muestra : 11
Forma : Cilíndrica

PRESIÓN DE CELDA = 75 kPa

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	201.40 mm
Diámetro	99.90 mm
Humedad	0.00 %
Densidad seca	15.25 kg/m ³

Estado de muestra : Cilindro
 Velocidad de ensayo : 0.5 mm/min
 Clasificación SUCS (muestra global) : -----
 Clasificación SUCS (muestra matriz ensayada) : -----

Deformación (%)	F N	σ_{desv} kPa	p kPa	q kPa	σ_1 kPa	σ_3 kPa	q/p	Oblicuidad σ_1/σ_3
0.00	0.00	0.00	75.00	0.00	75.00	75.00	0.00	1.00
0.10	0.71	4.59	75.23	0.23	79.59	75.00	0.00	1.05
0.20	2.09	7.16	76.29	1.06	82.16	75.00	0.01	1.07
0.30	3.52	8.83	78.17	1.88	83.83	75.00	0.01	1.09
0.40	5.38	12.33	80.28	2.11	87.33	75.00	0.01	1.12
0.50	8.49	14.14	83.03	2.76	89.14	75.00	0.02	1.14
1.00	16.55	21.24	86.05	3.02	96.24	75.00	0.02	1.21
1.50	29.55	25.02	89.57	3.52	100.02	75.00	0.02	1.25
2.00	65.70	27.90	95.47	5.90	102.9	75.00	0.03	1.28
2.50	66.68	29.98	103.25	7.77	104.98	75.00	0.04	1.30
3.00	113.69	31.33	113.45	10.20	106.33	75.00	0.05	1.31
4.00	151.93	33.40	126.92	13.47	108.4	75.00	0.07	1.33
5.00	187.40	35.36	143.32	16.40	110.36	75.00	0.08	1.35
6.00	211.82	36.59	161.55	18.23	111.59	75.00	0.08	1.37
7.00	249.46	37.22	182.77	21.22	112.22	75.00	0.08	1.37
8.00	266.62	38.25	205.02	22.25	113.25	75.00	0.08	1.38
9.00	294.32	39.48	229.23	24.21	114.48	75.00	0.08	1.39
10.00	314.93	40.58	254.69	25.46	115.58	75.00	0.08	1.41
11.00	328.93	41.06	280.77	26.09	116.06	75.00	0.07	1.41
12.00	359.66	41.71	308.91	28.14	116.71	75.00	0.07	1.42
13.00	347.98	42.09	337.70	28.79	117.09	75.00	0.07	1.42
14.00	395.67	42.55	367.56	29.86	117.55	75.00	0.07	1.43
15.00	415.27	43.13	398.36	30.80	118.13	75.00	0.07	1.43
16.00	426.80	43.39	429.37	31.01	118.39	75.00	0.06	1.43
17.00	444.21	43.90	461.05	31.68	118.9	75.00	0.06	1.44
18.00	459.81	44.54	493.39	32.34	119.54	75.00	0.06	1.45
19.00	483.41	44.56	526.81	33.42	119.56	75.00	0.06	1.45
20.00	495.79	44.59	560.91	34.10	119.59	75.00	0.05	1.45

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 30". Humedad proporcionada = 8%, Densidad seca proporcionada = 18 kN/m³. Los datos de remoldeo son responsabilidades del solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 840884 Gerente General
---	---

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ
 TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

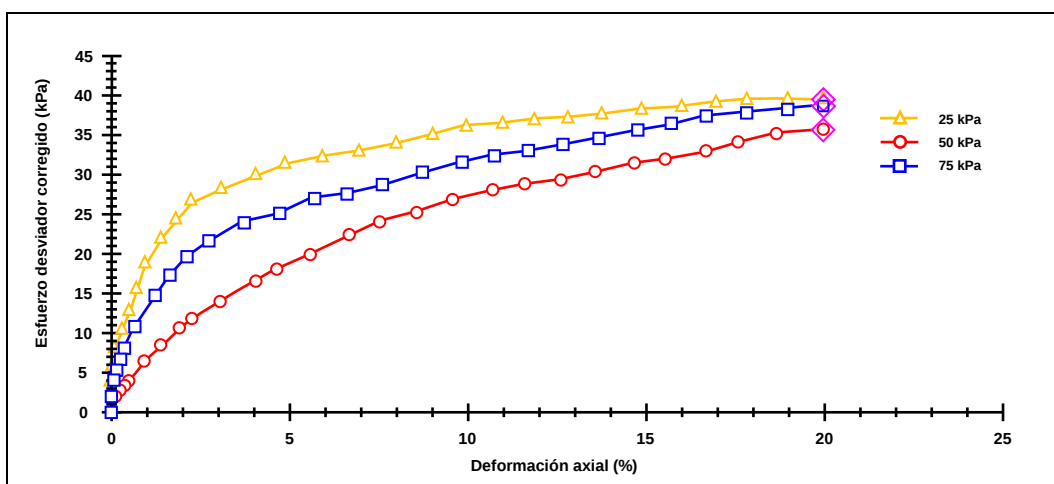
	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 4 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

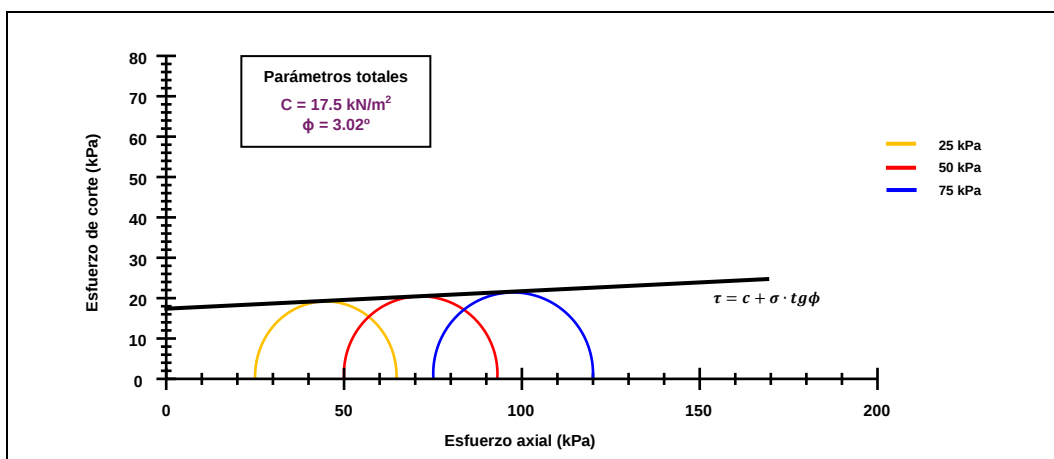
Informe :	058-08-LG18-082	Fecha de recepción :	27/08/2018
Solicitante:	Zer Geosystem Perú S.A.C.	Fecha de ejecución :	12/09/2018
Proyecto :	Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geospuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras	Fecha de emisión :	14/09/2018
Ubicación :	----		

Material : Geospuma D15
Muestras : 12, 22 y 11
Forma : Cilíndrica

ESFUERZO DESVIADOR & DEFORMACIÓN AXIAL



CÍRCULO DE MOHR



Elaborado por	Revisado y aprobado por
Téc. Jhancarlo Araujo	 Dr. Ing. Zorón Aguilar B. CIP: 040584 Gerente General

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ

TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 5 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

Informe :	058-08-LG18-082	Fecha de recepción :	27/08/2018
Solicitante:	Zer Geosystem Perú S.A.C.	Fecha de ejecución :	12/09/2018
Proyecto :	Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras	Fecha de emisión :	14/09/2018
Ubicación :	-----		

Material : Geoespuma D15
Muestras : 12, 22 y 11
Forma : Cilíndrica

ESPÉCIMEN 25 kPa



ESPÉCIMEN 50 kPa



ESPÉCIMEN 75 kPa



Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zeñón Aguilar B. CIP: 040884 Gerente General
--	--

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ
TEL: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOS INFORME DE RESULTADOS

INF.TEC. N°170A.1/08/2018

Pág. 1/2

Fecha : 18/10/2018
Solicita : ECOPOR SAC
Atención : Sr. Guillermo Pin Lombardi
Dirección : Calle Las Malvinas S/N Rumococha Sec.08, San Juan Bautista, Maynas, Loreto
Teléfono : 995743714 / (065)600984/ (065) 600985
RUC : 20567120547
Referencia : Solicitud de fecha 10/08/2018. Cot. 06/08/2018
Muestra : Geoespuma: Bloques de Poliestireno expandible. Densidad 15.
Prueba : Densidad, resistencia a compresión, resistencia a la flexión, resistencia a tracción, resistencia al fuego, absorción de agua, coeficiente de dilatación térmica.

Condiciones : T° 21°C, HR 65%
Características :
Muestra : Bloque de poliestireno expandible (Geoespuma).
 Probeta de 153 cm. x 122 cm. x 62 cm.
Resultados :

PRUEBAS	REFERENCIA	MUESTRA	UNIDADES	OBSERVACIONES
Densidad	ASTM D-1622	15.30	Kg/m ³	± 2%
Resistencia a la flexión	EN 12089	416	N	Quiebra
Resistencia a la tracción	EN 1607 / EN 1608	46	kPa	Rompe
Resistencia al fuego	NFPA 255 / ASTM E-84	Es ignifugo	—	No propaga llama
Absorción del agua	ASTM D-570	0.34	%	—
Coeficiente de dilatación térmica	ASTM D-679	1.2x10 ⁻⁴	°C ⁻¹	Rango: 21°C a 70°C

Responsable del servicio:

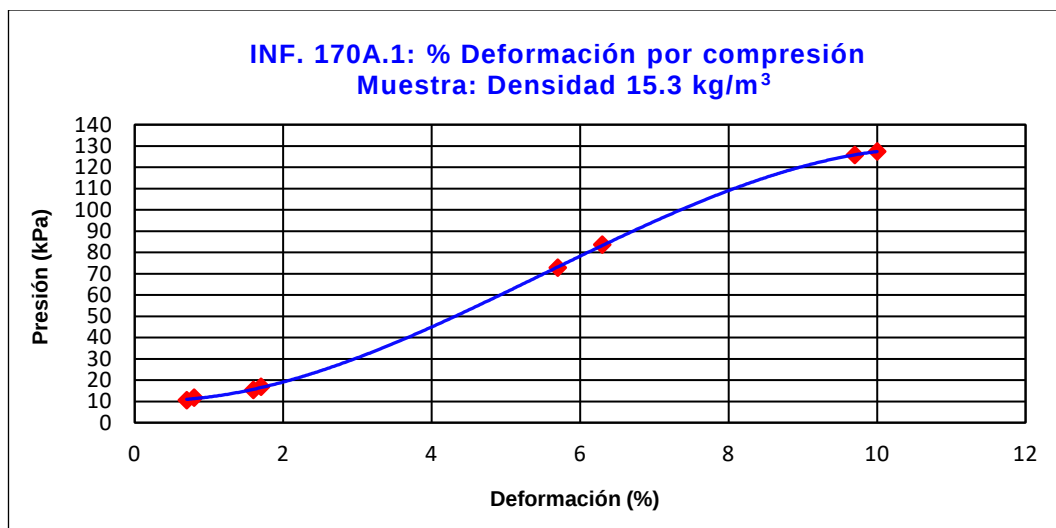
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
Centro de Consultoría y Servicios Integrados - INNOVAPUCP
Laboratorio de Análisis Físicos


Dra. MARIA ELENA LOPEZ HERRERA
Coordinadora

CC: Archivo
ANFIS ECOPOR SAC 170A.1/08/2018
MELH/JL

Av. Universitaria N° 1801
San Miguel, Lima - Perú
Tel. (511) 626 2506 / 626 2000
Fax (511) 626 2863
innovapucp@pucp.edu.pe
www.pucp.edu.pe/innovapucp

PRUEBA	REFERENCIA	MUESTRA	
Resistencia a compresión	ASTM 1621-16	Deformación (%)	Presión kPa
		0.70	10.50
		0.80	11.80
		1.60	15.30
		1.70	16.90
		5.70	72.80
		6.30	83.60
		9.70	125.80
		10.00	127.40



Responsable del servicio:

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
Centro de Consultoría y Servicios Integrados - INNOVAPUCP
Laboratorio de Análisis Físicos


Dra. MARIA ELENA LOPEZ HERRERA
Coordinadora

Anexo 4.3.2. Geospuma - Densidad 20

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 1 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

Informe : 058-08-LG18-089 **Fecha de recepción :** 27/08/2018
Solicitante: Zer Geosystem Perú S.A.C. **Fecha de ejecución :** 06/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras **Fecha de emisión :** 12/09/2018
Ubicación : -----

Material : Geoespuma D20
Muestra : 14
Forma : Cilíndrica

PRESIÓN DE CELDA = 100 kPa

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	201.30 mm
Diámetro	100.40 mm
Humedad	8.00 %
Densidad seca	22.47 kg/m ³

Estado de muestra : Remoldeada
 Velocidad de ensayo : 0.5 mm/min
 Clasificación SUCS (muestra global) : -----
 Clasificación SUCS (muestra matriz ensayada) : -----

Deformación (%)	F N	σ_{desv} kPa	p kPa	q kPa	σ_1 kPa	σ_3 kPa	q/p	Oblicuidad σ_1/σ_3
0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00	100.00	0.00	1.00
0.10	59.20	4.46	100.12	0.12	104.46	100.00	0.00	1.04
0.20	90.86	6.32	100.36	0.24	106.32	100.00	0.00	1.06
0.30	111.49	8.27	100.70	0.34	108.27	100.00	0.00	1.08
0.40	154.68	10.75	101.51	0.81	110.75	100.00	0.01	1.11
0.50	177.14	15.12	102.86	1.36	115.12	100.00	0.01	1.15
1.00	266.04	22.19	105.39	2.53	122.19	100.00	0.02	1.22
1.50	314.48	27.05	110.19	4.80	127.05	100.00	0.04	1.27
2.00	352.09	31.80	117.63	7.44	131.80	100.00	0.06	1.32
2.50	380.12	35.54	126.09	8.47	135.54	100.00	0.07	1.36
3.00	399.05	39.20	136.12	10.03	139.20	100.00	0.07	1.39
4.00	429.68	41.95	148.73	12.61	141.95	100.00	0.08	1.42
5.00	465.05	43.81	163.51	14.78	143.81	100.00	0.09	1.44
6.00	483.30	45.45	179.72	16.21	145.45	100.00	0.09	1.45
7.00	516.09	46.43	197.58	17.87	146.43	100.00	0.09	1.46
8.00	543.57	47.51	216.52	18.93	147.51	100.00	0.09	1.48
9.00	576.09	49.11	236.20	19.68	149.11	100.00	0.08	1.49
10.00	602.44	50.92	256.78	20.58	150.92	100.00	0.08	1.51
11.00	614.34	52.67	278.41	21.63	152.67	100.00	0.08	1.53
12.00	642.63	54.27	300.28	21.87	154.27	100.00	0.07	1.54
13.00	661.05	55.58	322.38	22.10	155.58	100.00	0.07	1.56
14.00	677.63	57.33	345.51	23.14	157.33	100.00	0.07	1.57
15.00	703.59	58.59	370.46	24.94	158.59	100.00	0.07	1.59
16.00	721.98	59.82	397.79	27.33	159.82	100.00	0.07	1.60
17.00	744.65	61.35	423.38	25.59	161.35	100.00	0.06	1.61
18.00	770.07	61.95	446.27	22.89	161.95	100.00	0.05	1.62
19.00	786.85	62.55	469.82	23.55	162.55	100.00	0.05	1.63
20.00	796.66	63.16	493.99	24.17	163.16	100.00	0.05	1.63

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 30. Humedad proporcionada = 8%, Densidad seca proporcionada = 18 kN/m³. Los datos de remoldeo son responsabilidades del solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 840884 Gerente General
---	---

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ
 TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 2 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

Informe : 058-08-LG18-089 **Fecha de recepción :** 27/08/2018
Solicitante: Zer Geosystem Perú S.A.C. **Fecha de ejecución :** 06/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras **Fecha de emisión :** 12/09/2018
Ubicación : -----

Material : Geoespuma D20
Muestra : 16
Forma : Cilíndrica

PRESIÓN DE CELDA = 150 kPa

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	200.20 mm
Diámetro	101.80 mm
Humedad	8.00 %
Densidad seca	23.82 kg/m ³

Estado de muestra : Remoldeada
 Velocidad de ensayo : 0.5 mm/min
 Clasificación SUCS (muestra global) : -----
 Clasificación SUCS (muestra matriz ensayada) : -----

Deformación (%)	F N	σ_{desv} kPa	p kPa	q kPa	σ_1 kPa	σ_3 kPa	q/p	Oblicuidad σ_1/σ_3
0.00	0.00	0.00	150.00	0.00	150.00	150.00	0.00	1.00
0.10	1.15	7.40	150.23	0.23	157.40	150.00	0.00	1.05
0.20	3.37	11.55	151.29	1.06	161.55	150.00	0.01	1.08
0.30	5.68	14.24	153.17	1.88	164.24	150.00	0.01	1.09
0.40	8.68	19.88	155.28	2.11	169.88	150.00	0.01	1.13
0.50	13.69	22.80	158.03	2.76	172.80	150.00	0.02	1.15
1.00	26.69	34.25	161.05	3.02	184.25	150.00	0.02	1.23
1.50	47.66	40.36	164.57	3.52	190.36	150.00	0.02	1.27
2.00	105.97	45.00	170.47	5.90	195.00	150.00	0.03	1.30
2.50	139.81	48.36	178.25	7.77	198.36	150.00	0.04	1.32
3.00	183.37	50.53	188.45	10.20	200.53	150.00	0.05	1.34
4.00	245.04	53.87	201.92	13.47	203.87	150.00	0.07	1.36
5.00	302.26	57.03	218.32	16.40	207.03	150.00	0.08	1.38
6.00	341.65	59.01	236.55	18.23	209.01	150.00	0.08	1.39
7.00	402.36	60.03	257.77	21.22	210.03	150.00	0.08	1.40
8.00	430.02	61.70	280.02	22.25	211.07	150.00	0.08	1.41
9.00	474.70	63.68	304.23	24.21	213.68	150.00	0.08	1.42
10.00	507.95	65.40	329.69	25.46	215.44	150.00	0.08	1.44
11.00	530.54	66.23	355.77	26.09	216.23	150.00	0.07	1.44
12.00	580.09	67.27	383.91	28.14	217.27	150.00	0.07	1.45
13.00	604.80	67.89	412.70	28.79	217.89	150.00	0.07	1.45
14.00	638.18	68.63	442.56	29.86	218.63	150.00	0.07	1.46
15.00	669.80	69.57	473.36	30.80	219.57	150.00	0.07	1.46
16.00	688.38	69.99	504.37	31.01	219.99	150.00	0.06	1.47
17.00	716.46	70.81	536.05	31.68	220.81	150.00	0.06	1.47
18.00	741.64	71.84	568.39	32.34	221.84	150.00	0.06	1.48
19.00	779.69	71.88	601.81	33.42	221.88	150.00	0.06	1.48
20.00	799.66	71.91	635.91	34.10	221.91	150.00	0.05	1.48

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 30". Humedad proporcionada = 8%, Densidad seca proporcionada = 18 kN/m³. Los datos de remoldeo son responsabilidades del solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 849884 Gerente General
---	---

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ
 TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 3 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

Informe : 058-08-LG18-089 **Fecha de recepción :** 27/08/2018
Solicitante: Zer Geosystem Perú S.A.C. **Fecha de ejecución :** 06/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras **Fecha de emisión :** 12/09/2018
Ubicación : -----

Material : Geoespuma D20
Muestra : 17
Forma : Cilíndrica

PRESIÓN DE CELDA = 50 kPa

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	200.80 mm
Diámetro	105.90 mm
Humedad	8.00 %
Densidad seca	19.63 kg/m ³

Estado de muestra : Remoldeada
 Velocidad de ensayo : 0.5 mm/min
 Clasificación SUCS (muestra global) : -----
 Clasificación SUCS (muestra matriz ensayada) : -----

Deformación (%)	F N	σ_{desv} kPa	p kPa	q kPa	σ_1 kPa	σ_3 kPa	q/p	Oblicuidad σ_1/σ_3
0.00	0.00	0.00	50.00	0.00	50.00	50.00	0.00	1.00
0.10	56.35	3.63	53.70	3.70	53.63	50.00	0.07	1.07
0.20	88.00	5.09	59.47	5.77	55.09	50.00	0.10	1.10
0.30	108.63	6.88	66.59	7.12	56.88	50.00	0.11	1.14
0.40	151.82	7.81	76.53	9.94	57.81	50.00	0.13	1.16
0.50	174.29	9.17	87.93	11.40	59.71	50.00	0.13	1.19
1.00	263.18	14.06	105.06	17.13	64.06	50.00	0.16	1.28
1.50	311.63	17.59	125.24	20.18	67.59	50.00	0.16	1.35
2.00	349.24	19.88	147.74	22.50	69.88	50.00	0.15	1.40
2.50	377.26	22.43	171.92	24.18	72.43	50.00	0.14	1.45
3.00	396.20	24.45	197.18	25.26	74.45	50.00	0.13	1.49
4.00	426.82	27.81	224.11	26.94	77.81	50.00	0.12	1.56
5.00	462.19	30.57	252.98	28.86	80.57	50.00	0.11	1.61
6.00	480.44	32.91	281.08	28.11	82.91	50.00	0.10	1.66
7.00	513.23	35.74	310.60	29.51	85.74	50.00	0.10	1.71
8.00	540.71	37.86	341.14	30.55	87.86	50.00	0.09	1.76
9.00	573.23	39.37	372.99	31.84	89.37	50.00	0.09	1.79
10.00	599.58	41.01	405.71	32.72	91.01	50.00	0.08	1.82
11.00	611.48	42.76	438.42	32.72	92.76	50.00	0.07	1.86
12.00	639.77	43.74	472.06	33.63	93.74	50.00	0.07	1.87
13.00	658.19	44.39	506.00	33.94	94.39	50.00	0.07	1.89
14.00	674.77	45.27	540.12	34.12	95.27	50.00	0.06	1.91
15.00	700.73	46.69	574.90	34.79	96.69	50.00	0.06	1.93
16.00	719.12	47.67	609.90	34.99	97.67	50.00	0.06	1.95
17.00	741.80	48.38	645.30	35.40	98.38	50.00	0.05	1.97
18.00	767.22	49.78	681.22	35.92	99.78	50.00	0.05	2.00
19.00	783.99	51.10	717.16	35.94	101.10	50.00	0.05	2.02
20.00	793.80	51.90	752.72	35.56	101.90	50.00	0.05	2.04

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 30. Humedad proporcionada = 8%, Densidad seca proporcionada = 18 kN/m³. Los datos de remoldeo son responsabilidades del solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 840884 Gerente General
---	---

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ

TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 4 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

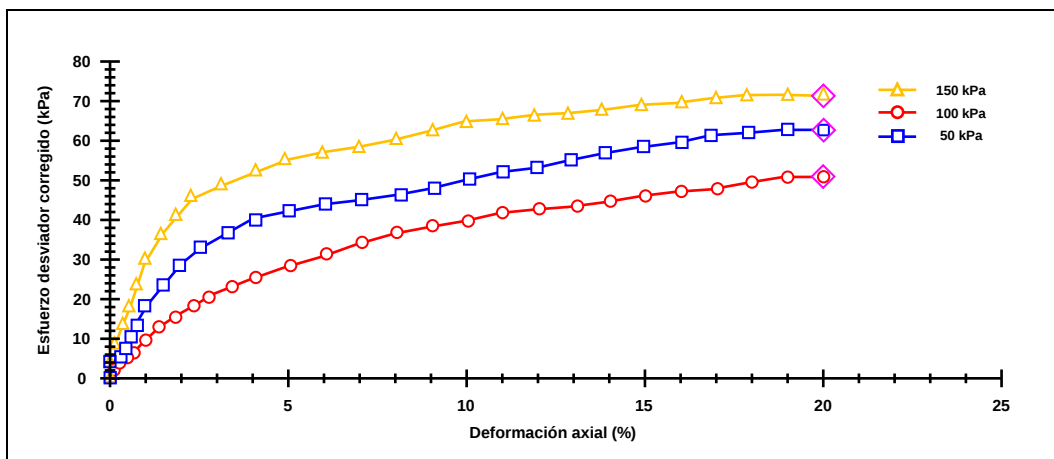
Informe :	058-08-LG18-089	Fecha de recepción :	27/08/2018
Solicitante:	Zer Geosystem Perú S.A.C.	Fecha de ejecución :	06/09/2018
Proyecto :	Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geospuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras	Fecha de emisión :	12/09/2018
Ubicación :	----		

Material : Geospuma D20

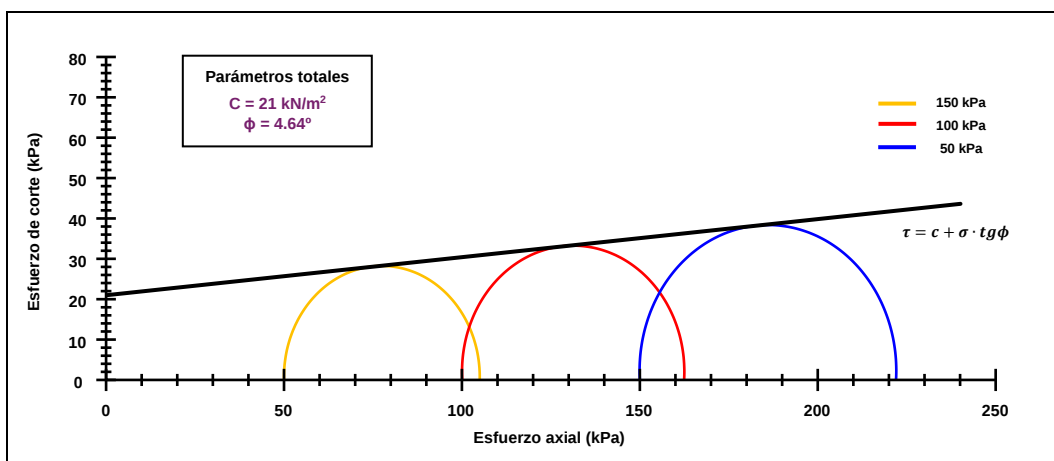
Muestras : 14, 16 y 17

Forma : Cilíndrica

ESFUERZO DESVIADOR & DEFORMACIÓN AXIAL



CÍRCULO DE MOHR



Elaborado por	Revisado y aprobado por
Téc. Jhancarlo Araujo	 Dr. Ing. Zeñón Aguilar B. CIP: 040884 Gerente General

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ

TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

	REGISTRO	Código : RGS-L2-006
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/05/2018 Página : 5 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No consolidado No drenado (UU), ASTM D2850)

Informe : 058-08-LG18-089 **Fecha de recepción :** 27/08/2018
Solicitante: Zer Geosystem Perú S.A.C. **Fecha de ejecución :** 06/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "Geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras **Fecha de emisión :** 12/09/2018
Ubicación : -----

Material : Geoespuma D20
Muestras : 14, 16 y 17
Forma : Cilíndrica

ESPÉCIMEN 50 kPa



ESPÉCIMEN 100 kPa



ESPÉCIMEN 150 kPa



Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zeñón Aguilar B. CIP: 040884 Gerente General
---	---

Jr. LOS CHASQUIS 2164 – Urb. EL TREBOL – LOS OLIVOS – LIMA – PERÚ
 TELF: (051) 6823088 – 6823112 E-mail: laboratorio@geofrontier.pe

LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOS INFORME DE RESULTADOS

INF.TEC. N°170B.1/08/2018

Pág. 1/2

Fecha : 18/10/2018
Solicita : ECOPOR SAC
Atención : Sr. Guillermo Pin Lombardi
Dirección : Calle Las Malvinas S/N Rumococha Sec.08, San Juan Bautista, Maynas, Loreto
Teléfono : 995743714 / (065)600984/ (065) 600985
RUC : 20567120547
Referencia : Solicitud de fecha 10/08/2018. Cot. 06/08/2018
Muestra : Geoespuma: Bloques de Poliestireno expandible. Densidad 20.
Prueba : Densidad, resistencia a compresión, resistencia a la flexión, resistencia a tracción, resistencia al fuego, absorción de agua, coeficiente de dilatación térmica.

Condiciones : T° 21°C, HR 65%
Características :
Muestra : Bloque de poliestireno expandible (Geoespuma).
 Probeta de 153 cm. x 122 cm. x 62 cm.
Resultados :

PRUEBAS	REFERENCIA	MUESTRA	UNIDADES	OBSERVACIONES
Densidad	ASTM D-1622	20.10	Kg/m ³	± 2%
Resistencia a la flexión	EN 12089	2094	N	Quiebra
Resistencia a la tracción	EN 1607 / EN 1608	70	kPa	Rompe
Resistencia al fuego	NFPA 255 / ASTM E-84	Es ignifugo	—	No propaga llama
Absorción del agua	ASTM D-570	0.68	%	—
Coeficiente de dilatación térmica	ASTM D-679	1.5x10 ⁻⁴	°C ⁻¹	Rango: 21°C a 70°C

Responsable del servicio:

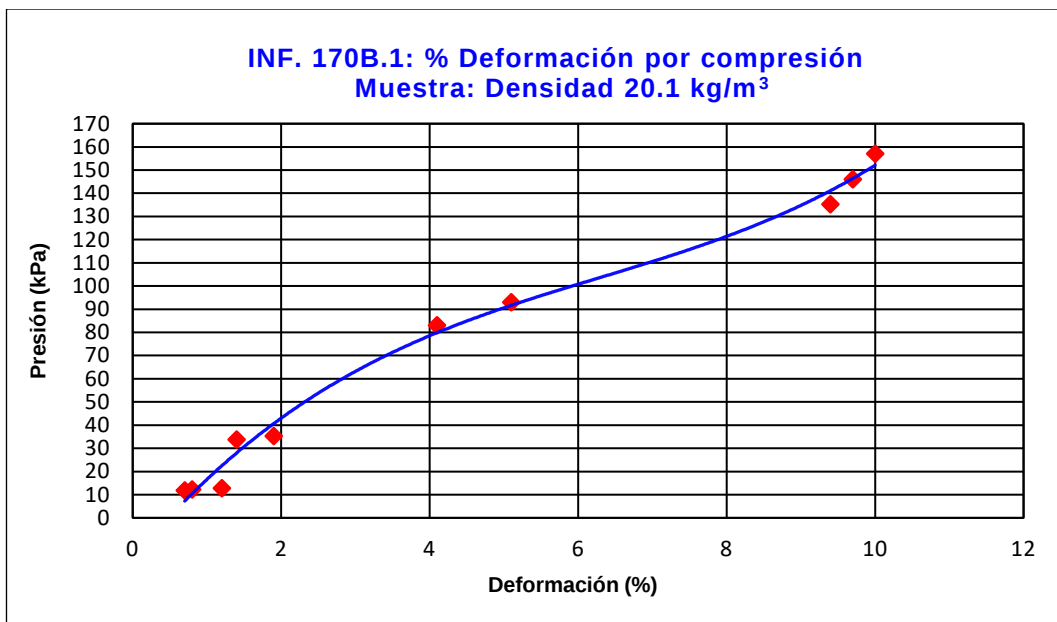
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
Centro de Consultoría y Servicios Integrados - INNOVAPUCP
Laboratorio de Análisis Físicos


 Dra. MARIA ELENA LOPEZ HERRERA
 Coordinadora

CC: Archivo
 ANFIS ECOPOR SAC 170B.1/08/2018
 MELH/JL

Av. Universitaria N° 1801
 San Miguel, Lima - Perú
 Tel. (511) 626 2506 / 626 2000
 Fax (511) 626 2863
 innovapucp@pucp.edu.pe
 www.pucp.edu.pe/innovapucp

PRUEBA	REFERENCIA	MUESTRA	
Resistencia a compresión	ASTM 1621-16	Deformación (%)	Presión kPa
		0.70	11.80
		0.80	12.20
		1.20	12.80
		1.40	33.80
		1.90	35.20
		4.10	83.00
		5.10	93.00
		9.40	135.20
		9.70	146.00
		10.00	157.00



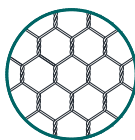
Responsable del servicio:

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
Centro de Consultoría y Servicios Integrados - INNOVA PUCP
Laboratorio de Análisis Físicos


Dra. MARIA ELENA LOPEZ HERRERA
Coordinadora

ANEXO 5. FICHAS TÉCNICAS

MAC.RO. SYSTEM – R.A.R. – GALMAC® 4R-P MALLA HEXAGONAL DE DOBLE TORSIÓN CON REVESTIMIENTO GALMAC® 4R Y POLÍMERO



Bordes



La Red de Alta Resistencia (R.A.R.) consiste en una malla hexagonal de doble torsión, producida a partir de alambres de acero de bajo contenido de carbono, con revestimiento GalMac® 4R y adicionalmente recubierto con polímero especialmente desarrollado para obras de ingeniería.

La aleación GalMac® 4R Maccaferri y el polímero desarrollado, aseguran una mayor adherencia al núcleo de acero, hecho que es esencial para una efectiva protección contra la corrosión, asegurando mayor durabilidad, incluso en las condiciones más severas de aplicación.

Este sistema es utilizado cuando los bloques, susceptibles al desprendimiento (caída) y, sus fragmentos, no son menores que la abertura de la malla, tampoco mayores que 0,5 m de diámetro.

La Red de Alta Resistencia - GalMac® 4R-P es la solución que ofrece flexibilidad en todas las direcciones. Aunque se dañe uno de los alambres, la malla no se rompe, gracias a su sistema de doble torsión.

Propiedades mecánicas y físicas			Normas de referencia
Resistencia longitudinal a la tracción de la malla ⁽¹⁾	kN/m	40	NBR 10514 / ASTM A975
Resistencia de la conexión en el borde	kN/m	35	
Tensión de rotura de los alambres ⁽²⁾	MPa	380 a 500 - Clase A	NBR 8964 / ASTM A641 / NB 709
Elongación en la rotura de los alambres ⁽²⁾	%	13 - Clase A	
Tipo de malla		8x10	NBR 10514 / ASTM A975
Diámetro del alambre de la malla	mm	2,7	NBR 8964 / ASTM A641 / NB 709
Diámetro del alambre del borde	mm	3,4	NBR 10514 / ASTM A975

Propiedades mecánicas y físicas		Normas de referencia
Revestimiento metálico	Zn90Al10-MM	UNE-EN 10223 / NBR 8964
Cantidad de revestimiento metálico ⁽²⁾	245 g/m ²	UNE-EN 10223-3 / NBR 8964
Adherencia del revestimiento metálico ⁽²⁾	De acuerdo con la definición de las Normas vigentes	NBR 8964 / ASTM A641 (Item 10)
Resistencia a la corrosión y envejecimiento (Ensayo Kesternich)	Menos de 5% de oxidación de acero, después de 56 ciclos	UNE-EN ISO 6988 (0,2 dm ³ SO ₂ para 2 dm ³ de agua)
Resistencia a la niebla salina	Menos de 5% de oxidación de acero, después de 2 mil horas de teste	UNE-EN ISO 9227

Propiedades del rollo de R.A.R.® GalMac® 4R-P ⁽³⁾		
Dimensiones	Largo (m)	50
	Ancho (m)	2
Peso	Kg	130
Tolerancias	%	± 3

Propiedades del revestimiento Polimérico ⁽⁴⁾		
Espesor mínimo	mm	0,4
Densidad	Kg/dm ³	1,3 a 1,35
Dureza	Shore D	50 a 60
Resistencia a la tracción	MPa	20,6
Módulo de elasticidad	MPa	18,6
Temperatura de fragilidad	°C	-9
Resistencia a la abrasión	% de perdido	< 12

Unión de los paneles: Amarre y atirantado

Con la red de alta resistencia es suministrada una cantidad suficiente de alambres, para ayudar en su instalación. Estos alambres tienen las mismas propiedades físicas y mecánicas de los alambres utilizados en la fabricación de las mallas hexagonales, tienen diámetro de 2.2mm, y su cantidad, en relación al peso de la red suministrada, es de 2%.

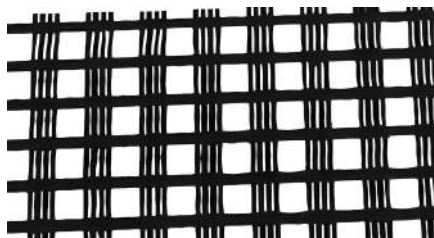
⁽¹⁾ Sentido paralelo a las torsiones.

⁽²⁾ Ensayos realizados a cada 3 toneladas de material producido.

⁽³⁾ Otras medidas disponibles mediante consulta y solicitud previa.

⁽⁴⁾ Todos los valores en acuerdo con la Norma: NBR 8964 - 2013.

MACGRID® WG 120 GEOMALLA TEJIDA DE SUPER ALTA TENACIDAD PARA REFUERZO DE SUELOS



MacGrid® WG 120 es una geomalla tejida producida a partir de filamentos de poliéster de super alta tenacidad que, con bajos valores de elongación, movilizan elevada resistencia a la tracción.

Las geomallas MacGrid® son revestidas con PVC para su protección contra daños de instalación, ataques químicos, biológicos y ambientales. Son especialmente indicadas para construcción de estructuras de contención en suelo reforzado, refuerzo de terraplenes sobre suelos blandos, refuerzo de base de pavimentos, entre otras aplicaciones.

Propiedades mecánicas			Normas de referencia
Resistencia longitudinal a la tracción	kN/m	120	ASTM D6637
Resistencia transversal a la tracción	kN/m	30	
Elongación a la Resistencia última	%	12,5	
Resistencia al 2% de elongación	kN/m	22,2	
Resistencia al 5% de elongación	kN/m	35,6	

Propiedades físicas		
Abertura nominal longitudinal	mm	65
Abertura nominal transversal	mm	20
Largo del rollo	m	100
Ancho del rollo	m	5,15
Peso	Kg	231,75

Los valores anteriormente presentados corresponden a los resultados mínimos obtenidos en ensayos de laboratorio y conciden con la Resistencia Nominal última (**RNu**) de la geomalla presentada. A dichos valores deben ser aplicados factores de seguridad (reducción).

Los factores de seguridad tienen como objetivo, reducir la resistencia-índice (nominal) del material geosintético, definida por ensayos de tracción simple, de forma a incorporar la pérdida de resistencia por daños mecánicos (instalación), degradación biológica y su comportamiento a fluencia.

En proyectos de estructuras de suelos reforzados, la consideración de la variación de la resistencia útil (**RP** - Resistencia a la tracción de Proyecto) es hecha a través de la aplicación de dichos factores.

FS_{Fluencia} = Factor de Seguridad relativo a la **Fluencia** del material geosintético. La fluencia es el fenómeno de deformación gradual del material a lo largo del tiempo, cuando solicitado por una carga de tracción permanente. Como consecuencia de este fenómeno, el material observa una pérdida de resistencia. Debe ser adoptado de acuerdo con la necesidad de actuación de los refuerzos, generalmente son considerados intervalos de tiempo tales como: 20, 75 o 120 años.

FS_{D.I} = Factor de Seguridad debido a los **Daños de Instalación** que considera los posibles daños que el material venga a sufrir durante su instalación. Durante su instalación, el geosintético está sujeto a daños mecánicos, provocado por el pasaje de máquinas, lanzamiento de material del terraplén (en general granular), compactación, etc.

FS_{D.A} = Factor de Seguridad debido a la **Degradación Ambiental**. Factor que adapta las resistencias nominales a los posibles daños provenientes de la degradación ambiental provocada, principalmente, por exposición a agentes químicos y biológicos nocivos a su estructura. Son considerados, en este caso, el PH, la temperatura, la eventual presencia de materia orgánica, etc., en medio en que el material geosintético será aplicado.

$$RP = \frac{RNU}{FS_{Fluencia} \cdot FS_{D.I} \cdot FS_{D.A}}$$

Para informaciones adicionales sobre características, factores de reducción, factores de interacción, geomalla/suelo (pull out test y ensayo de corte directo), factores de seguridad, otras geomallas MacGrid®, y afines, consulte la oficina Maccaferri más cerca de usted, o por e-mail tecpro@maccaferri.com

MACTEX® H 40.2 GEOTEXTIL NO TEJIDO DE POLIPROPILENO



MacTex® H 40.2 es un geotextil no tejido de polipropileno de fibra corta, perforado por agujas. Las fibras están perforadas para formar una red estable que mantiene la estabilidad dimensional entre sí.

El MacTex® H 40.2 es resistente a la degradación de la luz ultravioleta, ataques químicos y biológicos que normalmente está presente en los suelos.

Sus principales aplicaciones son la de infiltración, separación y protección aplicadas en varios tipos de obras de ingeniería.

Propiedades mecánicas			Normas de referencia
Resistencia longitudinal a la tracción (Tira Ancha)	kN/m	10	ASTM D4595
Resistencia transversal a la tracción (Tira Ancha)	kN/m	10	
Elongación (Tira Ancha)	%	60	
Resistencia longitudinal a la tracción (Grab Test)	N	750	ASTM D4632
Resistencia transversal a la tracción (Grab Test)	N	710	
Elongación (Grab Test)	%	60	
Resistencia al punzonamiento	N	400	ASTM D4833
Resistencia al punzonamiento CBR	kN	1,5	ASTM D6241
Resistencia longitudinal al desgarre trapezoidal	N	360	ASTM D4533
Resistencia transversal al desgarre trapezoidal	N	360	

Propiedades físicas			Normas de referencia
Gramaje	g/m ²	200	ASTM D5261
Espesor	mm	1,3	ASTM D5199
Resistencia U.V	% / horas	70 / 500	ASTM D4355

Propiedades hidráulicas			Normas de referencia
Permeabilidad normal	cm/s	0,2	ASTM D4491
Permisividad	s ⁻¹	1,5	
Velocidad del flujo	m/s	0,09	
Abertura aparente (AOS)	mm	0,075	ASTM D4751

Propiedades de rollo MacTex® H 40.2		
Largo del rollo	m	100
Ancho del rollo	m	4
Peso	Kg	80

Los valores listados anteriormente corresponden a resultados típicos encontrados en ensayos realizados en laboratorios.

La falta de cuidado en la manipulación, almacenamiento y transporte, pueden cambiar algunos de estos resultados.

MACMAT® R3 004 GEOMANTA ANTIEROSIVA REFORZADA



MacMat® R3 004 es una geomanta antierosiva reforzada, fabricada a partir de filamentos poliméricos fundidos en todos los puntos de contacto.

Es un geosintético de matriz tridimensional, presentando más de 90% de vacíos. Desarrollado para proteger las superficies susceptibles de los taludes a procesos erosivos causado por la lluvia y el viento, reducir la velocidad del agua sobre la superficie del terreno y al mismo tiempo, refuerza la vegetación.

Propiedades mecánicas			Normas de referencia
Resistencia longitudinal a la tracción	kN/m	4	ASTM D4595
Elongación longitudinal a la rotura	%	30	
Resistencia transversal a la tracción	kN/m	3	
Elongación transversal a la rotura	%	30	
Resistencia longitudinal al rasgado	Kg	5 ± 2	DIN 53.363
Resistencia transversal al rasgado	Kg	5 ± 2	

Propiedades físicas			Normas de referencia
Gramaje	g/m ²	400	ASTM D5261
Espesor	mm	15	ASTM D5199
Índice de vacíos	%	90	
Polímero predominante		Polietileno	
Temperatura de fragilidad del polímero predominante	°C	-35	ASTM D746
Resistencia U.V		Estabilizado	ASTM D4355

Propiedades de rollo MacMat® R3 004		
Largo del rollo	m	50
Ancho del rollo	m	2
Diámetro	m	0,68
Peso	Kg	40

Los valores listados anteriormente corresponden a resultados típicos encontrados en ensayos realizados en laboratorios.

La falta de cuidado en la manipulación, almacenamiento y transporte, pueden cambiar algunos de estos resultados.

BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO “GEOESPUMA”
DESCRIPCIÓN

Los bloques de Geoespuma de ECOPOR, son de material plástico celular rígido, elaborado a base de perlas de poliestireno expandido que, al fusionarse por efecto de la temperatura, vapor y la presión se obtiene un producto de alta calidad y de excelentes prestaciones mecánicas que puede ser cortado en diferentes espesores para ser empleado en diversas aplicaciones en el sector de la construcción y por sus propiedades mecánicas es ideal como material de aislamiento térmico y acústico.

PROPIEDADES DEL BLOQUE

Dimensiones	Largo (m)	3
	Ancho (m)	1.2
	Espesor (m)	0.6
Peso	kg	≈ 43


VENTAJAS

- ❖ No requiere de mano de obra especializada para su instalación
- ❖ Rapidez y facilidad en el montaje
- ❖ Resistente a la humedad
- ❖ Económico
- ❖ Excelente aislante térmico y acústico
- ❖ Auto extingible

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS	NORMA	UNIDADES	TIPO DE GEOESPUMA	
Densidad nominal	EN 1602	Kg/m ³	15	20
Conductividad térmica (10°C)	92201	Mw/(mK)	39	36
Resistencia a la compresión no confinada al 10%	ASTM D-1621	kPa	80.50	95.60
Resistencia a la compresión no confinada al 5%		kPa	70.77	82.81
Módulo de elasticidad		kPa	1810	2200
Cohesión	ASTM D-2850	kPa	17.5	21
Ángulo de fricción		°	3.02	4.64
Resistencia a la flexión	EN 12089	kPa	416	2094
Resistencia al cizallamiento	EN 12090	kPa	50	75
Resistencia a la tracción	EN 1607	kPa	46	70
Resistencia al fuego	ASTM E-84	—	Es ignífugo	Es ignífugo
Absorción del agua	ASTM D-570	%	0.34	0.68
Coefficiente de dilatación térmica	ASTM D-679	°C ⁻¹	1.2x10 ⁻⁴	1.5x10 ⁻⁴


OBSERVACIONES

La presente Especificación Técnica está elaborada basándose en ensayos elaborados. No presuponen una garantía jurídica relativa a determinadas propiedades ni a la idoneidad para una aplicación concreta. Debido a las numerosas influencias que pueden darse durante el manejo y empleo de nuestros productos, no se exige al usuario de realizar sus propios controles y ensayos. Las características técnicas podrán ser modificadas sin previo aviso.

Calle Las Malvinas S/N Rumococha
San Juan Bautista, Maynas, Loreto
www.ecoporperu.com

ANEXO 6. PRESUPUESTO

Anexo 6.1. Terramesh® Verde

S10

PRESUPUESTO

Presupuesto	0493052	DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022.
Subpresupuesto	001	TERRAMESH® VERDE
Ciente	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LORETO - NAUTA	
Lugar	NAUTA - LORETO - LORETO	

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	DISEÑO GEOTÉCNICO CON SISTEMA TERRAMESH® VERDE				1,072,971.58
01.01	TERRAPLÉN GRANULAR Y PROTECCIÓN DE TALUD				357,896.11
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				225,000.00
01.01.01.01	Transporte de materiales, equipos y herramientas	ton	750.00	300.00	225,000.00
01.01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				4,901.79
01.01.02.01	Limpieza de terreno manual (con pico, lampa y carretilla)	m ²	3,360.00	1.40	4,704.00
01.01.02.02	Trazo, niveles y replanteo	m ²	24.24	3.38	81.93
01.01.02.03	Replanteo durante el proceso	m ²	42.44	2.73	115.86
01.01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA				14,909.50
01.01.03.01	Bombeo para eliminación de aguas filtrantes y pluviales	día	5.00	211.90	1,059.50
01.01.03.02	Equipo de protección personal	glb	1.00	13,850.00	13,850.00
01.01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				113,084.82
01.01.04.01	Excavación simple manual	m ³	330.99	48.39	16,016.61
01.01.04.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m ³	299.79	163.55	49,030.65
01.01.04.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m ³	430.29	16.34	7,030.94
01.01.04.04	Corte a nivel de subrasante con retroexcavadora	m ³	2,609.05	11.27	29,403.99
01.01.04.05	Relleno compactado con material propio con maquinaria	m ³	928.21	12.50	11,602.63
01.02	CONSTRUCCIÓN DE TANQUE SÉPTICO				198,754.84
01.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				259.31
01.02.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m ²	42.44	3.38	143.45
01.02.01.02	Replanteo durante el proceso	m ²	42.44	2.73	115.86
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				72,078.20
01.02.02.01	Excavación simple manual	m ³	330.99	48.39	16,016.61
01.02.02.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m ³	299.79	163.55	49,030.65
01.02.02.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m ³	430.29	16.34	7,030.94
01.02.03	OBRAS DE MORTERO SIMPLE				126,417.33
01.02.03.01	SOLADO				899.51
01.02.03.01.01	Mortero f'c=100 kg/cm2. Solado de cimentación e=0.1m	m ²	21.27	42.29	899.51
01.02.03.02	CAJA DE DISTRIBUCIÓN				1,101.73
01.02.03.02.01	Mortero f'c=175 kg/cm2	m ³	1.57	603.84	948.03
01.02.03.02.02	Encofrado y desencofrado	m ²	2.88	53.37	153.71
01.02.03.03	OBRAS DE MORTERO ARMADO				94,704.91
01.02.03.03.01	TANQUE SÉPTICO				94,704.91
01.02.03.03.01.01	Mortero f'c=210 kg/cm2	m ³	46.06	678.64	31,258.16
01.02.03.03.01.02	Encofrado y desencofrado	m ²	403.62	53.37	21,541.20
01.02.03.03.01.03	Acero de refuerzo Fy=4,200 kg/cm2; incluye +5% desperdicios	kg	6,892.36	6.08	41,905.55
01.02.03.04	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				14,245.56
01.02.03.04.01	Tarrajeo con impermeabilizante	m ²	194.24	73.34	14,245.56
01.02.03.05	CARPINTERÍA METÁLICA				3,706.86
01.02.03.05.01	Escalera de gato y colocación	m	24.80	149.47	3,706.86
01.02.03.06	TUBERÍA DE LLEGADA Y SALIDA DEL TANQUE SÉPTICO				11,758.77
01.02.03.06.01	TRABAJOS PRELIMINARES				42.77
01.02.03.06.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m ²	22.11	3.38	74.73
01.02.03.06.01.02	Replanteo durante el proceso	m ²	22.11	2.73	60.36
01.02.03.06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,766.82
01.02.03.06.02.01	Excavación de zanja manual para desagüe	m	22.11	19.27	426.06
01.02.03.06.02.02	Refine y nivelación fondo de zanja Tn=1.00m	m	22.11	5.95	131.55
01.02.03.06.02.03	Cama de arena manual e=0.1m; a=0.6m	m	22.11	21.50	475.37
01.02.03.06.02.04	Relleno compactado zanja tn hasta 0.9m de profundidad	m	22.11	74.79	1,653.61
01.02.03.06.02.05	Eliminación de material excedente con maquinaria	m ³	4.91	16.34	80.23
01.02.03.06.03	TUBERÍAS Y ACCESORIOS, SUMINISTRO E INSTALACIÓN				1,969.78
01.02.03.06.03.01	Tubería lisa HDPE perforada Ø 200mm	m	22.11	49.22	1,088.25
01.02.03.06.03.02	Codo PVC Ø 200mm x 90°	und	4.00	20.00	80.00
01.02.03.06.03.03	Prueba hidráulica de tuberías	m	22.11	10.20	225.52
01.02.03.06.03.04	Tubería de ventilación Ø 110mm	m	12.80	45.00	576.00
01.02.03.06.04	OTROS				6,979.40
01.02.03.06.04.01	TAPA DE MORTERO				2,127.82
01.02.03.06.04.01.01	Tapa de mortero de 1.1x1.1m para tanque séptico	und	6.00	218.67	1,312.02
01.02.03.06.04.01.02	Tapa de mortero de 1x1m para caja de distribución	und	4.00	203.95	815.80
01.02.03.06.04.02	MATERIAL FILTRANTE				3,067.92
01.02.03.06.04.02.01	Suministro y colocación de grava Ø 1/2" (fondo)	m ³	4.00	255.66	1,022.64
01.02.03.06.04.02.02	Suministro y colocación de grava Ø 1" (fondo)	m ³	4.00	255.66	1,022.64
01.02.03.06.04.02.03	Suministro y colocación de grava Ø 2" a 3" (fondo)	m ³	4.00	255.66	1,022.64

01.02.03.06.04.03	ACCESO A TANQUE SÉPTICO				1,783.66
01.02.03.06.04.03.01	Mortero f'c=140 kg/cm2	m³	2.40	526.96	1,264.70
01.02.03.06.04.03.02	Encofrado y desencofrado	m²	2.96	53.37	157.98
01.02.03.06.04.03.03	Acabado frotachado para vereda y escalera de acceso	m²	22.02	12.06	265.56
01.02.03.06.04.03.04	Junta de dilatación e=1"	m	9.60	9.94	95.42
01.03	CONSTRUCCIÓN DE TRAMPA DE GRASAS				60,285.34
01.03.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				175.97
01.03.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m²	28.80	3.38	97.34
01.03.01.02	Replanteo durante el proceso	m²	28.80	2.73	78.62
01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				18,555.31
01.03.02.01	Excavación simple manual	m³	51.00	48.39	2,467.89
01.03.02.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m³	91.74	163.55	15,004.08
01.03.02.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	66.30	16.34	1,083.34
01.03.03	OBRAS DE MORTERO SIMPLE				541.31
01.03.03.01	SOLADO				541.31
01.03.03.01.01	Mortero f'c=100 kg/cm2. Solado de cimentación e=0.1m	m²	12.80	42.29	541.31
01.03.04	OBRAS DE MORTERO ARMADO				41,012.75
01.03.04.01	TRAMPA DE GRASAS				33,967.81
01.03.04.01.01	Mortero f'c=210 kg/cm2	m³	19.36	678.64	13,138.47
01.03.04.01.02	Encofrado y desencofrado	m²	158.72	53.37	8,470.89
01.03.04.01.03	Acero de refuerzo Fy=4,200 kg/cm2; incluye +5% desperdicios	kg	2,032.64	6.08	12,358.45
01.03.04.02	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				3,273.90
01.03.04.02.01	Tarrajeo con impermeabilizante	m²	44.64	73.34	3,273.90
01.03.04.03	CARPINTERÍA METÁLICA				777.24
01.03.04.03.01	Escalera de gato y colocación	m	5.20	149.47	777.24
01.03.04.04	TUBERÍA DE LLEGADA A TRAMPA DE GRASAS				2,993.80
01.03.04.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				77.35
01.03.04.04.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m²	12.66	3.38	42.79
01.03.04.04.01.02	Replanteo durante el proceso	m²	12.66	2.73	34.56
01.03.04.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,631.45
01.03.04.04.02.01	Excavación de zanja manual para desagüe	m	12.66	19.27	243.96
01.03.04.04.02.02	Refine y nivelación fondo de zanja Tn=1.00m	m	12.66	5.95	75.33
01.03.04.04.02.03	Cama de arena manual e=0.1m; a=0.6m	m	12.66	21.50	272.19
01.03.04.04.02.04	Relleno compactado zanja tn hasta 0.9m de profundidad	m	12.66	74.79	946.84
01.03.04.04.02.05	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	5.70	16.34	93.14
01.03.04.04.03	TUBERÍAS Y ACCESORIOS, SUMINISTRO E INSTALACIÓN				847.66
01.03.04.04.03.01	Tubería lisa HDPE perforada Ø 200mm	m	12.66	49.22	623.13
01.03.04.04.03.03	Prueba hidráulica de tuberías	m	12.66	10.20	129.13
01.03.04.04.03.04	Tubería de ventilación Ø 110mm	m	2.12	45.00	95.40
01.03.04.04.04	OTROS				437.34
01.03.04.04.04.01	TAPA DE MORTERO				437.34
01.03.04.04.04.01.01	Tapa de mortero de 1.1x1.1m para trampa de grasas	und	2.00	218.67	437.34
01.04	CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE PERCOLACIÓN				53,826.15
01.04.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				137.84
01.04.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m²	22.56	3.38	76.25
01.04.01.02	Replanteo durante el proceso	m²	22.56	2.73	61.59
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				29,242.89
01.04.02.01	Excavación simple manual	m³	50.87	48.39	2,461.60
01.04.02.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m³	156.00	163.55	25,513.80
01.04.02.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	77.57	16.34	1,267.49
01.04.03	OBRAS DE MORTERO ARMADO				2,439.29
01.04.03.01	LOSA SUPERIOR DE POZO				2,439.29
01.04.03.01.01	Mortero f'c=210 kg/cm2	m³	2.26	678.64	1,533.73
01.04.03.01.02	Encofrado y desencofrado	m²	3.37	53.37	179.86
01.04.03.01.03	Acero de refuerzo Fy=4,200 kg/cm2; incluye +5% desperdicios	kg	119.36	6.08	725.71
01.04.04	TUBERÍA DE LLEGADA A POZO DE PERCOLACIÓN				22,006.13
01.04.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				277.39
01.04.04.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m²	45.40	3.38	153.45
01.04.04.01.02	Replanteo durante el proceso	m²	45.40	2.73	123.94
01.04.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,095.48
01.04.04.02.01	Excavación de zanja manual para desagüe	m	45.40	19.27	874.86
01.04.04.02.02	Refine y nivelación fondo de zanja Tn=1.00m	m	45.40	5.95	270.13
01.04.04.02.03	Cama de arena manual e=0.1m; a=0.6m	m	45.40	21.50	976.10
01.04.04.02.04	Relleno compactado zanja tn hasta 0.9m de profundidad	m	45.40	74.79	3,395.47
01.04.04.02.05	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	35.43	16.34	578.93
01.04.04.03	TUBERÍAS Y ACCESORIOS, SUMINISTRO E INSTALACIÓN				4,613.62
01.04.04.03.01	Tubería lisa HDPE perforada Ø 110mm	m	12.18	49.22	599.50
01.04.04.03.02	Tubería lisa HDPE no perforada Ø 110mm	m	14.60	49.22	718.61
01.04.04.03.03	Tubería corrugada HDPE perforada Ø 110mm	m	10.80	49.22	531.58
01.04.04.03.04	Geocompuesto para drenaje	m	22.98	108.00	2,481.84
01.04.04.03.05	Prueba hidráulica de tuberías	m	22.98	10.20	234.40
01.04.04.03.06	Tubería de ventilación Ø 110mm	m	1.06	45.00	47.70

01.04.04.04	VARIOS				11,019.63
01.04.04.04.01	Suministro y colocación de grava Ø 1"; e=0.3m (alrededor del pozo)	m³	2.26	255.66	577.79
01.04.04.04.02	Suministro y colocación de grava Ø 2" a 3" (fondo de pozo)	m³	15.41	255.66	3,939.72
01.04.04.04.03	Mortero f'c=140 kg/cm2 - Anillo de losa inferior	m³	1.04	505.69	525.92
01.04.04.04.04	Muro de mampostería - Ladrillo Tubular 12x15x24cm	m²	121.25	42.56	5,160.40
01.04.04.04.05	Tapa de mortero de 1x1m para pozo de percolación	und	4.00	203.95	815.80
01.05	MURO SUELO REFORZADO - SISTEMA TERRAMESH® VERDE				402,209.13
01.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				370,606.43
01.05.01.01	Excavación simple manual	m³	1,600.56	48.39	77,451.10
01.05.01.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m³	1,600.56	163.55	261,771.59
01.05.01.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	1,920.67	16.34	31,383.75
01.05.02	SISTEMA TERRAMESH VERDE				31,602.70
01.05.02.01	Panel de refuerzo con Malla hexagonal de doble torsión, inclinación	m²	155.80	35.00	5,453.00
01.05.02.02	Geomalla biaxial (MacGrid® WG 120), suministro y colocación	m²	224.00	28.17	6,310.08
01.05.02.03	Geotextil no tejido N°200 (MacTex® H 40.2), suministro y colocación	m²	467.66	27.00	12,626.82
01.05.02.04	Geomanta (MacMat® R3 004), suministro y colocación	m²	128.80	28.00	3,606.40
01.05.02.05	Suministro y colocación de suelo vegetal	m²	128.80	28.00	3,606.40
	Costo Directo				1,072,971.58
	Gastos Generales 10.00%				107,297.16
	Utilidad 5.00%				53,648.58
	SUB TOTAL				1,233,917.32
	I.G.V 18.00%				222,105.12
	TOTAL				1,456,022.44
	SON : UN MILLÓN CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL VEINTIDÓS CON 44/100 SOLES				

Anexo 6.2. Geoespuma

S10

PRESUPUESTO

Presupuesto	0493052	DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022.
Subpresupuesto	002	GEOESPUMA
Cliente	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE LORETO - NAUTA	
Lugar	NAUTA - LORETO - LORETO	

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01	DISEÑO GEOTÉCNICO CON GEOESPUMA				836,045.03
01.01	TERRAPLÉN GRANULAR Y PROTECCIÓN DE TALUD				357,895.56
01.01.01	OBRAS PROVISIONALES				225,000.00
01.01.01.01	Transporte de materiales, equipos y herramientas	ton	750.00	300.00	225,000.00
01.01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				4,901.25
01.01.02.01	Limpieza de terreno manual (con pico, lampa y carretilla)	m ²	3,360.00	1.40	4,704.00
01.01.02.02	Trazo, niveles y replanteo	m ²	24.24	3.38	81.93
01.01.02.03	Replanteo durante el proceso	m ²	42.24	2.73	115.32
01.01.03	SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA				14,909.50
01.01.03.01	Bombeo para eliminación de aguas filtrantes y pluviales	día	5.00	211.90	1,059.50
01.01.03.02	Equipo de protección personal	gib	1.00	13,850.00	13,850.00
01.01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS				113,084.82
01.01.04.01	Excavación simple manual	m ³	330.99	48.39	16,016.61
01.01.04.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m ³	299.79	163.55	49,030.65
01.01.04.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m ³	430.29	16.34	7,030.94
01.01.04.04	Corte a nivel de subrasante con retroexcavadora	m ³	2,609.05	11.27	29,403.99
01.01.04.05	Relleno compactado con material propio con maquinaria	m ³	928.21	12.50	11,602.63
01.02	CONSTRUCCIÓN DE TANQUE SÉPTICO				197,740.49
01.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				258.09
01.02.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m ²	42.24	3.38	142.77
01.02.01.02	Replanteo durante el proceso	m ²	42.24	2.73	115.32
01.02.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				72,078.20
01.02.02.01	Excavación simple manual	m ³	330.99	48.39	16,016.61
01.02.02.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m ³	299.79	163.55	49,030.65
01.02.02.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m ³	430.29	16.34	7,030.94
01.02.03	OBRAS DE MORTERO SIMPLE				125,404.21
01.02.03.01	SOLADO				895.28
01.02.03.01.01	Mortero f'c=100 kg/cm ² . Solado de cimentación e=0.1m	m ²	21.17	42.29	895.28
01.02.03.02	CAJA DE DISTRIBUCIÓN				618.66
01.02.03.02.01	Mortero f'c=175 kg/cm ²	m ³	0.77	603.84	464.96
01.02.03.02.02	Encofrado y desencofrado	m ²	2.88	53.37	153.71
01.02.03.03	OBRAS DE MORTERO ARMADO				94,704.91
01.02.03.03.01	TANQUE SÉPTICO				94,704.91
01.02.03.03.01.01	Mortero f'c=210 kg/cm ²	m ³	46.06	678.64	31,258.16
01.02.03.03.01.02	Encofrado y desencofrado	m ²	403.62	53.37	21,541.20
01.02.03.03.01.03	Aceros de refuerzo Fy=4,200 kg/cm ² ; incluye +5% desperdicios	kg	6,892.36	6.08	41,905.55
01.02.03.04	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				14,245.56
01.02.03.04.01	Tarrajeo con impermeabilizante	m ²	194.24	73.34	14,245.56
01.02.03.05	CARPINTERÍA METÁLICA				3,706.86
01.02.03.05.01	Escalera de gato y colocación	m	24.80	149.47	3,706.86
01.02.03.06	TUBERÍA DE LLEGADA A TANQUE SÉPTICO				11,232.94
01.02.03.06.01	TRABAJOS PRELIMINARES				42.77
01.02.03.06.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m ²	7.00	3.38	23.66
01.02.03.06.01.02	Replanteo durante el proceso	m ²	7.00	2.73	19.11
01.02.03.06.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				930.80
01.02.03.06.02.01	Excavación de zanja manual para desagüe	m	7.00	19.27	134.89
01.02.03.06.02.02	Refine y nivelación fondo de zanja Tn=1.00m	m	7.00	5.95	41.65
01.02.03.06.02.03	Cama de arena manual e=0.1m; a=0.6m	m	7.00	21.50	150.50
01.02.03.06.02.04	Relleno compactado zanja tn hasta 0.9m de profundidad	m	7.00	74.79	523.53
01.02.03.06.02.05	Eliminación de material excedente con maquinaria	m ³	4.91	16.34	80.23
01.02.03.06.03	TUBERÍAS Y ACCESORIOS, SUMINISTRO E INSTALACIÓN				3,279.97
01.02.03.06.03.01	Tubería lisa HDPE perforada Ø 200mm	m	7.00	49.22	344.54
01.02.03.06.03.02	Codo PVC Ø 200mm x 90°	und	16.00	15.00	240.00
01.02.03.06.03.03	Prueba hidráulica de tuberías	m	7.00	10.20	71.40
01.02.03.06.03.04	Tubería de ventilación Ø 110mm	m	4.78	548.96	2,624.03
01.02.03.06.04	OTROS				6,979.40
01.02.03.06.04.01	TAPA DE MORTERO				2,127.82
01.02.03.06.04.01.01	Tapa de mortero de 1.1x1.1m para tanque séptico	und	6.00	218.67	1,312.02
01.02.03.06.04.01.02	Tapa de mortero de 0.9x0.9m para caja de distribución	und	4.00	203.95	815.80
01.02.03.06.04.02	MATERIAL FILTRANTE				3,067.92
01.02.03.06.04.02.01	Suministro y colocación de grava Ø 1/2" (fondo de pozo)	m ³	4.00	255.66	1,022.64
01.02.03.06.04.02.02	Suministro y colocación de grava Ø 1" (fondo de pozo)	m ³	4.00	255.66	1,022.64
01.02.03.06.04.02.03	Suministro y colocación de grava Ø 2" a 3" (fondo de pozo)	m ³	4.00	255.66	1,022.64

01.02.03.06.04.03	ACCESO A TANQUE SÉPTICO				1,783.66
01.02.03.06.04.03.01	Mortero f'c=140 kg/cm2	m³	2.40	526.96	1,264.70
01.02.03.06.04.03.02	Encofrado y desencofrado	m²	2.96	53.37	157.98
01.02.03.06.04.03.03	Acabado frotachado para vereda y escalera de acceso	m²	22.02	12.06	265.56
01.02.03.06.04.03.04	Junta de dilatación e=1"	m	9.60	9.94	95.42
01.03	CONSTRUCCIÓN DE TRAMPA DE GRASAS				62,813.97
01.03.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				175.97
01.03.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m²	28.80	3.38	97.34
01.03.01.02	Replanteo durante el proceso	m²	28.80	2.73	78.62
01.03.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				18,555.31
01.03.02.01	Excavación simple manual	m³	51.00	48.39	2,467.89
01.03.02.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m³	91.74	163.55	15,004.08
01.03.02.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	66.30	16.34	1,083.34
01.03.03	OBRAS DE MORTERO SIMPLE				541.31
01.03.03.01	SOLADO				541.31
01.03.03.01.01	Mortero f'c=100 kg/cm2. Solado de cimentación e=0.1m	m²	12.80	42.29	541.31
01.03.04	OBRAS DE MORTERO ARMADO				43,541.38
01.03.04.01	TRAMPA DE GRASAS				33,967.81
01.03.04.01.01	Mortero f'c=210 kg/cm2	m³	19.36	678.64	13,138.47
01.03.04.01.02	Encofrado y desencofrado	m²	158.72	53.37	8,470.89
01.03.04.01.03	Acero de refuerzo Fy=4,200 kg/cm2; incluye +5% desperdicios	kg	2,032.64	6.08	12,358.45
01.03.04.02	REVOQUES, ENLUCIDOS Y MOLDURAS				3,273.90
01.03.04.02.01	Tarrajeo con impermeabilizante	m²	44.64	73.34	3,273.90
01.03.04.03	CARPINTERÍA METÁLICA				777.24
01.03.04.03.01	Escalera de gato y colocación	m	5.20	149.47	777.24
01.03.04.04	TUBERÍA DE LLEGADA A TRAMPA DE GRASAS				5,522.43
01.03.04.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				77.35
01.03.04.04.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m²	12.66	3.38	42.79
01.03.04.04.01.02	Replanteo durante el proceso	m²	12.66	2.73	34.56
01.03.04.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,631.45
01.03.04.04.02.01	Excavación de zanja manual para desagüe	m	12.66	19.27	243.96
01.03.04.04.02.02	Refine y nivelación fondo de zanja Tn=1.00m	m	12.66	5.95	75.33
01.03.04.04.02.03	Cama de arena manual e=0.1m; a=0.6m	m	12.66	21.50	272.19
01.03.04.04.02.04	Relleno compactado zanja tn hasta 0.9m de profundidad	m	12.66	74.79	946.84
01.03.04.04.02.05	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	5.70	16.34	93.14
01.03.04.04.03	TUBERIAS Y ACCESORIOS, SUMINISTRO E INSTALACION				3,376.29
01.03.04.04.03.01	Tubería lisa HDPE perforada Ø 200mm	m	12.66	49.22	623.13
01.03.04.04.03.03	Prueba hidráulica de tuberías	m	12.66	10.20	129.13
01.03.04.04.03.04	Tubería de ventilación Ø 110mm	m	4.78	548.96	2,624.03
01.03.04.04.04	OTROS				437.34
01.03.04.04.04.01	TAPA DE MORTERO				437.34
01.03.04.04.04.01.01	Tapa de mortero de 1.1x1.1m para trampa de grasas	und	2.00	218.67	437.34
01.04	CONSTRUCCIÓN DE POZOS DE PERCOLACIÓN				66,123.29
01.04.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO				137.84
01.04.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m²	22.56	3.38	76.25
01.04.01.02	Replanteo durante el proceso	m²	22.56	2.73	61.59
01.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				29,242.89
01.04.02.01	Excavación simple manual	m³	50.87	48.39	2,461.60
01.04.02.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m³	156.00	163.55	25,513.80
01.04.02.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	77.57	16.34	1,267.49
01.04.03	OBRAS DE MORTERO ARMADO				2,439.29
01.04.03.01	LOSA SUPERIOR DE POZO				2,439.29
01.04.03.01.01	Mortero f'c=210 kg/cm2	m³	2.26	678.64	1,533.73
01.04.03.01.02	Encofrado y desencofrado	m²	3.37	53.37	179.86
01.04.03.01.03	Acero de refuerzo Fy=4,200 kg/cm2; incluye +5% desperdicios	kg	119.36	6.08	725.71
01.04.04	TUBERÍA DE LLEGADA A POZO DE PERCOLACIÓN				34,303.27
01.04.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				277.39
01.04.04.01.01	Trazo, niveles y replanteo	m²	45.40	3.38	153.45
01.04.04.01.02	Replanteo durante el proceso	m²	45.40	2.73	123.94
01.04.04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,095.48
01.04.04.02.01	Excavación de zanja manual para desagüe	m	45.40	19.27	874.86
01.04.04.02.02	Refine y nivelación fondo de zanja Tn=1.00m	m	45.40	5.95	270.13
01.04.04.02.03	Cama de arena manual e=0.1m; a=0.6m	m	45.40	21.50	976.10
01.04.04.02.04	Relleno compactado zanja tn hasta 0.9m de profundidad	m	45.40	74.79	3,395.47
01.04.04.02.05	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	35.43	16.34	578.93
01.04.04.03	TUBERÍAS Y ACCESORIOS, SUMINISTRO E INSTALACION				9,916.20
01.04.04.03.01	Tubería lisa HDPE perforada Ø 110mm	m	45.40	49.22	2,234.59
01.04.04.03.02	Tubería lisa HDPE no perforada Ø 110mm	m	23.20	49.22	1,141.90
01.04.04.03.03	Tubería corrugada HDPE perforada Ø 110mm	m	45.40	49.22	2,234.59
01.04.04.03.04	Geocompuesto para drenaje	m	22.98	49.22	1,131.08
01.04.04.03.05	Prueba hidráulica de tuberías	m	45.40	10.20	463.08
01.04.04.03.06	Tubería de ventilación Ø 110mm	m	1.20	2,259.14	2,710.97

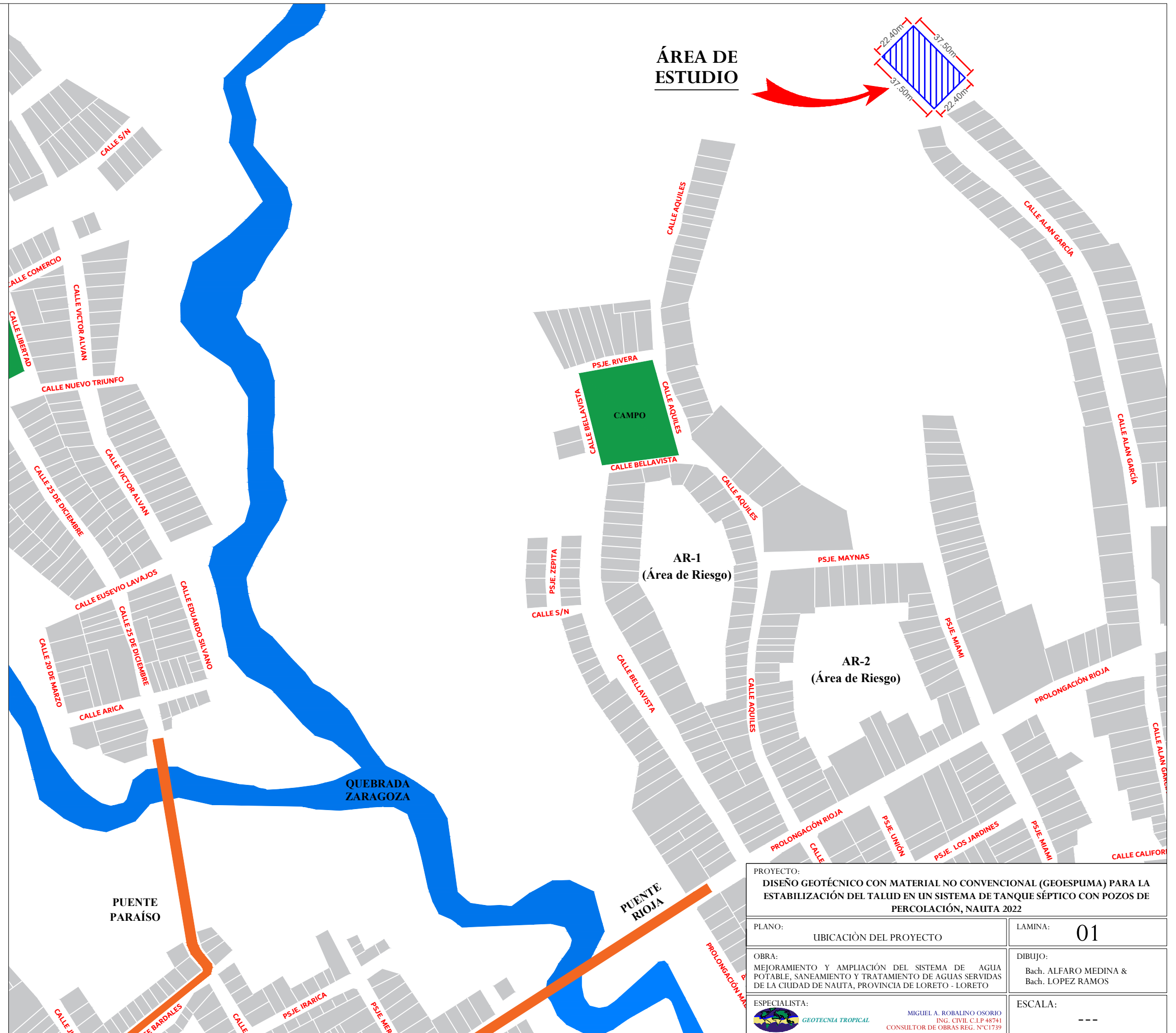
01.04.04.04	VARIOS				18,014.19
01.04.04.04.01	Suministro y colocación de grava Ø 1", e=0.3m (alrededor del pozo)	m³	2.26	255.66	577.79
01.04.04.04.02	Suministro y colocación de grava Ø 2" a 3" (fondo de pozo)	m³	15.41	255.66	3,939.72
01.04.04.04.03	Mortero f'c=140 kg/cm2 - Anillo de losa inferior	m³	1.04	505.69	525.92
01.04.04.04.04	Micropilote Ø 12" A - SCH 60, L=6m	und	4.00	1,748.64	6,994.56
01.04.04.04.05	Muro de mampostería - Ladrillo Tubular 12x15x24cm	m²	121.25	42.56	5,160.40
01.04.04.04.06	Tapa de mortero de 1.1x1.1m para pozo de percolación	und	4.00	203.95	815.80
01.05	MURO GEOTÉCNICO CON GEOESPUMA				151,471.71
01.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				27,452.30
01.05.01.01	Excavación simple manual	m³	118.56	48.39	5,737.12
01.05.01.02	Relleno con material de préstamo con maquinaria	m³	118.56	163.55	19,390.49
01.05.01.03	Eliminación de material excedente con maquinaria	m³	142.27	16.34	2,324.69
01.05.02	ESTRUCTURA CON GEOESPUMA				62,343.06
01.05.02.01	Bloques de Geospuma D20 3.0x1.2x0.6m, suministro y colocación	und	215.00	227.87	48,992.05
01.05.02.02	Geomalla biaxial, suministro y colocación	m²	379.20	28.17	10,682.06
01.05.02.03	Geotextil no tejido N°200, suministro y colocación	m²	98.85	27.00	2,668.95
01.05.03	MURO DE CONFINAMIENTO				49,959.54
01.05.03.01	Mortero f'c=175 kg/cm2; e=0.1m	m³	32.13	438.74	14,096.72
01.05.03.02	Acero de refuerzo Ø 3/8"; Fy=4,200 kg/cm2	kg	2,802.59	9.13	25,587.65
01.05.03.03	Encofrado y desencofrado	m²	321.30	31.98	10,275.17
01.05.04	LOSA DE FONDO				11,716.81
01.05.04.01	Mortero f'c=100 kg/cm2; e=0.1m	m³	45.73	247.49	11,317.72
01.05.04.02	Encofrado y desencofrado	m²	15.90	25.10	399.09
	Costo Directo				836,045.03
	Gastos Generales 10.00%				83,604.50
	Utilidad 5.00%				41,802.25

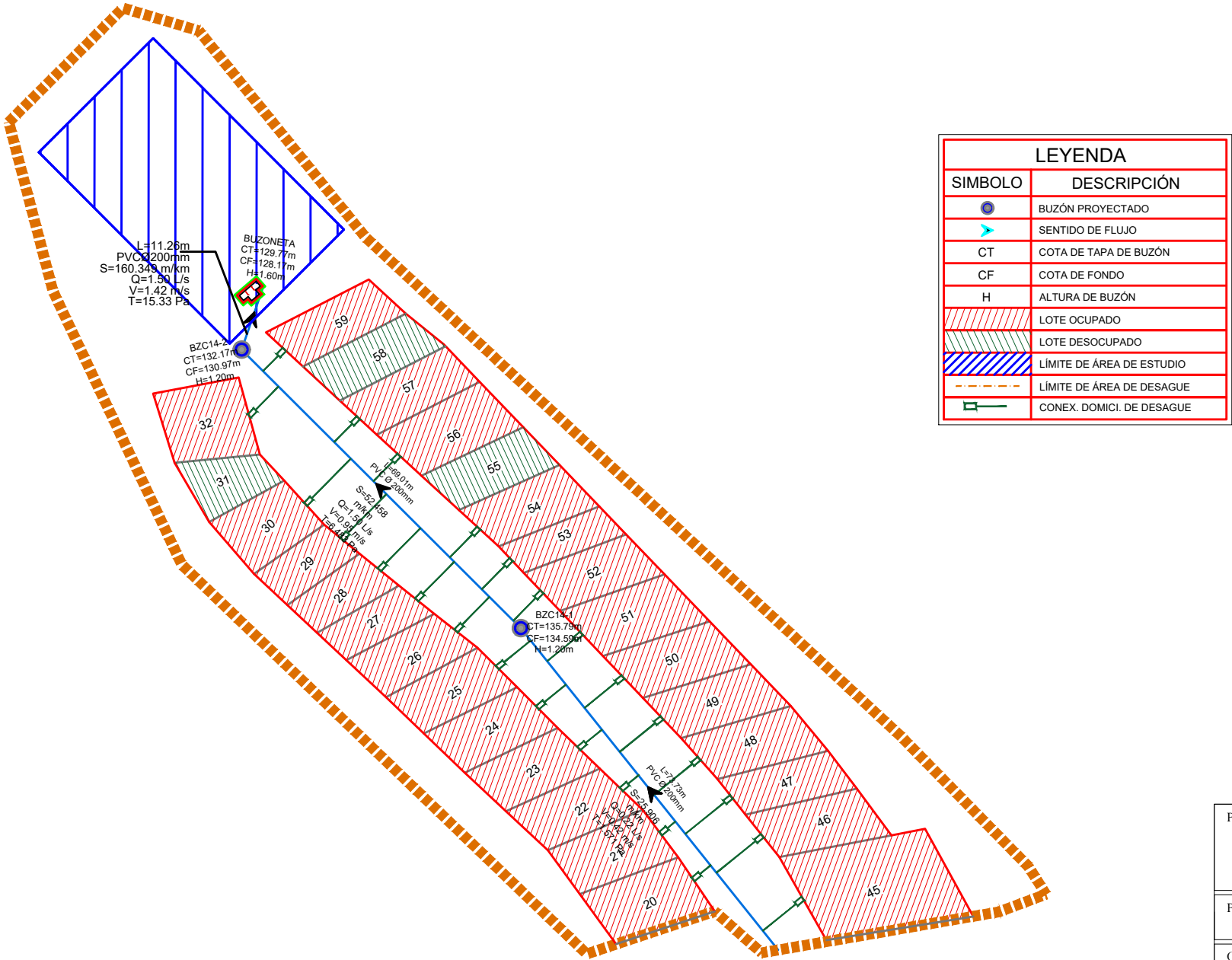
	SUB TOTAL				961,451.79
	I.G.V 18.00%				173,061.32

	TOTAL				1,134,513.11
	SON : UN MILLÓN CIENTO TREINTA Y CUATRO MIL QUINIENTOS TRECE CON 11/100 SOLES				

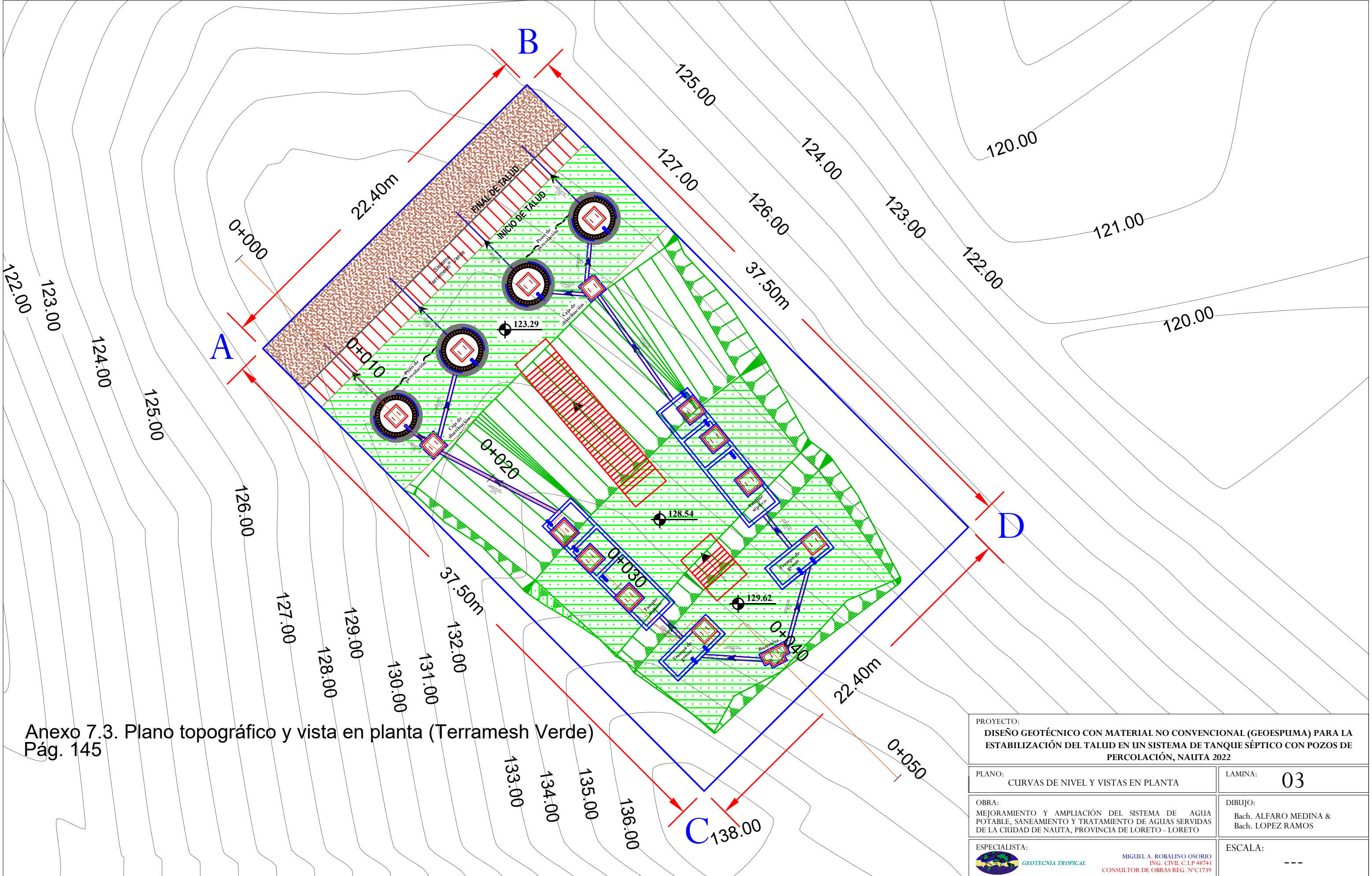
ANEXO 7. PLANOS

Anexo 7.1. Plano de ubicación



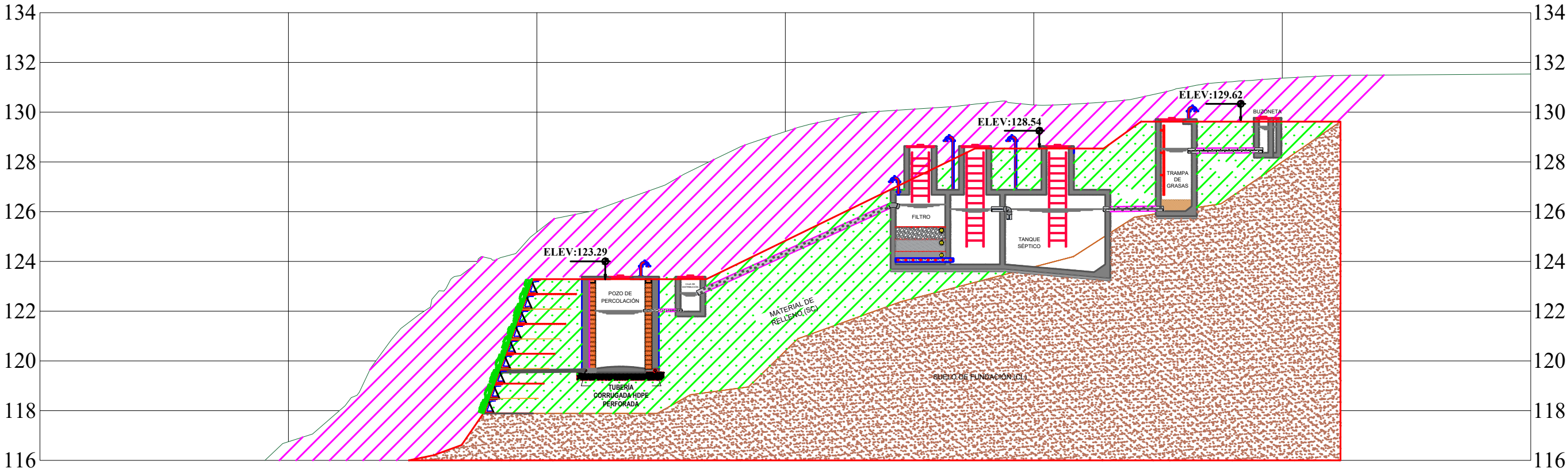


PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022		
PLANO: LOTIZACIÓN Y BENEFICIARIOS	LAMINA: 02	
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS	
ESPECIALISTA:  GEOTECNIA TROPICAL MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P. 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---	



Anexo 7.3. Plano topográfico y vista en planta (Terramesh Verde)
Pág. 145

PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022		
PLANO: CURVAS DE NIVEL Y VISTAS EN PLANTA	LAMINA: 03	
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS	
ESPECIALISTA:  MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---	



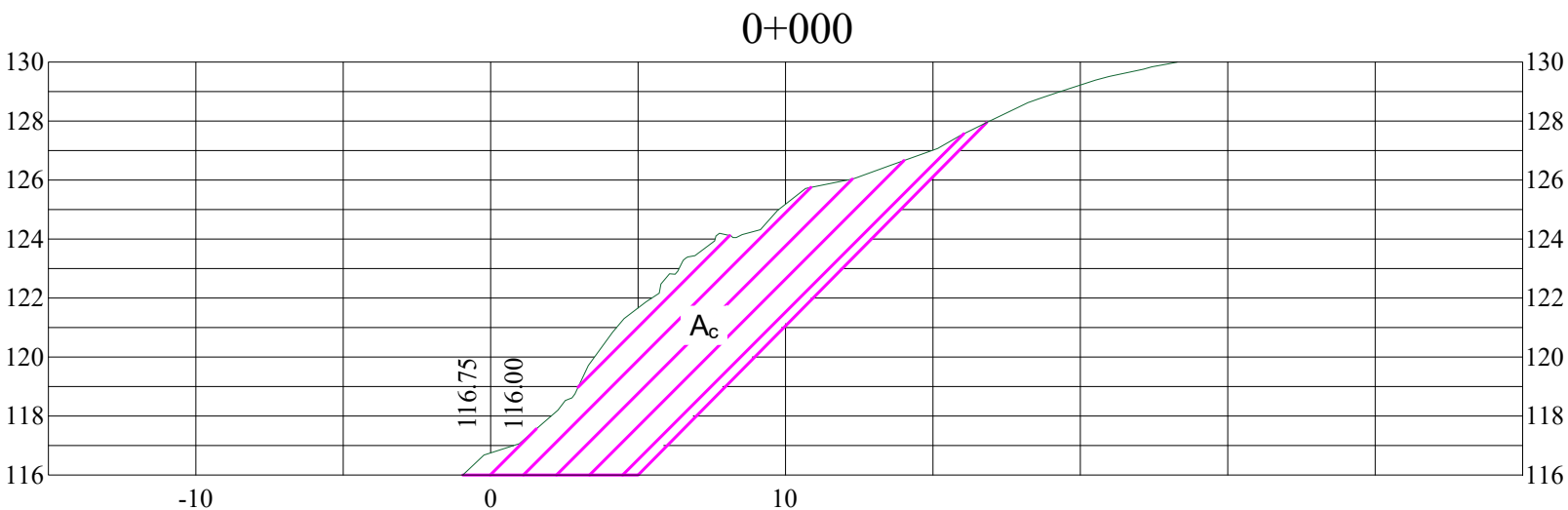
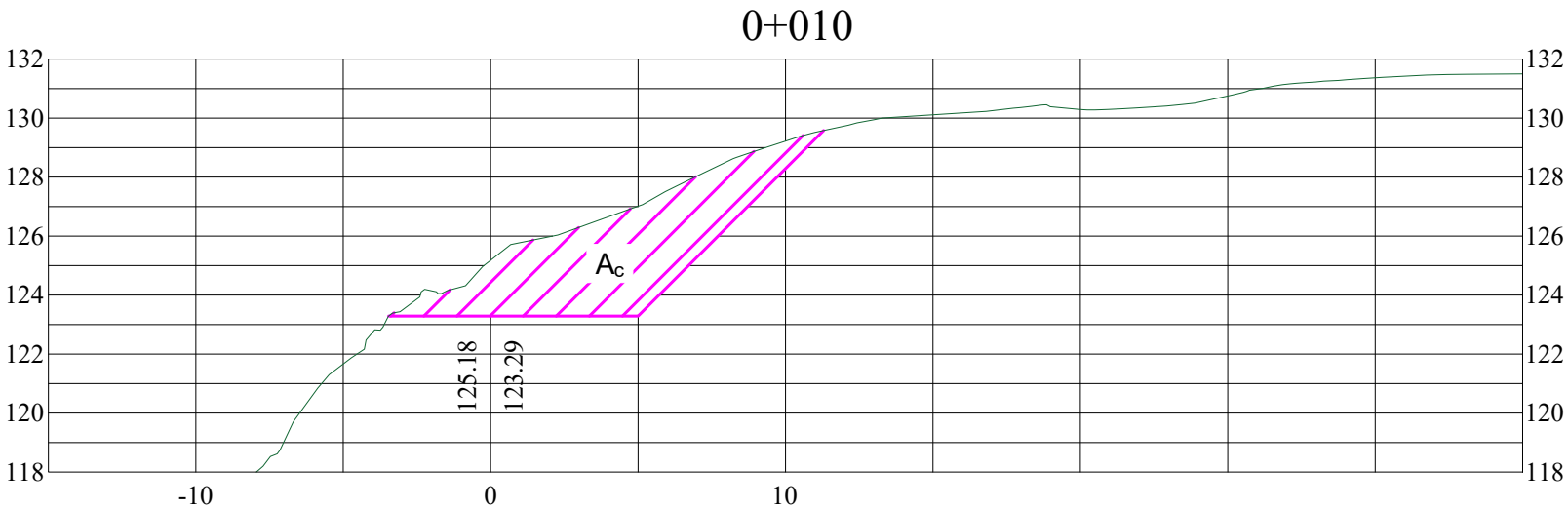
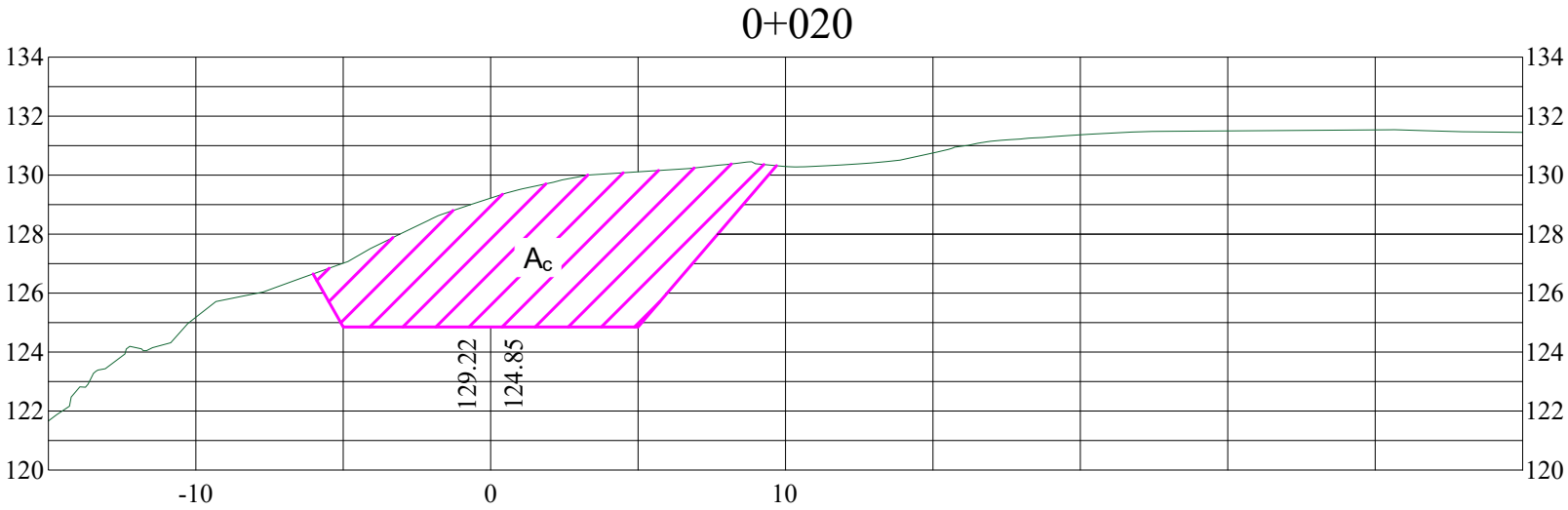
COTA DE TERRENO	116.75	125.18	129.22	130.29	131.37	131.53
COTA DE SUBRASANTE	116.00	123.29	124.85	128.54	129.62	
PROGRESIVAS	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050

PERFIL LONGITUDINAL
ALINEAMIENTO

PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022	
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL - TERRAMESH VERDE	LAMINA: 04
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS
ESPECIALISTA:  GEOTECNIA TROPICAL MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---

Anexo 7.5. Plano de sección transversal 01 (Terramesh Verde)

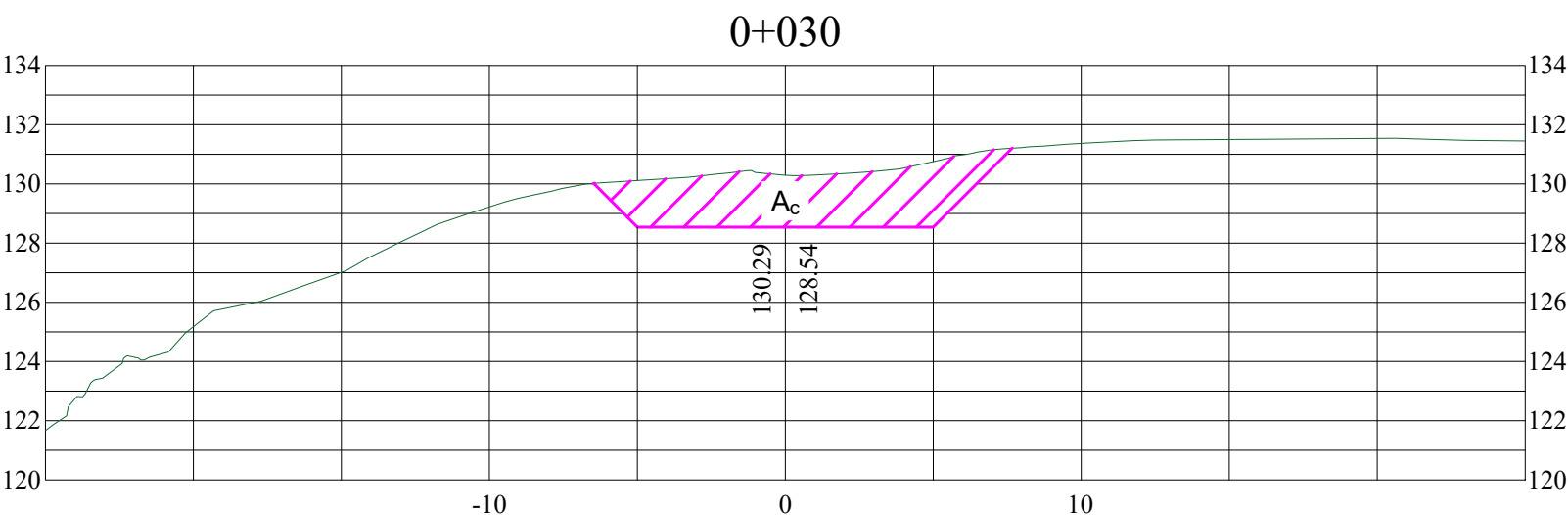
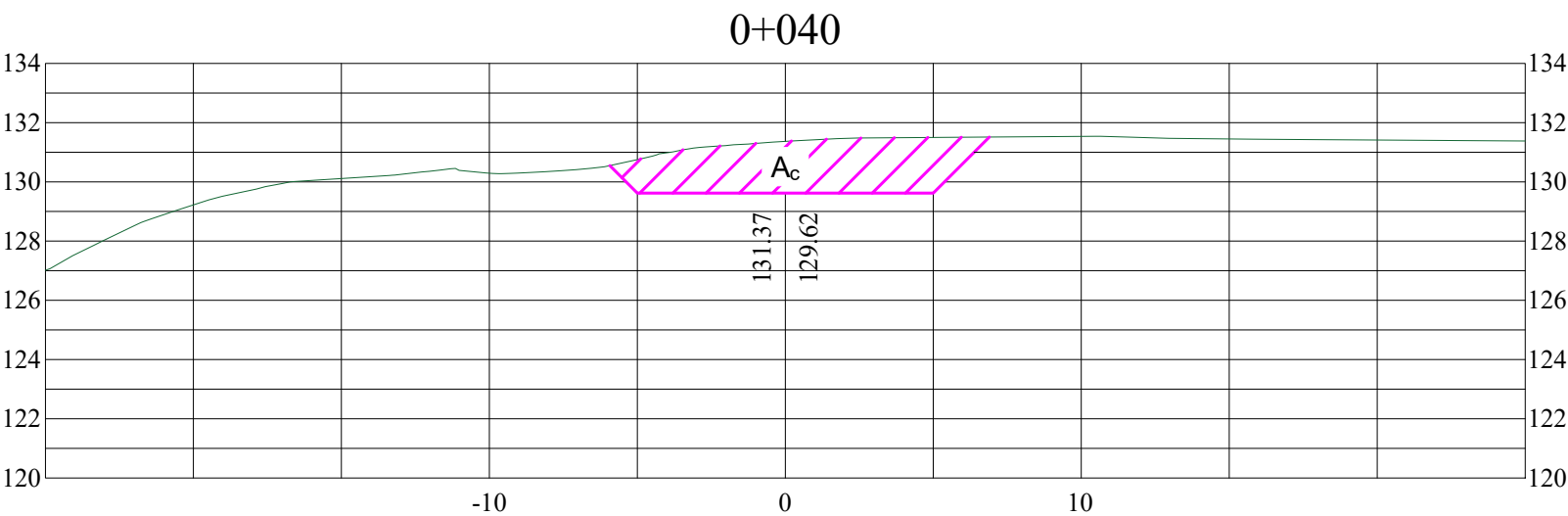
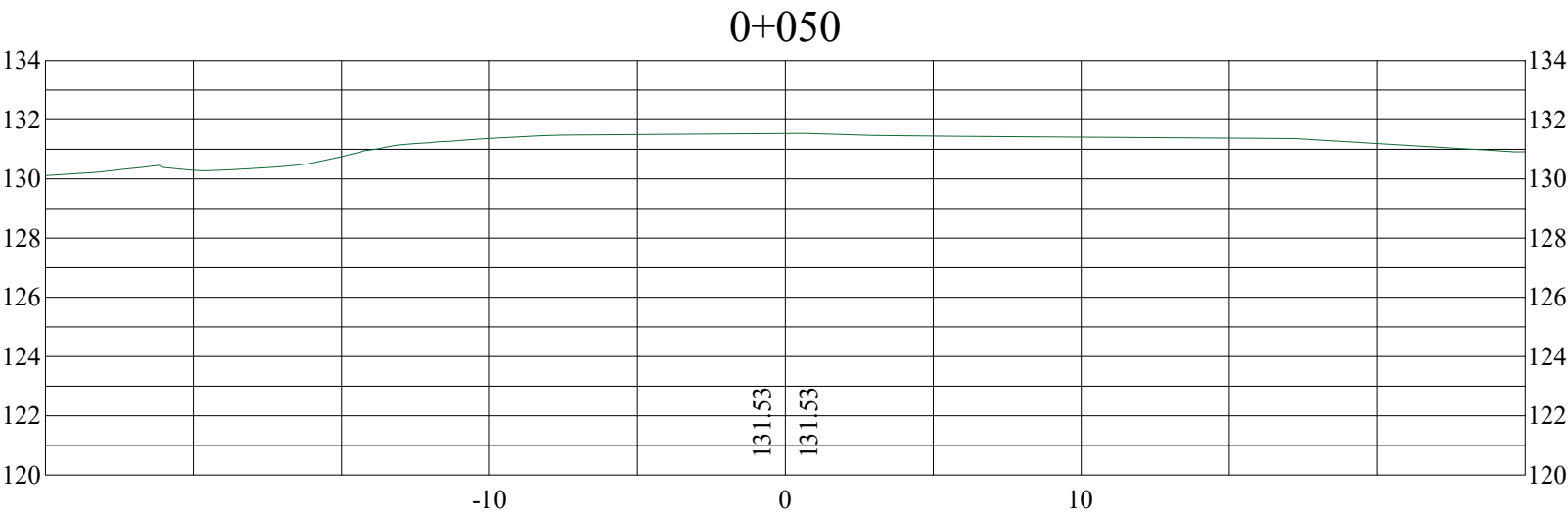
Pág. 147



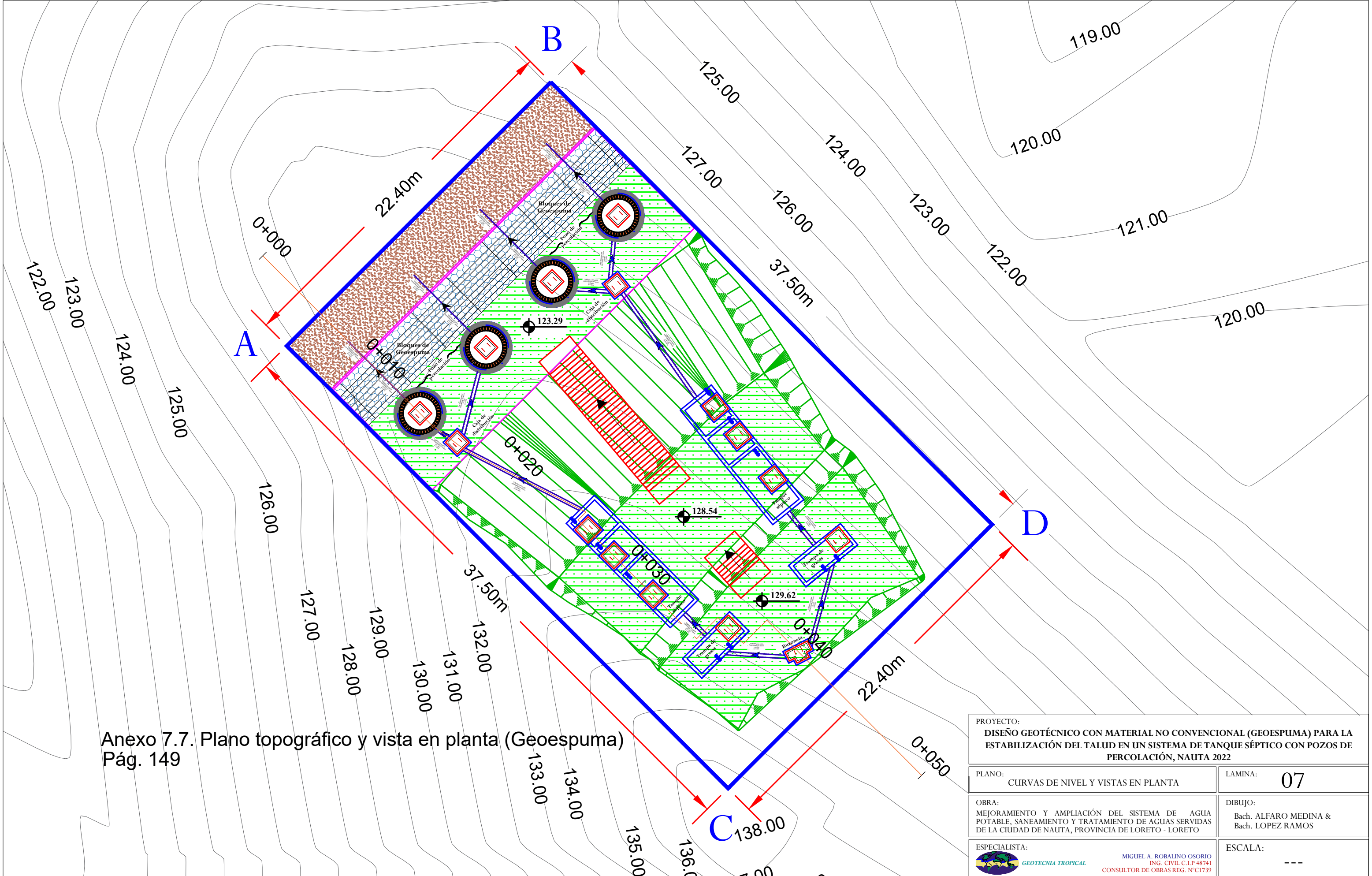
PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022		
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES - TERRAMESH VERDE	LAMINA:	05
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO:	Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS
ESPECIALISTA:  GEOTECNIA TROPICAL	MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---

Anexo 7.6 Plano de sección transversal 02 (Terramesh Verde)

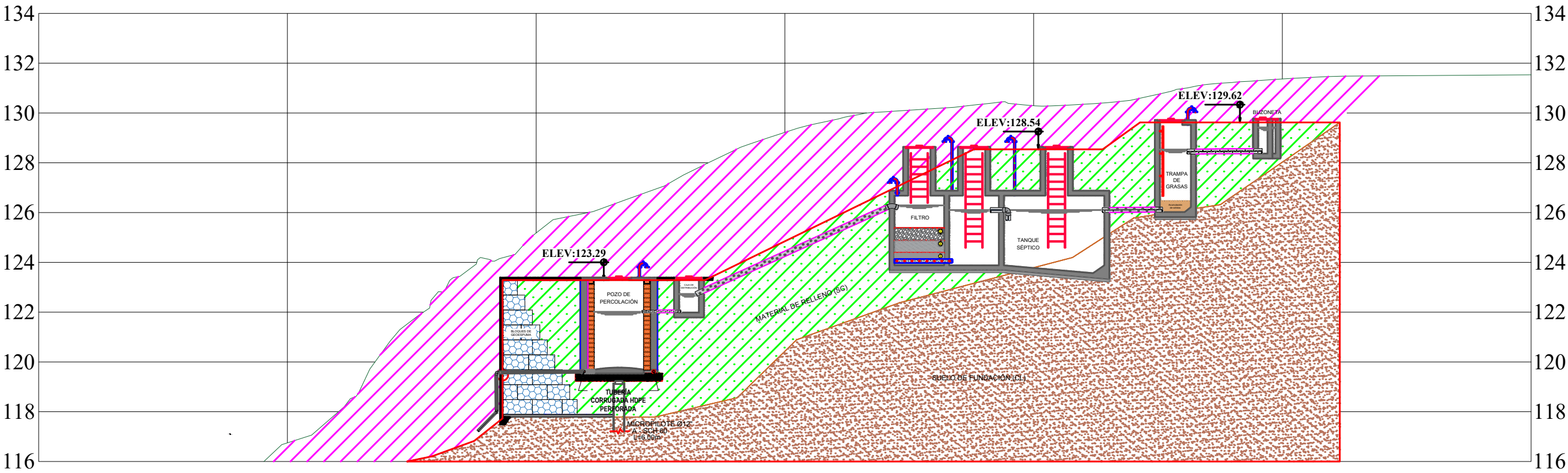
Pág. 148



PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022	
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES - TERRAMESH VERDE	LAMINA: 06
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS
ESPECIALISTA:  GEOTECNIA TROPICAL MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---



PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022		
PLANO:	CURVAS DE NIVEL Y VISTAS EN PLANTA	LAMINA: 07
OBRA:	MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS
ESPECIALISTA:	 MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---



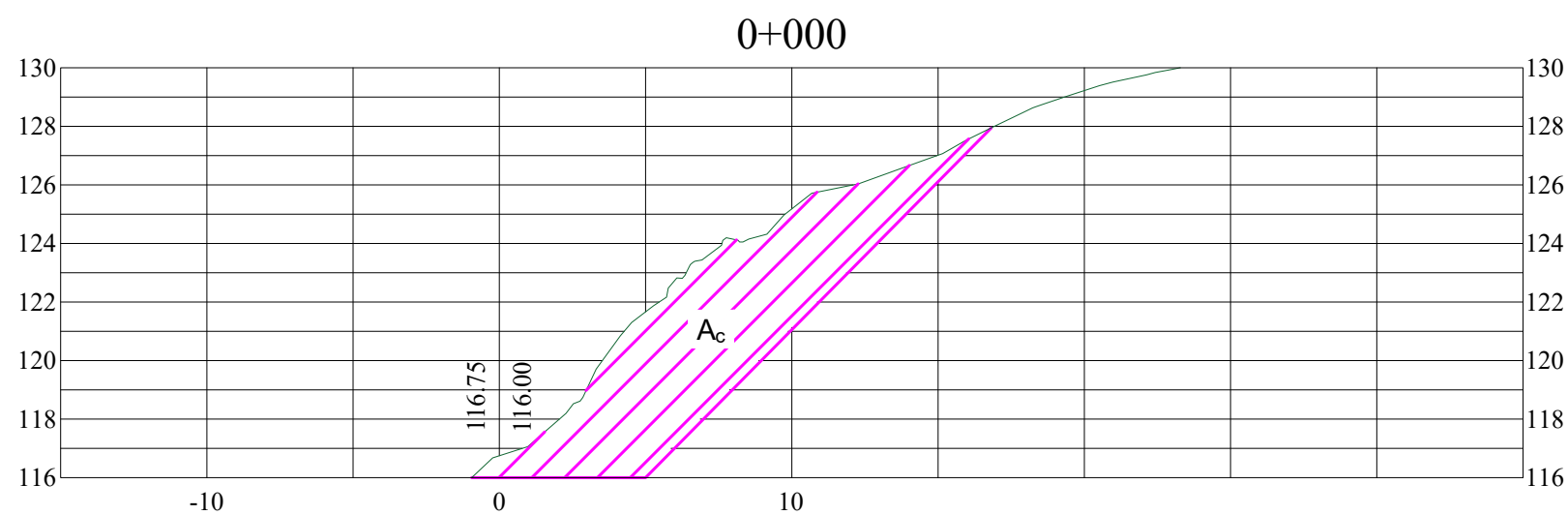
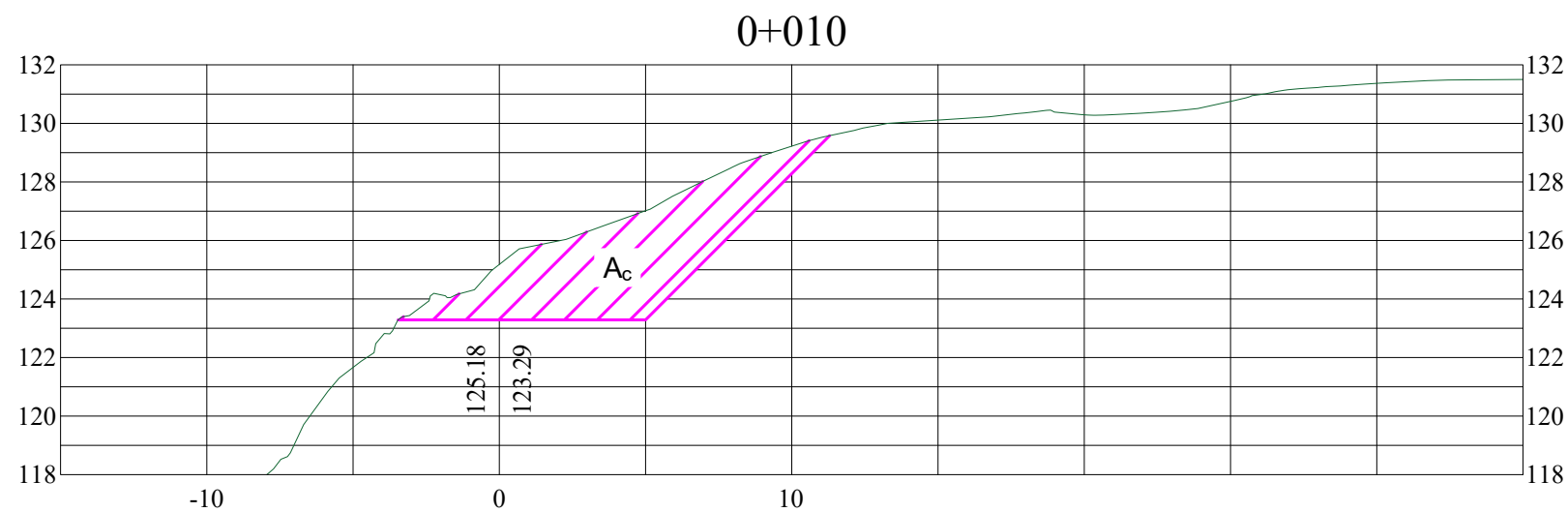
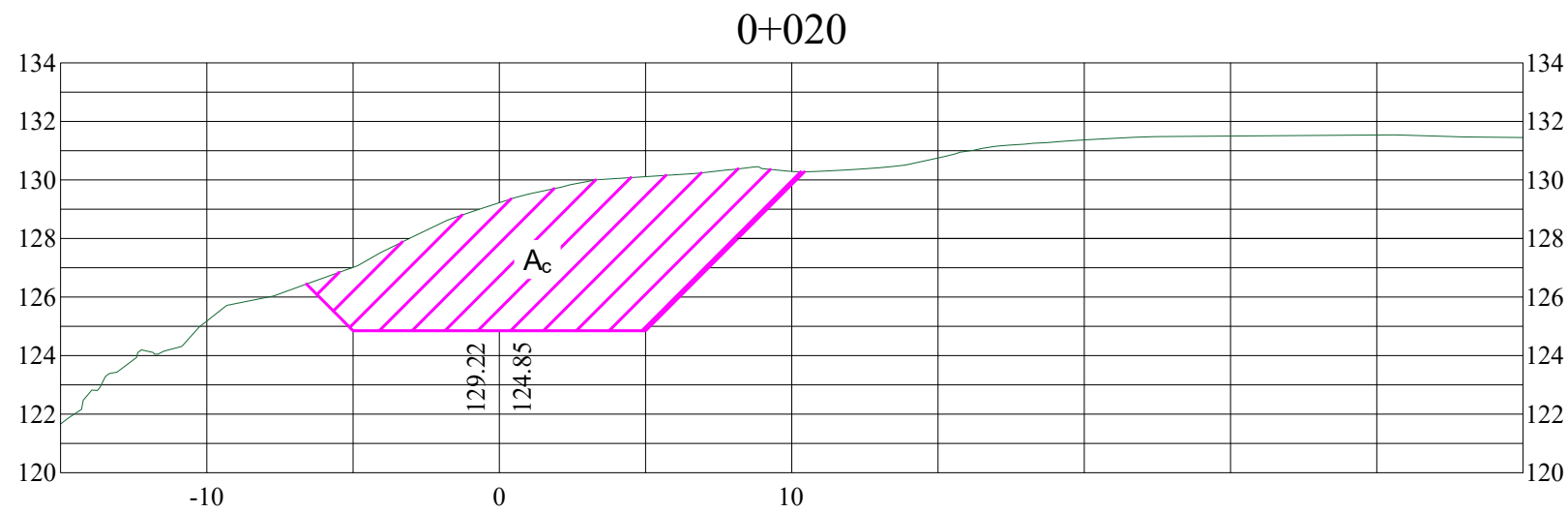
COTA DE TERRENO	116.75	125.18	129.22	130.29	131.37	131.53
COTA DE SUBRASANTE	116.00	123.29	124.85	128.54	129.62	
PROGRESIVAS	0+000	0+010	0+020	0+030	0+040	0+050

PERFIL LONGITUDINAL
ALINEAMIENTO

PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022	
PLANO: PERFIL LONGITUDINAL - TERRAMESH VERDE	LAMINA: 08
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS
ESPECIALISTA:  GEOTECNIA TROPICAL MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---

Anexo 7.9. Plano de sección transversal 01 (Geoespuma)

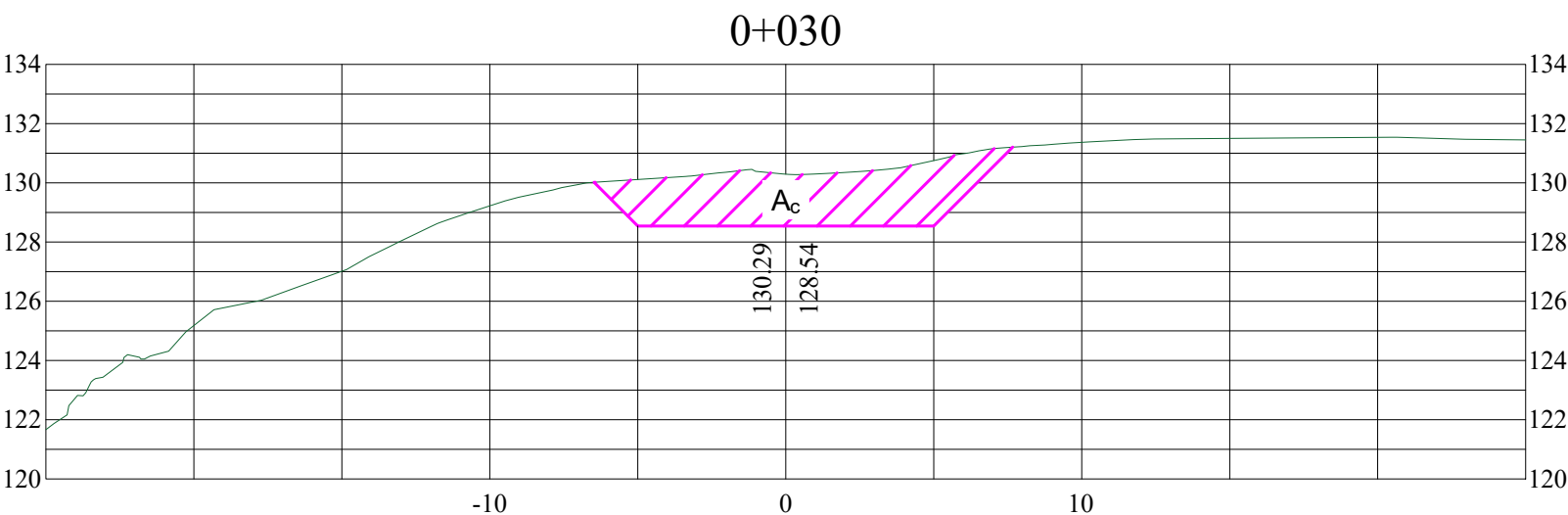
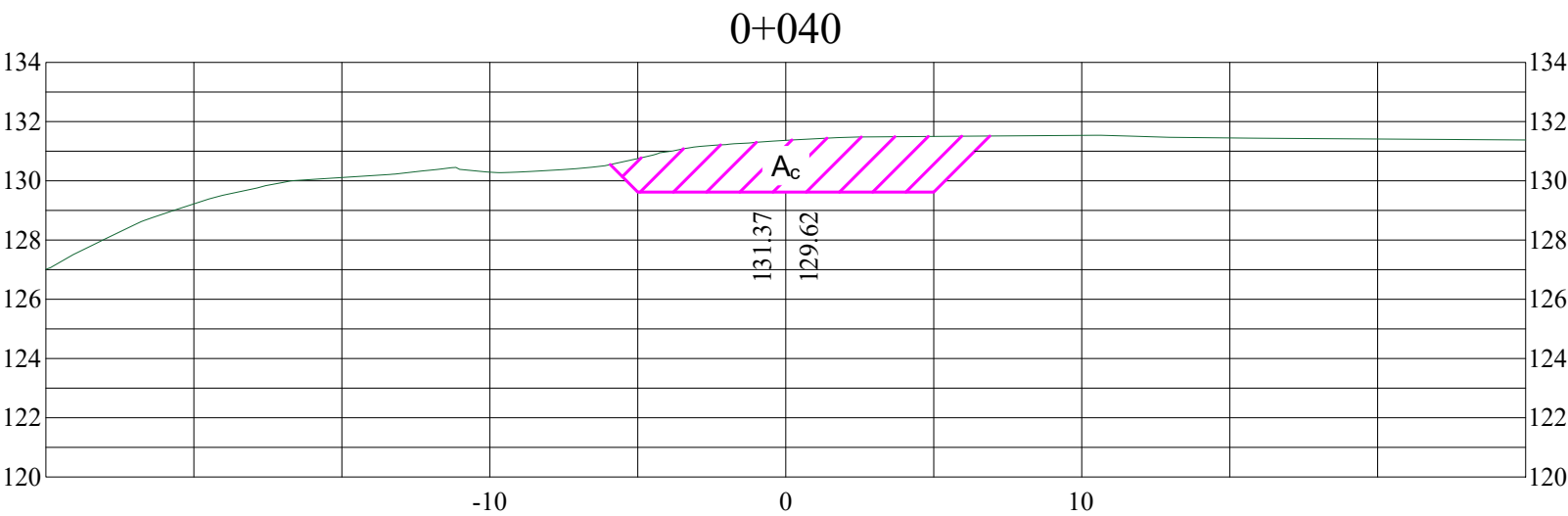
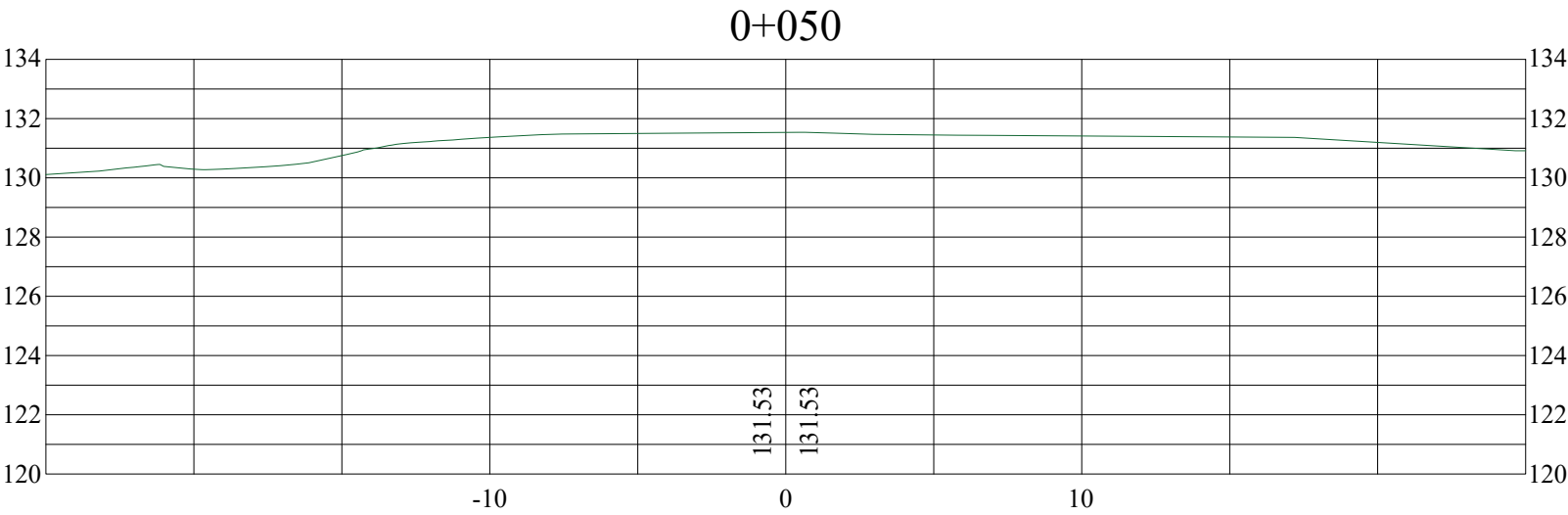
Pág. 151



PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022		
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES - GEOESPUMA	LAMINA:	09
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO:	Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS
ESPECIALISTA:  GEOTECNIA TROPICAL MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA:	---

Anexo 7.10. Plano de sección transversal 02 (Geoespuma)

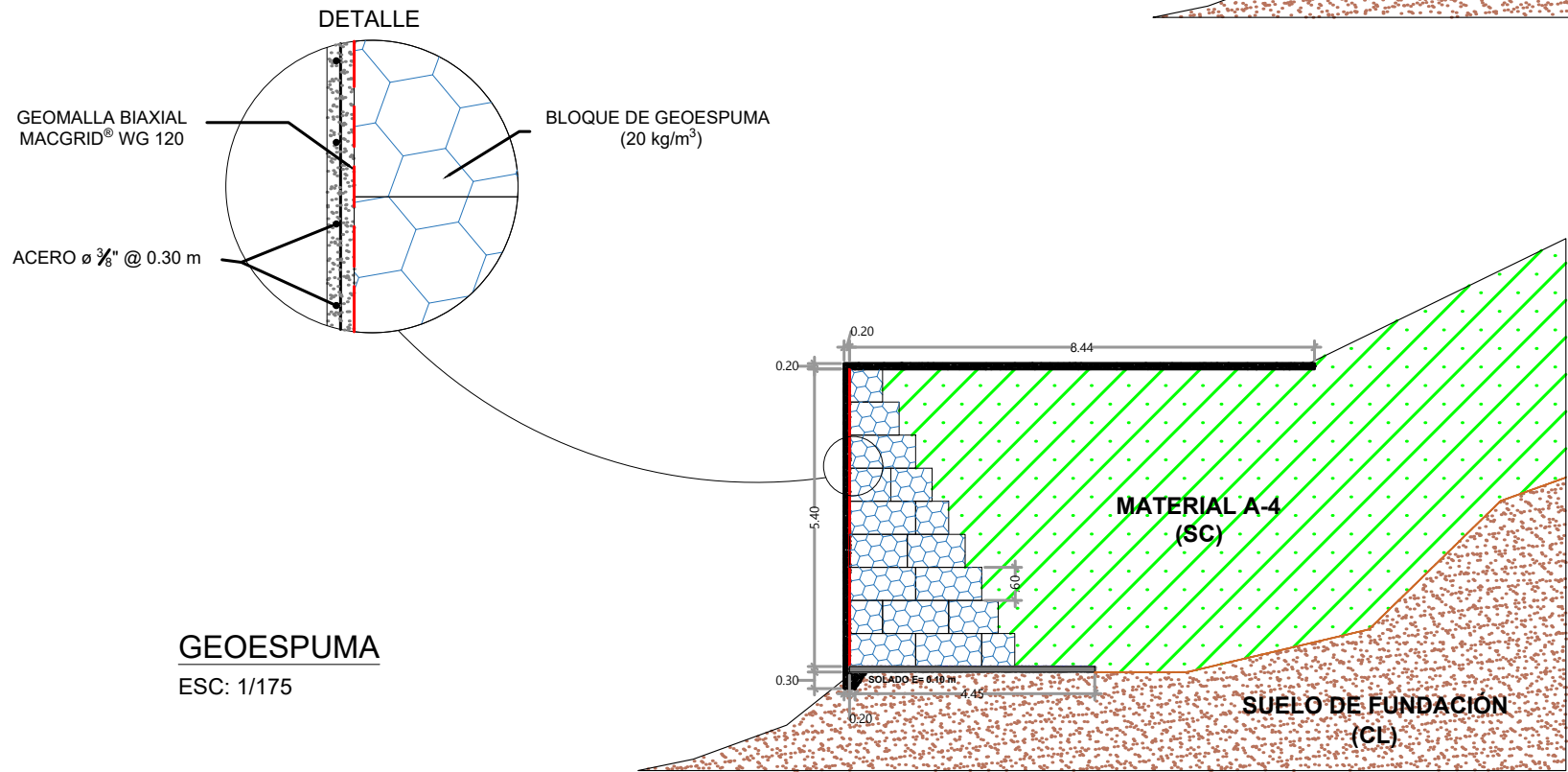
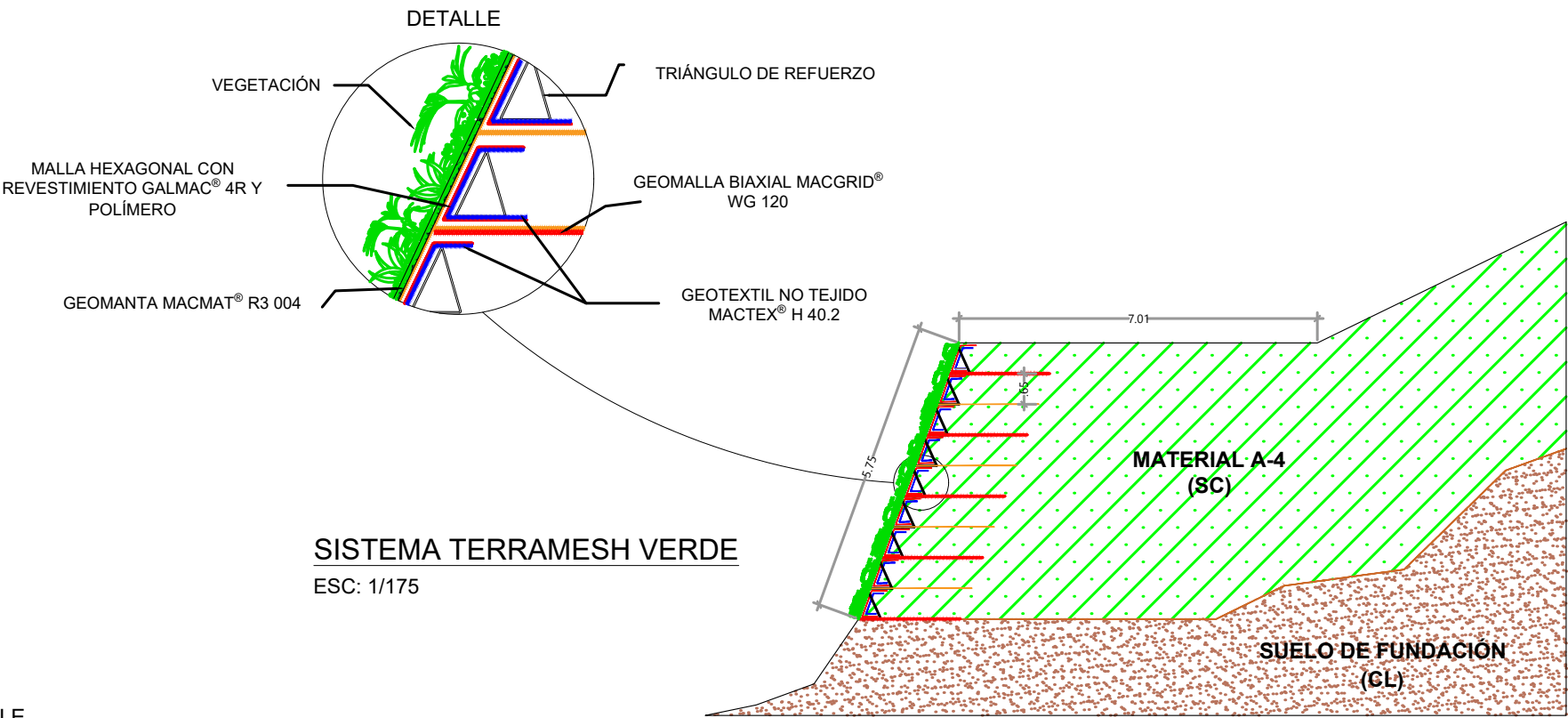
Pág. 152



PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022	
PLANO: SECCIONES TRANSVERSALES - GEOESPUMA	LAMINA: 10
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS
ESPECIALISTA:  GEOTECNIA TROPICAL MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---

Anexo 7.11. Plano de detalle (Terramesh Verde y Geospuma)

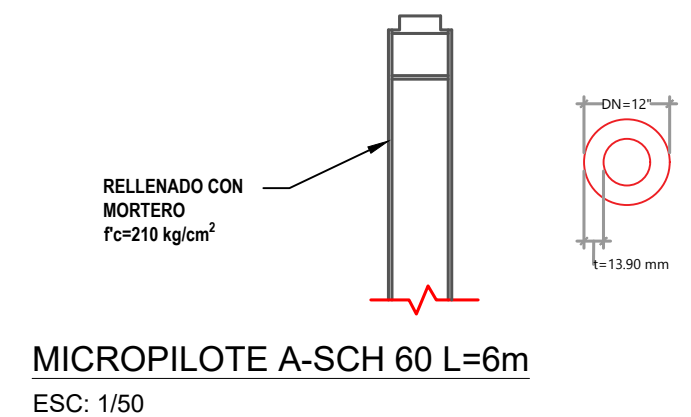
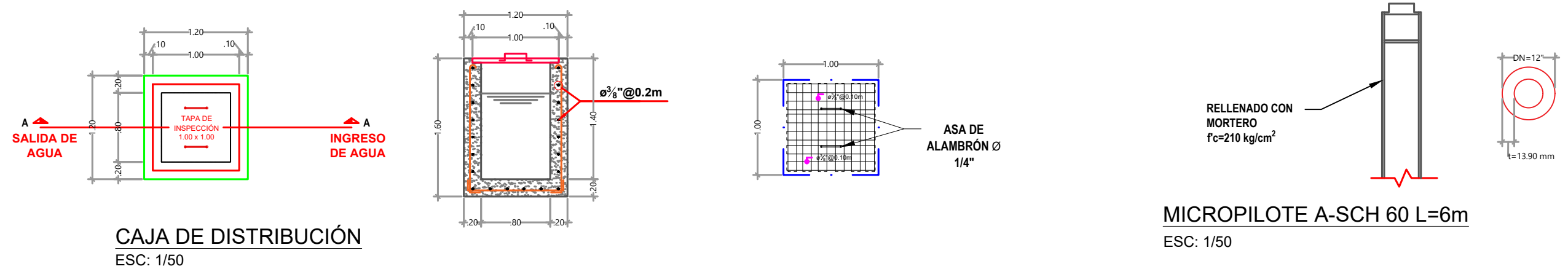
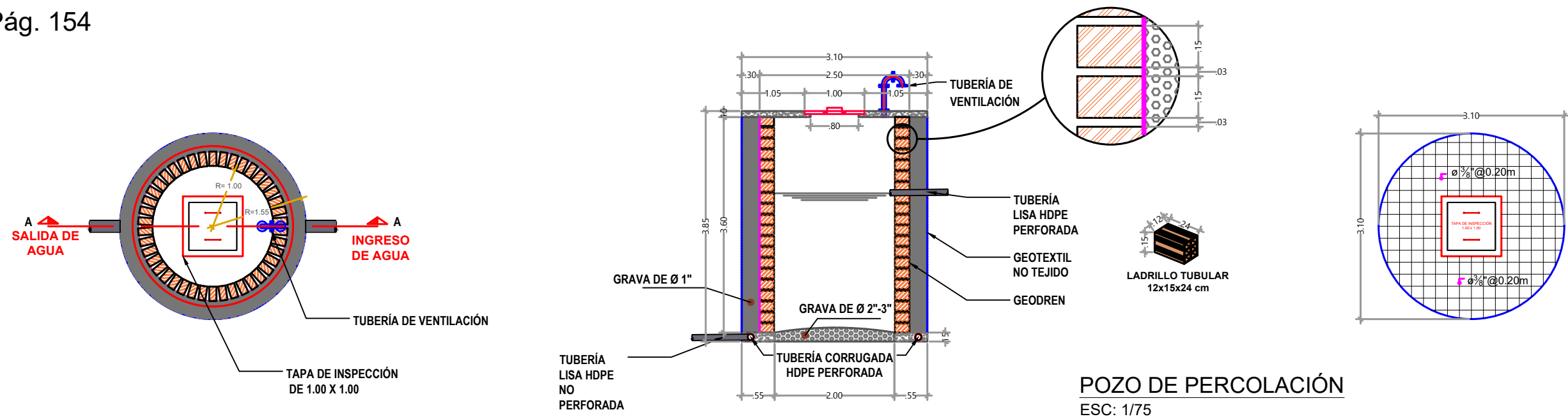
Pág. 153



PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022	
PLANO: DETALLE TÍPICO: TERRAMESH VERDE Y GEOESPUMA	LAMINA: 11
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS
ESPECIALISTA:  MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---

Anexo 7.12. Plano de detalle 01 (Pozo de percolación y Caja de distribución)

Pág. 154



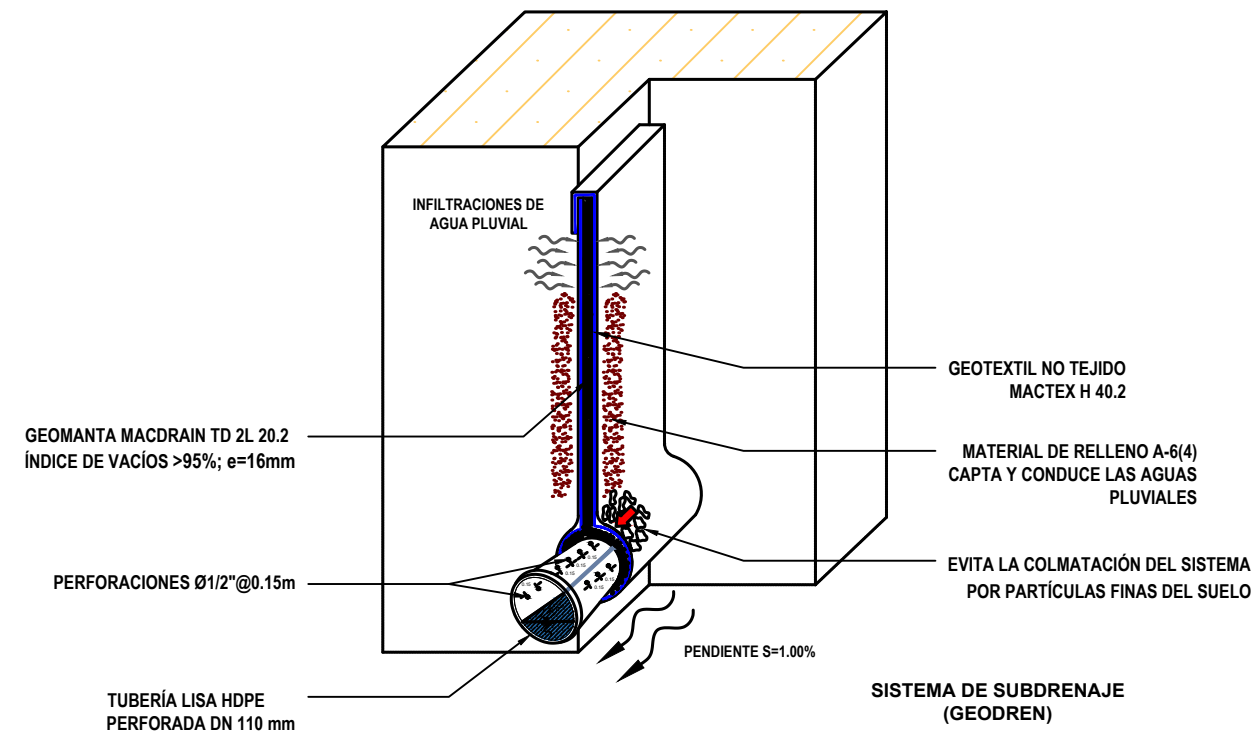
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- MATERIAL FILTRANTE: GRAVA DE Ø 1" (ALREDEDOR DEL POZO) Y GRAVA DE Ø 2"-3" (FONDO DEL POZO).
- EL LADRILLO DEL MURO DE MAMPOSTERÍA DEBE TENER UNA ABSORCIÓN MÁXIMA DE 15%, ASÍ MISMO, ESTAR IMPERMEABILIZADO POR EL INTERIOR.
- EL GEOTEXTIL NO TEJIDO DEBE SER DE GRAMAJE Nº200.
- UTILIZAR TUBERÍAS LISAS HDPE PERFORADAS DE DN 110mm PARA LA CAPTACIÓN DEL AGUA HACIA EL POZO.
- UTILIZAR TUBERÍAS LISAS HDPE NO PERFORADAS DE DN 110mm PARA LA SALIDA DE AGUAS FILTRADAS.
- UTILIZAR TUBERÍAS CORRUGADAS HDPE PERFORADAS DE DN 110mm PARA EL DRENAJE LATERAL DL POZO.
- LAS TUBERÍAS HDPE DEBEN ESTAR RECUBIERTAS CON GEODREN PARA CAPTAR LAS INFILTRACIONES DE AGUAS PLUVIALES Y EVITAR QUE EL MATERIAL DE RELLENO INGRESE.
- EL PILOTE DEBE SER RELLENADO CON MORTERO $f_c=210 \text{ KG/CM}^2$.

PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022		
PLANO: DETALLE: POZO DE PERCOLACIÓN	LAMINA: 12	
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS	
ESPECIALISTA: MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P. 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---	

Anexo 7.13. Plano de detalle 02 (Pozo de percolación y Caja de distribución)

Pág. 155

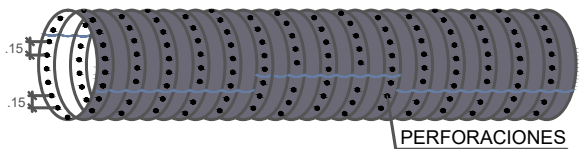


SISTEMA DE SUBDRENAJE (GEODREN)
ESC: 1/75

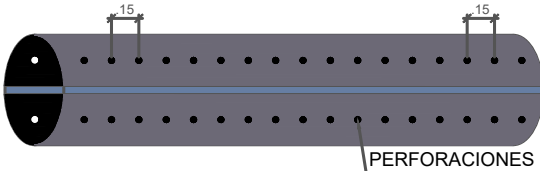
CUADRO DE TRASLAPES	
Ø	L(cm)
1/4"	30
3/8"	40
1/2"	50
5/8"	70
3/4"	90

CUADRO DE GANCHOS STANDAR DE VARILLAS EN FIERRO CORRUGADO	
Ø	G(cm)
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35
3/4"	45

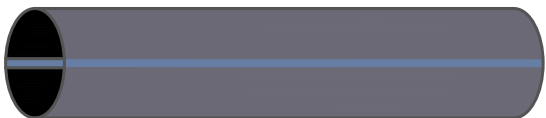
TRASLAPES Y EMPALMES			LOSAS Y VIGAS	ESTRIBOS		
Ø	LOSAS VIGAS (cm)	COLUM (cm)			Ø	L
6 mm	30	—	1/4"		10 cm	1.5 cm
8 mm 3/8"	40	30	3/8"		10 cm	2.0 cm
1/2"	50	40				
5/8"	60	50				
—	—	—				
—	—	—				



TUBERÍA CORRUGADA HDPE
PERFORADA DN 110mm



TUBERÍA LISA HDPE
PERFORADA DN 110mm

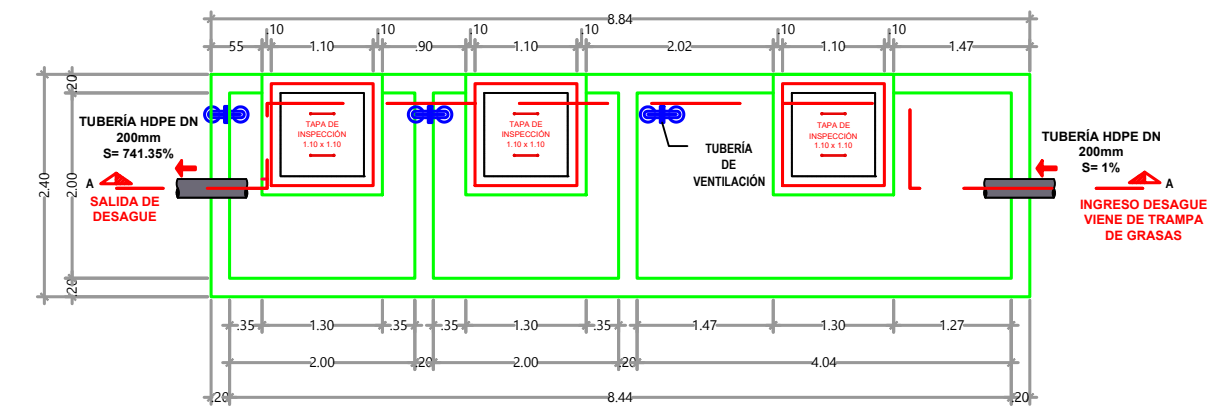


TUBERÍA LISA HDPE
NO PERFORADA DN 110mm

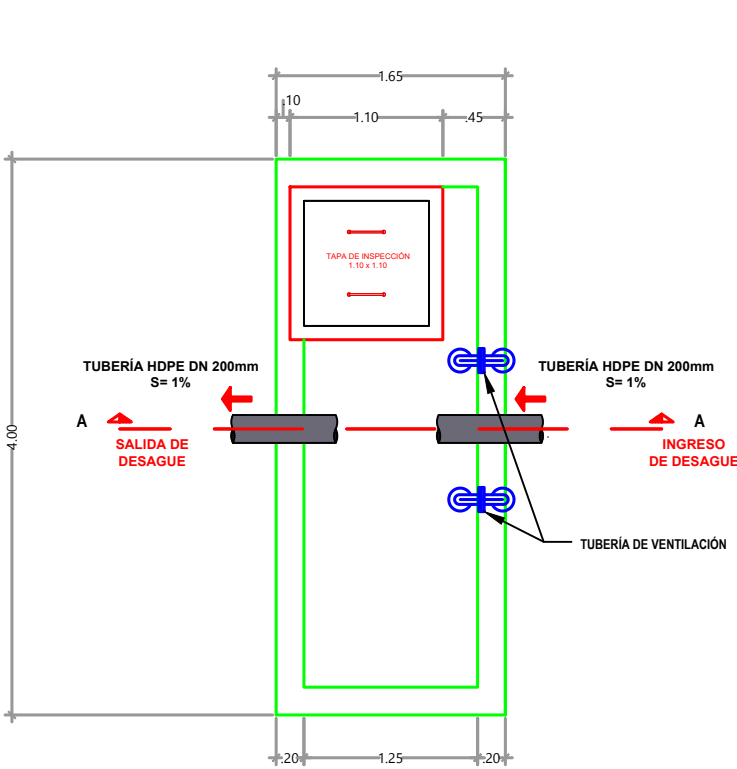
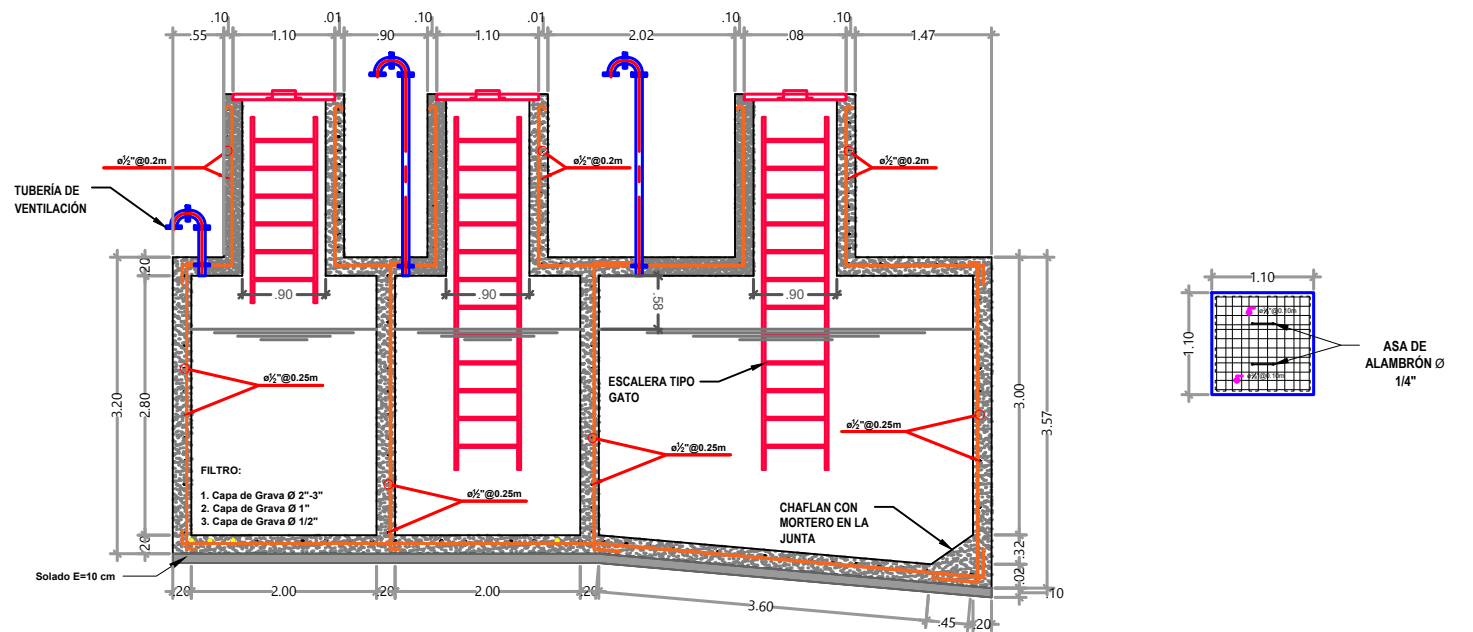
PROYECTO: DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022		
PLANO: DETALLE: POZO DE PERCOLACIÓN	LAMINA: 12-A	
OBRA: MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO	DIBUJO: Bach. ALFARO MEDINA & Bach. LOPEZ RAMOS	
ESPECIALISTA: MIGUEL A. ROBALINO OSORIO ING. CIVIL C.I.P. 48741 CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739	ESCALA: ---	

Anexo 7.14. Plano de detalle 01 (Tanque séptico y Trampa de grasas)

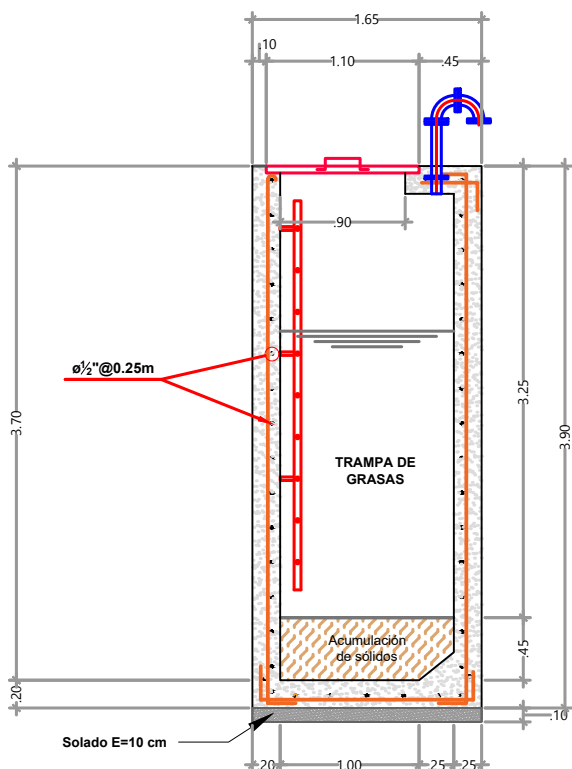
Pág. 156



TANQUE SÉPTICO
ESC: 1/75



TRAMPA DE GRASAS
ESC: 1/50



- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- EL TANQUE SÉPTICO Y LA TRAMPA DE GRASAS ESTARÁN CONSTRUÍDO DE CONCRETO ARMADO $f_c=210 \text{ KG/CM}^2$, Y LAS PAREDES INTERIORES SERÁN SELLADAS CON CEMENTO IMPERMEABILIZANTE.
 - UTILIZAR TUBERÍAS LISAS HDPE PERFORADAS DE DN 200mm PARA LA CAPTACIÓN DEL AGUA.
 - LAS TUBERÍAS HDPE DEBEN ESTAR RECUBIERTAS CON GEODREN PARA CAPTAR LAS INFILTRACIONES DE AGUAS PLUVIALES Y EVITAR QUE EL MATERIAL DE RELLENO INGRESE.
 - UTILIZAR TUBERÍAS DE VENTILACIÓN DE DN 110mm PARA PERMITIR LA SALIDA DE LOS GASES GENERADOS DURANTE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS.
 - EL FILTRO CONTARÁ CON 3 CAPAS DE GRAVA.
 - EL TANQUE SÉPTICO DEBE SER VACIADO Y LIMPIADO AL MENOS UNA VEZ AL AÑO.

PROYECTO:
DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE PERCOLACIÓN, NAUTA 2022

PLANO:
DETALLE: TANQUE ELEVADO Y TRAMPA DE GRASAS

LAMINA:
13

OBRA:
MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO

DIBUJO:
Bach. ALFARO MEDINA &
Bach. LOPEZ RAMOS

ESPECIALISTA:

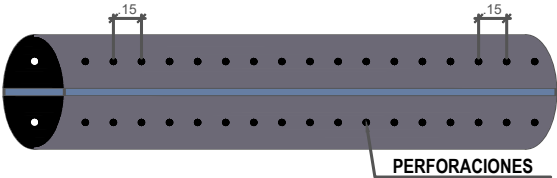
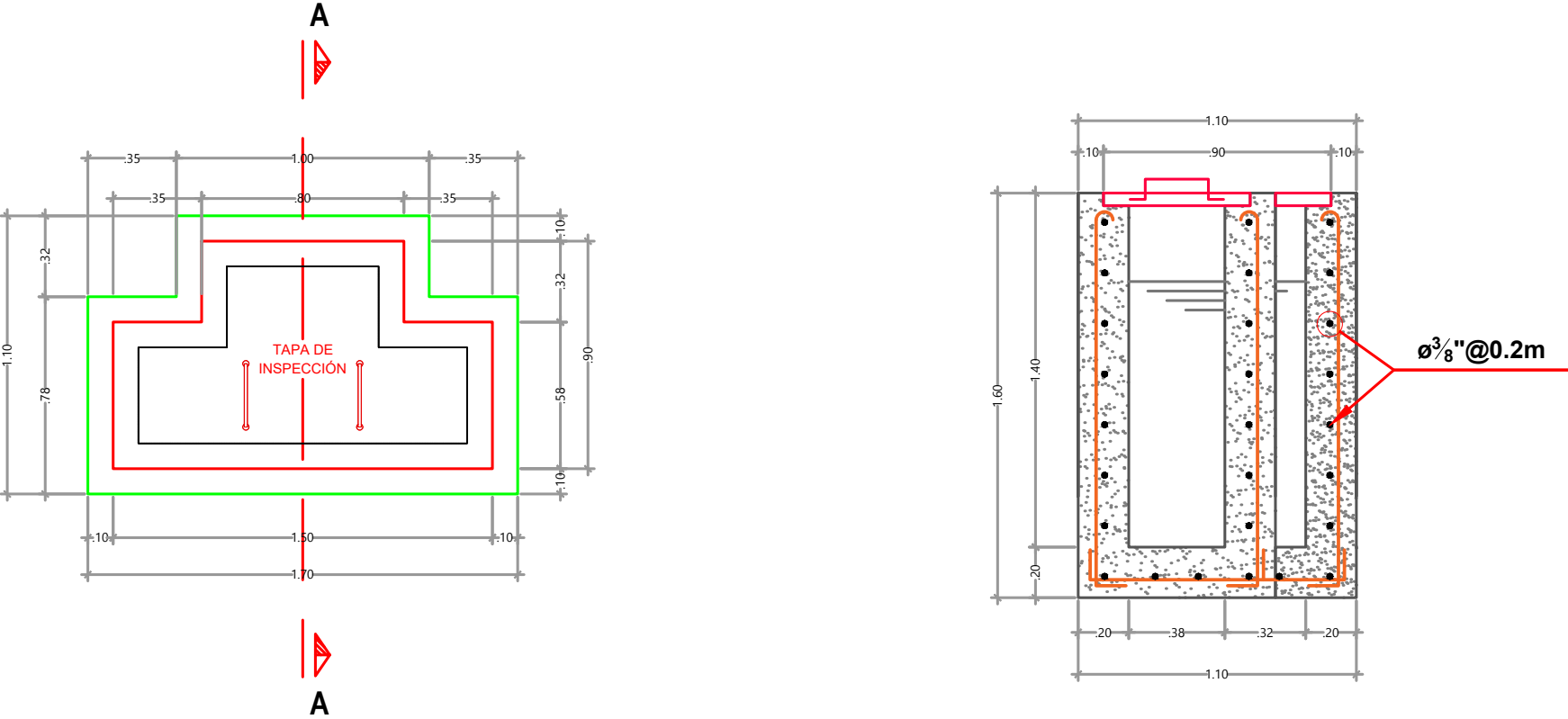


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
ING. CIVIL C.I.P 48741
CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739

ESCALA:

Anexo 7.15. Plano de detalle 02 (Tanque séptico y Trampa de grasas)

Pág. 157



TUBERÍA LISA HDPE
PERFORADA DN 200mm

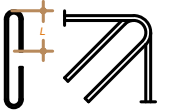


TUBERÍA LISA HDPE
NO PERFORADA DN 200mm

BUZONETA
ESC: 1/25

CUADRO DE TRASLAPES	
Ø	L(cm)
1/4"	30
3/8"	40
1/2"	50
5/8"	70
3/4"	90

CUADRO DE GANCHOS STANDAR DE VARILLAS EN FIERRO CORRUGADO	
Ø	G(cm)
1/4"	15
3/8"	20
1/2"	25
5/8"	35
3/4"	45

TRASLAPES Y EMPALMES			LOSAS Y VIGAS	ESTRIBOS		
Ø	LOSAS VIGAS (cm)	COLUM (cm)		Ø	L	Rmax
6 mm	30	—	 NO SE PERMITIRAN EMPALMES DEL REFUERZO SUPERIOR (NEGATIVO) EN UNA LONGITUD DE 1/4 DE LUZ DE LA LOSA O EN VIGA A CADA LADO DE LA COLUMNA O APOYO			
8 mm 3/8"	40	30				
1/2"	50	40				
5/8"	60	50				
—	—	—				
—	—	—		1/4"	10 cm	1.5 cm
				3/8"	10 cm	2.0 cm

PROYECTO:
DISEÑO GEOTÉCNICO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL (GEOESPUMA) PARA LA
ESTABILIZACIÓN DEL TALUD EN UN SISTEMA DE TANQUE SÉPTICO CON POZOS DE
PERCOLACIÓN, NAUTA 2022

PLANO:
DETALLE: TANQUE ELEVADO Y TRAMPA DE GRASAS

OBRA:
MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SISTEMA DE AGUA
POTABLE, SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS
DE LA CIUDAD DE NAUTA, PROVINCIA DE LORETO - LORETO

LAMINA: 13-A

DIBUJO:
Bach. ALFARO MEDINA &
Bach. LOPEZ RAMOS

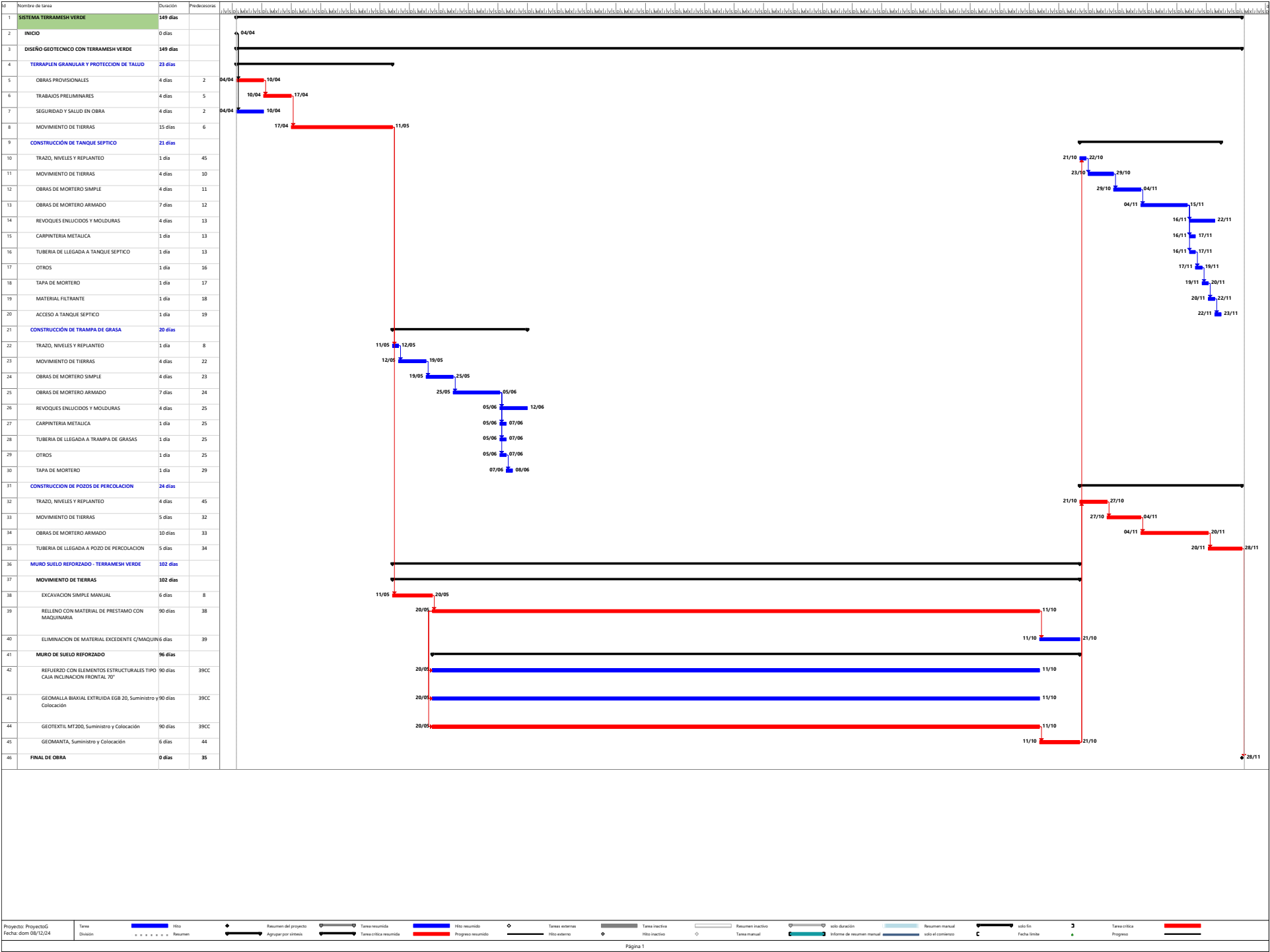
ESPECIALISTA:

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
ING. CIVIL C.I.P-48741
CONSULTOR DE OBRAS REG. N°C1739

ESCALA:

ANEXO 8. PROGRAMACIÓN

Anexo 8.1. Terramesh Verde



Anexo 8.2. Geoespuma

