



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000310, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA
CIVIL

PROYECTO DE TESIS

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN
TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO
BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE
PUNCHANA - MAYNAS 2019”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR (es): JUSTINIANO AYALA PAUL GIHORGINO
MORI TORRES ROY ROGER

ASESOR (es): Ing. IRIGOIN CABRERA ULISES OCTAVIO, M.sc.
Ing. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

San Juan Bautista - Loreto – Maynas – Perú 2020

DEDICATORIA

A mi madre NELLY AYALA, mi motivación.

Dedicado a todos mis docentes universitarios y escolares; todos los que me subieron sobre sus hombros para poder alcanzar nuevos conocimientos.

JUSTINIANO AYALA PAUL GIHORGINO

DEDICATORIA

Este Proyecto de Investigación va dedicado a todos aquellos que pusieron su granito de arena para hacer posible este proyecto; Y a mi familia que siempre creyeron en mi persona.

MORI TORRES ROY ROGER

AGRADECIMIENTOS

Un cordial agradecimiento a todos los maestros que nos brindaron los conocimientos básicos de esta hermosa carrera profesional; a los compañeros que nos acompañaron en toda la carrera, que también aprendimos de ellos; y a la Universidad Científica del Perú, por acogernos y formarnos como profesionales de bien.

Nuestro sincero agradecimiento para:

- Sr. Guillermo Pin, que confió en nosotros para ejecutar este proyecto.
- Ing. Miguel Robalino, que con su experiencia nos transmitió los mejores conocimientos y siempre estuvo apoyándonos en este proyecto.
- Ing. Ulises Irigoin, que con su experiencia nos transmitió los mejores conocimientos y nos brindó su apoyo durante el desarrollo del proyecto.

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

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

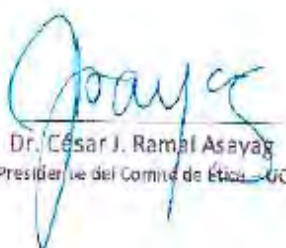
La Tesis titulada:

**"USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO
SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA –
MAYNAS 2019"**

De los alumnos: **JUSTINIANO AYALA PAUL GIHORGINO Y MORI TORRES ROY
ROGER**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **5% de plagio**.

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

San Juan, 3 de marzo del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética - UCP

CJRA/ri-a
34-2021

Urkund Analysis Result

Analysed Document: UCP_ING_CIVIL_TESIS_GIHORGINOJUSTINIANO_ROYMORI_V1.pdf
 (D96809081)
Submitted: 2/28/2021 11:03:00 PM
Submitted By: revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Significance: 5 %

Sources included in the report:

15931--Calla Alvites, Mirko Antonio.pdf (D51326241)
 16265--Pinedo Nuñez, Edgar Rómulo.pdf (D50379724)
 3166-Silva Espinoza, Yesil Yotner.pdf (D78177047)
 empastado.pdf (D41825346)
 3273-Rosales Enciso, Jorge Luis.pdf (D34015108)
 Tesis Edison Cruz Ayarquispe López.pdf (D41425370)
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2972/1/T-UCE-0011-131.pdf>
<https://core.ac.uk/download/pdf/250104257.pdf>
<http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/252/TP%20-%20UNH%20CIVIL%200036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
<https://core.ac.uk/download/pdf/198127453.pdf>
https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/74934/TESIS_La%20Utilizacion%20del%20EPS%20en%20obras%20de%20geotecnia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
<https://core.ac.uk/download/pdf/250104234.pdf>
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/13937/4/DISE%C3%91O%20Y%20APLICACION%20DE%20UN%20MODELO%20REDUCIDO%20DE%20MECHAS%20DRENANTES%20MODIFICADAS%20Y%20BANDEJA%20DE%20RETENCI%C3%93N%20.pdf>

Instances where selected sources appear:

60

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
TABLA DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xv
ÍNDICE DE CUADROS.....	xv
ÍNDICE DE HOJAS DE CÁLCULO.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS	xvii
RESUMEN	xix
ABSTRAC	xx
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema	2
1.1.1. Descripción del problema.....	2
1.1.2. Problema general	10
1.1.3. Problemas específicos	11
1.2. Justificación e importancia.....	11
1.3. Objetivos.....	14
1.3.1. Objetivo general	14
1.3.2. Objetivos específicos	14
II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	15
2.1. Antecedentes de la Investigación	15
2.1.1. Antecedentes sobre poliestireno expandido.....	15
2.1.2. Antecedentes sobre suelos de la Amazonía peruana	20
2.1.3. Antecedentes sobre terraplenes cimentados sobre suelos inestables y blandos	22
2.1.4. Antecedentes sobre filtración e hidráulica en terraplenes.....	25
2.2. Bases Teóricas.....	30
2.2.1. Poliestireno expandido (GEOESPUMA)	30
2.2.1.1. Definiciones	30
2.2.1.2. Propiedades físicas y mecánicas del poliestireno expandido	31
2.2.1.2.1. Densidad	31
2.2.1.2.2. Resistencia mecánica.....	31
2.2.1.2.3. Comportamiento frente al agua y al vapor de agua.....	32
2.2.1.2.4. Aislamiento térmico	32
2.2.1.2.5. Comportamiento frente a factores atmosféricos.....	33

2.2.1.2.6.	Estabilidad dimensional	33
2.2.1.2.7.	Estabilidad frente a la temperatura	34
2.2.1.2.8.	Propiedades químicas del EPS.....	34
2.2.1.2.9.	Propiedades biológicas.....	35
2.2.1.2.10.	Comportamiento frente al fuego	35
2.2.1.2.11.	Factores medioambientales	36
2.2.1.3.	Ensayos de laboratorio para el EPS.....	38
2.2.1.3.1.	Ensayo estándar de densidad aparente.....	38
2.2.1.3.2.	Ensayo estándar de compresión	38
2.2.1.3.3.	Ensayo estándar de flexión	38
2.2.1.3.4.	Ensayo de corte directo	39
2.2.1.3.5.	Ensayo de compresión triaxial UU	39
2.2.1.3.6.	Ensayo de compresión no confinada en materiales plásticos celulares rígidos.....	40
2.2.2.	Terraplenes	40
2.2.2.1.	Consideraciones de diseño	40
2.2.2.2.	Normativa	41
2.2.3.	Suelo blando o inestables.....	42
2.2.3.1.	Suelo Turboso-Orgánico	43
2.2.3.2.	Suelos plásticos.....	43
2.2.4.	Conductividad Hidráulica y Filtración	44
2.2.4.1.	Conductibilidad hidráulica	44
2.2.4.2.	Ley de Darcy.....	44
2.2.4.3.	Filtración	45
2.2.4.4.	Ecuación de continuidad de Laplace	45
2.2.4.5.	Redes de Flujo.....	47
2.2.4.6.	Cálculo de la filtración a partir de una red de flujo.....	48
2.2.5.	Piezómetros	50
2.2.5.1.	Medición de la presión de poros.....	50
2.2.5.2.	Fuerzas de filtración y estabilidad de talud	50
2.2.6.	Aumento vertical del esfuerzo	52
2.2.7.	Asentamiento	53
2.2.7.1.	Asentamiento elástico basado en la teoría de la elasticidad.....	53
2.2.7.2.	Asentamiento por consolidación primaria (Braja M. Das, 2015).....	54
2.2.8.	Estabilidad de taludes	56
2.2.8.1.	Métodos analíticos para determinar la estabilidad de un talud con filtración estacionaria.	57

2.2.8.2.	Factor de seguridad	57
2.2.9.	Presión lateral de tierra.....	58
2.2.10.	Pilotes de cimentación	62
2.2.11.	Modelamiento físico a escala reducida	63
2.2.11.1.	Definición	63
2.2.11.2.	Análisis dimensional	64
2.2.11.3.	Semejanza	64
2.2.12.	Proyecto, ejecución y programación.....	65
III.	MARCO METODOLÓGICO	70
3.1.	Lugar de ejecución	70
3.1.1.	Ejecución de ensayos de materiales	70
3.1.2.	Ejecución de corrida experimental	70
3.1.3.	Ejecución de prototipo a escala natural	70
3.2.	Tipo y diseño de estudio	70
3.3.	Variable de estudio.....	70
3.4.	Técnicas o procedimientos de recolección de datos	70
3.5.	Metodología y resultados	71
3.5.1.	Estudios básicos de ingeniería	71
3.5.1.1.	Estudio de topografía	72
3.5.1.2.	Estudio hidrológico y drenaje.....	74
3.5.1.3.	Estudio de mecánica de suelos	75
3.5.1.4.	Ensayos de material de préstamo.....	78
3.5.1.5.	Ensayos de Geoespuma.....	79
3.5.1.6.	Ensayo de Compresión Suelo-Cemento.....	84
3.5.2.	Propuesta de diseño preliminar de Terraplén con relleno de Geoespuma.....	85
3.5.2.1.	Descripción del diseño preliminar	85
3.5.3.	Ensayos de corrida experimental.....	87
3.5.3.1.	Elección de la escala	87
3.5.3.2.	Materiales de ensayo	88
3.5.3.3.	Modelamiento Físico de los Prototipos A Escala.....	90
3.5.3.3.1.	Modelamiento del Prototipo 01 (Pozo N° 01)	93
3.5.3.3.2.	Modelamiento del Prototipo 02 (Pozo N° 02)	98
3.5.3.3.3.	Modelamiento del Prototipo 03 (Pozo N° 02)	98
3.5.3.3.4.	Modelamiento del Prototipo 04 (Pozo N° 03)	102
3.5.3.4.	Ensayos de corrida experimental para validación del diseño propuesto.....	104
3.5.3.4.1.	Verificación de los modelos	104

3.5.3.4.2.	Protocolo de ensayo	104
3.5.3.4.3.	Ensayo de inundación.....	105
3.5.3.4.3.1.	Ensayo de inundación Prototipo 01	106
3.5.3.4.3.2.	Ensayo de inundación Prototipo 03	110
3.5.3.4.3.3.	Ensayo de Inundación Prototipo 04	113
3.5.3.5.	Prueba de carga	117
3.5.3.6.	Ensayo de Compresión para bloques de Geoespuma	122
3.5.3.6.1.	Generalidades	122
3.5.3.6.2.	Protocolo de ensayo	123
3.5.3.6.3.	Ensayos bloques densidad 20.....	124
3.5.3.6.4.	Ensayos bloques densidad 15.....	127
3.5.3.6.5.	Ensayos bloques densidad D-20-15.....	130
3.5.4.	Desarrollo de memoria de cálculo para el diseño del Terraplén con Geoespuma 133	
3.5.4.1.	Códigos y Normas	133
3.5.4.2.	Materiales	133
3.5.4.3.	Parámetros de diseño y consideraciones generales	136
3.5.4.4.	Método especial para cálculo de empuje lateral de tierra, con la aplicación del sistema de relleno suelo-geoespuma a partir de los principios teóricos de Rankine.....	139
3.5.4.4.1.	Condiciones iniciales.....	139
3.5.4.4.2.	Restricciones	140
3.5.4.4.3.	Aplicaciones	140
3.5.4.4.4.	Métodos de cálculos	141
3.5.4.5.	Verificación de la capacidad de carga admisible de la Geoespuma	149
3.5.4.6.	Cálculo de elementos estructurales.....	150
3.5.5.	Modelamiento con Software Sap2000. v20 y SLIDE V5.00 para el diseño preliminar del terraplén.	181
3.5.5.1.	Modelamiento con Sap2000. v20	181
3.5.6.	Ejecución y construcción de prototipo a escala natural.....	192
3.5.7.	Prueba de carga estática controlada	210
3.5.7.1.	Especificaciones de la prueba	210
3.5.8.	Análisis comparativo técnico-económico para el uso del sistema de relleno con geoespuma.....	213
3.5.8.1.	Diseño de terraplén con relleno granular.....	213
3.5.8.1.1.	Metrado en base a 100 m longitudinales de vía	215
3.5.8.1.2.	Presupuesto de terraplén con relleno granular	217
3.5.8.1.2.1.	Costo directo.....	217

3.5.8.1.2.2.	Gastos generales terraplén con relleno granular	219
3.5.8.1.2.3.	Valor referencial de terraplén con relleno granular.....	221
3.5.8.1.3.	Plazo estimado de ejecución terraplén con relleno granular.	221
3.5.8.2.	Diseño de terraplén relleno con geospuma.....	221
3.5.8.2.1.	Metrado en base a 100 m longitudinales de vía	224
3.5.8.2.2.	Presupuesto de terraplén relleno con geospuma	227
3.5.8.2.2.1.	Costo Directo	227
3.5.8.2.2.2.	Gastos generales terraplén relleno con geospuma	229
3.5.8.2.2.3.	Valor referencial de terraplén relleno con geospuma	231
3.5.8.2.3.	Plazo de ejecución de terraplén relleno con geospuma	231
3.5.8.3.	Resumen comparativo.....	231
IV.	DISCUSIÓN	232
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	239
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	245

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Clasificación poliestireno expandido según su densidad.....	31
Imagen 2: Capacidad aislamiento térmico poliestireno expandido	33
Imagen 3: Falla por Capacidad Portante	40
Imagen 4:Falla rotacional de base.....	40
Imagen 5 Falla por desprendimiento lateral.....	41
Imagen 6: Zonas distinguibles en un terraplén.....	41
Imagen 7 : Pilotes en una sola fila clavados en una capa permeable	46
Imagen 8: Flujo en A.....	46
Imagen 9: Definición líneas de flujo y líneas equipotenciales	47
Imagen 10: red de flujo completa.....	48
Imagen 11: Filtración a través de un canal de flujo con elementos cuadrados.....	48
Imagen 12: Filtración a través de un canal de flujo con elementos rectangulares	50
Imagen 13: Esquema de un grano de suelo sujeto al flujo de agua y fuerzas de filtración.....	52
Imagen 14: Falla de talud.....	56
Imagen 15: Presión lateral en reposo	59
Imagen 16: Presión activa de Rankine	61
Imagen 17: Fallo de pilotes según su longitud y restricción en cabeza según Broms..	63
Imagen 18: Mapa del Perú, Referencia del lugar del Proyecto, UBICACIÓN DE DEPARTAMENTO LORETO	72
Imagen 19: Mapa Regional del Perú, Referencia del lugar del Proyecto, UBICACIÓN DE PROYECTO EN LA PROVINCIA DE MAYNAS	73
Imagen 20: LOCALIZACIÓN DE PROYECTO	73
Imagen 21: Instalación De Sistema De Abastecimiento De Agua.....	90
Imagen 22:Entrega de planos de diseño preliminar	91
Imagen 23: Prueba de inundación para identificar fugas de agua	92
Imagen 24: Distribución de los bloques de geoespuma.	93
Imagen 25: Construcción del Prototipo 01	93
Imagen 26: Construcción del Prototipo 01	94
Imagen 27: Construcción del Prototipo 02	98
Imagen 28: Construcción del Prototipo 03	99
Imagen 29: Construcción del Prototipo 04	102
Imagen 30: Ensayo de inundación del Prototipo 01	107
Imagen 31 :Control de inundación del Prototipo 01.....	107
Imagen 32: Ensayo de inundación del Prototipo 03	110
Imagen 33: Control de inundación prototipo 03.....	110
Imagen 34: Primer ensayo de inundación del Prototipo 04	114
<i>Imagen 35: Prototipo terminado antes del ensayo de inundación.....</i>	<i>114</i>
<i>Imagen 36: Prototipo 04 - ensayo de inundación.....</i>	<i>115</i>
<i>Imagen 37: Prototipo 04 – Terraplén- falla por flotabilidad.....</i>	<i>115</i>
<i>Imagen 38:Segundo ensayo de inundación del Prototipo 04.....</i>	<i>116</i>
<i>Imagen 39Prototipo 04 sumergido con la simulación de la inundación.....</i>	<i>116</i>
<i>Imagen 40: Prototipo 04 sumergido con la simulación de la inundación.....</i>	<i>117</i>
<i>Imagen 41: Deflexión céntrica producido por la flotabilidad del material</i>	<i>117</i>
<i>Imagen 42: Prensa hidráulica instalada en el pozo de prueba N° 02.....</i>	<i>118</i>
<i>Imagen 43: Eje de transmisión de carga</i>	<i>120</i>

<i>Imagen 44: Control de esfuerzo en la prensa hidráulica antes del inicio de las pruebas</i>	120
Imagen 45: Agrietamiento de la estructura en la unión pantalla-pavimento	121
Imagen 46: Ensayo de compresión para bloques de geoespuma	122
Imagen 47: Bloques de densidad D-20	125
Imagen 48: Bloques de densidad D-15	127
Imagen 49: Bloques de densidad D-20-15	130
Imagen 50: Modelaje de la Cimentación	181
Imagen 51: Incorporación de Pilotes en el Modelo	181
Imagen 52: Cargas Impuestas	182
Imagen 53: Pesos y medidas del MTC	182
Imagen 54: Modelo de Cargas Ingresado	183
Imagen 55: Ensamblaje del Modelo	184
Imagen 56: Modelo del Terraplén con Geoespuma	184
Imagen 57: Modelo del Terraplén con Material de cantera	185
Imagen 58: Respuesta del Modelo	185
Imagen 59: Respuesta del Modelo- Fuerzas Cortantes	186
Imagen 60: Respuesta del Modelo- Asentamientos	186
Imagen 61: Propiedades de los Materiales a Modelar	188
Imagen 62: Elementos de Soporte del Modelo	189
Imagen 63: Método de Análisis	189
Imagen 64: Respuesta del MODELO	190
Imagen 65: Generación de la malla de elementos finitos	190
Imagen 66: Cabeza de presiones y Volumen de infiltración	191
Imagen 67: Líneas de flujo	191
Imagen 68: Trazo, Nivel y Replanteo	194
Imagen 69: Movimiento De Tierras	195
Imagen 70: Base del Terraplén	195
Imagen 71: Colocación De Geotextil	196
Imagen 72: Trazo Para Hincado De Pilotes	196
Imagen 73: Mejoramiento Suelo Cemento 1:20 E=0.10m	197
Imagen 74: Entibado Y Excavación De Zanja Para Uñas De Pantalla De Confinamiento	198
Imagen 75: Colocación De Anclaje Longitudinal Y Geomalla Biaxial (Primera Etapa En La Base De Terraplén)	198
Imagen 76: Vaciado De Uña De Pantalla De Confinamiento Y Colocación De Capa N°01 De Geoespuma	199
Imagen 77: Colocación De Capa N° 02, 03 Y 04 De Geoespuma	200
Imagen 78: Colocación De Tensor Transversal	201
Imagen 79: Colocación De Bloques De Geoespuma En Veredas (Capa 01)	201
Imagen 80: Colocación De Manta Geotextil	202
Imagen 81: Encofrado De Pantalla De Confinamiento	202
Imagen 82: Colocación De Bloques De Geoespuma En Veredas (Capa 02) Y Geomalla En Vereda	203
Imagen 83: Relleno Con Material De Préstamo Y Compactado	204
Imagen 84: Traslape De Geomalla Biaxial En Eje De Vía	204
Imagen 85: Sub Base De Pavimento Rígido	205
Imagen 86: Base De Pavimento Rígido	205

Imagen 87: Excavación De Zanja Para Uña De Pavimento Rígido Y Engrampe De Geomalla.....	206
Imagen 88: Encofrado De Pavimento Rígido.....	206
Imagen 89: Vaciado De Mortero F´C=210kg/Cm2 En Losa De Rodadura	207
Imagen 90: Vaciado De Mortero F´C=210kg/Cm2 En Losa De Rodadura (Etapa2)...	207
Imagen 91: Encofrado De Veredas	208
Imagen 92: Vaciado De Mortero F´C= 175kg/Cm2 En Veredas (Etapa1)	208
Imagen 93: Juntas Asfálticas En Pavimento Y Vereda	208
Imagen 94: Sellado Con Mortero De Sección Transversal De Terraplén	209
Imagen 95: Baranda De Seguridad	209
Imagen 96: Vehículo usado para la prueba de carga.....	210
Imagen 97: Toma de datos de Nivelación	211
Imagen 98. Sección Transversal Terraplén con Relleno Granular.....	214
Imagen 99. Sección Transversal Terraplén Relleno con Geoespuma	221

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Recurrencia de niveles máximos de las estaciones limnimétrica de Iquitos	75
Gráfico 2: sección típica de los prototipos modelados	106
Gráfico 3: cota piezométrica	107
Gráfico 4: modelo del prototipo 1 con espaldón inundado.....	108
Gráfico 5: cota piezométrica ensayo 2.....	109
Gráfico 6: modelo del prototipo 1 sin espaldón inundado	109
Gráfico 7 cota piezométrica ensayo 1	111
Gráfico 8: modelo del prototipo 3 sin espaldón inundado	111
Gráfico 9: cota piezométrica ensayo 2.....	112
Gráfico 10: Perdida de carga hidráulica Prototipo 3	112
Gráfico 11: Esfuerzo deformación prueba D20	126
Gráfico 12: Esfuerzo deformación prueba D15	128
Gráfico 13: Esfuerzo deformación prueba D-20-15	131
Gráfico 14: Sección De Terraplén, Juntas Entre Bloques	137
Gráfico 15: Modelo de análisis del terraplén.....	141
Gráfico 16: Ubicación De Los Puntos De Referencia.....	212

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Técnicas y Procedimientos de Recolección de Datos	71
Cuadro 2: Punto de Control Topográfico	73
Cuadro 3: Cuadro Resumen de Resultados Obtenidos en Laboratorio-.....	77
Cuadro 4: Parámetros de diseño	77
Cuadro 5: Resultados de ensayos de laboratorio de Mecánica de suelos	79
Cuadro 6: Ensayos de Geoespuma, Laboratorio Pontificia Universidad Católica del Perú	80
Cuadro 7: Ensayos de Geoespuma, Laboratorio Pontificia Universidad Católica del Perú	80
Cuadro 8: Resultados Corte directo, Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER	81
Cuadro 9: Resultados Corte directo, Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER	81

Cuadro 10: Resultados de Compresión no confinada, Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER	82
Cuadro 11: Resultados de Compresión no confinada, Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER	82
Cuadro 12: Resultados Triaxial no Consolidado Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER	82
Cuadro 13: Resultados Triaxial no Consolidado Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER	83
Cuadro 14: Resultados Ensayo De Compresión Suelo-Cemento, Ensayo De Compresión Suelo-Cemento	83
Cuadro 15: Resultados Ensayo De Compresión Suelo-Cemento, Ensayo De Compresión Suelo-Cemento	84
Cuadro 16: parámetros de relación de escala	87
Cuadro 17: Resultados de ensayo de Carga	121
Cuadro 18: Datos promedios registrados de la prueba D-20	125
Cuadro 19: Cuadro 02-Datos registrados de la prueba D-20	126
Cuadro 20: Datos promedios registrados de la prueba D-15	128
Cuadro 21: Datos registrados de la prueba D-15	129
Cuadro 22: Datos registrados de la prueba D-20-15	130
Cuadro 23Cuadro 06-Datos registrados de la prueba D-15	132
Cuadro 24: Datos de entrada	141
Cuadro 25: Cuadro de valores deducidos a partir de ensayos triaxiales	145
Cuadro 26: Comparación de Resultados	148
Cuadro 27: Cuadro de Resultados de Estabilidad del Terraplén	180
Cuadro 28: Diferencia de Cotas Posterior a la Carga	212
Cuadro 29: Resumen de Metrado Terraplén con Relleno Granular	216
Cuadro 30: Costo Directo Terraplén con Relleno Granular	218
Cuadro 31: Gastos Generales Variables Terraplén con Relleno Granular	219
Cuadro 32: Gastos Generales Fijos Terraplén con Relleno Granular	220
Cuadro 33: Resumen de Gastos Generales Terraplén con Relleno Granular	220
Cuadro 34: Valor Referencial Terraplén con Relleno Granular	221
Cuadro 35: Resumen de Metrado Terraplén Relleno con Geoespuma	226
Cuadro 36: Presupuesto de Terraplén Relleno con Geoespuma	228
Cuadro 37: Gastos Generales Variables Terraplén Relleno con Geoespuma	229
Cuadro 38: Gastos Generales Fijos Terraplén Relleno con Geoespuma	230
Cuadro 39: Resumen de Gastos Generales Terraplén Relleno con Geoespuma	230
Cuadro 40: Valor Referencial de Terraplén Relleno con Geoespuma	231
Cuadro 41: Resumen comparativo Técnico-Económico	231

ÍNDICE DE HOJAS DE CÁLCULO

Hoja de Cálculo 1: Empuje Lateral de Tierra, Método de Rankine	144
Hoja de Cálculo 2: Empuje Lateral de Tierra, Método Propuesto para sistema de relleno Suelo-Geoespuma	147
Hoja de Cálculo 3: Aumento Vertical del Esfuerzo, Verificación de la capacidad de carga admisible de la Geoespuma	150
Hoja de Cálculo 4: Comprobación Del Cortante En La Pantalla	152
Hoja de Cálculo 5: Factor de seguridad la Resistencia del Anclaje	153

Hoja De Cálculo 6: Pilotes Cargados Lateralmente En Arcilla: Análisis Por Carga Última; Método De Broms-Braja M. Das (2001)	157
Hoja de Cálculo 7: Estimación De La Capacidad De Carga De Pilote En Arcilla	159
Hoja De Cálculo 8: Resistencia Por Levantamiento De Pilotes En Arcillas, (Das Y Seely-1982)	161
Hoja de Cálculo 9: Asentamiento De Pilotes Con Cargas De Trabajo, VESIC (1977)	162
Hoja De Cálculo 10: Esfuerzo Sobre El Suelo De Fundación En Avenida (Inundación)	164
Hoja De Cálculo 11: Esfuerzo Sobre El Suelo De Fundación En Vaciante (Estiaje) ..	165
Hoja De Cálculo 12: Cálculo De Empuje Hidrostático Condición De Inundación (Avenida)	167
Hoja De Cálculo 13: Cálculo De Empuje Hidrostático Condición De Vaciante (Estiaje)	168
Hoja De Cálculo 14: Estabilidad Al Volteo Del Terraplén En Avenida (Inundación): Carga Hidrostática Externa Ambos Extremos	170
Hoja De Cálculo 15: Estabilidad Al Volteo Del Terraplén En Avenida (Inundación): Carga Hidrostática Externa Ambos Extremos	171
Hoja De Cálculo 16: Aumento Vertical De Esfuerzo-Relleno Con Geospuma.....	173
Hoja De Cálculo 17: Aumento Vertical De Esfuerzo-Relleno Con Material Convencional	175
Hoja De Cálculo 18: Asentamiento Unidimensional: Terraplén Con Relleno Convencional En Época De Estiaje.....	176
Hoja De Cálculo 19: Asentamiento Unidimensional: Terraplén Con Relleno De Geospuma En Época De Estiaje	179

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: REGISTRO DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS MUESTRAS DE GEOESPUMA	249
ANEXO B: RESULTADOS DE ENSAYOS DEL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	291
ANEXO C: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO MATERIAL DE PRÉSTAMO	302
ANEXO D: DISEÑO DE MEZCLAS	313
ANEXO E: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO PARA PROBETAS DE SUELO CEMENTO	326
ANEXO F: RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE CORTE DE VELETA EN LOS POZOS DE ENSAYOS	338
ANEXO G: DATOS REGISTRADOS EN LOS ENSAYOS DE INUNDACIÓN DE PROTOTIPOS MODELADOS A ESCALA REDUCIDA	341
ANEXO H: DATOS REGISTRADOS DE LA PRUEBA DE CARGA A LOS PROTOTIPOS MODELADOS A ESCALA REDUCIDA	356
ANEXO I: DATOS REGISTRADOS EN LOS ENSAYOS DE CARGA ESFUERZO-DEFORMACIÓN DE LOS BLOQUES DE GEOESPUMA	358
ANEXO J: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	372
ANEXO K: DIAGRAMA GANTT DE PROGRAMACIÓN	402
ANEXO L: PLANOS DE DISEÑO PRELIMINAR DEL TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA	405

ANEXO M: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA PARA LOS ENSAYOS DE INUNDACIÓN	409
ANEXO N: DISEÑO PARA EL MODELAMIENTO DEL TERRAPLÉN A ESCALA REDUCIDA 1:16.....	411
ANEXO O: PLANO DE DISEÑO DE PÓRTICO PARA LA EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE CARGA A LOS PROTOTIPOS MODELADOS A ESCALA REDUCIDA	413
ANEXO P: PLANOS DE EXPEDIENTE PARA EJECUCIÓN DEL TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA	415
ANEXO Q: PLANOS AS BUILT DEL TERRAPLÉN CON GEOESPUMA EJECUTADO A ESCALA NATURAL	420
ANEXO R: DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS DEL PROYECTO	434

RESUMEN

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

En este trabajo de investigación se presenta la propuesta, desarrollo, y ejecución de un diseño para terraplenes cimentados sobre suelos blandos y zona inundable con relleno de Poliestireno Expandido (Geoespuma), como parte de su aplicación en obras de ingeniería geotécnica y vial. Además, se propone un método de cálculo para determinar los empujes laterales producidos por un sistema de relleno Suelo-Geoespuma.

El Poliestireno Expandido (Geoespuma) es muy utilizado en América Latina, pero en el Perú aún no se ha incorporado como un material alternativo para obras de ingeniería geotécnica y vial; esto debido a la falta de investigación para poner a prueba las propiedades de la Geoespuma en interacción con suelo característicos del territorio peruano.

La investigación se desarrolló de la siguiente manera: Etapa de estudios básicos y propuesta de diseño. Etapa de corrida experimental y evaluación de la propuesta de diseño; donde se ejecutó modelos a escala reducida para ser evaluados en condiciones de inundación y se realizó memorias de cálculo del diseño del terraplén y modelamientos con software. Finalmente, la etapa de ejecución y construcción de la propuesta de diseño definitivo; como parte de esta etapa se realizó una validación del diseño con una prueba de carga estática no estandarizada realizada a los 28 días de finalizada la construcción del terraplén.

Con los resultados obtenidos y la información recopilada en este trabajo de investigación se marca un hito para el uso de la Geoespuma en obras de ingeniería Geotécnica y vial en el Perú, estableciendo nuevos parámetros de diseño, y brindando a la comunidad de la ingeniería peruana una visión para buscar recursos tecnológicos alternativos, y amigables con el medio ambiente, además de ser eficientes técnicamente.

PALABRAS CLAVES: Poliestireno expandido, Geoespuma, terraplén, suelo blando, empujes laterales, sistema Suelo-Geoespuma.

ABSTRAC

"USE OF THE POLYSTYRENE EXPANDED ON AN EARTHPLACE FOR FLOORING ON SOFT FLOOR IN THE FLOOD DISTRICT AREA OF PUNCHANA - MAYNAS 2019"

This research work presents the proposal, development, and execution of a design for embankments founded on soft soils and a floodable area filled with Expanded Polystyrene (Geofoam), as part of its application in geotechnical and road engineering works. In addition, a calculation method is proposed to determine the lateral thrusts produced by a Soil-Geofoam filling system.

Expanded Polystyrene (Geofoam) is widely used in Latin America, but in Peru it has not yet been incorporated as an alternative material for geotechnical and road engineering works; this due to the lack of research to test the properties of the Geofoam in interaction with soil characteristic of the Peruvian territory.

The research was carried out as follows: Basic studies stage and design proposal. Experimental run stage and evaluation of the design proposal; where it was executed reduced-scale models to be evaluated under flood conditions and memory calculations of the embankment design and modeling with software were made. Finally, the stage of execution and construction of the definitive design proposal; As part of this stage, a design validation was performed with a non-standardized static load test. carried out 28 days after the completion of the embankment.

With the results obtained and the information collected in this research work, a milestone is established for the use of Geofoam in Geotechnical and road engineering works in Peru, establishing new design parameters, and providing the Peruvian engineering community with a vision to look for alternative technological resources, and friendly to the environment, in addition to being technically efficient.

KEYWORDS: Expanded polystyrene, Geo-foam, embankment, soft floor, lateral thrusts, Floor-Geo-foam system.

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de tesis titulado “Uso Del Poliestireno Expandido En Terraplén Para Pavimento Sobre Suelo Blando En Zona Inundable Distrito De Punchana - Maynas 2019”, se desarrolla como parte complementaria de la ejecución del proyecto: “DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO”. Proyecto ejecutado en el marco del convenio de Asociación para la Ejecución del Proyecto, donde la Universidad Científica del Perú participa como entidad asociada y ECOPOR S.A.C como entidad ejecutora del convenio N.º 263-INNOVATE PERÚ-PIEC1-2008.

El Poliestireno Expandido denominado también en la investigación como Geoespuma, es un material que se obtiene a partir de la transformación del poliestireno expandible. Esta materia prima, es un polímero del estireno (plástico celular y rígido) que contiene un agente expansor: el pentano. Como todos los materiales plásticos, el poliestireno expandido deriva en último término del petróleo.

La Geoespuma es muy utilizada en diversos países como Alemania, Holanda, México, EE.UU., y países sudamericanos como Ecuador, Colombia, Y Bolivia. En general, el uso del poliestireno expandido en la ingeniería geotecnia es muy amplia.

La nula presencia de rocas y gravillas en los suelos de la amazonia peruana, y el agotamiento de los materiales de rellenos granulares (arena fina), para la conformación de terraplenes para pavimentos, base y sub-base, hace necesario la búsqueda de alternativas tecnológicas, que de manera sustentable reemplacen a los materiales requeridos. Además, se tiene que afrontar la presencia de suelos blandos de baja capacidad portante, lo cual hace necesario plantear un diseño de un terraplén de baja densidad, para que el suelo de fundación no falle con el peso propio de la estructura. El costo ecológico-ambiental es también un factor incidente, debido a los grandes volúmenes del

material de relleno convencional que se explotan cada año; y algunos de explotación ilegal.

En la investigación se propone el diseño de un terraplén con un sistema de relleno Suelo-Geoespuma, que disminuye cerca del 85% el uso de material convencional (Arena fina), además se propone un método de cálculo de empujes laterales especial para el sistema Suelo-Geoespuma.

Para la validación del diseño propuesto se ejecutó modelamientos físicos a escala reducida 1:8, ejecutados en las instalaciones de la empresa ECOPOR S.A.C, con los cuales se obtuvieron idealizaciones para el método de cálculo de empujes laterales y otros; además se pudo simular la construcción en campo del terraplén, lo cual ayudo para definir los detalles técnicos de construcción.

Para la validación del diseño definitivo se desarrolló un expediente técnico de obra, y posteriormente se ejecutó el prototipo a escala natural construido a partir de los modelamientos físicos y ensayos realizados; este proyecto está ubicado entre el pasaje las Gardenias y prolongación Independencia, AAHH San Valentín, Distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto-Perú.

El uso o aplicación de la Geoespuma como material de relleno en obras de ingeniería, se propone como alternativa de solución para los problemas ambientales, como alternativa para solucionar problemas geotécnicos de estabilidad y capacidad de carga, y además como alternativa para optimizar procedimientos constructivos en obra.

1.1. Planteamiento del problema

1.1.1. Descripción del problema

En la etapa de planificación y diseño de un proyecto de obra civil, los ingenieros proyectistas tienen que enfrentarse a un sin número de problemas y dificultades originados por diversos factores; específicamente los ligados a las características del terreno como la ubicación en una zona inundable, presencia de acuíferos, afluentes, y sistemas de alcantarillado; además de las propiedades físicas, químicas y mecánicas del suelo como la baja capacidad portante y plasticidad.

La cimentación de una estructura es, tal vez siempre, el origen de muchas dificultades en un proyecto, pues casi nunca se tiene a disposición lo que muchos ingenieros podrían denominar “suelos ideales de cimentación”. Los problemas y dificultades provenientes de dichas características tienen que ser resueltas minuciosamente y demandan la mayor atención de los proyectos, pues se busca siempre la solución más conveniente y coherente con la realidad del proyecto, de manera que el proyecto sea viable y el procedimiento constructivo sea el más óptimo.

Ante esto los ingenieros deben buscar soluciones prácticas y elegir ante una variedad de opciones, y muchas veces las opciones no son las adecuadas, entonces se puede afirmar que no son suficientes las alternativas que un ingeniero tiene al alcance para enfrentar las dificultades originadas por la naturaleza del suelo.

En general, casi todos los problemas geotécnicos en un suelo residual ocurren en la zona del suelo que no está saturada, donde la resistencia al corte del suelo está íntimamente ligada a la presión de succión del agua. Por tanto, a diferencia de otros materiales geotécnicos, la evaluación de parámetros de resistencia al corte requiere el uso combinado de condiciones de saturación y de confinamiento similares a las existentes en el momento que ocurre la falla, o de lo contrario se obtienen valores de resistencia muy lejanos de los que existieron en la naturaleza (**Carrillo, 2017. pág. 1**).

Según Bustamente Chacón (Investigador Asociado, Laboratorio Geotécnico del CISMID). En la ciudad de Iquitos los sedimentos predominantes son arena fina y arcilla. No se observa en la zona afloramientos rocosos, ni sedimentos del tipo de agregados gruesos. En la secuencia estratigráfica de la región se reconoce que los estratos se adelgazan y aumentan de potencia y los entrecruzamientos son frecuentes. Estas manifestaciones en los estratos muestran oscilaciones de un ambiente continental inestable, donde las oscilaciones han sido variables y el relieve deposicional algo irregular.

Para **Carrillo**. Recientes revisiones del estado del arte sobre el comportamiento de los suelos tropicales han concluido que, a diferencia de otros materiales geotécnicos, no es posible todavía hacer generalizaciones que sean válidas

universalmente, Hay razones importantes para esto: no existe todavía suficiente conocimiento fundamental del suelo tropical, en especial con respecto a sus propiedades químicas y mineralógicas y a su comportamiento mecánico y por otro lado, los métodos de análisis de estabilidad aceptados por la comunidad geotécnica no conducen aún a resultados satisfactorios para estos materiales. **(Carrillo, art. Conferencia especial, “Diseño geotécnico en los suelos de la selva”, 2107. pág. 1).**

En general, la amazonia peruana es un territorio donde predomina la presencia de suelos granulares finos y suelos cohesivos, además de zonas pantanosas e inundables, el comportamiento de los suelos ante estos determinados agentes climáticos afecta directamente las estructuras construidas, pues los cambios de volúmenes, el aumento de humedad y la erosión son factores que desestabilizan la superficie de fundación haciendo que las estructuras se debiliten y pierdan sus propiedades de resistencia. Esto representa un alto coste de mantenimiento y reparación de infraestructuras, y el agotamiento de recursos que pueden ser invertidos en nuevos proyectos **(Carrillo, 2017).**

Los suelos blandos, en la Ingeniería Civil, plantean problemas de todo tipo en las construcciones, ya sean estas vías de comunicación, como carreteras o ferrocarriles, o en las cimentaciones de edificaciones y obras civiles en general. Estos suelos deben ser analizados y tratados convenientemente, caso contrario, es de esperarse situaciones no deseadas a corto y largo plazo. **(Zamora, 2014, pág. 2).**

Según **Luis Fernando Álvarez y Ulises Irigoien (2014)**, Iquitos es la ciudad más poblada de todo el oriente peruano, ya que cuenta con una población aproximada de 480,561 habitantes y cerca de 136,654 habitantes ubican su residencia en zonas inundables de las áreas periféricas al casco urbano; es decir son los componentes de la llamada población urbano-marginal que no disponen de vías adecuadas en la época de creciente para el tránsito peatonal ni vehicular para mejorar sus condiciones de vida.

Los proyectos viales como carreteras y puentes son obras civiles esenciales para el desarrollo de una localidad, la interconexión de las ciudades es un elemento esencial que dinamiza la economía de departamentos, provincias y

distritos; permite el intercambio de materia prima y productos de difícil transporte aéreo y lento transporte pluvial, en líneas generales puede impulsar el desarrollo de todo un país. La falta de interconexión representa a la vez una problemática social, la calidad de vida de la población se ve afectada si tenemos en cuenta el difícil acceso a tecnologías para el desarrollo social y profesional.

El departamento de Loreto, es una región donde la interconexión terrestre representa un gran reto, esto debido a diversos factores, como los ambientales, climáticos, económicos y sobre todo a los factores relacionados a la naturaleza del terreno. Las características de los suelos de la región hacen difíciles la ejecución de proyectos viales, debido a la falta de materiales sustitutos para el reforzamiento de los suelos blandos, y su difícil tratamiento para que sean adecuados para la cimentación de estructuras.

Como es sabido, las inundaciones en la ciudad de Iquitos se presentan como el riesgo natural más significativo y recurrente que aparece todos los años en la temporada de lluvias donde el nivel del agua crece considerablemente. En la periferia de la ciudad existen innumerables asentamientos poblacionales ubicados en zonas de condición no habitable por los altos niveles de inundación donde los pobladores, que se han asentado en estas áreas, han construido sus viviendas sobre pilotes de horcones con tablas y listones de madera a una altura por encima del nivel de inundación, que en algunos casos llega hasta los 6 o 7 metros sobre el terreno natural. **(Álvarez e Irigoín, 2014).**

Según **Gómez (2009)**, para evitar los riesgos vinculados a las inundaciones, el planteamiento actual de los proyectos de obras lineales (carreteras, ferrocarriles, canales, oleoductos o similares) conduce a seleccionar los materiales y a utilizar no más que suelos poco activos al agua, en la construcción de terraplenes que se sitúan en zonas húmedas o potencialmente inundables. Esta medida de precaución puede tener importantes consecuencias financieras y medioambientales. Desde el punto de vista ambiental, quizá se realiza una explotación exagerada de recursos en materiales no renovables. Desde el punto de vista financiero, el coste de los materiales poco activos al agua extraídos fuera de la zona de influencia del proyecto, es generalmente superior (un orden de magnitud o más) al coste de

los materiales eventualmente disponibles en la zona de influencia de la obra. Esto podría explicarse, entre otros muchos factores, a la escasez de datos y observaciones realizados sobre obras reales y a la dificultad de establecer vínculos entre los ensayos de laboratorio y el comportamiento a escala real. **(Gómez, 2009, pág. 1)**

En la ciudad de Iquitos, se encuentra la carretera IQUITOS-NAUTA, con una longitud de 98.4 km. Esta carretera es un claro ejemplo de la complejidad de la construcción de una carretera en la región de Loreto.

Desde su inauguración esta carretera ha sufrido un deterioro prematuro, erosiones y asentamientos producidos por los diversos factores climáticos de la región; las fallas y accidentes estructurales más resaltantes de la carretera Iquitos-Nauta son las de abril de 2015, localizadas en el kilómetro 21.7 y 22.5, la filtración de agua como el mal estado del alcantarillado, provocó el colapso en los dos tramos de la vía. Este es un claro ejemplo de que los suelos y las condiciones climatológicas en la región de Loreto, no son las óptimas.

Una referencia más cercana es la construcción del Puente Nanay, el puente atirantado más largo del Perú, que está siendo ejecutado, y los factores que tienen que contrarrestar son los suelos inestables y las inundaciones.

El efecto que causan las variaciones de humedad sobre el comportamiento de las capas estructurales de los terraplenes y del terreno subyacente (explanadas), genera un continuo estudio por parte de los investigadores y una especial atención de las administraciones de carreteras. Aunque hoy se comprenden razonablemente bien muchos aspectos del papel que juega el agua en este tipo de estructuras (variaciones estacionales del contenido de humedad, efecto de la humedad sobre la deformabilidad y rigidez de las capas, interacción con las cargas del tráfico, procedencia de las aguas de infiltración, papel del drenaje), los fenómenos son complejos, especialmente condicionados por el clima local de la zona de proyecto y por las propiedades de los materiales utilizados. **(Gómez, 2009, pág. 1).**

Según **Xiangyue Li y Víctor Arroyo (2011)**, varios factores inciden en la inestabilidad de taludes y la erosión hídrica, desde meteorológicos e hidrológicos hasta geológicos y geotécnicos. Sin duda, el agua juega un papel

prominente. Los suelos y rocas son materiales porosos, saturados o parcialmente saturados por el agua. Ésta, al fluir a través de los poros del suelo, ocasiona fuerzas de arrastre a su esqueleto sólido, las que se conocen como fuerzas de filtración, mismas que hacen cambiar el estado de esfuerzos y deformaciones de los materiales. Los esfuerzos cortantes generados pueden rebasar las resistencias, propiciando grandes desplazamientos o hasta fallas totales en la masa de los materiales. **(Xiangyue, 2011, pág. 3)**

El costo ecológico involucrado es también bastante alto, dados los grandes volúmenes del material de relleno a explotar, este material en ocasiones es escaso en la zona, lo que involucra el transporte a grandes distancias, o el empleo de materiales que no cumplen con las normas existentes.

Los suelos compresibles de baja capacidad portante o turba, representan un problema serio, no sólo durante el proceso de construcción de terraplenes sino a lo largo de su vida útil. Las zonas inundables son frecuentes en la región de Loreto, en la provincia de Maynas existen muchos centros poblados ubicados en zonas inundables, donde los proyectos de conexión vial también son necesarios a ser desarrollados. Hay varias soluciones para encarar el diseño de terraplenes sobre turba. Cuando el espesor de la misma es reducido (1 a 2 m), lo más conveniente es remover la turba y apoyar el terraplén sobre un lecho firme. Cuando los espesores son mayores, hay varias soluciones. **(Cordo et al., “Diseño de terraplenes sobre suelos turbosos y propuesta para su construcción”, pág. 3).**

Según **Silva y Rodríguez** (citado por Cordo), una manera de apoyar el terraplén sobre suelo turboso, es fundar el terraplén sobre pilotes que atraviesen la turba y apoyen en un estrato resistente situado por debajo.

Esta solución asegura que el terraplén no va sufrir asentamientos, pero la gran cantidad de pilotes requeridos hace que esta solución sea muy onerosa en tramos largos. **(Cordo et al., “Diseño de terraplenes sobre suelos turbosos y propuesta para su construcción”, pág. 3).**

Según **(Zamora, 2014)**. Para apoyar terraplenes sobre suelos blandos es necesario diseñar un tratamiento de mejora del terreno que permita acelerar los

procesos de consolidación, disminuir los asentamientos y, por ende, asegurar la estabilidad de los terraplenes frente al deslizamiento.

Luego del tratamiento, el terreno acaba modificando sus propiedades y su respuesta frente a acciones exteriores. Entre estos tratamientos de mejora tenemos a la precarga, el uso de drenes verticales, las columnas de mortero, la estabilización con cal, la compactación dinámica, las columnas de grava, entre otros. **(Zamora, 2014).**

Hoy en día existen muchas publicaciones referentes al tema de mejora del terreno, las cuales enfocan el planteamiento teórico, el diseño, la ejecución y las experiencias recogidas en obras civiles alrededor del mundo. **(Zamora, 2014).**

(Murillo, 1990). Para la remoción de las aguas pluviales, el abatimiento de niveles y las presiones del agua o para el desalojo de filtraciones, se utiliza un textil en contacto con el suelo por drenar, relleno con material permeable granular, que puede incluir una tubería perforada para obtener una mayor eficiencia. Es recomendable que la relación de permeabilidades sea mayor de 100 en suelos cohesivos (Chemie, 1987). Los drenes pueden tener cualquier pendiente. En el Lago Nabor Carrillo, se utilizaron drenes horizontales de este tipo, formados con grava-arena de tezontle, envuelta en textil destinado a servir de bajo alfombra y cuyas propiedades de resistencia y permeabilidad fueron verificadas en el laboratorio. La función de estos elementos es desalojar las filtraciones captadas por el filtro vertical del terraplén (Rodríguez, 1982).

Los elementos conformados con un núcleo drenante de material plástico rodeado por el textil, que se hincan mecánicamente o se colocan en perforaciones, en posición vertical o cercana a ésta, reciben el nombre de geodrenes. Se usan principalmente para acelerar el proceso de consolidación de los suelos blandos, por lo que se combinan con la colocación de cargas sobre el terreno de cimentación. Este tipo de aplicación se realizó en 1981, en el terraplén del Acueducto Teapa-Barrillas (que finalmente no se concluyó), en Coatzacoalcos. Con estos drenes verticales hincados con maquinaria especial, se logró consolidar y estabilizar de manera rápida el cuerpo del borde de arena **(Murillo, 1990).**

(Henríquez, Pedrals & Valdés, 2009). Las mechas drenantes comenzaron sus aplicaciones en gran escala en la década del 30' en Suecia, pero no fue hasta la década del 70' que su mejor diseño hizo extensiva su aplicación mundial. Su diseño consiste esencialmente en un filtro de geotextil que rodea un núcleo plástico, el cual posee canales para permitir el flujo de agua en sección rectangular y de dimensiones típicas de 10 cm de ancho por 3 a 9 mm de espesor.

El uso principal de las mechas drenantes, es el de acelerar el proceso de consolidación para disminuir en forma significativa el tiempo de asentamientos de terraplenes sobre suelos blandos, tales como limos, arcillas, limos y arcillas orgánicas, turba y fangos **(Henríquez, Pedrals & Valdés, 2009).**

En la práctica, las mechas drenantes son utilizadas en situaciones donde el suelo a tratar es altamente compresible, con baja permeabilidad y totalmente saturado en su estado natural, es decir, en condiciones donde cualquier incremento en la presión efectiva se traduce en un incremento en las presiones de poros que se disipa de manera muy lenta. La instalación de las mechas provee un recorrido de drenaje menor, lo que provoca una mayor rapidez de liberación de las presiones de poros, y que resulta en una mayor velocidad de los asentamientos **(Henríquez, Pedrals & Valdés, 2009).**

La instalación del sistema de mechas drenantes requiere un conocimiento cabal del terreno, considerándose crítico conocer las propiedades geomecánicas, extensión, profundidad de los estratos de suelos, además de la toma de muestras inalteradas para determinar presiones de preconsolidación, coeficientes de compresibilidad y consolidación, tanto verticales como horizontales **(Henríquez, Pedrals & Valdés, 2009).**

La AASHTO y otras entidades recomiendan que los muros de tierra con geosintéticos sean construidos utilizando materiales granulares como relleno. Esta recomendación tiene su fundamento en la preocupación del mal drenaje de los materiales finos, el cual conduce a la pérdida de resistencia al cortante y problemas de movimientos después de la construcción **(Zornberg y Mitchell, 1994).**

Existen métodos constructivos de terraplenes, y estos son fundamentados en su aplicación, generalizando condiciones inexistentes en la región de la amazonia; aplicar los métodos convencionales, significa utilizar materiales de relleno escaso, suelos altamente compresibles de baja capacidad portante, y demanda procesos constructivos complejos que tienen que desarrollarse prediciendo el factor climatológico. Las lluvias retrasan los trabajos de construcción y excavación; además los trabajos de compactación del relleno del terraplén deben de ser los más óptimos, pero esto demanda procedimientos largos, además requieren la verificación de la compactación mediante ensayos DPL, Densidad de Campo, etc.

Ante este factor predominante en los suelos de la amazonia, se pretende desarrollar la investigación que conlleve a la formulación de un protocolo para el uso del poliestireno expandido en terraplenes para pavimentos sobre suelos blandos en zonas inundables, dicho proyecto se desarrollara en el distrito de Punchana, específicamente entre la intersección de la calle San Valentín y la Prolongación Independencia. Zona donde es predominante un suelo blando y es afectada por temporadas de inundación; además entre la intersección se entrecruza con una alcantarilla provisional que desemboca en el rio Nanay y pasa recolectando las aguas residuales y aguas pluviales. Estas características de la ubicación representan un escenario muy desfavorable para la ejecución del proyecto, y representa a la vez el mejor ambiente para poner a prueba un diseño de terraplén no convencional.

El diseño del terraplén tendrá una longitud de 15m y será diseñado con una altura que sobrepase un nivel máximo de inundación de los últimos 100 años. Se debe considerar, además, que el uso del poliestireno expandido aliviara el peso de la estructura en conjunto del terraplén, por lo que los suelos colapsables de baja capacidad portante no representaran mayor problema.

1.1.2. Problema general

¿Cuál es la aplicación del Geobloque de Poliestireno Expandido en terraplenes cimentados sobre suelos blandos y en zonas inundables?

1.1.3. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicas y mecánicas del Geobloque de Poliestireno Expandido que serán utilizadas para diseñar el terraplén cimentado sobre suelo blando y en zona inundable?
- ¿Cuáles son los parámetros que definen el diseño de un terraplén con relleno de Geobloques de Poliestireno Expandido que es cimentado sobre suelo blando y en zona inundable?
- ¿Cómo influye la aplicación del Geobloque de Poliestireno Expandido en el diseño estructural del terraplén cimentado en suelo blando y en zona inundable?
- ¿Cómo influye la aplicación de Geobloques de Poliestireno Expandido en el presupuesto y tiempo de construcción de un terraplén cimentado sobre suelo blando y en zona inundable?

1.2. Justificación e importancia

La aplicación del poliestireno expandido como material de préstamo no convencional para pavimentos sobre suelos blandos de baja capacidad portante es muy utilizada en diversos países como Alemania, Holanda, México, EE.UU., y países sudamericanos como Ecuador, Colombia, Y Bolivia. En general, el uso del poliestireno expandido en la ingeniería geotecnia es muy amplia, Dávila (2013) comenta: Tras sintetizarse en 1930 el poliestireno a nivel industrial y tras su posterior comercialización a partir de la década de los 50, se le han dado a este material múltiples aplicaciones; comenzándose su incorporación a la construcción como material aislante, incorporándose en las últimas décadas como material aligerante en múltiples elementos estructurales. (pag.1)

Dávila (2013) menciona que: “Desde hace unos años, en geotecnia se ha empleado el poliestireno expandido como elemento protector en terrenos potencialmente expansivos y de forma esporádica en rellenos de terraplenados”. (pag.1)

A pesar de que el poliestireno expandido (EPS) es muy utilizado en América Latina, en el Perú aún no se ha incorporado como un material alternativo para obras de geotecnia; esto debido a la falta de investigación para poner a prueba las propiedades del EPS en interacción con suelo característicos de la zona peruana. En esta investigación se va a estudiar las características del material utilizado como material de relleno no convencional para pavimentos sobre suelos blandos de baja capacidad portante, específicamente en la intersección de la calle San Valentín con la Prolongación Independencia, en el distrito de Punchana, Loreto-Perú.

Los sistemas constructivos convencionales han evolucionado de acuerdo a nuevos criterios para el análisis, desarrollo de procesos y puesta en obra. De esta manera aumenta su utilización, ofreciendo una resistencia y capacidad de carga que le permita un desempeño igual o superior a los sistemas constructivos que actualmente se encuentran en aplicación. Además de ello, estos sistemas también imponen características físicas apropiadas en los materiales. (Dávila, 2013, pag.1)

El presente estudio, se justifica, bajo el entendido del objetivo fundamental del uso del poliestireno expandido como material de relleno para brindar a los usuarios un servicio de calidad que satisfaga sus necesidades de movilidad, en zonas inundables; en este caso, con la iniciativa de dar a conocer las propiedades del poliestireno expandido como material de relleno, se presenta una alternativa de construcción de terraplenes en zonas inundables. Dávila (2013) comenta: La promoción de nuevos materiales hizo una importante presión hacia el cambio, particularmente interesante en el momento en que los fabricantes trataban de encontrar aquellas peculiaridades más relevantes de su producto que lo hicieran más llamativo. Los materiales y sus modos de instalación, afrontaron en sus comienzos el rechazo de los usuarios debido a aspectos culturales, a la necesidad de seguridad y estabilidad de materializaba en muros y elementos que se mostrasen sólidos y macizos. Lo liviano, representado en el medio generalmente por la manera, era considerado inversión de poca duración, dejando de lado todas las garantías y comodidades que pudiesen ofrecer los sistemas modernos de construcción. (pág. 11)

Dávila (2013), expresa que: “Los sistemas modernos de construcción son asociados a tecnologías innovadoras y a los nuevos materiales, sistemas livianos que ofrecen la posibilidad de una mayor rapidez de ejecución por montaje. Estas características influyen en gran medida en el aprovechamiento de los materiales y de la mano de obra, ya que la planificación se hace más sencilla, pudiendo cumplir las metas fijadas en cuanto a los recursos económicos y de tiempo”. (pag.1)

La nula presencia de rocas y gravillas en los suelos de la amazonia, y el agotamiento de los materiales de rellenos granulares (arena fina), para la conformación de terraplenes para pavimentos, base y sub-base, hace necesario la búsqueda de alternativas tecnológicas, que de manera sustentable reemplacen a los materiales requeridos. Además, se tiene que afrontar la presencia de suelos blandos de baja capacidad portante, lo cual hace necesario plantear un diseño de un terraplén de baja densidad, para que el suelo de fundación no falle con el peso propio de la estructura.

El costo ecológico-ambiental involucrado es también bastante significativo, dados los grandes volúmenes del material de relleno que se explotan cada año; y algunos de explotación indiscriminada.

Según Álvarez e Irigoien (2014), De acuerdo a las estadísticas, entre el año 1998 al 2010, el consumo de arena blanca cuarzosa en Iquitos ha sido de 3'698,397 metros cúbicos (80% en obras públicas y 20% en obras privadas). La proyección del consumo de arena blanca en Iquitos es crítica ya que se estima que las reservas probadas de las canteras ubicadas en el área de estudio estarán agotándose en el año 2027.

Dentro de los principales efectos ambientales resultantes de la explotación de canteras podemos numerar la pérdida de cobertura vegetal, destrucción de la flora en el área de explotación, desplazamiento de la fauna silvestre, alteración del ciclo de nutrientes, descenso del nivel freático y deterioro de la calidad de aguas subterráneas.

La presente investigación se justifica en el convenio de Asociación para la Ejecución del Proyecto, donde la Universidad Científica del Perú participa como entidad asociada y ECOPOR S.A.C como entidad ejecutora del convenio N.º

263-INNOVATE PERÚ-PIEC1-2008. Según la cláusula decima-2º Párrafo de este convenio: “Las partes acuerdan que los datos generados como producto de trabajos de tesis de pregrado sean publicables”.

Los resultados que se obtengan en la presente investigación contribuirán en la interpretación del comportamiento de la estabilidad de un terraplén con material de relleno de poliestireno cimentado sobre suelos blandos de baja capacidad portante; y, potenciando así la aplicación de la Geoespuma de poliestireno expandido como material de relleno no convencional. La investigación también está justificada desde el punto de vista del aspecto tecnológico, dado que el uso del poliestireno expandido representa un material de aplicación geotécnica nuevo en el Perú, además la investigación incluye procedimiento constructivo y costos de aplicación, nuevos o diferentes en comparación de los diseños convencionales de terraplenes.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Determinar la aplicación del Geobloque de Poliestireno Expandido en terraplenes cimentados sobre suelos blandos y en zonas inundables.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del Geobloque de Poliestireno Expandido que serán utilizadas para diseñar el terraplén cimentado sobre suelo blando y en zona inundable.
- Determinar los parámetros que definen el diseño de un terraplén con relleno de Geobloques de Poliestireno Expandido que es cimentado sobre suelo blando y zona inundable.
- Determinar los beneficios técnicos de la aplicación de los geobloques de Poliestireno Expandido durante la construcción del terraplén cimentado sobre suelo blando y en zona inundable.
- Determinar presupuesto y tiempo de construcción de un terraplén con relleno de Geobloques de Poliestireno Expandido cimentado sobre suelo blando y en zona inundable.

II. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes sobre poliestireno expandido

Ossa López Alexandra (2009), “Comportamiento mecánico del Poliestireno Expandido (EPS) bajo carga de compresión”, En este trabajo de investigación se evaluó el comportamiento a la compresión bajo carga estática del poliestireno expandido mediante observaciones microscópicas y macroscópicas. El estudio microscópico del material permitió identificar los mecanismos de deformación que ocurren en la estructura interna del EPS cuando se encuentra bajo esfuerzos de compresión, mientras que el estudio macroscópico permitió determinar que la densidad del EPS, el esfuerzo de confinamiento y la velocidad de desplazamiento son factores que influyen en las relaciones esfuerzo-deformación del material. La resistencia del EPS aumenta conforme lo hacen la densidad del material y la velocidad de desplazamiento y disminuye en la medida que el esfuerzo de confinamiento aumenta. La temperatura es otro factor que influye en el comportamiento compresivo de EPS; sin embargo, sus efectos no fueron estudiados en este trabajo. **(Alexandra Ossa, 2009, pág., 74)**

Al evaluar el comportamiento a la compresión bajo carga dinámica del EPS se observó que los valores del módulo de rigidez al cortante son sensibles a los cambios de densidad y esfuerzo de confinamiento. Ante un aumento en la densidad del EPS los módulos de rigidez al cortante aumentan. Por otro lado, estos disminuyen cuando el esfuerzo de confinamiento es mayor. Las variaciones en el esfuerzo de confinamiento y la densidad no afectan significativamente los valores del amortiguamiento del material. La influencia de la frecuencia de aplicación de carga en las propiedades dinámicas del EPS no fue analizada en este trabajo. **(Alexandra Ossa, 2009, pág., 74)**

Los resultados de las pruebas realizadas para determinar el comportamiento a compresión del EPS bajo condiciones estáticas y dinámicas mostraron que, a diferencia de los suelos, el esfuerzo de confinamiento ocasiona una disminución en la resistencia a la compresión del poliestireno expandido. Basados en las observaciones microscópicas se planteó la hipótesis de que

este fenómeno obedece a que las presiones de confinamiento deforman volumétricamente estructura celular del material la cual toma una forma reentrante debido al pandeo y flexión de sus elementos haciéndola menos resistente. Adicionalmente, debido a la compresión volumétrica de la estructura celular y por lo tanto de cada perla de EPS ocurre un debilitamiento de las ligas de contacto entre las perlas, lo cual influye aún más en la pérdida de resistencia del material. **(Alexandra Ossa, 2009, pág., 74)**

La influencia de los esfuerzos de confinamiento en la resistencia a la compresión de los bloques de EPS es un aspecto que debe ser tomado en cuenta en el diseño de soluciones a problemas geotécnicos ya que el descartar sus efectos no conduce a resultados conservadores como lo podría ser para el caso de los suelos, y es una de las principales causas de fracaso en la utilización de bloques de EPS en proyectos geotécnicos. **(Alexandra Ossa, 2009, pág., 75).**

La estructura celular del poliestireno expandido presenta un cierto grado de auxeticidad que explica los valores bajos de las relaciones de Poisson del material. Cabe anotar que los valores las relaciones de Poisson reportados en este trabajo de investigación deberán de ser tomados en cuenta como una medida de orden de magnitud debido la dificultad de medir con precisión las deformaciones radiales en las muestras de EPS debido a la presencia de pandeo la mayoría de los casos. **(Alexandra Ossa, 2009, pág., 75)**

Ruiz Zapata Geovanny F. y Ballesteros Intriago Iván E. (2012), en su trabajo de tesis titulada: “Análisis del Poliestireno Expandido como material de relleno en suelos de alta compresibilidad”, presentaron información necesaria para el uso del Poliestireno Expandido (EPS) como material de relleno para mejoramiento de suelos, en zonas donde se encuentra una alta concentración de arcillas (suelos compresibles). Concluyendo lo siguiente:

- Las propiedades mecánicas del Geobloque de EPS cumplen con los propósitos de resistencia de cargas externas y absorción de las mismas a través de su estructura.

- El peso del Geobloque de EPS es cien veces menor al peso del material granular convencional para el relleno, lo que hace que no se incrementen los esfuerzos al suelo de fundación.
- El costo del Geobloque de EPS (por volumen) es bastante elevado en nuestro país, debido a que es un material nuevo y aun no tiene una acogida mayoritaria por las empresas constructoras.
- Debido al elevado costo de material de Poliestireno expandido, en un proyecto puede realizarse un diseño que involucren dos métodos de relleno mejoramiento de suelo. El sistema es compatible con cualquier otro material requerido para un diferente método constructivo.
- El uso del Poliestireno expandido EPS como material de relleno reduce considerablemente el tiempo de construcción, reduciendo así gastos por mano de obra y maquinaria.
- El uso de Geobloque de EPS se lo realiza esencialmente en suelos que presentan propiedades de alta compresibilidad (arcillas), ya que disminuye los asentamientos de la estructura. En los suelos de mejores propiedades mecánicas, el uso se reduce a construcción de terraplenes verticales, para poder disminuir presiones activas en muros de contención.
- El estudio realizado luego de un prolongado intervalo de tiempo, en proyectos existentes con el sistema de Geobloque de EPS alrededor del mundo (Interestatales, aeropuertos, edificios comerciales, etc.), han determinado que el EPS no pierde sus propiedades mecánicas, manteniendo las estructuras con un alto grado de estabilidad. **(Ruiz y Ballesteros, 2012, pág. 244)**

José Miguel Dávila Martín (Sevilla 2013), en su tesis para optar el grado de Doctor titulado: "LA UTILIZACIÓN DE POLIESTIRENO EXPANDIDO EN OBRAS DE GEOTECNIA"; plantea aumentar el campo de aplicación del EPS en el terreno de la geotecnia, ampliando el conocimiento de las propiedades básicas del peroxpan, y analizando la validez de los resultados numéricos obtenidos comparándolos con estudios a escala reducida. Además, profundiza

en el uso de los distintos métodos numéricos de análisis para diversas obras de geotecnia como terraplenes. En la aplicación 1: análisis comparativo del terraplenado de una carretera; analiza tres condiciones distintas de terraplén, las dos primeras con trazado transversal horizontal, pero condiciones de apoyo distintas, y la tercera de ellas con un talud en sentido transversal bastante acentuado. **(Dávila, 2013, pág. 7, 308)**

Dávila (2013), en el capítulo que donde analiza las tres condiciones de terraplenes concluye que:

- Es claro, que el uso de bloques EPS como material de relleno en terraplenes, produce un importante descenso de asientos y presiones en el suelo de apoyo, dado su casi nulo peso específico. (por ejemplo, 302 mm. frente a 58 en la situación T1).
- Entendemos también como una interesante aportación, la reducción de los plazos de ejecución entorno a un 30%, por una parte, por el propio proceso de colocación del bloque, como por la reducción de los plazos de disipación de la presión intersticial. En el caso de emplearse bloques de poliestireno expandido en el terraplén, en las dos fases iniciales correspondientes a la colocación de los bloques, prácticamente no se producen asientos, frente a los resultados empleando relleno de material granular, en el que en esas dos mismas fases los asientos están ya en torno al 40% del total.
- En todas las alternativas analizadas, se ha comprobado cómo se reducen las distorsiones producidas entre el centro y el extremo de la explanada en el caso de terreno sensiblemente horizontal y entre ambos extremos cuando se trate de terraplenes ejecutados en laderas; con la posibilidad de corregir este efecto con la propia geometría de las distintas capas de bloques.
- El fenómeno de colapso presenta diferencias importantes en el caso de emplear o no en el terraplén bloques de peroxpan. Al no verse afectados los bloques por el deslizamiento, la zona afectada por este fenómeno, se reduce de forma radical.

- El uso del EPS en los terraplenes se confirma como una posible alternativa desde un punto de vista técnico e incluso económico, teniendo siempre presente, que, en el caso de emplearse EPS, el factor fundamental en el precio de éste será siempre el precio de la materia prima, y ésta depende a su vez de la evolución de los precios del petróleo. **(Dávila, 2013)**

Almeida Ávila Carlos G. (2014), en su tesis titulada: “Uso de bloques de poliestireno expandido en terraplenes”, presenta el desarrollo de una de las aplicaciones de los bloques de poliestireno expandido (GEOFOAM) dentro del ámbito de la construcción. Además, compara las especificaciones técnicas del poliestireno expandido (establecidas en las Normas ASTM) con el material proporcionado en el país de ECUADOR, y analiza el efecto que tiene la utilización de bloques de poliestireno expandido en terraplenes sobre suelos blandos. **(Almeida, 2014)**

A través la ejecución de ensayos de compresión, flexión, absorción y placa sobre bloques de poliestireno expandido, se comprueban las propiedades mecánicas de los bloques expandido fabricados a nivel nacional, y se determina si los mismos pueden soportar cargas de tráfico; además se da a conocer: el proceso constructivo de obras civiles realizadas con este tipo de material, las bases y criterios necesarios para realizar el cálculo y diseño de terraplenes con el empleo de poliestireno expandido (EPS) o geobloques, y se realiza un análisis de costos para determinar el precio de construcción del mismo. **(Almeida, 2014, pág. 19)**

Almeida (2014), concluye que:

- Los bloques de poliestireno expandido (GEOFOAM), pueden ser por sus características aplicas a una variedad de problemas de ingeniería, en particular sobre terrenos blandos.
- Las pruebas realizadas a los GEOFOAM bajo las normas ASTM, dan resultados que avalan su uso, sin embargo, es conveniente que, al incluir el uso de este material en obras de ingeniería, se establezcan normas nacionales a través del Mtop (Ministerio de transporte y obras públicas).

- Las pruebas han sido realizadas por la Universidad Central del Ecuador con equipos de gran tecnología que posee el laboratorio de Mecánica de suelos durante el periodo de julio a noviembre del 2013 en bloques de poliestireno expandido (GEOFOAM) nos dan los siguientes resultados.

Valores que se encuentran dentro de los rangos específicos:

Densidad promedio=20,26Kg/m³

Resistencia a la compresión=116,49 KPa

Resistencia a la flexión= 222,41 KPa

Absorción de agua por total inmersión= 2,42% en volumen

Módulo de elasticidad= 4,77 MPa

Coefficiente de balasto=13,889 KPa/mm

- Se realizaron evaluaciones de asentamientos generados por dos terraplenes, el primero conformado por materiales convencionales y el segundo conformado por los bloques de poliestireno, concluyendo que los asentamientos disminuyen considerablemente alrededor del 65 % al 70 %.
(Almeida, 2014, pág. 304)

2.1.2. Antecedentes sobre suelos de la Amazonía peruana

MSc. Arnaldo Carrillo Gil (Profesor emérito, Universidad Nacional de Ingeniería), en el artículo de la conferencia especial "DISEÑO GEOTÉCNICO EN LOS SUELOS DE LA SELVA", afirma que: "Recientes revisiones del estado del arte sobre el comportamiento de los suelos tropicales han concluido que, a diferencia de otros materiales geotécnicos, no es posible todavía hacer generalizaciones que sean válidas universalmente, Hay razones importantes para esto: no existe todavía suficiente conocimiento fundamental del suelo tropical, en especial con respecto a sus propiedades químicas y mineralógicas y a su comportamiento mecánico y por otro lado, los métodos de análisis de estabilidad aceptados por la comunidad geotécnica no conducen aún a resultados satisfactorios para estos materiales".(Carrillo, "DISEÑO GEOTÉCNICO EN LOS SUELOS DE LA SELVA" , pág. 1)

Carrillo ("DISEÑO GEOTÉCNICO EN LOS SUELOS DE LA SELVA", págs. 14; 15) concluye que: Los Estudios mencionados en esta Conferencia proporcionan una visión global de las características geotécnicas de los suelos típicos de la selva peruana, así como también algunas de sus condiciones y parámetros geotécnicos de diseño para las futuras obras de ingeniería que se construirán en esta región de nuestro país. Todo esto permitirá en el futuro el desarrollo de nuevos patrones de comportamiento considerando su evaluación experimental y tratamiento estadístico para llegar a una determinación más aproximada de las propiedades ingenieriles que permitan en el futuro la discretización de estos materiales en grupos que presenten diferentes características geotécnicas, y por lo tanto, comportamiento en las obras de ingeniería civil, dado a que, como se ha indicado estos materiales geotécnicos no encuadran satisfactoriamente con muchos de los criterios y métodos tradicionales utilizados en la mecánica de suelos, desarrollando en muchos casos mayores o menores resistencias que lo previsto, debido a que, en estos suelos parcialmente saturados se altera en forma significativa su comportamiento mecánico con las variaciones de humedad prevalecientes en el campo.

Por otro lado, el uso de especificaciones y recomendaciones extrañas al suelo de selva, generadas para lugares donde no existe este tipo de materiales y por lo tanto, no es posible incluidas en las normas de diseño que son comunes en y para otras áreas del mundo donde si son aplicable, hace que el enfoque para el análisis y diseño sea aún más importante, dado a que se cometen graves errores al utilizar normas que han originado graves daños en las obras de ingeniería construidas en la región amazónica peruana.

Como resumen de conclusiones importantes, y que no debemos olvidar al diseñar obras de tierra en nuestra selva, podemos considerar en primer lugar la necesidad de colocar adecuados sistemas de drenaje en todo tipo de obras de ingeniería, desde los pavimentos hasta los muros de sostenimiento, pasando por edificaciones y taludes, además de tomar en cuenta valores de resistencia al esfuerzo cortante convenientemente ajustados a un mecanismo de falla real obtenido si es posible sobre la base de ensayos de campo; no

aceptar ni menos aplicar cualquier especificación o recomendación foránea que no aplica a las características del suelo de nuestra selva, procurar diseñar obras flexibles y no rígidas: y que siempre será deseable monitorear las estructuras de tierra con un adecuado programa de instrumentación geotécnica para obtener resultados de comportamiento que puedan, más adelante, utilizarse en el diseño y construcción de futuros proyectos de ingeniería estables y económicos.(Carrillo, "DISEÑO GEOTÉCNICO EN LOS SUELOS DE LA SELVA")

2.1.3. Antecedentes sobre terraplenes cimentados sobre suelos inestables y blandos

Los Ings. Oscar V. CORDO; Pablo GIRARDI MANCINI y Carlos G. GONZALES ALLADIO; en el artículo titulado "DISEÑO DE TERRAPLENES SOBRE SUELOS TURBOSOS Y PROPUESTA PARA SU CONSTRUCCIÓN", describen el diseño de terraplenes sobre suelos turbosos para el proyecto de la RP 23, Tramo: El Chaltén-Lago del desierto, Pcia de Santa Cruz. Además, analizan la estabilidad de los terraplenes en distintas etapas considerando el aporte del geotextil tejido como refuerzo del conjunto y la posición que ira ocupando este a lo largo del tiempo como consecuencia de los asentamientos del terraplén. **Cordo et al. ("DISEÑO DE TERRAPLENES SOBRE SUELOS TURBOSOS Y PROPUESTA PARA SU CONSTRUCCIÓN", pág. 1)**

Cordo et al., concluyen que: El mecanismo de falla crítico depende del espesor del estrato blando. Para espesores reducidos de turba, la situación se da con falla de talud, mientras que, para grandes espesores de turba, la situación crítica se da con falla de la base.

Por otro lado, es necesario aclarar que siempre van a haber asentamientos, que serán importantes en los primeros tiempos de vida del terraplén y luego su evolución se ira haciendo cada vez más lenta.

El objetivo del geotextil no es evitar los asentamientos, pero cumple una función muy importante en el buen comportamiento del terraplén. En efecto, en primer lugar, evita que el material del terraplén se mezcle con la turba, asegurando sus buenas propiedades geotécnicas y drenantes. Por otro lado, refuerza el talud incrementando notoriamente el coeficiente de seguridad al deslizamiento

del mismo y por último asegura una repartición uniforme de las cargas evitando asentamientos diferenciales, logrando de esta manera una mejor performance del pavimento.

La construcción de terraplenes en zonas que vayan en parte sobre la traza vieja debe hacerse con un estricto control de asentamiento teniendo en cuenta que en la parte vieja la turba ya ha experimentado un incremento de resistencia por efecto de consolidación. Una vez finalizada la primera etapa, se continuará agregando material sobre el terraplén nuevo hasta que la parte nueva y vieja quede a la misma cota. Recién en ese momento se continuará con la construcción hasta la cota final. **Cordo et al. (“DISEÑO DE TERRAPLENES SOBRE SUELOS TURBOSOS Y PROPUESTA PARA SU CONSTRUCCIÓN”, págs. 24 y 25).**

Juan Pablo Zamora Beyk (2014), en su tesis para optar el Título de Ingeniero Civil titulada: “OPTIMIZACIÓN DE TRATAMIENTOS DE SUELOS BLANDOS BAJO TERRAPLENES”, explica los procedimientos para la mejora de los suelos blandos usando los métodos de precarga, drenes verticales y columnas de grava enfatizando estos métodos de mejora de suelos blandos en la ejecución de terraplenes con fines de vías de carreteras, ferrocarriles y otros. **(Zamora 2014, pág. 1).**

Zamora (2014), concluye acerca de los suelos blandos que:

- El diseño simplificado de un terraplén consiste en un análisis sin drenaje de las condiciones de estabilidad durante la construcción o a corto plazo, y un análisis con drenaje a largo plazo luego de la consolidación.
- Los dos grandes aspectos que desde el punto de vista particular geotécnico deben ser considerados como básicos, son los referentes a la resistencia y a la deformabilidad.
- Desde el punto de vista de la resistencia de los suelos blandos, el parámetro más importante es la resistencia al corte no drenado S_u , pues interesa saber el análisis de estabilidad a corto plazo, durante o al final de la construcción.

La resistencia al corte del terreno aumenta con el paso del tiempo, por lo que las condiciones de estabilidad a largo plazo deben mejorar.

- Para la caracterización de suelos blandos, en lo que se refiere a los ensayos de campo, se debe destacar el uso del ensayo de molinete o de veleta (vane test), el ensayo de penetración estática CPT y el ensayo de piezocono CPTU, ya que constituyen una gran herramienta para el cálculo de las características geotécnicas de los suelos blandos.
- En lo que a ensayos de laboratorio se refiere, los ensayos que más interesan son los de consolidación unidimensional y los de resistencia al corte, sean triaxiales o de corte directo o de compresión simple. Estos deberán complementarse con los ensayos de identificación para la caracterización de los suelos.
- Los ensayos de consolidación unidimensional deben ser ejecutados de la manera más cuidadosa posible, procurando no alterar la muestra, para así determinar con la mayor exactitud el módulo de consolidación, los índices de compresión y la presión de preconsolidación. Además, el coeficiente de consolidación C_v hallado con este ensayo es del orden de 50 a 100 veces menores que la realidad, debido fundamentalmente a la permeabilidad de las piedras porosas. (Zamora, 2014, pág. 78).

Milagros Victoria Fuertes Ampuero (Lima, 2016), en su tesis para optar el grado de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, titulado: **“Estudio numérico de terraplenes sobre suelos blandos reforzados con geosintéticos y una capa superficial de arena”**; evaluó el comportamiento de los terraplenes sobre suelos reforzados con geosintéticos en la condición no-drenada y de resistencia creciente con la profundidad. Además, analizó numéricamente la influencia de la rigidez del refuerzo y del espesor de una capa de arena en la superficie; concluyendo que:

- Empleando el método de elementos finitos, es posible simular las etapas de construcción del terraplén sobre suelo blando, considerando los desplazamientos y las tensiones movilizadas del refuerzo. Además de permitir observar las áreas de plastificación del suelo de fundación.

- Para los casos analizados, los contornos obtenidos de deformación permiten definir la forma de la superficie de ruptura.
- Se verifico la influencia de la rigidez del refuerzo en la reducción de los desplazamientos horizontales y verticales en la fundación. Las magnitudes de los desplazamientos fueron reducidas hasta en un 82% con el aumento de la rigidez a 4000KN/m, en comparación con un terraplén no reforzado.
- Con la presencia de la capa de arena en la fundación, los esfuerzos cortantes fueron menores que en los casos de la fundación de arcilla solamente. Esto se puede observar en los gráficos obtenidos con el software Phase2, el valor del esfuerzo cortante al pie del talud es de 0.13 KPa, mientras que, en la fundación con una capa de arena, los esfuerzos cortantes al pie del talud son debido al desplazamiento del mecanismo de ruptura por la presencia de la arena, las tensiones se concentran en la parte central de la fundación debajo del cuerpo del terraplén. En la fundación solamente de arcilla, las tensiones se concentran cerca del pie del talud.

2.1.4. Antecedentes sobre filtración e hidráulica en terraplenes

Xiangyue Li y Víctor Arroyo (2011), en el artículo titulado: “IMPACTO DE FUERZAS DE FILTRACIÓN Y TUBIFICACIÓN RETROGRADA A LA INESTABILIDAD DE TALUD Y EROSIÓN HÍDRICA”, analizan las fuerzas de filtración, haciendo referencia en la inestabilidad de taludes y erosión hídrica.

Xiangyue (2011), afirma que: “Varios factores inciden en la inestabilidad de taludes y la erosión hídrica, desde meteorológicos e hidrológicos hasta geológicos y geotécnicos. Sin duda, el agua juega un papel prominente. Los suelos y rocas son materiales porosos, saturados o parcialmente saturados por el agua. Ésta, al fluir a través de los poros del suelo, ocasiona fuerzas de arrastre a su esqueleto sólido, las que se conocen como fuerzas de filtración, mismas que hacen cambiar el estado de esfuerzos y deformaciones de los materiales. Los esfuerzos cortantes generados pueden rebasar las resistencias, propiciando grandes desplazamientos o hasta fallas totales en la masa de los materiales. Aun cuando no sean tan grandes como para originar fallas masivas, las fuerzas de filtración pueden llegar a arrastrar partículas de

suelo hacia la superficie de terreno. Esto ocurre con mayor frecuencia en suelos granulares como gravas o arenas. Si la pérdida de los materiales no se controla adecuadamente, el arrastre de los mismos deja ductos o cavidades en la masa de suelo. Si este proceso se evoluciona, es posible que se formen ductos continuos a lo largo de líneas de corriente del flujo de agua, causando erosiones de gran magnitud”. (Xiangyue, 2011, pág. 1).

Xiangyue (2011), Concluye que: “Fuerzas de filtración y tubificación retrógrada son agentes importantes de la ocurrencia de deslizamientos masivos y erosión hídrica. Tradicionalmente estos temas se estudian, por separado, en las disciplinas de mecánica de suelos y conservación de suelos. A fin de establecer modelos de predicción más eficaces y soluciones integrales, es necesario plantear trabajos multidisciplinarios”. (Xiangyue, 2011, pág. 10).

Néstor Fabián Gutiérrez Machuca (Concepción, 2015), en su proyecto de título presentado para obtener el título de ingeniero civil titulado: “ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LOS EFECTOS DE LA CARGA HIDRÁULICA EN EL COLAPSO DE TERRAPLENES DE ARENA”, analiza los efectos de la carga hidráulica en los terraplenes de arena; para lo cual realizo ensayos experimentales que consistían en someter los terraplenes a carga hidráulica constante, evaluando el colapso de los terraplenes de arena a través de los datos de carga hidráulica y geometría. (Gutiérrez, 2015, pág. 1; 5)

Gutiérrez (2015), finalmente, después de realizar el análisis de los efectos de la carga hidráulica en el colapso de terraplenes de arena, concluyo que:

- En la habilitación del sistema de medición para ensayos experimentales de terraplenes, dado la magnitud de los eventos, el método de medición de caudal con curva de descarga no tiene la precisión apta. Por lo que es más preciso utilizar aforos volumétricos.
- El caudal de tubificación es la variable más importante en el colapso de los terraplenes con mecanismo de falla por carga hidráulica, debido a que este flujo es el que origina el arrastre de material que provoca fallas y puede ocasionar el colapso del terraplén.

- La razón de talud 5:1 corresponde al valor que tiende el talud aguas abajo del terraplén cuando hay arrastre de material y la razón 20:1 es cuando hay flujos en la superficie del terraplén.
- La carga hidráulica es la responsable de generar el caudal de tubificación. Esto se debe a que, al aumentar el nivel de carga hidráulica, el flujo o caudal de tubificación que circula dentro del terraplén también lo hace.
- La relación geométrica B/H de los terraplenes se relaciona de manera inversa con el caudal de tubificación, puesto que al tener una mayor relación B/H, se medían caudales de turificaciones bajos. Como el caso de B/H=2, donde la carga hidráulica se aumentó hasta el punto de no dejar borde libre, y el caudal de tubificación solo supero por poco el caudal mínimo para generar arrastre de material.
- La geometría de los terraplenes se relaciona de manera directa con el tiempo de colapso o fallas, donde al aumentar B/H también aumenta el tiempo que este terraplén va a tardar en colapsar o sufrir alguna de las fallas. Por el contrario, la duración del colapso es independiente de la geometría del terraplén. **(Gutiérrez, 2015, pág. 23)**

Rodrigo Gómez (Barcelona, 2009), en su tesina para optar el grado de Magister en ingeniería geotécnica en la Universidad Politécnica de Catalunya, titulado: “CARACTERIZACIÓN HIDRO-MECÁNICA DEL SUELO DEL TERRAPLÉN EXPERIMENTAL DE ROUEN”, desarrollo un programa experimental de laboratorio, donde se utilizó material proveniente de un terraplén experimental disponible. Al material extraído, se realizó un exhaustivo estudio en la fase micro estructural, así como en la caracterización macroscópica de las propiedades hidromecánicas.

(Gómez, 2009, pág. 1), afirma que: Para evitar los riesgos vinculados a las inundaciones, el planteamiento actual de los proyectos de obras lineales (carreteras, ferrocarriles, canales, oleoductos o similares) conduce a seleccionar los materiales y a utilizar no más que suelos poco activos al agua, en la construcción de terraplenes que se sitúan en zonas húmedas o potencialmente inundables. Esta medida de precaución puede tener

importantes consecuencias financieras y medioambientales. Desde el punto de vista ambiental, quizá se realiza una explotación exagerada de recursos en materiales no renovables. Desde el punto de vista financiero, el coste de los materiales poco activos al agua extraídos fuera de la zona de influencia del proyecto, es generalmente superior (un orden de magnitud o más) al coste de los materiales eventualmente disponibles en la zona de influencia de la obra. Esto podría explicarse, entre otros muchos factores, a la escasez de datos y observaciones realizados sobre obras reales y a la dificultad de establecer vínculos entre los ensayos de laboratorio y el comportamiento a escala real.

Gómez (2009), concluye que:

- Del estudio de los resultados de campo, se observa que los colapsos producidos por la inundación del suelo compactado deficitariamente (limo A-28) resultaron pequeños debido a la carga aplicada durante el proceso de construcción de las capas superiores (limo SNEC). El material no desarrollo el máximo colapso a la carga máxima. Este hecho hace importante estudiar la colapsabilidad del material bajo diferentes tensiones verticales.
- Los ensayos con control de succión sobre limos arcillosos, no permiten evidenciar todo el desarrollo del colapso debido a que esto ocurre por debajo de succiones inferiores a 10kPa, cuando el agua entra en la estructura del suelo. Poder controlar succiones por debajo de 10kPa, requiere la utilización de una columna de agua o de técnicas experimentales diferentes. En este sentido, es mejor realizar una inundación convencional para ver el desarrollo del colapso. Los ensayos de succión controlada son adecuados (buenos) para medir la permeabilidad relativa (no saturada) y desarrollar trayectorias de secado para el estudio de la rigidez.
- Es importante definir la variación de la tensión de preconsolidación bajo diferentes humedades (succiones). Un procedimiento adecuado sería la utilización o seguimiento de trayectorias de carga/descarga bajo diferentes succiones (o humedades constantes), realizadas en condiciones isotropas mejor que edométricas. El estudio de la curva carga-colapso (LC) mediante ensayos de humedecimiento progresivo (transición expansión-colapso) es

más complicado por la dificultad de poder controlar succiones por debajo de 10kPa. (Gómez, 2009, pág. 122; 123).

Yesil Yotner Silva Espinoza (Lima, 2004), en su tesis para optar el grado de ingeniero civil en la Universidad Nacional de Ingeniería, titulado: “Infiltración en Estructuras de Tierra”; aplico conceptos respecto al fenómeno de infiltración a un modelamiento matemático de dicho fenómeno y comparo los resultados con auscultaciones de la instrumentación geotécnica.

Silva (2004), concluye que:

- El agua intersticial influye sobre el comportamiento del suelo de dos maneras, uno modificando la forma en que las partículas de suelo se asocian para formar el esqueleto mineral (interacción química) y otro influyendo sobre la magnitud de las fuerzas transmitidas a través de dicho esqueleto (interacción física).
- La permeabilidad en una masa de suelo es importante en: la evaluación de la cantidad de filtración a través o por debajo de presas o diques, evaluación de la supresión o fuerzas de filtración bajo estructuras hidráulicas para un análisis de estabilidad, control de las velocidades de filtración de tal manera que las partículas de grano fino no sean erosionadas de la masa de suelo y la rapidez de asentamiento en los que el cambio de volumen de suelo ocurre en la medida que el agua es expelida de los poros.
- El flujo de agua infiltrada a través de una presa de materiales sueltos o de su cimiento produce los siguientes efectos: uno directo, de pérdida de agua, que suele ser el menos importante y más fácil de controlar o subsanar, se produce un estado de presiones internas con componentes opuestas al efecto estabilizador del peso. Además, al estar mojados los materiales, disminuye su cohesión y su resistencia al rozamiento, añadiéndose estos efectos al de las componentes desestabilizadoras de las presiones internas. Finalmente, el paso del agua a través de las zonas con materiales finos tiende a arrastrar esas partículas, con el consiguiente peligro de erosión interna progresiva. Este fenómeno se llama sifonamiento (piping).

- Al realizar un análisis de infiltración se encuentra cierta dificultad al intentar reproducir medios de distinta permeabilidad por cual se hace una simplificación tomando en cuenta permeabilidades relativas y no las absolutas, pues estas influyen en la refracción o ruptura de las líneas de corriente.
- El drenaje es, en apariencia, una contradicción con la función impermeabilizadora del núcleo de la propia presa, si es homogénea e impermeable. Pero ya se ha visto que es un complemento necesario para garantizarla con seguridad. El drenaje hace bajar la línea de saturación, la aleja del talud aguas abajo, disminuye el gradiente en esa zona y reduce las presiones intersticiales. Su único defecto es que incrementa la filtración, pero esto es de menor importancia, dado el gran margen de impermeabilidad que tienen los núcleos, y más en las presas homogéneas.
- El método de los elementos finitos es una herramienta muy importante pues nos permite modelar con gran exactitud el fenómeno de la infiltración. Por consiguiente, se debe tener especial cuidado en la generación de la malla de elementos finitos. La exactitud de los resultados también es afectada por la forma y tipo de elementos. Un buen método para generar un equilibrio entre la facilidad y la eficacia de los resultados, es la de tomar especial atención en la generación de la malla.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Poliestireno expandido (GEOESPUMA)

2.2.1.1. Definiciones

La Geoespuma conocido comercialmente en otros países como Poliestireno Expandido (EPS), o GEOFOAM, es una espuma plástica, rígida y ligera fabricada a partir de perlas de poliestireno que contienen una pequeña cantidad de un agente expandente, el pentano. Cuando estas perlas se someten a alta temperatura mediante vapor de agua, el pentano se evapora expandiendo las perlas en una primera fase hasta 50 veces su volumen inicial. Tras un almacenaje o maduración de las perlas pre-expandidas, se someten nuevamente a inyección de vapor confinadas en moldes cerrados,

expansiéndose nuevamente hasta soldarse entre sí para formar bloques o formas adaptadas a aplicaciones específicas, quedando así el EPS listo para su incorporación en el mercado.

2.2.1.2. Propiedades físicas y mecánicas del poliestireno expandido

2.2.1.2.1. Densidad

Los productos y materiales de poliestireno expandido se caracterizan por ser extraordinariamente ligeros y a la vez resistentes.

En función de la aplicación el EPS se clasifica según su densidad, éstas se sitúan en el intervalo que va desde los 10 kg/m³ hasta los 35 kg/m³. La norma UNE 92.110 establece una serie de tipos normalizados en función de la densidad. Los números romanos establecen la clasificación del EPS dependiendo de su tipo, son equivalentes las franjas verde, azul, amarilla y negra; igualmente los números inferiores permiten identificarlo según su densidad. La franja roja situada al lado derecho, significa que el EPS se clasifica como M1 autoextinguible, ensayo de reacción al fuego según la norma UNE 23727.



*Imagen 1: Clasificación poliestireno expandido según su densidad
Fuente: MARTÍNEZ (2012), Construcción con paneles estructurales*

2.2.1.2.2. Resistencia mecánica

La resistencia a los esfuerzos mecánicos de los productos de poliestireno expandido se estudia generalmente a través de las propiedades siguientes:

- Resistencia a compresión para una deformación del 10%;
- Resistencia a flexión;
- Resistencia a tracción;
- Resistencia a la cizalladura o esfuerzo cortante.

Estas propiedades son exigidas en los productos de EPS sometidos a cargas (suelos, cubiertas, aislamiento perimetral muros...). En la práctica, la deformación del EPS en estas aplicaciones es menor al 10 % marcado. Este

parámetro se escogió para tener repetitividad en los resultados ya que los productos de EPS tienen una deformación por fluencia de compresión inferior al 2 % o menos, después de 50 años, mientras estén sometidos a una tensión permanente de compresión de 0,30 Kpa.

2.2.1.2.3. Comportamiento frente al agua y al vapor de agua

El poliestireno expandido no es un material higroscópico, es decir, no tiene capacidad de absorber agua. Incluso sumergiendo el material durante 28 días en su totalidad en agua, la absorción del material oscila entre 1 % y 3 % de su volumen. Estos niveles se pueden reducir considerablemente con las nuevas tecnologías aplicables en la elaboración de la materia prima.

En cambio, cuando entre los dos laterales del material se establece una diferencia de presiones y temperaturas el vapor de agua penetra en el interior de la estructura celular del EPS.

Para determinar la resistencia de difusión del vapor de agua, se utiliza el factor a dimensional μ que indica cuantas veces es mayor la resistencia a la difusión del vapor de agua de un material con respecto a una capa de aire de igual espesor (para aire $\mu = 1$).

Para los productos de poliestireno expandido el factor μ , en función de la densidad, oscila entre el intervalo $\mu = 20$ a $\mu = 100$. Como referencia, la fibra de vidrio tiene un valor $\mu = 1$ y el poliestireno extruido $\mu = 150$.

2.2.1.2.4. Aislamiento térmico

El poliestireno expandido es un material con excelente capacidad de aislamiento térmico frente al calor y al frío.

Se debe a la propia estructura del material, que esencialmente consiste en aire oculto dentro de una estructura celular conformada por el poliestireno. Aproximadamente el 98 % del volumen del material es aire (el aire en reposo es un excelente aislante térmico) y únicamente el 2% es poliestireno (materia sólida).

La capacidad de aislamiento térmico de un material está definida por su coeficiente de conductividad térmica λ que en el caso de los productos de EPS varía (al igual que las propiedades mecánicas) con la densidad aparente.

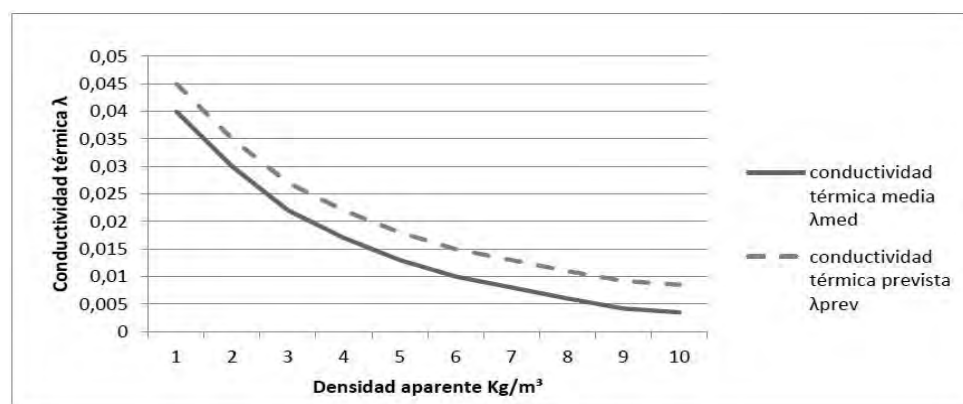


Imagen 2: Capacidad aislamiento térmico poliestireno expandido
Fuente: MARTÍNEZ (2012), Construcción con paneles estructurales

Existen nuevos desarrollos tecnológicos de la materia prima que aportan a los productos de poliestireno expandido coeficientes de conductividad térmica considerablemente inferiores obtenidos por las materias primas estándares.

2.2.1.2.5. Comportamiento frente a factores atmosféricos

La radiación ultravioleta es prácticamente la única que reviste importancia. Bajo la acción prolongada de la luz UV, la superficie del EPS amarillea y se vuelve frágil, de manera que la lluvia y el viento pueden lograr a erosionarla. Dichos efectos pueden evitarse con medidas sencillas, en las aplicaciones de construcción con pinturas, revestimientos y recubrimientos. Debido a que estos efectos sólo se muestran tras la exposición prolongada a la radiación UV, en el caso de las aplicaciones de envase y embalaje no es objeto de consideración.

2.2.1.2.6. Estabilidad dimensional

Los productos de poliestireno expandido, como todos los materiales, están sometidos a variaciones dimensionales debido a la influencia térmica. Estas variaciones se evalúan a través del coeficiente de la dilatación térmica que, para los productos de EPS, es independiente de la densidad y se sitúa en valores que oscilan en el intervalo de $5-7 \times 10^{-5} \text{ K}$, es decir entre 0,05 y 0,07 mm por metro de longitud y grado Kelvin. Un caso práctico de lo explicado anteriormente es, por ejemplo, una plancha de aislamiento térmico de

poliestireno expandido de 2 m de longitud y sometida a un salto térmico de 20°C experimentará una variación en su longitud de 2 a 2,8 mm.

2.2.1.2.7. Estabilidad frente a la temperatura

El poliestireno expandido puede sufrir variaciones o alteraciones por efecto de la acción térmica. El rango de temperaturas en el que este material puede utilizarse con total seguridad, sin que sus propiedades se vean afectadas, no tiene limitación alguna por el extremo inferior (excepto las variaciones dimensionales por contracción). Respecto al extremo superior el límite de temperaturas de uso se sitúa alrededor de los 100 °C para acciones de corta duración, y alrededor de los 80 °C para acciones continuadas y con el material sometido a una carga de 20 Kpa.

2.2.1.2.8. Propiedades químicas del EPS

El poliestireno expandido es estable frente a muchos productos químicos. Si se utilizan adhesivos, pinturas disolventes y vapores concentrados de estos productos, hay que esperar un ataque de estas sustancias. En la siguiente tabla se detalla más información acerca de la estabilidad química del EPS.

Sustancia		Sustancia		Sustancia	
Agua	+	Ácidos débiles:		Acronitrilo	-
Agua del mar	+	Ácido carbónico	+	Cetonas	-
Lejías:		Ácido crítico	+	Diluyentes para lacas	-
Agua amoniacal	+	Ácido húmico	+	Dimetilformamida	-
Agua de cal	+	Ácido láctico	+	Ester	-
Lejías blanqueantes	+	Ácido tartárico	+	Eter	-
Potasa cáustica	+	Gases:		Hidrocarburos	-
Soluciones jabonosas	+	a)Inorgánicos:		Halógenos	-
Sosa cáustica	+	Amoniaco	-	Tetrahidrofurano	-
Ácido diluidos:		Bromo	-	Mat.Const.Inorgánicos:	
Ácido acético,50%	+	Cloro	-	Anhidrita	+
Ácido clorhídrico,7%	+	Dióxido de azufre	-	Arena	+
Ácido clorhídrico,18%	+	b)Orgánicos:		Cal	+
Ácido fluorhídrico,4%	+	Butadieno	-	Cemento	+
Ácido fluorhídrico,40%	+	Butano	-	Yeso	+
Ácido fórmico,50%	+	Buteno	-	Mat.Const.Órganicos:	
Ácido fosfórico,7%	+	Etano	+	Bitumen	+
Ácido fosfórico,50%	+	Eteno	+	Bitumen fria	+
Ácido nítrico,13%	+	Etilno	+	Masilla base acuosa	+
Ácido nítrico,50%	+	Gas natural	+	Masilla base disolvente	-
Ácido sulfúrico,10%	+	Metano	+	Hidrocar.aromáticos:	
Ácido sulfúrico,50%	+	Óxido de propileno	-	Benceno	-
Ácidos concentrados:		Propano	+	Cumeno	-
Ácido acético,96%	-	Propeno	+	Estireno	-
Ácido clorhídrico,36%	+	Gases licuados:		Etibenceno	-
Ácidos fórmico,99%	+	a)Inorgánicos:		Fenol,sol.Acu 1%	+

Tabla 1: Estabilidad química del poliestireno expandido frente a sustancias químicas
Fuente: Fuente: MARTÍNEZ (2012), Construcción con paneles estructurales

2.2.1.2.9. Propiedades biológicas

El poliestireno expandido es imputrescible, no enmohece y no se descompone, debido a que no constituye sustrato nutritivo alguno para los microorganismos.

Aunque el EPS no sea un material biológicamente atacable, en presencia de mucha suciedad el poliestireno expandido puede hacer de portador de microorganismos, sin participar en el proceso biológico. Tampoco se ve atacado por las bacterias del suelo. Los productos EPS cumplen con las exigencias sanitarias y de seguridad e higiene establecida, cualidad por la que pueden utilizarse con total seguridad en la fabricación de artículos de embalaje destinados al contacto alimenticio.

En cuanto al efecto a consecuencia de las temperaturas, mantiene las dimensiones estables hasta los 85 °C y no produce descomposición ni formación de gases nocivos.

2.2.1.2.10. Comportamiento frente al fuego

Las materias primas que componen el poliestireno expandido, son polímeros y copolímeros del estireno, que contienen una mezcla de hidrocarburos de bajo punto de ebullición como agente de expansión. Todo ellos, en principio, son materiales combustibles. El agente de expansión, los hidrocarburos, se volatilizan progresivamente durante el proceso de transformación. El 10 % residual, requiere de una fase de almacenamiento durante un tiempo determinado, en función de las especificaciones del producto final: dimensiones, densidad, resistencia, etc. En el caso de tener que hacer uso de estos productos antes de cumplir esta fase de almacenamiento, se tendrán que tomar medidas de prevención contra incendios.

Al ser expuestos a temperaturas superiores a 100°C, los productos de poliestireno expandido, se reblandecen lentamente y se contraen, si la temperatura sigue aumentando, se funden. Si la exposición a estas temperaturas persiste, el material fundido emite unos productos de descomposición de tipo gaseoso e inflamable.

En ausencia de un foco de ignición, los productos de descomposición térmica no se inflaman hasta alcanzar temperaturas del orden de los 400 - 500 °C.

Existen diferentes tipos de materia prima utilizadas en la fabricación de poliestireno expandido, con sus propiedades específicas, que son las que determinan el desarrollo, la amplitud, la intensidad y duración del incendio. Todo esto determina que el EPS se pueda clasificar según dos grupos: el de tipo estándar (M4) y el autoextinguible (M1).

Un material de tipo M1 autoextinguible, si hablamos del poliestireno expandido, es aquel que está tratado con productos ignífugos, y que, si se expone a una llama, en principio se contrae. Solamente arderá si la exposición a la llama se prolonga y la forma de propagación de la llama se produce a una velocidad muy baja y sólo en la superficie del material.

Un material M4 hablamos de materiales combustibles y fácilmente inflamables, donde el material experimenta un alto índice de combustibilidad y emite gases que, con una alta probabilidad, causan que el material arda.

Para calibrar las diferentes situaciones de riesgo ante los incendios que comporta el uso del poliestireno expandido, deben tenerse en cuenta factores derivados de su contenido, forma y entorno. Así, se puede alterar este comportamiento y hacerlo más favorable aplicando recubrimientos y revestimientos. Esto en el caso de aplicaciones en el mundo de la construcción, es un hecho.

2.2.1.2.11. Factores medioambientales

Hoy en día se está imponiendo el concepto de desarrollo sostenible en el que se tienen en cuenta los factores medioambientales ligados a un determinado producto, en este caso el poliestireno expandido.

El 50% del EPS se utiliza para aplicaciones duraderas como el aislamiento térmico de los edificios, o como material de aligeramiento en diferentes construcciones. El hecho de que cada vez se recicle una mayor cantidad de embalajes de EPS implica que la cantidad de residuos de este material que finalizan en la corriente de residuos sólidos urbanos sea cada vez más reducida.

A continuación, se muestra el Decálogo Medioambiental del EPS:

- El EPS es 100% reciclable y existen numerosas aplicaciones para los materiales recuperados;
- La fabricación y utilización del EPS no supone ningún riesgo para la salud de las personas ni para el medio ambiente;
- El EPS no daña la capa de ozono al no utilizar, ni haber utilizado nunca, en sus procesos de fabricación gases de la familia de los CFCs, HCFCs, ni ningún otro compuesto organoclorado;
- La utilización del EPS como aislamiento térmico en la construcción supone un ahorro importantísimo de energía en la climatización de edificios y una drástica disminución de emisiones contaminantes (CO₂ y SO₂), contribuyendo de esta forma a paliar el "Efecto Invernadero" y la "Lluvia Ácida".
- Los envases/embalajes de EPS, dadas sus prestaciones, además de proporcionar una protección integral a los productos envasados ahorran combustible en el transporte porque es un material muy ligero;
- Los envases/embalajes de EPS pueden estar en contacto directo con los alimentos puesto que cumplen todas las normativas sanitarias vigentes a nivel nacional e internacional. Además, el EPS no actúa como soporte de cultivos de hongos y bacterias;
- El EPS representa un 0,1% de los Residuos Sólidos Urbanos que se producen en España. La incidencia del EPS en el conjunto de los residuos que genera nuestra sociedad es mínima;
- Los productos de EPS encierran un alto potencial calorífico (1 Kg de EPS equivale a 1,3 litros de combustible líquido), lo que le convierte en un material idóneo para la recuperación energética;
- Por ser insoluble en agua, el EPS no emite sustancias hidrosolubles que puedan contaminar las aguas subterráneas.

Existen, principalmente, tres opciones para el aprovechamiento del EPS una vez acabada su función para la que fue creado:

- **RECICLADO MECÁNICO**

El poliestireno expandido puede reciclarse mecánicamente a través de diferentes formas y para diversas aplicaciones. A continuación, se explicarán las cuatro maneras de reciclado mecánico del EPS:

- **FABRICACIÓN DE NUEVAS PIEZAS DE EPS**

Los envases y embalajes post-consumo pueden triturarse y destinarse a la fabricación de nuevas piezas en Poliestireno Expandido. De esta forma se fabrican nuevos embalajes con contenido reciclado o planchas para la construcción.

- **MEJORA DE SUELOS**

Los residuos de EPS una vez triturados y molidos se emplean para ser mezclados con la tierra y de esta forma mejorar su drenaje y aireación. También pueden destinarse a la aireación de los residuos orgánicos constituyendo una valiosa ayuda para la elaboración del compost (tipo de abono).

2.2.1.3. Ensayos de laboratorio para el EPS

2.2.1.3.1. Ensayo estándar de densidad aparente

Referencia: ASTM D 1622 – 08

Este método de ensayo cubre la densidad de un plástico celular. La densidad puede ser evaluada como la densidad aparente general (que incluye la formación de capas) o la densidad aparente del núcleo (removiendo las capas formadas).

Los valores expuestos en unidades del sistema internacional deben ser vistos como estándar.

2.2.1.3.2. Ensayo estándar de compresión

Referencia: ASTM D1621-10

Este método describe un procedimiento para determinar las propiedades compresivas de materiales celulares rígidos, particularmente los plásticos expandidos.

2.2.1.3.3. Ensayo estándar de flexión

Referencia: ASTM C 203 – 99

Estos métodos de ensayos cubren la determinación de la carga de rompimiento y calculan el esfuerzo de flexión de una sección rectangular del bloque que conforma la muestra.

Este método utiliza una carga central sobre una viga simplemente apoyada, soportada en ambos extremos

Los valores expuestos en unidades del sistema internacional deben ser vistos como estándar.

2.2.1.3.4. Ensayo de corte directo

Referencia: ASTM D3080

Este método describe procedimientos para determinar la resistencia al corte consolidado drenado de un suelo en corte directo. El ensayo puede ser conducido en corte simple o corte doble. La prueba de corte directo es adecuada para un ensayo consolidado drenado porque las trayectorias de drenaje a través del espécimen de ensayo son cortas, permitiendo por esto que los excesos de las presiones de poro sean disipados bastante rápidamente. El ensayo puede ser hecho sobre todo tipo de suelos y sobre muestras inalteradas o remoldadas.

Los resultados del ensayo son aplicables a situaciones de campo donde la consolidación completa ha ocurrido bajo la sobrecarga existente, y la falla es alcanzada lentamente de modo tal que los excesos de presiones de poro son disipados. El ensayo también es útil para determinar la resistencia al corte a lo largo de planos débiles reconocibles dentro del material de suelo.

2.2.1.3.5. Ensayo de compresión triaxial UU

Referencia: ASTM D2850

Este método cubre la determinación de la resistencia a la compresión no-consolidada no-drenada de especímenes cilíndricos de suelos cohesivos en condiciones inalteradas, remoldeadas o compactadas, utilizando la aplicación de deformaciones controladas o esfuerzos controlados de la carga de compresión axial, donde el espécimen está sujeto a la presión de confinamiento de un fluido en una cámara triaxial. El método proporciona la medición de

esfuerzos totales aplicados al espécimen, es decir, los esfuerzos no son corregidos por la presión de poros.

El ensayo proporciona datos para la determinación de las propiedades de resistencia y las relaciones esfuerzo-deformación de los suelos.

2.2.1.3.6. Ensayo de compresión no confinada en materiales plásticos celulares rígidos

Referencia: ASTM D1621

Esta parte de la norma ASTM D1621-04a especifica las condiciones de ensayo para determinar las propiedades de compresión de los materiales celulares rígidos, en particular los plásticos expandidos. Las espumas rígidas se utilizan normalmente en la industria de la construcción, como aislamiento acústico y térmico. Los cálculos mencionados en esta norma son el límite elástico, la resistencia a la compresión y el módulo de compresión.

2.2.2. Terraplenes

2.2.2.1. Consideraciones de diseño

Según el Manual de diseño con geosintéticos Pavco (2009, pág. 344):

En los terraplenes construidos sobre suelos blandos de baja capacidad portante se puede presentar tres tipos de falla:



Imagen 3: Falla por Capacidad Portante

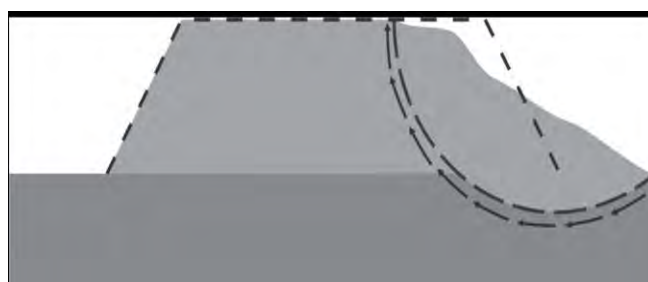


Imagen 4: Falla rotacional de base



Imagen 5 Falla por desprendimiento lateral
Fuente (3,4 Y 5): Manual de diseño con geosintéticos Pavco (2009)

Según Luis Bañón Blázquez, (Manual de Carreteras 2, cap. 16, pág. 31): “Es lógico pensar que en un terraplén la distribución tensional de cada uno de sus puntos varia con la profundidad, debido sin duda a la progresiva disipación de las cargas de tráfico ocasionada por el aumento de la sección resistente. Este hecho se traduce en que la calidad exigible a un suelo decrece a medida que nos alejamos del firme sustentador del tráfico, foco generador de las tenciones.

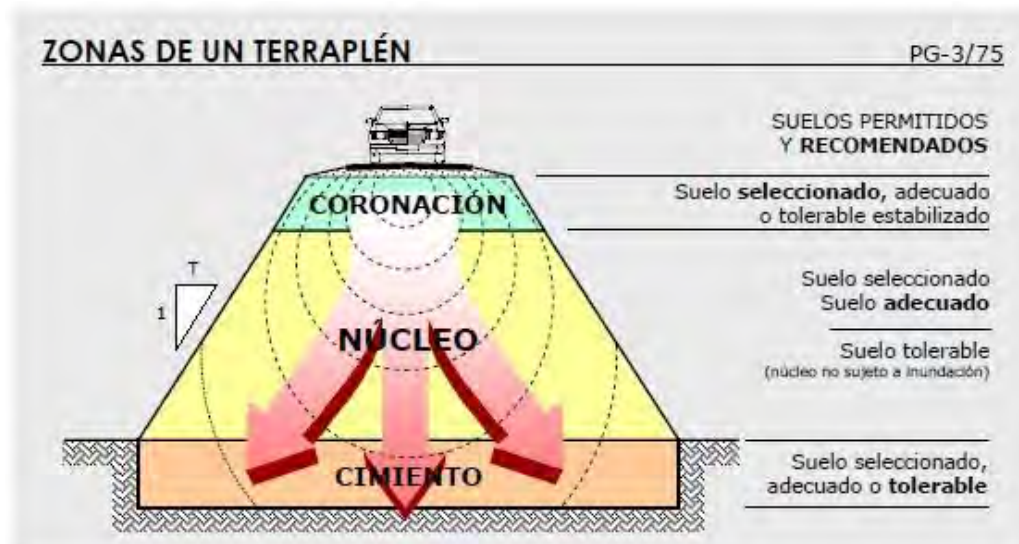


Imagen 6: Zonas distinguibles en un terraplén
Fuente: Manual de carreteras 2, Luis Bañón

2.2.2.2. Normativa

REFERENCIA: Manual de Carreteras: Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos Sección: Suelos y Pavimentos Versión abril 2014

El terraplén es la parte de la explanación situada sobre el terreno preparado. También se conoce como relleno.

La base y cuerpo del terraplén o relleno será conformado en capas de hasta 0.30m y compactadas al 90% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado.

La corona es la parte superior del terraplén tendrá un espesor mínimo de 0.30m y será conformada en capas de 0.15m, compactadas al 95% de la máxima densidad seca del ensayo Proctor modificado.

2.2.3. Suelo blando o inestables

Según **Fuertes (2016, pág. 24)**: Los suelos blandos tienen baja capacidad de soporte, baja permeabilidad y elevada compresibilidad. La construcción sobre este tipo de suelo requiere cuidados en la definición de los parámetros geotécnicos, el origen geológico, el tipo de análisis y la secuencia constructiva adoptada.

Este tipo de suelo se presenta en las zonas tropicales como en caso de suelos encontrados en la selva del Perú e los departamentos de Loreto, Amazonas, y Madre de Dios. [...] Los suelos blandos de origen fluvial se presentan en las llanuras de los ríos, y pueden estar intercalados con capas de arenas finas.

Para **Zamora Beyk (2014)**, los suelos blandos ocasionan problemas principalmente debido a dos factores:

- Su baja resistencia, la cual está relacionada a una baja capacidad portante y a la inestabilidad de taludes.
- Su alta deformabilidad, la cual ocasiona grandes asentamientos.

En obras de vías de comunicación la repercusión puede ser muy grande debido a los terraplenes que se encuentran asentados sobre estos suelos, que originan problemas con la estabilidad de los taludes. Además, los asentamientos excesivos llevan a inaceptables deformaciones en las plataformas.

Entre los aspectos geotécnicos que inciden sobre los suelos blandos se señalan:

- La presión de preconsolidación, la cual puede representar un cambio en el comportamiento de las arcillas blandas si es que no se estima de una manera precisa.
- La anisotropía, la cual incide en la resistencia y deformación sin drenaje,

- La consolidación secundaria, que repercute en el fenómeno denominado creep (reptación), tanto sin drenaje como con drenaje. (Zamora, 2014, pág. 2)

2.2.3.1. Suelo Turboso-Orgánico

(Das, 2015, págs. 27) Los suelos orgánicos se encuentran generalmente en zonas bajas donde el nivel freático está cerca o por encima del su perfil cie del suelo. La presencia de un alto nivel freático ayuda en el crecimiento de las plantas acuáticas que, al descomponerse, forman el suelo orgánico. Este tipo de depósito generalmente se encuentra en las zonas costeras y en las regiones glaciares. Los suelos orgánicos muestran las siguientes características:

1. Su contenido de humedad natural puede variar de 200 a 300%.
2. Son altamente compresibles.
3. Las pruebas de laboratorio han demostrado que, bajo cargas, se derivan grandes asentamientos a partir de la consolidación secundaria.

2.2.3.2. Suelos plásticos

El siguiente texto fue extraído en su integridad de la tesis de grado presentada por Geovanny B. Ruiz Zapata y Eduardo Ballesteros Intriago: “Análisis de poliestireno expandido como material de relleno en suelos de alta compresibilidad”, Quito, 2014. (págs. 4-6)

La principal característica de estos suelos es la tolerancia que tienen las partículas para aceptar deformaciones sin llegar al límite y romperse. Es decir, la capacidad de mantener las partículas integradas, en donde la capa de agua que está contenida se mueve de una manera viscosa. En sí la plasticidad del suelo depende del contenido arcilloso que este tenga, y se puede determinar mediante la relación matemática planteada por Skempton en el año de 1953:

$$A = \frac{IP}{\% \text{ de arcilla}}$$

Dónde:

A: Actividad plástica (baja \approx 0.40, media \approx 1.0, alta $>$ 1)

IP: índice de plasticidad

% de arcilla: % en peso W_s de partícula con $f < 2\mu$

La plasticidad de la arcilla se atribuye a la deformación de las capas de agua adsorbida, que la liga a ella.

2.2.4. Conductividad Hidráulica y Filtración

2.2.4.1. Conductibilidad hidráulica

Los suelos tienen vacíos interconectados por donde el agua puede fluir desde los puntos de alta energía a los puntos de baja energía. [...] Es necesario para la estimación de la cantidad de filtración subterránea bajo diversas condiciones hidráulicas, para la investigación de los problemas que implica el bombeo de agua para construcción subterránea y para la realización de los análisis de presas y estructuras de retención de tierra que están sujetas a fuerzas de filtración. [...]La conductividad hidráulica de los suelos depende de varios factores: la viscosidad del fluido, la distribución de tamaño de poro, distribución de tamaño de grano, la relación de vacíos, la rugosidad de las partículas minerales y el grado de saturación del suelo. En suelos arcillosos la estructura juega un papel importante en la conductividad hidráulica. Otros factores importantes que afectan a la conductividad hidráulica de arcillas son la concentración iónica y el espesor de las capas de agua contenidas en las partículas de arcilla. (Das, 2015, págs. 117; 121)

2.2.4.2. Ley de Darcy

En 1856, Henri Philibert Gaspard Darcy publicó una ecuación empírica simple para la velocidad de descarga del agua a través de los suelos saturados. Esta ecuación se basa principalmente en las observaciones que Darcy hace sobre el flujo de agua a través de arenas limpias y se da como:

$$v = ki \tag{1}$$

Donde

v = velocidad de descarga, que es la cantidad de agua que fluye por unidad de tiempo a través de un área de sección transversal unitaria bruta de suelo en ángulo recto con la dirección del flujo.

k = conductividad hidráulica (también conocida como coeficiente de permeabilidad)

La conductividad hidráulica se expresa en cm/s o m/s, y la descarga es en m³/s. Debe señalarse que, en unidades del SI, la longitud se expresa en mm o m, por lo que, en ese sentido, la conductividad hidráulica debe ser expresada en mm/s en lugar de cm/s. (Das, 2015, págs. 120)

2.2.4.3. Filtración

En muchos casos el flujo de agua a través del suelo no es sólo en una dirección y no es uniforme sobre toda el área perpendicular al flujo. En tales casos el flujo de agua subterránea se calcula generalmente por el uso de gráficos que se refieren como *redes de flujo*. El concepto de la red de flujo se basa en la ecuación de continuidad de Laplace, que rige la condición de flujo constante para un punto dado en la masa de suelo. En este capítulo vamos a deducir la ecuación de continuidad de Laplace y aplicarla a la elaboración de redes de flujo. (Das, 2015, pág. 142)

2.2.4.4. Ecuación de continuidad de Laplace

(Das, 2015, págs. 142-144) Para deducir la ecuación diferencial de continuidad de Laplace, consideremos una sola fila de pilotes que han sido clavados en una capa de suelo permeable, como se muestra en la figura a. Se supone que la hilera de pilotes es impermeable. El flujo de agua en estado estacionario del lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo a través de la capa permeable es un flujo de dos dimensiones. Para el flujo en un punto A, consideramos un bloque elemental de suelo. El bloque tiene dimensiones dx , dy y dz (la longitud dy es perpendicular al plano del papel); se muestra en una escala ampliada en la figura b. Sean v_x y v_z las componentes de la velocidad de descarga en las direcciones horizontal y vertical, respectivamente. El caudal de agua en el bloque elemental en la dirección horizontal es igual a $v_x dz dy$, y en la dirección vertical es $v_z dx dy$. Los tipos de flujo de salida desde el bloque en las direcciones horizontal y vertical son:

$$\left(V_x + \frac{\partial V_x}{\partial x} dx \right) dz dy \quad (2)$$

$$\left(V_z + \frac{\partial V_z}{\partial z} dz \right) dx dy \quad (3)$$

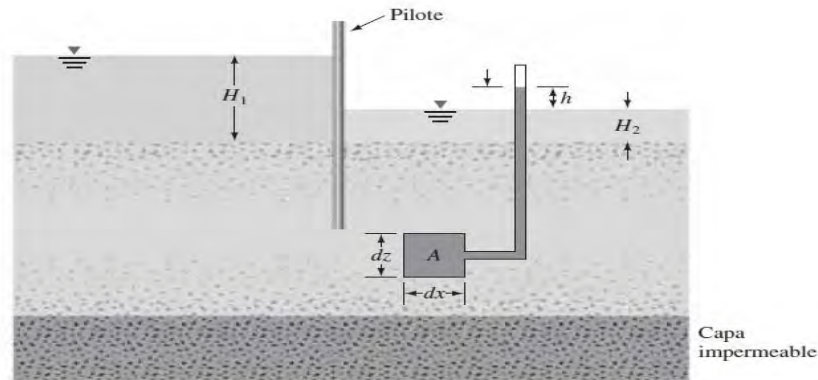


Imagen 7 : Pilotes en una sola fila clavados en una capa permeable
Fuente: DAS M. Braja, Fundamentos de ingenierías geotécnicas 2015.

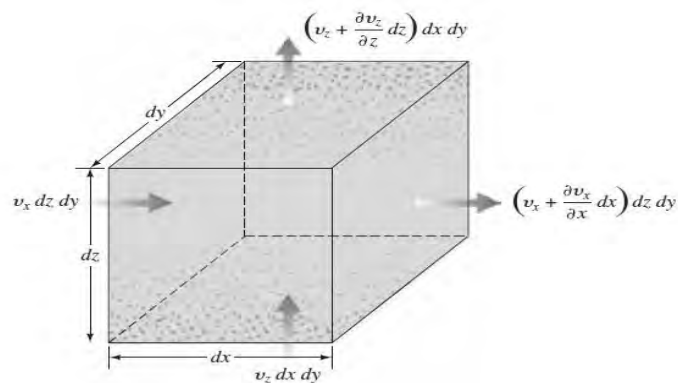


Imagen 8: Flujo en A
Fuente: DAS M. Braja, Fundamentos de ingenierías geotécnicas 2015.

Respectivamente Suponiendo que el agua es incompresible y que no se produce ningún cambio en el volumen en la masa de suelo, sabemos que el caudal total de entrada debe ser igual al caudal total de salida. Por lo tanto:

$$\left[\left(V_x + \frac{\partial V_x}{\partial x} dx \right) dz dy + \left(V_z + \frac{\partial V_z}{\partial z} dz \right) dx dy \right] - [V_x dz dy + V_z dx dy] = 0 \quad (4)$$

o

$$\frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_z}{\partial z} = 0 \quad (5)$$

Con la ley de Darcy, las velocidades de descarga pueden expresarse como:

$$V_x = k_x I_x = k_x \left(-\frac{\partial h}{\partial x} \right) \quad (6)$$

Y

$$V_z = k_z I_z = k_z \left(-\frac{\partial h}{\partial z} \right) \quad (7)$$

Donde k_x y k_z son las conductividades hidráulicas en las direcciones horizontal y vertical, respectivamente.

2.2.4.5. Redes de Flujo

(Das, 2015, págs.144) La ecuación de continuidad en un medio isotrópico representa dos familias de curvas ortogonales: las líneas de flujo y las líneas equipotenciales. Una *línea de flujo* es una línea a lo largo de la cual una partícula de agua se desplazará desde el lado aguas arriba hacia el lado aguas abajo en un medio de suelo permeable. Una *línea equipotencial* es una línea a lo largo de la cual el potencial de carga en todos los puntos es igual. Por lo tanto, si se colocan piezómetros en diferentes puntos a lo largo de una línea equipotencial, el nivel de agua subirá a la misma elevación en todos ellos. [...] A la combinación de un número de líneas de flujo y líneas equipotenciales se le llama *red de flujo*. Las redes de flujo se construyen para calcular el flujo de las aguas subterráneas en el medio. Para completar la construcción gráfica de una red de flujo se debe dibujar el flujo y las líneas equipotenciales, de tal manera que las líneas equipotenciales intercepten a las líneas de flujo en ángulo recto y los elementos de flujo formados son cuadrados aproximados.

En estas figuras, N_f es el número de canales de flujo en la red y N_d es el número de caídas de potencial.

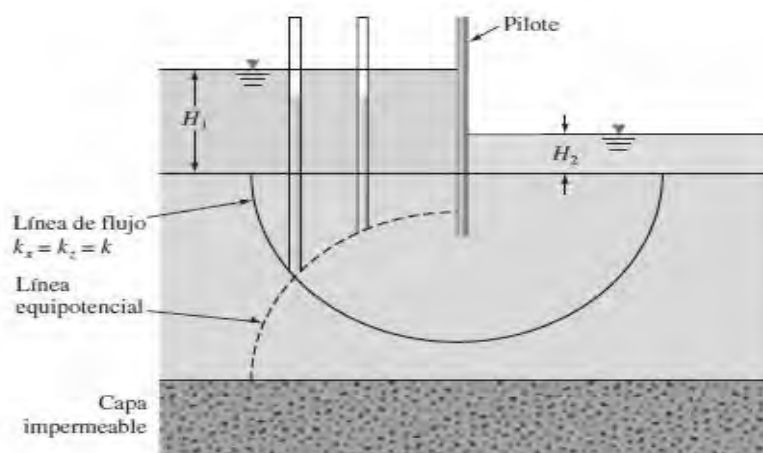


Imagen 9: Definición líneas de flujo y líneas equipotenciales
Fuente: DAS M. Braja, Fundamentos de ingenierías geotécnica 2015.

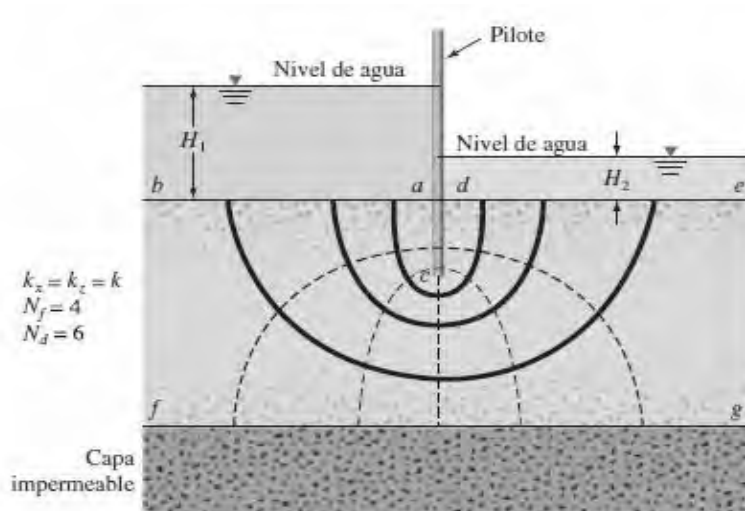


Imagen 10: red de flujo completa
Fuente: DAS M. Braja, Fundamentos de ingenierías geotécnica 2015.

2.2.4.6. Cálculo de la filtración a partir de una red de flujo

(Das, 2015, págs.146-148) En toda red de flujo, la franja entre dos líneas de flujo adyacentes se llama *canal de flujo*. La figura, muestra un canal de flujo con las líneas equipotenciales formando elementos cuadrados. Sean $h_1, h_2, h_3, h_4, \dots, h_n$ los niveles piezométricos correspondientes a las líneas equipotenciales. La tasa de filtración a través del canal de flujo por unidad de longitud (perpendicular a la sección vertical a través de la capa permeable) se puede calcular de la siguiente manera: debido a que no hay flujo a través de las líneas de flujo,

$$\Delta q_1 = \Delta q_2 = \Delta q_3 = \dots = \Delta q \quad (8)$$

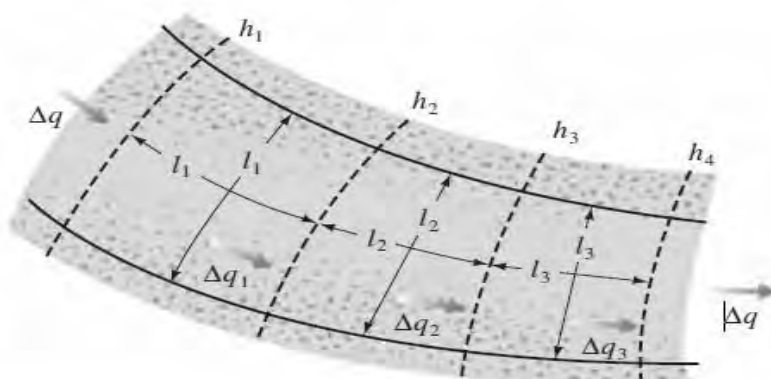


Imagen 11: Filtración a través de un canal de flujo con elementos cuadrados
Fuente: DAS M. Braja, Fundamentos de ingenierías geotécnica 2015.

A partir de la ley de Darcy, la velocidad de flujo es igual a kiA . Por lo tanto, la ecuación (1) se puede escribir como:

$$\Delta q = k \left(\frac{h_1 - h_2}{l_1} \right) l_1 = k \left(\frac{h_2 - h_3}{l_2} \right) l_2 = k \left(\frac{h_3 - h_4}{l_3} \right) l_3 = \dots \quad (9)$$

La ecuación (2) muestra que, si los elementos de flujo se dibujan como cuadrados aproximados, entonces la caída en el nivel piezométrico entre dos líneas equipotenciales adyacentes es la misma. Esto se conoce como *caída de potencial*. Por lo tanto,

$$h_1 = h_2 = h_2 = h_3 = h_3 = h_4 = \dots = \frac{H}{N_d} \quad (10)$$

Y

$$\Delta q = k \frac{H}{N_d} \quad (11)$$

Donde:

H = diferencia de carga entre el lado de aguas arriba y el de aguas abajo

N_d = número de caídas de potencial.

En la siguiente figura los elementos de flujo son cuadrados aproximados. Para cualquier canal de flujo, $H = H_1 = H_2$ y $N_d = 6$.

Si el número de canales de flujo en una red de flujo es igual a N_f , el caudal total a través de todos los canales por unidad de longitud puede ser dado por:

$$\Delta q = k \frac{HN_f}{N_d} \quad (12)$$

Aunque dibujar los elementos cuadrados para una red de flujo es conveniente, no siempre es necesario. Alternativamente, se puede dibujar una malla rectangular para un canal de flujo, como se muestra en la figura c, a condición de que las razones de anchura a longitud para todos los elementos rectangulares en la red de flujo sea la misma. En este caso, la ecuación (2) para el caudal a través del canal puede ser modificada para:

$$\Delta q = k \left(\frac{h_1 - h_2}{l_1} \right) b_1 = k \left(\frac{h_2 - h_3}{l_2} \right) b_2 = k \left(\frac{h_3 - h_4}{l_3} \right) b_3 = \dots \quad (13)$$

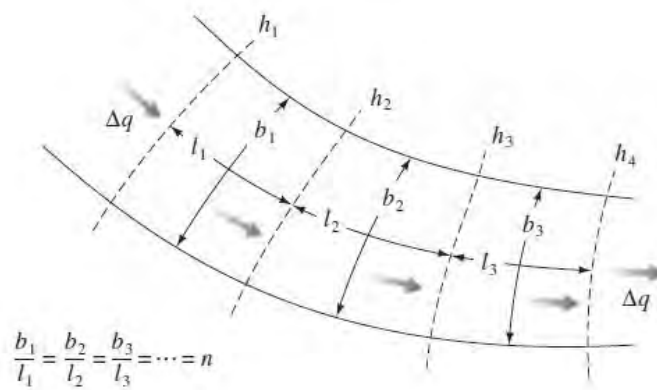


Imagen 12: Filtración a través de un canal de flujo con elementos rectangulares
Fuente: DAS M. Braja, Fundamentos de ingenierías geotécnica 2015.

Si $b_1/l_1 = b_2/l_2 = b_3/l_3 = \dots = n$ (es decir, los elementos no son cuadrados), las ecuaciones (4) y (5) pueden ser modificadas:

$$\Delta q = kH \left(\frac{n}{N_d} \right) \quad (14)$$

$$q = kH \left(\frac{N_f}{N_d} \right) n \quad (15)$$

2.2.5. Piezómetros

Silva (2004, pág. 13): Son instrumentos de gran importancia porque nos permiten cuantificar la carga de presión en un determinado punto, ya que de ella puede deducirse la presión intersticial que es necesaria para calcular la presión efectiva.

2.2.5.1. Medición de la presión de poros

Según **(MTC, 2016, E-130)**, se refiere al procedimiento para medir las presiones de poros de suelos naturales en el campo; se necesitan en la construcción, mantenimiento de las carreteras y en la investigación de deslizamientos o derrumbes.

2.2.5.2. Fuerzas de filtración y estabilidad de talud

(Xiangyue, 2011, pág. 4; 5), Desde el punto de vista mecánico, el agua contenida en los medios porosos interactúa con el esqueleto sólido mediante la presión de poro. En suelos saturados, se distinguen dos fuentes responsables de los cambios en la presión de poro. La primera de ellas está asociada con la generación y la disipación de las presiones de poro, que se deben a la

deformación del esqueleto sólido de los suelos. Bajo las cargas gravitacionales y externas, la deformación por cortante ocurre acompañada por un cambio en volumen. Si los suelos poseen baja permeabilidad, la deformación volumétrica no tiene lugar instantáneamente, por lo cual se genera un exceso en presión de poro. Este fenómeno tiene carácter transitorio, por lo que el exceso en presión de poro se disipa con el paso del tiempo, tendiendo a desaparecer para dar lugar a la condición del flujo estacionario, siempre y cuando las condiciones de frontera del flujo de agua se mantengan constantes.

El flujo subterráneo representa otra fuente del cambio en la presión de poro en los taludes. Puede ser transitorio o del estado estacionario, teniendo lugar igual en taludes artificiales que naturales. La hidrodinámica del agua subterránea, en combinación con la fluctuación de niveles del espejo de agua, puede observarse durante eventos, tales como lluvias, variación en el nivel de los vasos, o cuando existen manantiales. Durante lluvias intensas, la infiltración de aguas pluviales, a través de las zonas vadasas, satura el talud y eleva el nivel freático. Este proceso equivale a la aplicación del campo de fuerzas de filtración sobre el esqueleto sólido de los suelos, pudiendo llevar el talud a su condición de seguridad más crítica. Dependiendo de la intensidad y duración de lluvias, se generan diferentes condiciones de estabilidad, de las cuales una de las más estudiadas es aquella en la que todo el talud queda saturado y el flujo sea del tipo estacionario. Como la determinación de esta condición crítica, requiere de pocos parámetros de suelo y flujo de agua. Su análisis puede extenderse a grandes extensiones territoriales, produciendo mapas de riesgos geológicos e hidrometeorológicos, los cuales pueden plasmarse en sistemas de información geográfica que permiten proporcionar soluciones interdisciplinarias en la mitigación de desastres naturales.

El flujo de agua y fuerzas de filtración (fig. 1) se pueden determinar mediante algoritmos numéricos. Para ello se tienen que realizar pruebas de laboratorio y campo para puntualizar los parámetros de conductividad hidráulica de los materiales. Son de gran ayuda las observaciones en campo de niveles piezométricos. Con base en estos análisis, se puede definir la variación de fuerzas de filtración en un talud, la que sirve para subsecuentes estudios de estabilidad de talud y tubificación retrógrada.

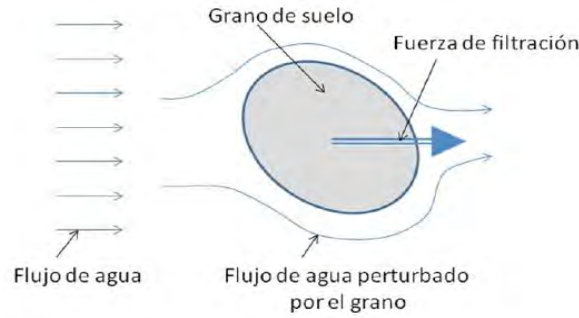


Imagen 13: Esquema de un grano de suelo sujeto al flujo de agua y fuerzas de filtración
Fuente: (Xiangyue, 2011)

2.2.6. Aumento vertical del esfuerzo

(Das, 2015) Para calcular los asentamientos debajo de una cimentación, necesitamos calcular el incremento del esfuerzo vertical ($I \cdot \Delta\sigma$) a una profundidad z . Este incremento está influenciado por la geometría de la cimentación.

Para el análisis necesitamos calcular el incremento del esfuerzo vertical, en la esquina y en el centro de la cimentación. Además, suponemos para el cálculo que tenemos una cimentación de dimensiones $Bm \times Lm$, la cual ejerce sobre el terreno un esfuerzo $\Delta\sigma$.

Para calcular el factor de variación I en la esquina de la cimentación:

$$I_E = f(m, n)$$

Tenemos:

$$m' = \frac{B}{z}; n' = \frac{L}{z} \quad (16)$$

$$SI, m'^2 + n'^2 + 1 > m'^2 n'^2$$

Entonces:

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2m'n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}{m'^2+n'^2-m'^2n'^2+1} \left(\frac{m'^2+n'^2+2}{m'^2+n'^2+1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2m'n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}{m'^2+n'^2-m'^2n'^2+1} \right) \right] \quad (17)$$

$$SI, m'^2 + n'^2 + 1 < m'^2 n'^2$$

Entonces:

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2m'n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}{m'^2+n'^2-m'^2n'^2+1} \left(\frac{m'^2+n'^2+2}{m'^2+n'^2+1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2m'n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}{m'^2+n'^2-m'^2n'^2+1} \right) + \pi \right] \quad (18)$$

Para calcular el factor de variación I en el centro de la cimentación:

$$I_C = f\left(\left(m'\right)/\left(\frac{1}{2}\right), \left(n'\right)/\left(\frac{1}{2}\right)\right)$$

Tenemos:

$$m' = \frac{B/2}{z}; n' = \frac{L/2}{z} \quad (19)$$

también podemos relacionar los factores de influencia como:

$$I_C = 4I_E$$

2.2.7. Asentamiento

2.2.7.1. Asentamiento elástico basado en la teoría de la elasticidad

(Das, 2015) Sobre la base de la teoría de la elasticidad, si la cimentación es perfectamente flexible, el asentamiento se puede expresar como:

$$S_{e(flexible)} = q_o (\alpha * B') \frac{1-\mu_s^2}{E_s} * I_s I_f \quad (20)$$

Y para cimentación rígida

$$S_{e(rigida)} = 0.93 * S_{e(flexible)} \quad (21)$$

Donde:

q_o = Presión neta aplicada sobre la cimentación

E_s = Módulo de elasticidad promedio del suelo debajo de la cimentación medido desde $z = 0$ hasta $z = 4B$

μ_s = Coeficiente de Poisson para el suelo

$B' = B/2$ para el centro de la cimentación; $B' = B$ para la esquina de la cimentación

Factor de forma (Steinbrenner, 1934)

$$I_s = F_1 + \frac{2-\mu_s}{1-\mu_s} * F_1 \quad (22)$$

$$A_0 = m' * \ln \left(\frac{(1 + \sqrt{m'^2 + 1}) \sqrt{m'^2 + n'^2}}{m' (1 + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1})} \right)$$

$$A_1 = \ln \left(\frac{(m' + \sqrt{m'^2 + 1}) \sqrt{1 + n'^2}}{m' + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}} \right)$$

$$A_2 = \frac{m'}{n' + \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}$$

$$F_1 = \frac{1}{\pi} (A_0 + A_1)$$

$$F_2 = \frac{n'}{2\pi} (\tan^{-1} A_2)$$

Módulo de elasticidad medio ponderado **Bowles (1987)**

$$E_s = \frac{\sum E_{s(i)} * \Delta z}{z} \quad (23)$$

$z = H$ o $5B$; el que sea menor

Factor de profundidad (Fox, 1948)

Cuando $D_f=0$; el valor de $I_f = 1$

$$I_f = f\left(\frac{D_f}{B}; \mu_s y \frac{L}{B}\right) \quad (24)$$

Tabla 17.5 Variación de I_f con D_f/B , B/L y μ_s

μ_s	D_f/B	B/L		
		0.2	0.5	1.0
0.3	0.2	0.95	0.93	0.90
	0.4	0.90	0.86	0.81
	0.6	0.85	0.80	0.74
	1.0	0.78	0.71	0.65
0.4	0.2	0.97	0.96	0.93
	0.4	0.93	0.89	0.85
	0.6	0.89	0.84	0.78
	1.0	0.82	0.75	0.69
0.5	0.2	0.99	0.98	0.96
	0.4	0.95	0.93	0.89
	0.6	0.92	0.87	0.82
	1.0	0.85	0.79	0.72

Tabla 2: Variación de I_f

Fuente: DAS M. Braja, *Fundamentos de ingenierías geotécnica 2015*.

Tabla 17.6 Parámetros elásticos para varios tipos de suelo

Tipo de suelo	Módulo de elasticidad, E_s (MN/m ²)	Coefficiente de Poisson, μ_s
Arena suelta	10–25	0.20–0.40
Arena semi-densa	15–30	0.25–0.40
Arena densa	35–55	0.30–0.45
Arena limosa	10–20	0.20–0.40
Arena y grava	70–170	0.15–0.35
Arcilla blanda	4–20	
Arcilla media	20–40	0.20–0.50
Arcilla dura	40–100	

Tabla 3: Parámetros elásticos para varios tipos de suelos

Fuente: DAS M. Braja, *Fundamentos de ingenierías geotécnica 2015*.

2.2.7.2. Asentamiento por consolidación primaria (Braja M. Das, 2015)

PARA ARCILLAS NORMALMENTE CONSOLIDADAS

$$S_P = \frac{C_c H}{1 + e_o} \log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'}{\sigma'_o}\right) \quad (25)$$

Donde:

C_c = índice de compresión

Según Skempton (1944)

Arcillas inalteradas: $C_c = 0.009(LL - 10)$

Arcillas remodeladas: $C_c = 0.007(LL - 10)$

σ'_o = Presión efectiva en el estrato de arcilla

$\Delta\sigma'$ = Presión vertical en el centro de la capa de arcilla

e_0 = relación de vacíos inicial

Para una capa de arcilla más gruesa, se puede hacer una medición más precisa del asentamiento si la capa se divide en una serie de subcapas y los cálculos se realizan para cada subcapa.

$$S_p = \sum \left[\frac{C_c H_i}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_{o(i)} + \Delta \sigma'_{(i)}}{\sigma'_{o(i)}} \right) \right] \quad (26)$$

Donde:

e_0 = índice de vacíos inicial en volumen V_0 .

$$S_p = H \frac{\Delta e}{1 + e_0}$$

que muestren una relación lineal **e-log σ'**

Por lo tanto, la solución total para toda la capa se puede dar como:

H_i = espesor de la subcapa i

$\sigma'_{o(i)}$ = presión de sobrecarga efectiva promedio inicial de la subcapa i

$\Delta \sigma'_{(i)}$ = aumento de la presión vertical para la subcapa i

Cálculo de asentamiento en arcillas sobreconsolidadas

Para $\sigma'_{o} + \Delta \sigma' \leq \sigma'_c$

$$S_p = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_{o} + \Delta \sigma'}{\sigma'_{o}} \right) \quad (27)$$

C_s = índice de abultamiento

si $\sigma'_{o} + \Delta \sigma' > \sigma'_c$

$$S_p = \frac{C_s H}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{o}} + \frac{C_c H}{1 + e_0} \log \left(\frac{\sigma'_{o} + \Delta \sigma'}{\sigma'_c} \right) \quad (28)$$

ÍNDICE DE COMPRESIÓN E ÍNDICE DE ABULTAMIENTO

Índice de compresión; Donde:

LL = límite líquido (%)

Índice de abultamiento; Según Cam, Kulhawy y Mayne (1990) han demostrado que:

$$C_s \approx \frac{PI}{370} \quad (29)$$

2.2.8. Estabilidad de taludes

A una superficie de suelo expuesto que se sitúa en un ángulo con la horizontal se le llama talud sin restricciones. La pendiente puede ser natural o construida. Si la superficie del suelo no es horizontal, un componente de la gravedad hará que el suelo se mueva hacia abajo, como se muestra en la figura. Si la pendiente es lo suficientemente grande, puede ocurrir falla de la pendiente, es decir, la masa de suelo en la zona **abcdea** puede deslizarse hacia abajo. La fuerza motriz supera la resistencia del suelo al corte a lo largo de la superficie de ruptura. En muchos casos se espera que los ingenieros civiles realicen cálculos para comprobar la seguridad de los taludes naturales, taludes de excavaciones y terraplenes compactados. Este proceso, llamado análisis de estabilidad del talud, implica la determinación y la comparación del corte desarrollado a lo largo de la superficie de ruptura más probable con la resistencia del suelo al corte. (DAS, 2015, pág. 334).

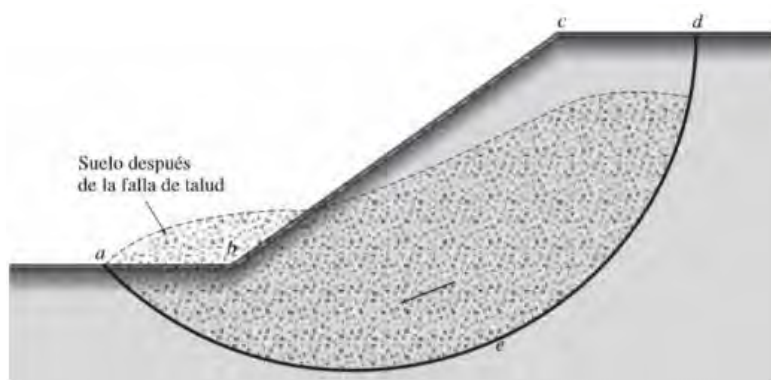


Imagen 14: Falla de talud.

Fuente: DAS M. Braja, Fundamentos de ingenierías geotécnica 2015.

El análisis de la estabilidad de un talud no es una tarea fácil. La evaluación de variables tales como la estratificación del suelo y sus parámetros de resistencia al corte en el lugar puede llegar a ser una tarea formidable. Las filtraciones a través del talud y la elección de una superficie de deslizamiento potencial añaden complejidad al problema. En este capítulo se explican los principios básicos que intervienen en el análisis de estabilidad de taludes. (DAS, 2015, pág. 335).

2.2.8.1. Métodos analíticos para determinar la estabilidad de un talud con filtración estacionaria.

(DAS, 2015, pág. 339). Varias soluciones han sido desarrolladas en el pasado para el análisis de la estabilidad de los taludes simples con filtración estacionaria. La siguiente es una lista parcial de las soluciones:

- Solución de Bishop y Morgenstern (1960)
- Solución de Spencer (1967)
- Solución de Cousins (1978)
- Solución de Michalowski (2002)

2.2.8.2. Factor de seguridad

(Das, 2015, pág. 335; 336); La tarea del ingeniero encargado de analizar la estabilidad de taludes es determinar el factor de seguridad. En general, el factor de seguridad se define como:

$$FS_s = \frac{\tau_f}{\tau_d} \quad (30)$$

Donde:

FS_s = factor de seguridad con respecto a la resistencia

τ_f = resistencia media del suelo al corte

τ_d = esfuerzo cortante promedio desarrollado a lo largo de la superficie potencial de falla.

La resistencia al corte de un suelo consiste de dos componentes, la cohesión y la fricción, y se puede expresar como:

$$\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi' \quad (31)$$

Donde:

c' = cohesión

ϕ' = Ángulo de fricción de drenado

σ' = Esfuerzo normal efectivo en la superficie potencial de falla

De una manera similar, también podemos escribir:

$$\tau_d = C_d' + \sigma' \tan \phi_d' \quad (32)$$

Donde C_d' y ϕ_d' son, respectivamente, la cohesión eficaz y el ángulo de fricción que se desarrollan a lo largo de la superficie potencial de falla. Sustituyendo las ecuaciones (2) y (3) en la ecuación (1), obtenemos:

$$FS_s = \frac{\tau_f = c' + \sigma' \tan \phi'}{\tau_d = C_d' + \sigma' \tan \phi_d'} \quad (33)$$

Ahora podemos introducir algunos otros aspectos del factor de seguridad, es decir, el factor de seguridad con respecto a la cohesión, $FS_{c'}$ y el factor de seguridad con respecto a la fricción. FS_{ϕ} . Éstos se definen como sigue:

$$FS_{c'} = \frac{c'}{C_d'} \quad (34)$$

Y

$$FS_{\phi'} = \frac{\tan \phi'}{\tan \phi_{d'}} \quad (35)$$

Podemos escribir:

$$FS_s = FS_{\phi'} = FS_{c'} \quad (36)$$

Cuando FS_s es igual a 1, el talud está en un estado de fallo inminente. En general, un valor de 1.5 para el factor de seguridad con respecto a la resistencia es aceptable para el diseño de un talud estable. (Das, 2015, pág. 335; 336).

2.2.9. Presión lateral de tierra

(Das, 2015, págs.379), En general, la presión lateral de tierra se puede dividir en tres categorías principales, dependiendo de la naturaleza del movimiento de la estructura de contención. Ellas son:

- Presión de reposo
- Presión activa
- Presión pasiva

Presión lateral de tierra en reposo

Se considera que la masa de suelo está limitada por una pared AB sin fricción que se extiende a una profundidad infinita. Además, no existen esfuerzos cortantes en los planos vertical y horizontal.

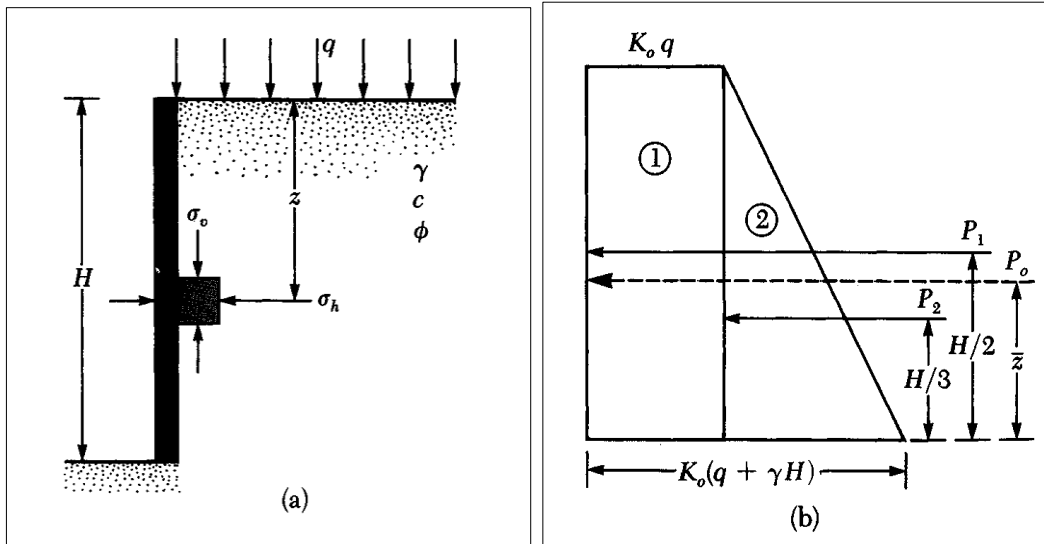


Imagen 15: Presión lateral en reposo

Fuente: DAS M. Braja, Fundamentos de ingenierías geotécnica 2001.

A cualquier profundidad z debajo de la superficie del terreno, el esfuerzo vertical es:

$$\sigma_v = q + \gamma z \quad (37)$$

El muro en reposo no permite que se mueva respecto a la masa del suelo (deformación horizontal nula), la presión lateral a una profundidad z es:

$$\sigma_h = K_o \sigma'_v + u \quad (38)$$

Donde:

u = presión de poro del agua

K_o = coeficiente de presión de la tierra en reposo

$$u = H_z * \gamma_w \quad (39)$$

Para un suelo normalmente consolidado, la relación para K_o (Jaky, 1994) es:

$$K_{o1} \approx 1 - \text{sen } \phi \quad (40)$$

Ecuación de aproximación empírica

Para arcillas normalmente consolidadas, el coeficiente de presión de tierra en reposo se aproxima (Brooker y Ireland, 1965) por:

$$K_{o2} \approx 0.95 - \text{sen } \phi \quad (41)$$

Donde: ϕ = ángulo de fricción máximo drenado

Con base en los resultados experimentales de Brooker y Ireland (1965), el valor de K_o para arcillas normalmente consolidadas es aproximado en relación con el índice de plasticidad (**PI**):

$$K_o = 0.4 + 0.007(PI) \quad (\text{para PI entre 0 y 40}) \quad (42)$$

Y

$$K_o = 0.64 + 0.001(PI) \quad (\text{para PI entre 40 y 80}) \quad (43)$$

Para arcillas preconsolidadas,

$$K_{o(\text{preconsolidadas})} \approx K_{o(\text{normalmente consolidadas})} \sqrt{OCR} \quad (44)$$

Donde: OCR= tasa de preconsolidación

PRESIÓN ACTIVA DE TIERRA DE RANKINE (BRAJA M. DAS, 2001)

Si un muro tiende a moverse alejándose del suelo una distancia Δ_x , la presión del suelo sobre el muro a cualquier profundidad decrecerá.

Para un muro sin fricción, el esfuerzo horizontal a una profundidad z es:

$$\sigma_h = K_o \sigma_v = K_o \gamma z \quad \text{cuando } \Delta = 0 \quad (45)$$

y

$$\sigma_h < K_o \sigma_v = K_o \gamma z \quad \text{cuando } \Delta_x > 0 \quad (46)$$

La condición de falla en la masa del suelo (esfuerzo horizontal) σ_a se denomina presión activa de Rankine.

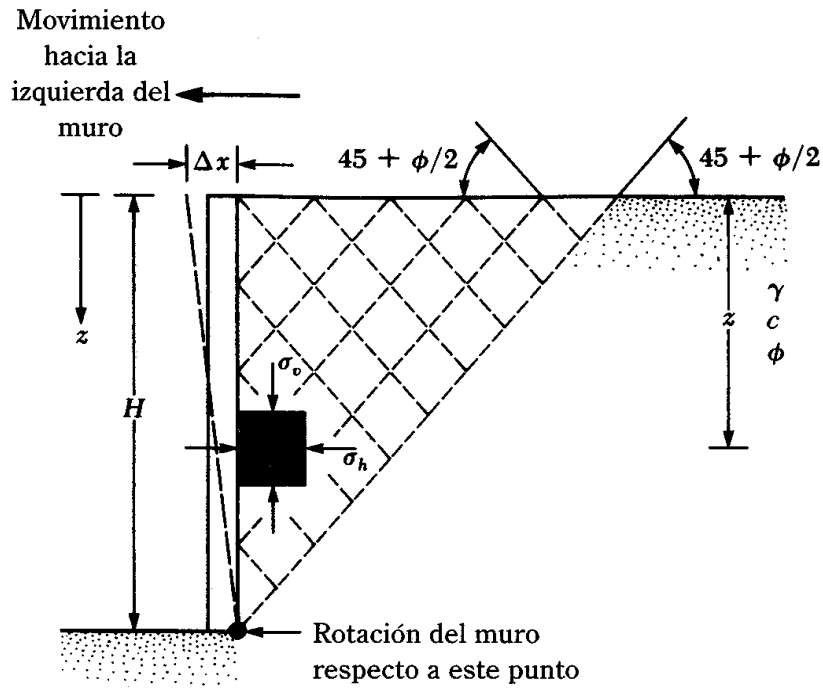


Imagen 16: Presión activa de Rankine
Fuente: Braja Das (2001)

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2c \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \quad (47)$$

Esfuerzo principal mayor $\sigma_1 = \sigma_v$

Y

Esfuerzo principal menor $\sigma_3 = \sigma_a$

Entonces:

$$\sigma_a = \sigma_v \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) - 2c \tan \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (48)$$

$$\sigma_a = \sigma_v K_a - 2c \sqrt{K_a}$$

donde:

coeficiente de presión activa de Rankine

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (49)$$

Profundidad De Grieta De Tensión

$$Z_c = \frac{2c}{\gamma_2 \sqrt{K_a}} - \frac{q}{\gamma_2} \quad (50)$$

La fuerza activa total de Rankine por unidad de longitud del muro antes de que ocurra la grieta de tensión es:

$$P_{a2} = \left[\left(\frac{1}{2} \gamma_2 H_2 + (\gamma_1 H_1 + q) \right) K_{a2} H_2 \right] - 2cH\sqrt{K_a} \quad (51)$$

Después de que ocurre la grieta de tensión, la fuerza sobre el muro será causada solo por la distribución de presión entre las profundidades $z = Z_c$ y $z = H$, ésta se expresa como:

$$P_{a1} = \frac{1}{2} (H - Z_c) (\gamma H K_a - 2c\sqrt{K_a}) \quad (52)$$

2.2.10. Pilotes de cimentación

Pilotes Cargados Lateralmente Método Broms (Candela Carrillo Herrero, España, 2018)

CANDELA CARRILLO HERRERO, ESPAÑA (2018); en su trabajo de grado: CALCULO DE PILOTES SOMETIDOS A CARGAS LATERALES. APLICACIÓN A CIMENTACIONES PARA POSTES FERROVIARIOS, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID; describe el método de diferentes métodos para analizar pilotes con cargas laterales y axiales.

CARRILLO (2018), pag.6-7: Broms desarrolló un método para calcular los desplazamientos y momentos de pilotes en suelos cohesivos y no cohesivos utilizando la teoría del coeficiente de balasto. Mediante este método se pueden analizar pilotes aislados de cualquier longitud, libres o con restricción a la rotación en la cabeza.

Broms limita este método a cargas de servicio que se encuentren entre 1/3 y 1/2 de la carga última. Para este rango de cargas, Broms asume que el suelo es linealmente elástico. Adicionalmente, para simplificar el análisis, consideró que para suelos cohesivos el coeficiente de balasto es constante con la profundidad y que aumenta linealmente con ésta en suelos no cohesivos.

Para el cálculo de la carga última en suelos cohesivos, Broms asume una distribución de la reacción del suelo uniforme e igual a 9 veces el diámetro por

la resistencia a cortante del suelo, excepto para la parte más cercana a la superficie en la que considera que el sustrato no ofrece resistencia.

En suelos no cohesivos considera que la reacción del suelo aumenta con la profundidad, alcanzando una resistencia última de 3 veces el empuje pasivo de Rankine.

La figura 0-1 muestra los modos de fallo descritos por Broms dependiendo de la longitud del pilote y su restricción en cabeza.

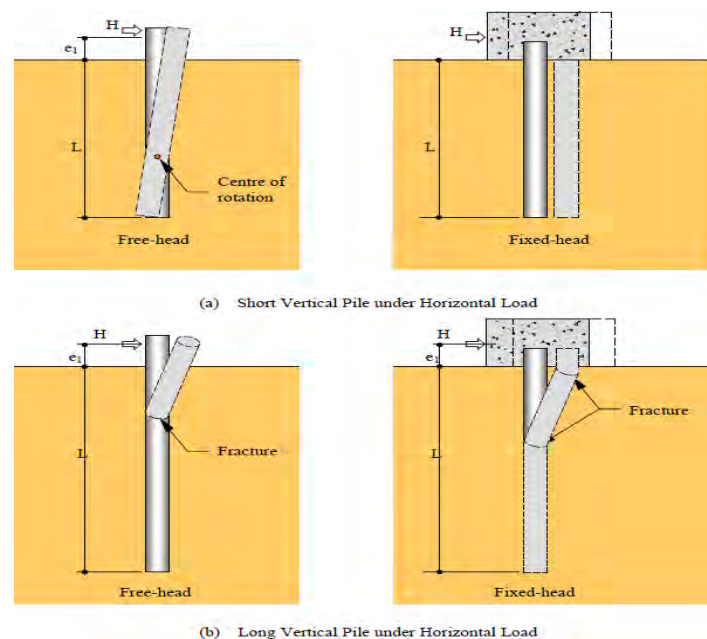


Imagen 17: Fallo de pilotes según su longitud y restricción en cabeza según Broms.
Fuente: *Pilotes Cargados Lateralmente Método Broms* (Candela Carrillo Herrero, España, 2018)

2.2.11. Modelamiento físico a escala reducida

2.2.11.1. Definición

Los modelos físicos a escala se presentan como una opción para la elaboración y ejecución de ensayos experimentales, debido a la analogía que muestran las pruebas físicas en modelos de proyectos reales, por lo tanto, los ensayos experimentales son un complemento importante y de menor costos que los ensayos en terreno [...]. **(VARGAS LÓPEZ & PARRA CRUZ, 2009)**

(HERRERA, 2004) En su investigación de grado describe las siguientes definiciones:

Es la simulación física de un fenómeno hidráulico, que ocurre en relación con una obra de ingeniería, en un sistema semejante simplificado que permite observarlo y controlarlo con facilidad, además confirmar la validez del diseño de la obra, optimizarla o tomar nota de los efectos colaterales, que deberán ser considerados durante la operación de la misma.

2.2.11.2. Análisis dimensional

“El objetivo del análisis dimensional es el de determinar la relación de dependencia existente entre una variable con una serie de parámetros que gobiernan una situación, en este caso de flujo, sin que sepamos la solución analítica del problema analizado.

El análisis dimensional permite, entre otras utilidades, construir modelos de un prototipo y analizarlo sometido a condiciones equivalentes a las de dicho prototipo.

Podríamos analizar el efecto que tiene sobre la variable la variación de cada uno de los parámetros que controlan el proceso, variando cada parámetro de forma individual y manteniendo el resto constante. Esto se conoce como análisis de sensibilidad.

Sin embargo, este procedimiento es costoso, sobre todo en ensayos experimentales, y a veces no es eficiente (podemos variar mucho un parámetro y la variable analizada no modificar sustancialmente su magnitud).” **(José Anta Álvarez, 2008)**

2.2.11.3. Semejanza

La teoría de la semejanza es una herramienta de análisis que orienta en la decisión de cómo construir o ensayar un modelo físico. Esta teoría pone en relación el modelo con el equivalente natural, prototipo, y analiza en qué sentido son semejantes.

En primer lugar, se nos ocurriría pedir que el modelo fuese geoméricamente similar al prototipo. Esta es la noción más elemental y es también la que exigiríamos a una maqueta de cualquier objeto para que ésta fuese realista.

Por tanto, decimos que existe semejanza geométrica si las relaciones entre las magnitudes geométricas se mantienen constantes entre modelo y prototipo.

Estas magnitudes son la longitud (L), el área (L2) y el volumen (L3). **(José Anta Álvarez, 2008)**

2.2.12. Proyecto, ejecución y programación

Diseño de ingeniería: Son los cálculos de diseño que han servido para el dimensionamiento y/o determinación de las características físico-mecánicas de los componentes de una obra realizados por especialistas de ingeniería o arquitectura. No se consideran cambios de diseño de ingeniería los cambios en las dimensiones o características físico mecánicas producto de replanteos o adecuaciones a la situación real del terreno que no impliquen la necesidad de nuevos cálculos. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Habilitación Urbana: Proceso de convertir un terreno rústico o eriazos en urbano, mediante la ejecución de obras de accesibilidad, de distribución de agua y recolección de desagüe, de distribución de energía e iluminación pública, pistas y veredas. Adicionalmente, el terreno puede contar con redes para la distribución de gas y redes de comunicaciones. Las habilitaciones urbanas pueden ser ejecutadas por etapas en forma parcial, en forma simultánea con las obras de edificación y de forma progresiva con la ejecución de pistas y veredas. **(Norma Técnica G.040 – Definiciones – Reglamento Nacional de Edificaciones. 2016)**

Estudio de factibilidad: Un Estudio de Factibilidad tiene como propósito establecer los pros y contras de una serie de alternativas técnicas (que algunos autores indican que se deben realizar en un estudio de prefactibilidad) y valorarlas económica, financiera, social y ambientalmente, a fin de determinar si una obra se puede desarrollar de manera posible, práctica y viable. **(Reseña Civilgeeks.com, ¿Qué es un Estudio de Factibilidad?, Yuri Villavicencio)**

Proyecto: De acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, es el conjunto de actividades que demandan recursos múltiples que tienen como objetivo la materialización de una idea. Información técnica que permite ejecutar una obra de edificación o habilitación urbana. **(Norma Técnica, METRADOS para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas. 2010)**

Expediente técnico: Conjunto de documentos que determinan en forma explícita las características, requisitos y especificaciones necesarias para la ejecución de la obra. Está constituido por: Planos por especialidades, especificaciones técnicas, metrados y presupuestos, análisis de precios unitarios, cronograma de ejecución y memorias descriptivas y si fuese el caso, fórmulas de reajuste de precios, estudios técnicos específicos (de suelos, de impacto vial, de impacto ambiental, geológicos, etc.), y la relación de ensayos y/o pruebas que se requieren. **(Norma Técnica G.040 – Definiciones – Reglamento Nacional de Edificaciones. 2016)**

Estudios básicos: Estudios técnicos y económicos del proyecto, mediante los cuales se demuestra que es procedente ejecutar el proyecto. **(Norma Técnica G.040 – Definiciones – Reglamento Nacional de Edificaciones. 2016)**

Especificaciones Técnicas: Descripción de las características técnicas y/o requisitos funcionales del bien a ser contratado. Incluye las cantidades, calidades y las condiciones bajo las que se ejecutan las obligaciones. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Planos del Proyecto: Representación gráfica y conceptual de una obra, constituida por plantas, perfiles, secciones transversales y dibujos complementarios de ejecución. Los planos muestran la ubicación, naturaleza, dimensiones y detalles del trabajo a ejecutar. **(Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas. 2010)**

Partida: Cada una de las partes que conforman el presupuesto de una obra y precio unitario. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Forma de Medición: Es la manera en que el encargado de metrar debe de medir los productos o servicios que componen una obra de edificación o habilitación urbana. **(Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas. 2010)**

Unidad de Medida: Es una cantidad estandarizada de una determinada magnitud física. **(Norma Técnica, Metrados para Obras de Edificación y Habilitaciones Urbanas. 2010)**

Metrado: Es el cálculo o la cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar, según la unidad de medida establecida. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Análisis de Costos Unitarios: Podemos definir un análisis de costo en términos generales de una partida determinada, como la sumatoria de recursos o aportes de mano de obra y/o materiales y/o equipos (herramientas), afectados por su precio unitario correspondiente, lo cual determina obtener un costo total por unidad de medida de dicha partida (m³, m², kg, p², etc). **(Costos y Presupuestos de Obra 12.ª Edición, Ing. Miguel Salinas, Ing. Guillermo Huerta, Pág. 48. 2018)**

Presupuesto de Obra: Es el valor económico de la obra estructurado por partidas con sus respectivos metrados, análisis de precios unitarios, gastos generales, utilidad e impuestos. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Costo Directo: Los costos directos son aquellos costos necesarios de mano de obra, materiales/insumos y equipos/herramientas que se caracterizan por tener una participación directa en la ejecución la prestación. **(Valorización y Liquidación de Obras Públicas 2.ª Edición, Ing. Jorge Porras Bayeto, Pág. 17. 2018)**

Gastos Generales: Son aquellos costos indirectos que el contratista efectúa para la ejecución de la prestación a su cargo, derivados de su propia actividad empresarial, por lo que no pueden ser incluidos dentro de las partidas de las obras o de los costos directos del servicio. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Gastos Generales Fijos: Son aquellos que no están relacionados con el tiempo de ejecución de la prestación a cargo del contratista. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Gastos Generales Variables: Son aquellos que están directamente relacionados con el tiempo de ejecución de la obra y por lo tanto pueden incurrirse a lo largo de todo el plazo de ejecución de la prestación a cargo del contratista. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Rendimiento de mano de obra: Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como um/ hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre). **(Art. Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción, Luis Botero Botero, Pág. 11. 2002)**

Consumo de mano de obra: Se define como la cantidad de recurso humano en horas-Hombre, que se emplea por una cuadrilla compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad, para ejecutar completamente la cantidad unitaria de alguna actividad. El consumo de mano de obra se expresa normalmente en hH / um (horas - Hombre por unidad de medida) y corresponde al inverso matemático del rendimiento de mano de obra. **(Art. Análisis de Rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción, Luis Botero Botero, Pág. 11. 2002)**

Optimización: Por optimización debemos entender el proceso de llegar a la solución óptima. Hoy en día este es un concepto que va más allá de simplemente referirse a la solución más económica. Para lograr la solución óptima, debe tenerse definida previamente una variable básica en función de una prioridad (está bien puede ser la económica, aunque no necesariamente). El valor máximo o mínimo de la variable manipulada es el que produce la solución óptima. **(Reseña Civilgeeks.com, Introducción a la Ingeniería Civil: Optimización, Yuri Villavicencio)**

Programa de ejecución de obra: Es la secuencia lógica de actividades constructivas que se realizan en un determinado plazo de ejecución; la cual comprende solo las partidas del presupuesto del expediente técnico, así como las vinculaciones que pudieran presentarse. El programa de ejecución de obra

se elabora aplicando el método CPM y es la base para la elaboración del calendario de avance de obra valorizado. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

Ruta Crítica del Programa de Ejecución de Obra: Es la secuencia programada de las partidas de una obra cuya variación afecta el plazo total de ejecución de la obra. **(Reglamento de la ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado. Anexo N° 1. 2018)**

III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Lugar de ejecución

La ejecución del prototipo a escala natural fue realizada entre el pasaje las Gardenias y prolongación Independencia, AAHH San Valentín, en el distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto-Perú.

3.1.1. Ejecución de ensayos de materiales

Los ensayos de materiales fueron realizados en los laboratorios de la Universidad Científica del Perú; además se optó por realizar ensayos de materiales en los laboratorios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, La Universidad Nacional de Ingeniería, y GEOFRONTIER.

3.1.2. Ejecución de corrida experimental

Los trabajos de ensayos y corridas experimental para los prototipos a escala reducida fueron realizados en las instalaciones de la empresa ECOPOR S.A.C, en un laboratorio provisional instalado debidamente equipado con aparatos y herramientas de medición para realizar los ensayos de inundación.

3.1.3. Ejecución de prototipo a escala natural

La ejecución del prototipo a escala natural fue realizada entre el pasaje las Gardenias y prolongación Independencia, AAHH San Valentín, en el distrito de Punchana, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto-Perú.

3.2. Tipo y diseño de estudio

- Tipo: Aplicada
- Diseño: Experimental

3.3. Variable de estudio

- Independiente: -Geoespuma
 -Suelo blando de fundación
 -Nivel de inundación
- Dependiente: -Diseño de Terraplén con geobloques
 -Infiltración en la cimentación del terraplén

3.4. Técnicas o procedimientos de recolección de datos

LA RECOPIACIÓN DE DATOS	
Primera Etapa: Estudios Básicos de Ingeniería y propuesta de diseño preliminar.	<ul style="list-style-type: none">• Estudio de Topografía• Estudio Hidrológico y Drenaje• Estudio de Mecánica de Suelos

	<ul style="list-style-type: none"> • Ensayos de Material De Préstamo • Ensayos de Geoespuma • Ensayo de Compresión Suelo-Cemento • Propuesta de diseño preliminar
<p>Segunda Etapa:</p> <p>Ensayos de Corrida Experimental y Desarrollo de Memoria de cálculo para el diseño.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Modelamiento Físico a escala reducida (1:8) de Prototipo de terraplén propuesto. • Ensayo de inundación para el prototipo a escala (1:8). • Ensayo de carga para el prototipo a escala (1:8). • Análisis y desarrollo de la memoria de cálculo para el diseño del prototipo.
<p>Tercera Etapa:</p> <p>Ejecución y construcción de prototipo a escala natural y prueba de carga estática.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollo del expediente técnico de obra para el Prototipo. • Ejecución y construcción del prototipo a escala natural. • Prueba de carga estática sobre el prototipo ejecutado.

*Cuadro 1: Técnicas y Procedimientos de Recolección de Datos
Fuente: Propia*

3.5. Metodología y resultados

El desarrollo del proyecto de investigación se realizó en tres Etapas: Estudios Básicos de Ingeniería y propuesta de diseño preliminar, Ensayos de Corrida Experimental y Desarrollo de Memoria de cálculo para el diseño, Ejecución y construcción de prototipo a escala natural y prueba de carga estática.

3.5.1. Estudios básicos de ingeniería

Los estudios básicos de ingeniería fueron esenciales para poder determinar las condiciones y parámetros de diseño; con los datos recolectados en los estudios básicos, se planteó un diseño preliminar que se ajuste a las características de los materiales y las condiciones de la zona del proyecto.

Dentro de los estudios básicos de ingeniería se realizó los ensayos a los bloques de Geoespuma que produce la empresa ECOPOR S.A.C; estos ensayos se realizaron con la ayuda de la normativa internacional ASTM.

3.5.1.1. Estudio de topografía

El estudio topográfico se encarga de representar características superficiales del área objeto de estudio. Indica la ubicación geográfica en base a coordenadas UTM, la altura sobre el nivel del mar y las medidas de cada lado de la forma del terreno teniendo en cuenta los desniveles de la superficie a estudio.

También se conocerá el desnivel, ósea la inclinación exacta y lo accidentado de la superficie, ya sea regular o irregular. Este estudio es necesario para adecuar el proyecto de acuerdo a la superficie de terreno y sus características propias.

Los trabajos de control terrestre se llevaron a cabo desarrollando las actividades siguientes:

- Recopilación de información in situ.
- Monumentación de los puntos de control (BM)
- Lectura de puntos de control terrestre

Ubicación



*Imagen 18: Mapa del Perú, Referencia del lugar del Proyecto, UBICACIÓN DE DEPARTAMENTO LORETO
Fuente: Extraída de Informe Topográfico SECATP, 2018*



Imagen 19: Mapa Regional del Perú, Referencia del lugar del Proyecto, UBICACIÓN DE PROYECTO EN LA PROVINCIA DE MAYNAS
Fuente: Extraída de Informe Topográfico SECATP, 2018

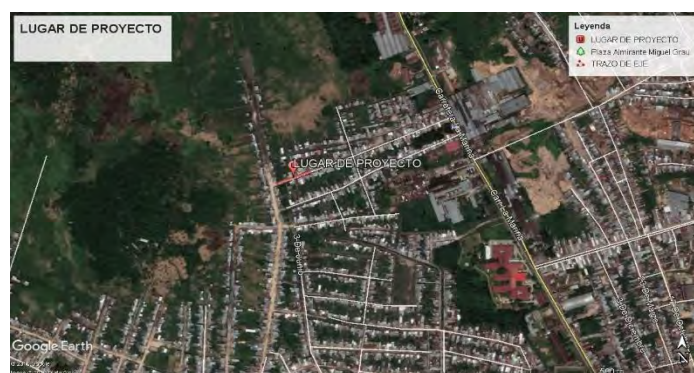


Imagen 20: LOCALIZACIÓN DE PROYECTO
Fuente: Google earth, Extraída de Informe Topográfico SECATP, 2018

Calle : Prolongación Independencia con calle San Valentín

Distrito : Punchana

Provincia : Maynas

Región : Loreto

Puntos de Control

PUNTO DE CONTROL (BM)			
PUNTO	ESTE	NORTE	COTA
BM	694370.449	9588998.921	118.092

Cuadro 2: Punto de Control Topográfico
Fuente: Google earth, Extraída de Informe Topográfico SECATP, 2018

3.5.1.2. Estudio hidrológico y drenaje

Para el análisis estadístico del río Amazonas se dispuso de información en las estaciones hidrométricas de Tamshiyacu (SENAMHI), e Iquitos (ENAPU Perú-SENAMHI), para el periodo y tiempo de registro se detallan en la Tabla:

Escala Hidrométrica	Datos de Niveles Diarios		Tiempo de Registro
	Desde	Hasta	
Tamshiyacu (SENAMHI)	01/09/1991	31/12/2015	18 años y 4 meses
Iquitos (Enapu Peru)	01/01/1968	31/08/2018	50 años y 3 meses
Sedaloreto (SENAMHI)	01/01/1997	31/12/2017	20 años

Tabla 4: Disponibilidad de datos de niveles históricos en las estaciones hidrométricas del río Amazonas y Nanay Fuente: Propia, Informe Hidrológico

Estimación de los niveles máximos del Rio Nanay

La recurrencia de los niveles máximos de la estación hidrométrica de ENAPU Perú, que son las únicas con información histórica prolongada y suficientemente confiable, es calculada empleando la curva de mejor ajuste.

Con la información obtenida de la estación de ENAPU PERÚ S.A., respecto a los niveles históricos de espejo de agua alcanzada por el río Amazonas, se ha podido efectuar un análisis de máximas avenidas y su transformación mediante análisis de regresión a valores correspondientes a la estación limnimétrica Sedaloreto SA., dentro del área de influencia del proyecto.

En el grafico siguiente se presenta los niveles históricos de los espejos de agua del río Amazonas para un periodo de tiempo de 47 años (1968-2017). En ella se aprecia que los niveles máximos se presentan entre los meses de febrero a mayo, superando estos la cota de los 88.82 msnm (equivalente a 118.97 msnm de los datos registrados en la estación Enapu Perú).

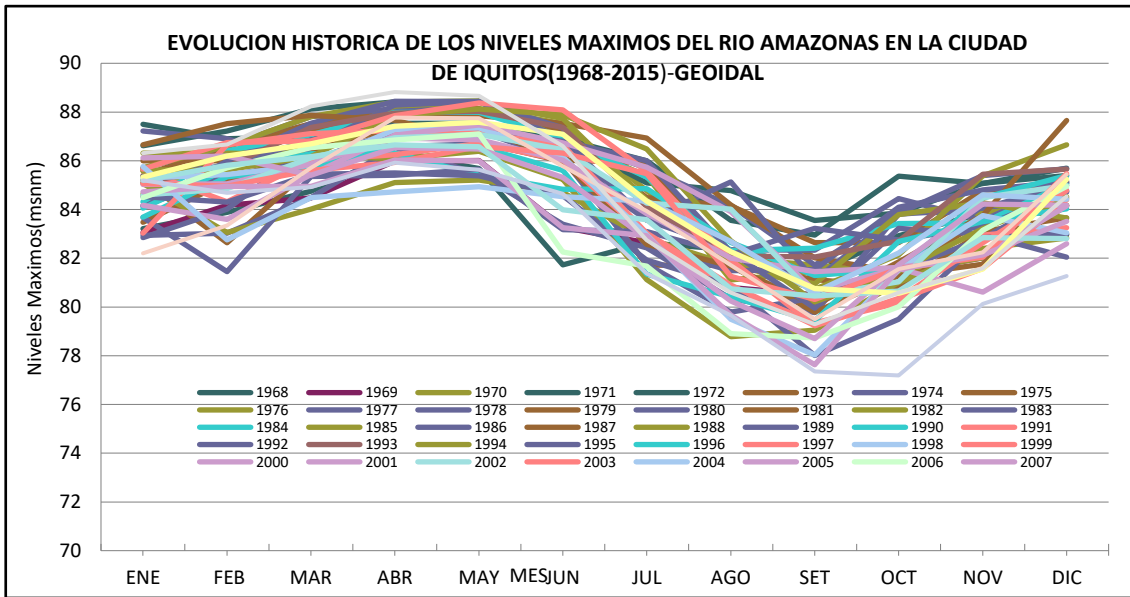


Gráfico 1: Recurrencia de niveles máximos de las estaciones limnimétrica de Iquitos
Fuente: Propia, Informe Hidrológico

Se recomienda que el periodo de retorno de diseño para las alturas de la cota de superficie no debe ser inferior a 100 años. Para este periodo de retorno se tiene una cota de espejo de agua de 119.33 msnm o de 89.18 msnm geoidal.

Tr años	Niveles Maximos (msnm)	
	Geoidal	Absoluto
5	87.62	117.77
10	87.70	117.85
15	87.78	117.93
20	87.87	118.02
25	87.95	118.10
50	88.36	118.51
75	88.77	118.92
78	88.82	118.97
100	89.18	119.33
500	89.82	119.97
1000	90.05	120.20

Tabla 5: Periodo de Retorno, cota espejo de agua
Fuente: Propia, Informe Hidrológico

3.5.1.3. Estudio de mecánica de suelos

Este estudio tiene como finalidad obtener la información necesaria de los suelos subyacentes en sus condiciones naturales, para lo cual es necesario su evaluación in situ mediante exploraciones con calicatas, auscultaciones, y ensayos apropiados de compacidad, conociéndose además que esta etapa es una transición o conexión estructural cuyo proyecto depende de las características de ambos; las estructuras proyectadas y el suelo de fundación.

Geomorfología

En la Generalización morfológica de la Selva Baja, se puede observar características geográficas bastante homogéneas, particularmente en cuanto a sus condiciones climatológicas y fisiográficas. La zona; donde se ubica el área de Estudio, pertenece a una zona consolidada, de un relieve relativamente uniforme propio de una terraza media.

Tectónica

El área de estudio corresponde al dominio estructural del Arco de Iquitos, arco que sigue una orientación NO-SE entre los ríos Amazonas y Napo, cambiando a NE para luego continuar en el territorio colombiano, este arco se puede interpretar como bloque de fallas normales afectados por una Tectónica extensiva de dirección NNO-SSE, la cual es responsable de la estructuración actual del Arco de Iquitos (Dumont, J.F. 1988). Lo que ha generado bloques levantados y hundimientos como la Depresión de Ucamara. Actualmente en superficie el Arco de Iquitos es una zona amplia de colinas bajas con morfología redondeada erosionada por quebradas con flancos abruptos.

El arco de Iquitos es un bloque limitado por fallas, que tiene aproximadamente 200 km. de ancho entre los ríos Corrientes y Putumayo.

Sismicidad

Según los Mapas de Casaverde y Vargas (1980), el rango de aceleraciones máximas esperadas para un periodo de retorno de 30 años, en la zona estudiada es la siguiente:

$T_p=30$ años: $a_s=0.09$ g a 0.10 g

La distribución probabilística de intensidades del Perú, correlacionadas con los periodos de retorno, según Casaverde y Vargas (1980), señala un grado moderado para las condiciones señaladas, el cual corresponde según la escala de Mercalli a sismo sentido por la población en movimiento:

$T_p=30$ años: Grado IV (Mercalli).

Investigación del Sub Suelo

- Se realizó la excavación de una **(01) calicata** hasta la profundidad de 3.00 m, con el fin verificar la estratigrafía del suelo y tomar muestras de los diferentes estratos para ser llevados y analizados en el Laboratorio. **(VER ANEXO B, PLANO DE UBICACIÓN DE CALICATAS, PERFIL ESTRATIGRÁFICO)**
- Se realizó una (01) auscultación con equipo de Penetración Estándar (SPT).

SPT	Prof. (m)	Descripción	Humedad Natural (%)	Pasa Malla 200 (%)	Límites de Atterberg			Clasificación	
					LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
	0.00-0.60	Relleno limoso contaminado con cascajo etc.	-	-	-	-	-	-	-
0.60-1.20	Suelo limoso contaminado con materia orgánica								
1.20 – 1.65	Arcilla orgánica.	35.70	99.38	58.38	34.92	18.46	OH	A-7-6(15)	
1.65 – 5.85	Arcilla orgánica.	35.60	99.14	55.28	34.36	20.92	OH	A-7-6(15)	

CALICATA	Prof. (m)	Descripción	Humedad Natural (%)	Pasa Malla 200 (%)	Límites de Atterberg			Clasificación	
					LL	LP	IP	SUCS	AASHTO
	0.00-1.20	Arcilla inorgánica	54.87	99.88	63.64	29.57	37.08	CH	A-7-6(20)
1.20-3.00	Arcilla inorgánica	50.27	99.92	57.49	34.70	22.79	CH	A-7-5(17)	

Cuadro 3: Cuadro Resumen de Resultados Obtenidos en Laboratorio-
Fuente: Propia, Informe Estudio de Mecánica de suelos

SPT N°1	Prof. Desplante (Df) m	Peso Unitario (γ) g/cm3	Ø	Cohesión (kg/cm2)	Nc	N _v	N _q	Q neto (kg/cm2)
01	2.10	1.55	-	0.15	5.14	1.00	0	0.26
	3.00	1.46	-	0.15	5.14	1.00	0	0.25
	4.05	1.046	-	0.96	5.14	1.00	0	1.65
	5.10	1.46	-	3.185	5.14	1.00	0	5.45
	5.80	10.46	-	3.74	5.14	1.00	0	6.34

Cuadro 4: Parámetros de diseño
Fuente: Propia, Informe Estudio de Mecánica de suelos

De acuerdo a los resultados obtenidos de los ensayos realizados en el área donde se realizará el proyecto, se observa estratos predominantes de suelos finos clasificados según SUCS como Arcilla orgánica (OH).

3.5.1.4. Ensayos de material de préstamo

Laboratorio de mecánica de suelos y ensayos de materiales, Universidad Científica del Perú.

Características:

- Muestra: Corresponde a un suelo alterado
- Resultados:

Ensayos:	Referencias	Resultados	Unidades	Observaciones	
Granulometría (clasificación)	ASTM D - 422	(SP)/A-3(0)		Arena color blanco	
Granulometría (agregado)	ASTM C - 136	MF 1.62		MF: Módulo de fineza del agregado	
Gravedad Específica y Absorción del Agregado	ASTM C - 128	2.671	gr/cc	Arena color blanco	
		0.48	%		
Peso Unitario suelto del Agregado	ASTM C - 29	1451.00	Kg/m ³	Arena color blanco	
Peso Unitario Compactado del Agregado	ASTM C - 29	1603.00	Kg/m ³	Arena color blanco	
Humedad Natural	ASTM D - 2216	3.58	%	Suelo alterado	
Proctor Modificado (Método "A")	ASTM D1557	M.D.S.	1.666	gr/cm ³	Suelo alterado
		O.C.H.	16.07	%	

C.B.R.	ASTM D - 1883	95% M.D.S.	1.583	gr/cc	Suelo alterado
		95% C.B.R.	25.80	%	

*Cuadro 5: Resultados de ensayos de laboratorio de Mecánica de suelos
Fuente: Elaboración Propia*

3.5.1.5. Ensayos de Geospuma

En esta sección se muestra los resultados de los ensayos; en los distintos laboratorios. En los que se realizaron las pruebas para determinar las propiedades físicas, químicas y mecánicas de la Geospuma.

Laboratorio de análisis físicos, Pontificia Universidad Católica del Perú.

Condiciones: T° 21°, HR 65%

Características:

- Muestra: Bloque de Poliestireno Expandido (**Geospuma D-15**)
Probeta de 153 cm x 122 cm x 62 cm
- Resultados:

Ensayos:	Referencias	Resultados	Unidades	Observaciones
Densidad	ASTM D 1622-03	15.30	Kg/m³	±2.00%
Resistencia a la Flexión	EN 12089	416.00	N	Quiebra
Resistencia a la Tracción	EN 1607/ EN 1608	46.00	kPa	Rompe
Resistencia a compresión al 10% de deformación	ASTM 1621-16	127.40	kPa	Fatiga
Resistencia al fuego	NFPA 255/ ASTM E84	Es ignifugo	No propaga llama	No propaga llama
% Absorción de Agua	ASTM D570	0.34	%	

Coeficiente de Dilatación Térmica	ASTM D679	1.2x10⁻⁴	°C⁻¹	Rango: 21° C a 70° C
--	------------------	----------------------------	------------------------	-----------------------------

Cuadro 6: Ensayos de Geospuma, Laboratorio Pontificia Universidad Católica del Perú

Fuente: Elaboración Propia

- Muestra: Bloque de Poliestireno Expandido (Geospuma D-20)
Probeta de 153 cm x 122 cm x 62 cm
- Resultados:

Ensayos:	Referencias	Resultados	Unidades	Observaciones
Densidad	ASTM D 1622-03	20.10	Kg/m³	±2.00%
Resistencia a la Flexión	EN 12089	2094.00	N	Quiebra
Resistencia a la Tracción	EN 1607/ EN 1608	70.00	kPa	Rompe
Resistencia a compresión al 10% de deformación	ASTM 1621-16	157.00	kPa	Fatiga
Resistencia al fuego	NFPA 255/ ASTM E84	Es ignifugo	No propaga llama	No propaga llama
% Absorción de Agua	ASTM D570	0.68	%	
Coeficiente de Dilatación Térmica	ASTM D679	1.5x10⁻⁴	°C⁻¹	Rango: 21° C a 70° C

Cuadro 7: Ensayos de Geospuma, Laboratorio Pontificia Universidad Católica del Perú

Fuente: Elaboración Propia

Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER.

Corte Directo

Características:

- Muestras: Bloques de Poliestireno Expandido (**Geospuma D-15**)
Forma, Paralelepípedo
- Resultados:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)			
Muestras	Resultados	Unidades	Observaciones
04, 11 y 12	C' = 14.32	kPa	Cohesión no drenada
	Ø = 17.70	°	Ángulo de fricción interna

cuadro 8: Resultados Corte directo, Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER
Fuente: Elaboración Propia

Características:

- Muestras: Bloques de Poliestireno Expandido (**Geospuma D-20**)
Forma, Paralelepípedo
- Resultados:

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)			
Muestras	Resultados	Unidades	Observaciones
19, 16 y 20	C' = 8.43	kPa	Cohesión no drenada
	Ø = 22.00	°	Ángulo de fricción interna

Cuadro 9: Resultados Corte directo, Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER
Fuente: Elaboración Propia

Compresión no confinada

Características:

- Muestras: Bloques de Poliestireno Expandido (**Geospuma D-15**)
Forma, Cilíndrica
- Resultados:

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS (ASTM D1621)			
Muestra	Resultados	Unidades	Observaciones
	Esfuerzo a la compresión no confinada(q_u) = 80.50	kPa	

21	Esfuerzo a la compresión no confinada al 5%(qu) = 70.77	kPa	
	Módulo de Elasticidad Aparente= 1.81	MPa	

*Cuadro 10: Resultados de Compresión no confinada, Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER
Fuente: Elaboración Propia*

Características:

- Muestras: Bloques de Poliestireno Expandido (**Geoespuma D-20**)
Forma, Cilíndrica
- Resultados:

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS (ASTM D1621)			
Muestra	Resultados	Unidades	Observaciones
5	Esfuerzo a la compresión no confinada(qu) = 95.60	kPa	
	Esfuerzo a la compresión no confinada al 5%(qu) = 82.81	kPa	
	Módulo de Elasticidad Aparente= 2.20	MPa	

*Cuadro 11: Resultados de Compresión no confinada, Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER
Fuente: Elaboración Propia*

Triaxial No consolidado – No drenado

Características:

- Muestras: Bloques de Poliestireno Expandido (**Geoespuma D-15**)
Forma, Cilíndrica
- Resultados:

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU (No consolidado No drenado UU, ASTM D2850)			
Muestras	Resultados	Unidades	Observaciones
12, 22 Y 11	C= 17.50	kPa	Cohesión no drenada
	Ø= 3.02	°	Ángulo de fricción interna

*Cuadro 12: Resultados Triaxial no Consolidado Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER
Fuente: Elaboración Propia*

Características:

- Muestras: Bloques de Poliestireno Expandido (**Geospuma D-20**)
Forma, Cilíndrica
- Resultados:

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU (No consolidado No drenado UU, ASTM D2850)			
Muestras	Resultados	Unidades	Observaciones
17, 14 y 16	C= 21.00	kPa	Cohesión no drenada
	Ø= 4.64	°	Ángulo de fricción interna

Cuadro 13: Resultados Triaxial no Consolidado Laboratorio Geotécnico GEOFRONTIER

Fuente: Elaboración Propia

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales, Universidad Científica del Perú.

Densidad Aparente

Características:

- Muestras: Bloques de Poliestireno Expandido (**Geospuma D-20**)
Forma, Paralelepípedo
- Resultados:

ENSAYO DENSIDAD APARENTE DE MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS (ASTM D1622)				
N° de Muestras	Resultados		Unidades	Observaciones
05	Densidad Aparente promedio	19.60	Kg/cm³	

Cuadro 14: Resultados Ensayo De Compresión Suelo-Cemento, Ensayo De Compresión Suelo-Cemento

Fuente: Elaboración Propia

Propiedades de Compresión

Características:

- Muestras: Bloques de Poliestireno Expandido (**Geospuma D-20**)
Forma, Paralelepípedo
- Resultados:

ENSAYO PROPIEDADES DE COMPRESIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS (ASTM D1621)				
N° de Muestras	Resultados		Unidades	Observaciones
05	Resistencia a Compresión al (1%) de deformación	0.606	Kg/cm ²	
	Resistencia a Compresión al (5%) de deformación	1.060	Kg/cm ²	
	Resistencia a Compresión al (10%) de deformación	1.148	Kg/cm ²	

*Cuadro 15: Resultados Ensayo De Compresión Suelo-Cemento, Ensayo De Compresión Suelo-Cemento
Fuente: Elaboración Propia*

3.5.1.6. Ensayo de Compresión Suelo-Cemento

Laboratorio de Mecánica de Suelos y Ensayos de Materiales,
Universidad Científica del Perú.

Características:

- Muestra: Probetas cilíndricas
- Resultados:

ENSAYO DE COMPRESIÓN (ASTM C - 39)				
N° de Muestras	Dosificación cemento-arena (volumen)	Edad (días)	Resultados	Unidad
2	1:15	3	-	Kg/cm ²
		7	6	
		14	8	
6	1:20	3	2	Kg/cm ²
		7	4	
		14	4	
4	1:25	3	2	Kg/cm ²
		7	2	
		14	3	

3.5.2. Propuesta de diseño preliminar de Terraplén con relleno de Geoespuma

3.5.2.1. Descripción del diseño preliminar

El diseño del terraplén describe una geometría rectangular; terraplén vertical sin talud, acondicionado en los bordes con una pantalla de confinamiento de mortero ($e=0.20$ m), cuya función estructural es confinar el material granular de la Subbase, así como también, proteger al cuerpo del terraplén del impacto del agua proveniente del caudal de las lluvias.

PAVIMENTO

El terraplén propuesto, estará implementado con un pavimento rígido de 0.20 m de espesor, diseñado para el tráfico de influencia de la zona de proyecto. La estructura del pavimento tendrá como cota de rasante 119.47 m, 0.50 m por encima del nivel de máxima inundación.

CUERPO DEL TERRAPLÉN

El cuerpo del terraplén está conformado de 3 capas de geobloques de geoespuma, distribuidos de tal manera que no tengan continuidad de juntas. El cuerpo del terraplén tendrá 6.0m de ancho y 14.50m de longitud.

Para los fines de contrarrestar la flotabilidad, en el diseño se considera una cobertura de material de relleno convencional (A-2-4 (0)), el mismo que se extenderá hasta la estructura del pavimento.

PANTALLA DE CONFINAMIENTO

La pantalla de confinamiento es una estructura de protección aislante para los bloques de poliestireno expandido, para evitar las sustancias corrosivas presentes en el agua de la inundación.

Para contrarrestar la flotabilidad del poliestireno expandido, el diseño contempla pilotes hincados de $\varnothing 4"$ a una profundidad de 6 metros, distribuidos en cada eje, como se muestra en el plano del diseño. Además de servir como sistema de anclaje, los pilotes, tendrán la función de sostener la estructura de la pantalla de confinamiento y brindarle estabilidad a toda la estructura del terraplén.

Para que la pantalla de confinamiento tenga resistencia a esfuerzos de corte, esta reforzada con una Geomalla biaxial, que será ubicado a 5cm del borde de la geoespuma, y será anclada en los pilotes. La Geomalla también estará como

3.5.3. Ensayos de corrida experimental

Para el desarrollo del proyecto se presentó un diseño preliminar de terraplén con relleno de geoespuma, caracterizado por tener un talud vertical conformado por una pantalla de confinamiento. Para poder obtener los parámetros de diseño, fue necesario realizar los modelamientos a escala reducida como parte de la etapa de corrida experimental.

A diferencia de los modelamientos físicos realizados en los laboratorios de hidráulica naval, este modelamiento del terraplén no depende de factores dinámicos como fuerza y presión. Es decir, el caudal de inundación no es un factor que altere directamente al comportamiento de la estructura, al igual que la masa de los materiales. El principal objetivo de los modelamientos a escala para los prototipos del terraplén es identificar y registrar los fenómenos ocurridos durante la interacción de la estructura del prototipo con el agua de inundación.

3.5.3.1. Elección de la escala

Para los modelamientos físicos del PROTOTIPO se determinó usar la escala 1:8. Con esta escala se asegura que los prototipos no sean muy reducidos y se pueda simular las condiciones necesarias del proyecto real, tales como el suelo; además se asegura un mejor control de la simulación de inundación.

Para los modelamientos físicos de los PROTOTIPOS, solo se desarrolló la similitud geométrica del diseño.

A continuación, se presenta un cuadro de resumen de los parámetros de los cuales solo se utilizaron los parámetros de forma (similitud geométrica):

PARÁMETRO	Relación escala		Magnitudes	
	Escala	Relación Numéric a	Prototipo	Modelo
LONGITUD	L_r	8	8 m	1 m
ÁREA	L_r^2	64	1 m ²	0.015625 m ²
MASA (λ_M)	L_r^3	512	1000 kg	1.95 kg
FUERZA	L_r^3	512	1000 N	1.95 N
PRESIÓN	L_r	8	8 N/m ²	1 N/m ²

Cuadro 16: parámetros de relación de escala
Fuente: Elaboración Propia

3.5.3.2. Materiales de ensayo

Para el modelamiento a escala reducida fue necesario utilizar materiales distintos a los especificados en los planos de diseño, debido a las características físicas de los mismos. Como por ejemplo la Geomalla biaxial, que fue reemplazada por una malla mosquitero; geotextil no tejido, reemplazado por una tela tocuyo. Estos materiales fueron cambiados solo para la construcción de los prototipos a escala.

Debe de resaltarse que, según el análisis realizado para el modelamiento física a escala, los materiales que fueron reemplazados no afectan directamente al comportamiento de la estructura modelada, esto debido a que mantienen las mismas características de los materiales originales.

La modelación física es realizada mediante conocimientos empíricos basados en la experiencia de otras investigaciones en américa latina, además de lineamientos teóricos como las leyes de semejanza, las cuales son muy aplicadas en ingeniería hidráulica y naval.

Los materiales descritos a continuación fueron utilizados para la modelación física a escala reducida. La cantidad descrita es para un ensayo.

1) Bloque de Geoespuma - Poliestireno expandido

Descripción: Usado como material de relleno no convencional en el cuerpo del terraplén.

Cortado y perfilado de acuerdo a la escala determinada del modelo.

Densidad: 20 kg/m³

Dimensiones: 0.075 m x 0.150 m x 0.375 m

Cantidad: 120 unid

2) Malla mosquitero (Reemplazo de la Geomalla biaxial)

Descripción: La malla mosquitero fue utilizada como soporte estructural de la pantalla de confinamiento, además fue utilizado como anclaje para los bloques de poliestireno expandido ubicados en el cuerpo del terraplén.

Dimensiones: 4m x 4m

Cantidad: 1 unid

3) Tela tocuyo (Reemplazo del geotextil no tejido)

Descripción: La tela tocuyo fue utilizado como capa aislante del suelo de fundación, y para retener el material fino utilizado como suelo mejorado para la cimentación y relleno de la base y Subbase del pavimento.

Dimensiones: D-2= 1.75 m x 2.00m

Cantidad: 4.00 m x 4.00 m

4) Mezcla de mortero $f'c=100\text{kg/cm}^2$

Descripción: Empleado para la conformación de la pantalla de confinamiento (V-1); y para la carpeta de rodadura del pavimento (V-2).

$F'c= 100 \text{ kg/cm}^2$.

Volumen: V-1= 0.035 m³; V-2= 0.04 m³; V-T= 0.075 m³

5) Varillas lisas de acero (Reemplazo de los pilotes de anclaje)

Descripción: Cumple la función de los pilotes en las pantallas de confinamiento como refuerzo estructural; además aportan refuerzo de anclaje para el cuerpo de terraplén conformado por el poliestireno expandido.

Dimensiones: varillas de 0.96 m de largo; y diámetro Ø1/2".

Cantidad: 16 varillas; Lt=16.00 ml

6) Material de relleno de Subbase A-2-4

Descripción: El material de relleno empleado es A-2-4, Arena Limosa (SM); cuenta con un estudio de suelos donde se muestra sus propiedades físicas y mecánicas.

Volumen: 0.4 m³

7) Material de suelo de fundación (CH)

Descripción: Utilizado para la conformación del perfil estratigráfico en los pozos del laboratorio. De acuerdo a lo descrito en el estudio de suelos; arcilla inorgánica (CH). Extraída de la ubicación del proyecto.

Volumen: 18.00 m³

8) Ganchos sujetadores de bloques

Descripción: Los ganchos sujetadores fueron utilizados para anclar los bloques de poliestireno entre sí.

Elaborados de alambre N° 16; con 4 puntas opuestas, simulando la estructura de burritos de construcción de 3cm de alto.

Cantidad: 110 unid.

9) Plástico

Descripción: El plástico fue empleado como una capa impermeabilizadora sobre el mejoramiento del suelo-cemento.

Cantidad: 4m².

10) Tinta violeta

Descripción: utilizado en los piezómetros para medir los niveles de infiltración del agua al interior del terraplén.

Cantidad: 5 unid.

3.5.3.3. Modelamiento Físico de los Prototipos A Escala

Para el modelamiento físico del terraplén a escala reducida, se realizó las siguientes actividades previas:

- **Diseño e instalación de sistema de Abastecimiento de Agua**

Se diseñó e instaló previamente un sistema de abastecimiento de agua para los pozos de pruebas. **(VER DISEÑO ANEXO M)**

El sistema de abastecimiento que se instaló tiene como finalidad abastecer el volumen necesario para la inundación de los dos (02) pozos, los mismos que fueron utilizados para los ensayos de inundación de los prototipos de Terraplén Con Relleno De Geoespuma.

El sistema de abastecimiento está constituido por una línea de captación, un sistema de almacenamiento y dos líneas de distribución.

El proceso de inundación debe ser controlado, siguiendo el protocolo descrito en los ensayos.



*Imagen 21: Instalación De Sistema De Abastecimiento De Agua
Fuente: Propia*

Descripción del Sistema

Sistema De Captación

El sistema de captación está constituido por un motor de 5 hp, instalado en el borde de la fuente de agua. Con una línea de conducción de 4" conectada al taque o sistema de almacenamiento.

Sistema De Almacenamiento

El sistema de almacenamiento está constituido por un tanque de 2000 Lts de capacidad, y está conectado a la línea de captación, y a las dos líneas de distribución que derivan a los pozos.

El sistema de abastecimiento tiene dos salidas, para la línea de distribución, las cuales son controladas con válvulas de compuerta, para regular el caudal de salida para la inundación de los pozos.

Las salidas estarán compuestas por dos líneas de 2" de diámetro.

Líneas De Distribución

Las líneas de distribución estarán compuestas por tuberías PVC de 2" de diámetro la cuales llegarán directamente a los pozos y tendrán un amortiguamiento de caída para evitar la erosión del suelo.

• Preparación de los Planos

Se puso a disposición los planos impresos del diseño preliminar con las escalas reducidas a la proporción 1:8 de la escala real, además se elaboró un exhibidor para tener los planos permanentemente.



*Imagen 22: Entrega de planos de diseño preliminar
Fuente: Propia*

- **Verificación de los pozos**

Se verifico la estructura de los pozos de prueba, para evitar posibles fugas del agua de inundación.



*Imagen 23: Prueba de inundación para identificar fugas de agua
Fuente: Propia*

- **Preparación de Los materiales previo a la construcción**

Los materiales necesarios descritos, se pusieron a disposición para ejecutar la construcción del terraplén escala reducida.

- **Habilitación de los piezómetros**

Para poder facilitar los trabajos se fabricaron los piezómetros artesanales abiertos.

Descripción: los piezómetros serán utilizados para controlar la altura piezométrica del agua de infiltración con el uso de tinta violeta para identificar su nivel.

Los piezómetros medirán la altura de la columna de agua infiltrada en el interior del terraplén.

Estarán compuesto por una estructura circular de PVC de 3/8", mediante la cual se introducirá una varilla de goma y Wincha de mano, para medir la altura del espejo de agua.

Materiales

-Tubo PVC de 3/8"

-Manta de tela georganza.

-Pegamento PVC.

- **Distribución de los bloques de Geospuma**

Es necesario presentar los bloques de Geoespuma de acuerdo a la distribución establecida, y las dimensiones indicadas; que facilite la ubicación de los bloques, y la instalación de los piezómetros de control.



*Imagen 24: Distribución de los bloques de geoespuma.
Fuente: Propia*

A continuación, se describe los detalles del procedimiento constructivo para la construcción del modelo físico a escala reducida para el terraplén con relleno de Geoespuma.

3.5.3.3.1. Modelamiento del Prototipo 01 (Pozo N° 01)

El modelamiento físico a escala del prototipo 01, se realizó en el pozo de ensayo 01, este prototipo tuvo las consideraciones iniciales especificadas en el diseño preliminar. Se redujo a 12 el número de pilotes en las pantallas.

A partir de del ensayo de inundación de este prototipo se realizaron modificaciones en el diseño preliminar, que fueron ejecutados en el prototipo 2 y 3.



*Imagen 25: Construcción del Prototipo 01
Fuente: Propia*



*Imagen 26: Construcción del Prototipo 01
Fuente: Propia*

A continuación, se describe el procedimiento de la construcción del prototipo 1:

- TOPOGRAFÍA Y GEORREFERENCIACIÓN

- Los trabajos iniciaron con el replanteo de las cotas, se fijó un BM arbitrario para referenciar los trabajos.
- Se utilizó un nivel de ingeniero, para apoyar la nivelación.
- Se marcó los niveles proyectados de la estructura, así como el nivel de máxima inundación.

- CONFORMACIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO

- Luego de verificar las acotaciones se procedió a la conformación del perfil estratigráfico con arcilla (CH), extraída de la locación del proyecto a ejecutar a escala real.
- La compactación se realizó manualmente con una herramienta fabricada de madera.
- Para la conformación del perfil estratigráfico se colocó el material en capas de 20 cm y se compacto.
- Para la compactación el material fue humedecido, para que pierda consistencia y rigidez.
- Se verifico el esfuerzo de corte de la arcilla compactada, mediante pruebas de corte de veleta.

- HINCADO DE PILOTES

- Para hincar los pilotes se trazó el eje y se dejó una cuerda de guía, para poder mantener el mismo eje.

- El hincado de los pilotes se realizó manualmente con una comba de 5 kg, se ubicó los pilotes en los ejes exteriores del terraplén, de acuerdo a los niveles del diseño.
- Para el prototipo 1 se hincó 12 pilotes, 6 en cada eje exterior.
- Se hincó los pilotes hasta alcanzar empotrarlos en la superficie firme del solado del pozo, a una profundidad de 0.60 m.
- **MEJORAMIENTO DE SUELO**
- Se ubicó la tela tocuyo en el área de cimentación del terraplén, sobre la cual se relleno de arena hasta una altura de 3 cm.
- Se dejó una cobertura de 1/3 para cubrir la arena compactada.
- La compactación de la arena se realizó manualmente con una herramienta fabricada con madera. No se controló el grado de compactación debido a que el espesor de este mejoramiento es muy pequeño.
- La arena se humedeció para que alcance un grado visual óptimo de compactación.
- Para el confinamiento de la arena se utilizó encofrados de triplay de 5 cm de altura, que fueron apoyados en los pilotes.
- **RECOMENDACIÓN:** Se recomienda utilizar un mejoramiento suelo-cemento de una proporción 1:20, para que la superficie se consolide con mayor facilidad y permanezca firme y nivelada durante la colocación de los bloques de geoespuma. Este mejoramiento puede ser en la capa superficial con un espesor mínimo de 2 cm a escala.
- **COLOCACIÓN DE LOS BLOQUES DE GEOESPUMA**
- Se colocó los bloques de geoespuma de acuerdo a la distribución en los planos.
- Luego de colocar la primera capa de geoespuma, se ubicaron los piezómetros.
- Se colocó las primeras 2 capas antes de anclar la malla.
- Se continuo luego de ubicar la malla mosquitero.
- Los bloques deben de guardar una separación entre los pilotes para que el mortero lo cubra.
- Las aberturas entre los bloques deben ser mínimos para evitar y reducir la infiltración de agua.

- **RECOMENDACIÓN:** Se recomienda colocar los bloques de geoespuma, luego de anclar la malla mosquitero, para poder facilitar el trabajo.

- **COLOCACIÓN DE PIEZÓMETROS**

- Se colocaron los piezómetros, fijándolos a los bloques de geoespuma de la primera capa.

- Se ubicaron en las esquinas del terraplén y en el medio.

- Un total de 5 piezómetros.

- **ANCLAJE DE LA MALLA MOSQUITERO**

- El anclaje de la malla mosquitero se realizó luego de colocar las dos primeras capas de geoespuma.

- Se utilizó la malla mosquitera con una dimensión total que correspondía a escala de 1.70 m de largo, y ancho equivalente a 0.50 m.

- Se anclo en la cara interna de los pilotes, pegado a los bloques de geoespuma.

- El anclaje se realizó manualmente con alambre galvanizado.

- La colocación de la malla mosquitero se hizo primero para las dos (2) primeras capas de geoespuma, se dejó una longitud libre para que se fije internamente a los bloques de geoespuma.

- Luego de ubicada las capas 3,4 y 5 se colocó el segundo tramo de la malla mosquitero, se traslapo con el tramo anterior y se fijó en la superficie de la capa 5 de geoespuma.

- La fijación de la malla mosquitero a los bloques de geoespuma se realizó con el mismo alambre utilizado para anclar a los pilotes.

- **RECOMENDACIÓN:** Se recomienda colocar la malla mosquitero en dimensiones proporcionales a las reales, con extensiones de pilote a pilote, evitando que se utilice un solo corte, debido a que esto no será el acondicionamiento real.

- Colocar la malla mosquitero por tramos, hará más eficiente el trabajo y se logre tensar la malla.

- **PANTALLA DE CONFINAMIENTO**

- Antes de preparar la mezcla, se encofro externamente el terraplén.

- Se utilizó una mezcla de mortero con una relación 1:8. Preparado manualmente.

- La pantalla de confinamiento fue vaciada luego de la colocación de las dos primeras capas de geoespuma y la fijación de la malla mosquitero.
- Se chuseo la mezcla para distribuirla y evitar vacíos.
- Luego de la colocación de las siguientes capas de geoespuma, se continuo con el vaciado, hasta llegar a la altura de la carpeta de rodadura. Para esto se encofro la parte interna del terraplén con una tabla de 1" de espesor.
- **RELLENO DEL TERRAPLÉN CON MATERIAL A-2-4**
- Terminado la colocación de los bloques de geoespuma se procedió al relleno con material granular que formara la corona del terraplén.
- Para empezar a rellenar, se fijó previamente la malla mosquitero a los bloques geoespuma, y se extendió encima la tela tocuyo.
- El relleno a escala corresponde un espesor de 11.25 cm, el cual fue completado en capas de 3 cm y fue compactado manualmente con una humedad natural.
- Terminado la conformación se cubrió con la tela tocuyo y la malla mosquitero.
- **RECOMENDACIÓN:** Se recomienda cubrir los piezómetros colocados, para evitar que entre el material de relleno.
- Es importante que se alcance una buena compactación del material de relleno, debido a que será expuesto a la prueba de carga.
- **VACIADO DE LA CARPETA DE RODADURA.**
- Concluido la compactación de la base, se procedió a realizar el vaciado de la carpeta de rodadura, cuyo espesor a escala es de 2.5 cm, pero se completó a un espesor de 3 cm.
- Se utilizó una mezcla de proporción 1:8, preparada manualmente.
- El diseño de la carpeta de rodadura corresponde a un pavimento rígido, pero no se realizó por paños, para optimizar el diseño.
- **ESPALDÓN DE ARCILLA**
- Concluido el vaciado de la carpeta de rodadura, se esperó 24 horas para el fraguado, y se desencofro el terraplén.
- Posteriormente se procedió a la conformación del espaldón de arcilla, que parte desde la base del terraplén en pleno contacto con el material

(CH), para lo cual fue necesario limpiar el área retirándose el material orgánico.

- El espaldón de arcilla tiene 20cm de altura y un ancho medido desde la pantalla de confinamiento de 20 cm.

3.5.3.3.2. Modelamiento del Prototipo 02 (Pozo N° 02)

El modelamiento físico a escala del prototipo 02, se realizó en el pozo de ensayo 02, este prototipo fue construido ejecutando las observaciones presentadas en la construcción del prototipo 01. De este prototipo no se registró el ensayo de inundación debido a que presentaba las mismas características con respecto al prototipo 01; a partir de esto se planifico hacer variaciones más significativas con respecto al diseño preliminar que se efectuaron en la construcción del prototipo 03.



*Imagen 27: Construcción del Prototipo 02
Fuente: Propia*

Este prototipo se mantuvo durante siete (07) días en el pozo 02, tras lo cual fue desinstalado, debido a que se encontró resultados parecidos al prototipo 01 modelado.

3.5.3.3.3. Modelamiento del Prototipo 03 (Pozo N° 02)

El modelamiento físico del PROTOTIPO 03 se realizó en el pozo de prueba N° 02, luego de concluida la prueba del prototipo 02. Para este prototipo se realizó modificaciones significativas en el diseño. Se redujo el número pilotes a 6, además se consideró las cabezas libres. Es decir, en las terminaciones del terraplén no se rellenó con mortero, solo se rellenó con una arena limosa, esto

con la finalidad de modelar condiciones críticas que aumente los caudales de infiltración al interior de la estructura del terraplén.



*Imagen 28: Construcción del Prototipo 03
Fuente: Propia*

Al finalizar las pruebas de inundación se obtuvieron resultados satisfactorios, y se realizó la instalación de un pórtico en el pozo 02, para realizar una prueba de carga al prototipo 03.

A continuación, se describe los pasos de la construcción del prototipo 03:

MEJORAMIENTO DE SUELO

- El prototipo 3 inicio con el mejoramiento del suelo, posterior al trazado de los ejes de los pilotes.
- Se ubicó la tela tocuayo en el área de cimentación del terraplén, sobre la cual se relleno de arena hasta una altura de 2 cm.
- Luego de la capa de arena se continuo con una capa de suelo-cemento con una proporción de 1:20, el cual se humedeció y compacto con un espesor de 2 cm.
- Se dejó una cobertura de 1/3 para cubrir la arena compactada.
- Para el confinamiento de la arena y el suelo cemento se utilizó encofrados de triplay de 5 cm de altura, que fueron apoyados en los pilotes.

HINCADO DE PILOTES

- Para hincar los pilotes se trazó el eje y se dejó una cuerda de guía, para poder mantener el mismo eje.
- El hincado de los pilotes se realizó manualmente con una comba de 5 kg, se ubicó los pilotes en los ejes exteriores del terraplén, de acuerdo a los niveles del diseño.
- Para el prototipo 2 se hincó 8 pilotes, 4 en cada eje exterior.
- Se hincó los pilotes hasta alcanzar empotrarlos en la superficie firme del solado del pozo, a una profundidad de 0.40 m.

PLÁSTICO IMPERMEABLE

- Sobre el mejoramiento suelo-cemento, se colocó una manta plástica impermeable, de color negro.
- El área cubierta se limita a las dimensiones del terraplén, no se puede extender fuera de este o que pase la línea del eje de la pantalla de confinamiento, debido a que puede generar una junta vacía y una línea de flujo directa.
- Para no tener posibles fallas parecidas al prototipo 2, se fijó la manta plástica a la tela tocuyo con la ayuda de ganchos de alambre.

ANCLAJE DE LA MALLA MOSQUITERO

- El anclaje de la malla mosquitero se realizó luego de colocar la manta plástica.
- Se utilizó la malla mosquitero con dimensiones que se extendían en toda la longitud del terraplén, 1.70 m de largo y 0.30 m de ancho; ubicado en cada eje.
- Se ancló en la cara interna de los pilotes, pegado a los bloques de geoespuma.
- La función que cumple la malla mosquitero es plenamente de sostenimiento para la pantalla de confinamiento.

COLOCACIÓN DE LOS BLOQUES DE GEOESPUMA

- Se colocó los bloques de geoespuma de acuerdo a la distribución en los planos.
- Luego de colocar la primera capa de geoespuma, se ubicaron los piezómetros.

- Se colocó las 5 capas de bloques para que la malla sea fijada.
- Los bloques deben de guardar una separación entre los pilotes para que el mortero lo cubra.
- Las aberturas entre los bloques deben ser mínimos para evitar y reducir la infiltración de agua.

COLOCACIÓN DE PIEZÓMETROS

- Se colocaron los piezómetros, fijándolos a los bloques de geoespuma de la primera capa.
- Se ubicaron en las esquinas del terraplén y en el medio.
- Un total de 6 piezómetros.

ANCLAJE DE LAS PRETINAS DE POLYESTER

- Para anclar los bloques de geoespuma, se utilizó pretinas que se distribuyen en cada eje los bloques.
- Para su anclaje se ubicó previamente un alambre que simula una varilla de acero, cruzando todos los pilotes, para que sirva de sostenimiento a la malla y a las pretinas.

PANTALLA DE CONFINAMIENTO

- Antes de preparar la mezcla, se encofro externamente el terraplén.
- Se utilizó una mezcla de mortero con una relación 1:8. Preparado manualmente.
- La pantalla de confinamiento fue vaciada luego de la colocación de todas las capas de geoespuma.
- Se chuseo la mezcla para distribuirla y evitar vacíos.
- Se completó la pantalla, hasta el nivel de los bloques de geoespuma.
- Se continuo con el vaciado 24 horas después, previamente se encofro internamente para poder alcanzar los 14 cm necesarios para llegar al nivel de la carpeta de rodadura.

RELLENO DEL TERRAPLÉN CON MATERIAL A-2-4

- Luego de desencofrar el interior del terraplén se inició con el relleno de A-2-4.
- Para empezar a rellenar, se fijó previamente la malla mosquitero a los bloques geoespuma, y se extendió encima la tela tocuyo.

- El relleno a escala corresponde un espesor de 11.25 cm, el cual fue completado en capas de 3 cm y fue compactado manualmente con una humedad natural.
- Terminado la conformación se cubrió con la tela tocuyo y la malla mosquitero.

VACIADO DE LA CARPETA DE RODADURA

- Concluido la compactación de la base, se procedió a realizar el vaciado de la carpeta de rodadura, cuyo espesor a escala es de 2.5 cm, pero se completó a un espesor de 3 cm.
- Se utilizó una mezcla de proporción 1:8, preparada manualmente.
- El diseño de la carpeta de rodadura corresponde a un pavimento rígido, pero no se realizó por paños, para optimizar el diseño.

ESPALDÓN DE ARCILLA

- El prototipo 3 no tiene en su estructura espaldón de arcilla.

3.5.3.3.4. Modelamiento del Prototipo 04 (Pozo N° 03)

El modelamiento del PROTOTIPO 04 fue realizada a una escala de 1:16. El prototipo 4 fue instalado dentro de una pecera acondicionada (POZO N°03), con la finalidad de visualizar el comportamiento de los bloques de geoespuma con la simulación de la inundación en condiciones extremas, llevando el terraplén a sumergirlo en un nivel de inundación que representa aproximadamente 2 metros sobre el nivel de la rasante del terraplén.



*Imagen 29: Construcción del Prototipo 04
Fuente: Propia*

El prototipo 04 fue construido 2 veces, modificando detalles mínimos, como la protección en la cimentación de la base, y el tipo de anclaje de sujeción usado. Los tres modelos tuvieron comportamientos diferentes relacionados directamente a los detalles mencionados anteriormente.

El prototipo 04 representa la función de las pantallas de confinamiento diseñada.

A continuación, se describe los pasos de la construcción del prototipo 04:

MEJORAMIENTO DE SUELO

- Se inició con la excavación y perfilado del suelo natural inestable, con una profundidad de 6cm.
- Posteriormente se colocó la tela tocuyo en la cimentación del terraplén, que simula la manta geotextil-no tejido cubriendo el ancho de la cimentación y se dejó una mecha de 3cm a ambos lados. Luego se relleno con arena A-3(0) para su posterior compactación; alcanzando una altura de 3cm.
- Seguidamente se procedió a vaciar una mezcla de suelo-cemento con una proporción C: A 1:20. Alcanzando una altura de 1cm.

PLÁSTICO IMPERMEABLE

- Una vez empezada la fragua de la mezcla de suelo-cemento, se procedió a colocar el plástico impermeabilizante (polietileno de alta densidad o bolsa plástica negra) en toda el área de la cimentación.

COLOCACIÓN DE LOS BLOQUES DE GEOESPUMA

- Se colocaron los bloques de geoespuma de acuerdo a la distribución de los planos con un total de 5 capas en forma de entramado, es decir, rompiendo todas las juntas de todas las capas. Alcanzando una altura de 18.75cm.
- Cada capa tiene una altura de 3.75cm
- La primera capa se armó en sentido longitudinal, la segunda en sentido transversal, la tercera en sentido longitudinal, la cuarta en sentido transversal y la última en sentido longitudinal.

ANCLAJE CON FAJA DE ANCHO PLANO

- Se procedió a colocar las fajas de anclaje desde la parte superior de las capas y envolviendo transversalmente todas las capas hasta la primera capa en la parte superior.
- Se anclo por debajo de la primera capa.

- Las fajas están espaciadas a 10cm por cada bloque longitudinal, es decir, dos fajas espaciadas a 10cm por cada bloque longitudinal. Haciendo un total de 6 fajas de anclaje en el sentido longitudinal del terraplén.

SELLO DE MORTERO

- Finalizado el anclaje se procede a pañetar con mortero 1:8 todo el perímetro del terraplén (las dos primeras capas 7.5cm de altura) con un espesor de 1cm.

3.5.3.4. Ensayos de corrida experimental para validación del diseño propuesto

3.5.3.4.1. Verificación de los modelos

Una vez terminada la construcción de los respectivos modelos y antes de dar inicio a los ensayos se verifico la estructura externa de los prototipos; además:

- Que haya sido reproducido fielmente según se indica en los planos, respetando geometría y cotas.
- Que no se produzca fugas de agua, ya sea por filtraciones en las paredes o pisos.

3.5.3.4.2. Protocolo de ensayo

- Tener el terraplén modelado a escala habilitado 24 horas antes de iniciar los ensayos.
- Tener dispuestas las cámaras del registro fotográfico y video.
- Iniciar la corrida experimental abriendo la válvula de alimentación de agua a tasa constante.
- Durante la inundación se toma registro continuo del formato video y cada 10 minutos en formato fotográfico.
- Mantener constante la inundación, en el límite establecido, por 24 horas después de alcanzar la máxima altura de inundación.
- Registrar las cotas piezométricas al interior del terraplén durante el proceso de inundación.
- Registrar las cotas piezométricas al interior del terraplén durante un periodo mínimo de dos semanas para poder identificar los parámetros de la carga hidráulica.

- Realizar como mínimo 2 procesos de inundación, para cada prototipo seleccionado para el ensayo.
- Realizar la prueba de carga en condiciones de inundación.
- Simular la vaciante del río para observar fenómenos de transición.
- Retirar los residuos, limpiar el pozo para siguientes ensayos.

3.5.3.4.3. Ensayo de inundación

Para la prueba de inundación se siguió con el protocolo establecido.

Mediante la prueba de inundación, se buscó obtener el máximo volumen de infiltración de agua hacia el interior de terraplén; así como la pérdida de carga hidráulica que provoca la estructura de protección para impedir la infiltración del agua.

Los ensayos de inundación se realizaron a los prototipos 1, 3 y 4; el prototipo 4 fue realizado en condiciones críticas y a una escala de 1:16.

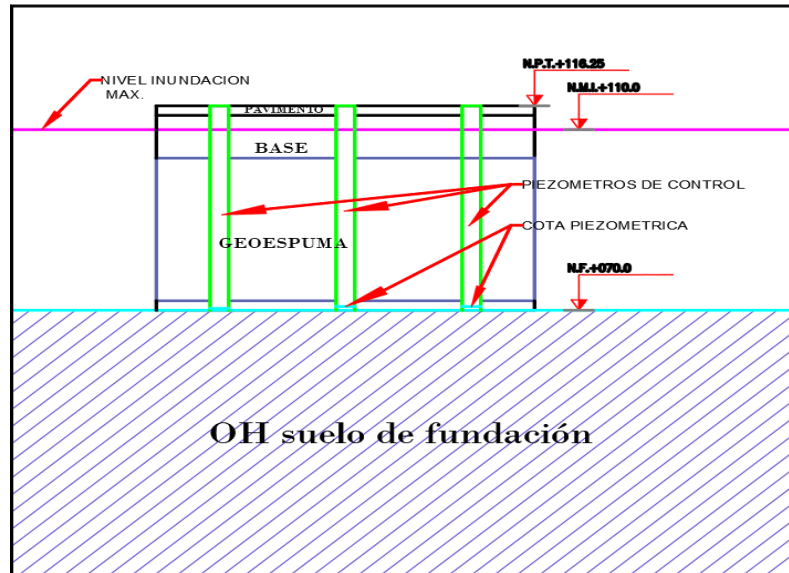
Materiales y Herramientas de medición

- Wincha de mano
- Tubo PVC de 60 cm, \varnothing 1/2"
- Tinta violeta
- Tiza
- Nivel de mano
- Nivel de ingeniero
- Mira milimétrica

Especificaciones del ensayo

- Para verificar la estabilidad del terraplén previamente se realizó un levantamiento de puntos de referencia en la superficie del terraplén, con la ayuda del nivel de ingeniero.
- Se realizó los registros midiendo la altura de la columna de agua en el interior de los piezómetros, instalados en el cuerpo del prototipo de terraplén.
- Para la medición se utilizó una Wincha de mano y un tubo PVC \varnothing 1/2", el cual mide la longitud de la columna de agua dentro del piezómetro.
- Los datos obtenidos de infiltración están en referencia a la cota de fondo del pozo (0+00 cm), y referenciados con un limnómetro de metal colocado en los posos 1,2, y 3; los cuales están en unidades métricas e inglesas (cm, pulg).

- Se vertió previamente tinta violeta para facilitar las lecturas.
- Caudal de llenado: 1 Lt/s
- Periodo de control: diario



*Gráfico 2: sección típica de los prototipos modelados
Fuente: Elaboración Propia*

En el gráfico 2 se muestra la sección del terraplén modelado a escala, con las cotas de control de inundación y los piezómetros instalados para el control de la infiltración. El procedimiento de lectura de los piezómetros fue realizado manualmente.

3.5.3.4.3.1. Ensayo de inundación Prototipo 01

Primer ensayo Prototipo 1 con espaldón

- La inundación del prototipo 1 se realizó el viernes 3 de mayo.
- Para la inundación se registró el tiempo de llenado del pozo, además de las cotas piezométricas.
- Se reguló el caudal del sistema de abastecimiento de tal forma que se alcance la cota de máxima inundación en el menor tiempo, para obtener datos críticos.
- Previamente a la inundación del pozo se realizó el levantamiento de puntos en 6 ejes del prototipo, para registrar levantamiento de la estructura a causa del empuje hidrostático.



Imagen 30: Ensayo de inundación del Prototipo 01
Fuente: Propia



Imagen 31 :Control de inundación del Prototipo 01
Fuente: Propia

El gráfico 3 muestra tiempo transcurrido y la **perdida de la carga hidráulica** en cada piezómetro.

Como se ve reflejado en los gráficos, en este prototipo 3 no se presente variaciones significativas de la cota piezométrica en los piezómetros P-1, P-2, P-3, P-4, y P-5.

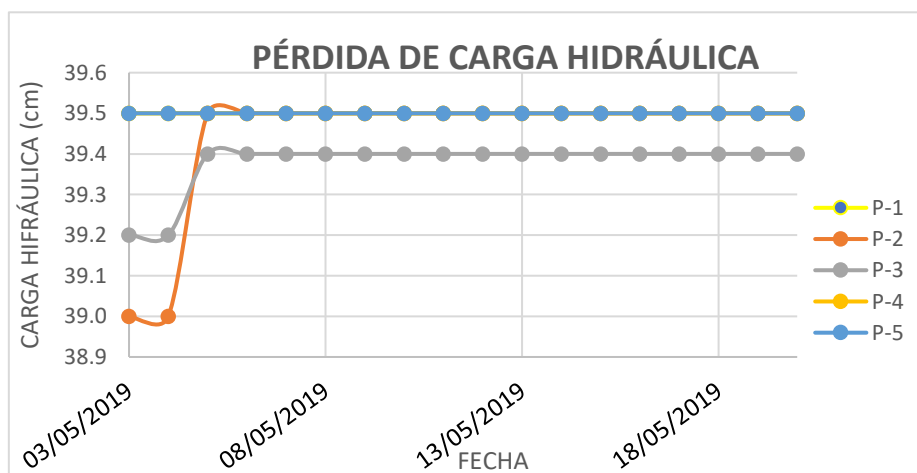


Gráfico 3: cota piezométrica
Fuente: Elaboración Propia

El gráfico 3 representa al prototipo 1 inundado, y se representa las cotas establecidas para el modelo. Las cotas están en unidades de centímetros. Se grafica la infiltración del agua dentro del terraplén que se registró con los piezómetros. Además, se graficó las líneas de flujo que genero la presión hidrostática para la infiltración.

Los datos registrados de los ensayos de inundación se presentan en el anexo G.

Para interpretar el grafico 3 y 4, se define que la perdida de carga hidráulica que produce el suelo de fundación es igual a la cota de inundación menos la cota piezométrica de cada piezómetro o la cota del espejo de agua en cada piezómetro, el resultado de esta operación es el valor de H , y es el valor que muestra el grafico 5.

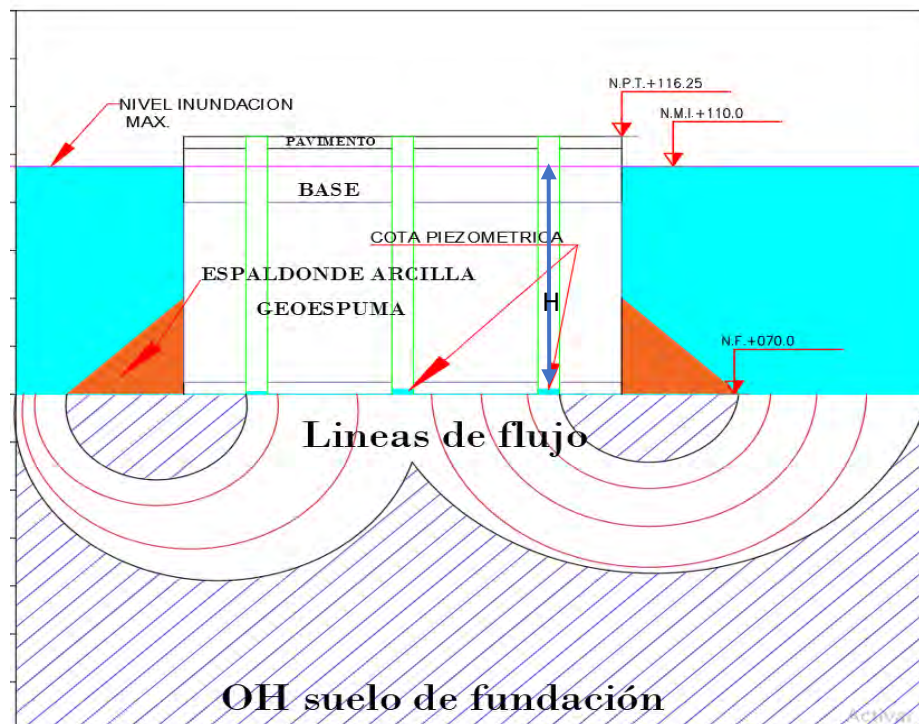


Gráfico 4: modelo del prototipo 1 con espaldón inundado
Fuente: Elaboración Propia

Segundo ensayo Prototipo 1 sin espaldón

El segundo ensayo de inundación del prototipo 1, se realizó sin el espaldón de arcilla, debido a que se consideró un procedimiento muy complejo, además la geometría de la zona del proyecto no permitía tener un talud.

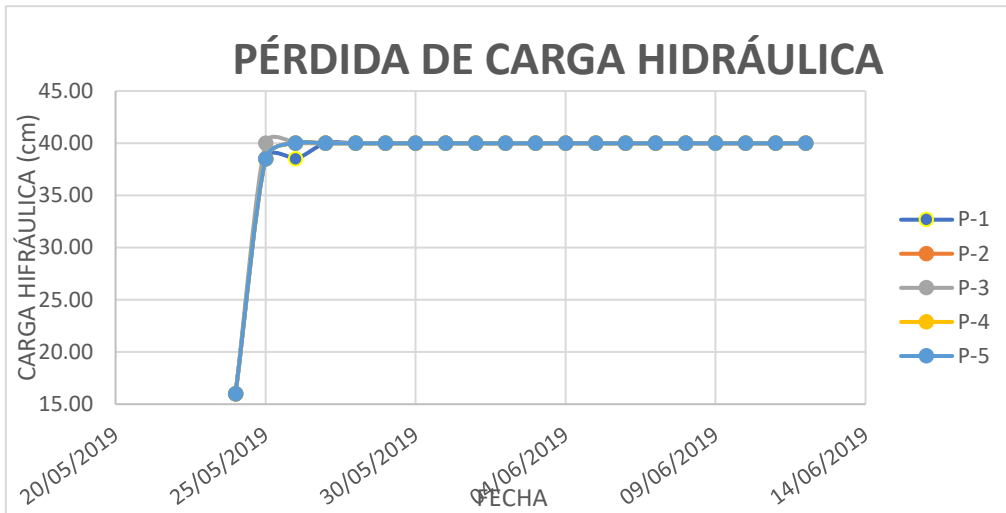


Gráfico 5: cota piezométrica ensayo 2
Fuente: Elaboración Propia

Con la inundación se obtuvo los datos mostrados en el gráfico 5, interpretando que el primer día de inundación la infiltración era mayor que sin el espaldón de arcilla, así como se muestra en el gráfico 6, y que luego de 24 horas la infiltración del agua se reducía a cero.

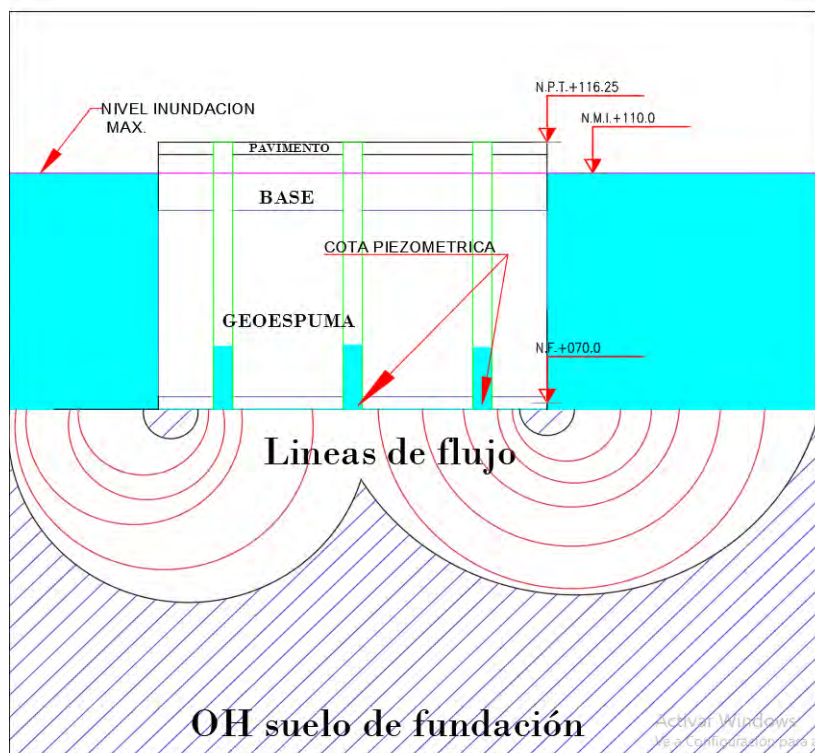


Gráfico 6: modelo del prototipo 1 sin espaldón inundado
Fuente: Elaboración Propia

Cuando se culminó el ensayo del prototipo 3, que fue realizado paralelo al ensayo del prototipo 1, en un pozo diferente; se llegó a la conclusión que el

espaldón de arcilla no era prescindible para cortar la infiltración del agua de inundación. Además, se planteó una hipótesis basada en la teoría de la infiltración retrograda, con la cual las partículas en suspensión del agua obstruían las líneas de flujo, por lo cual luego de la primera infiltración estos espacios se obstruían y la pérdida de carga hidráulica aumentaba en el suelo.

3.5.3.4.3.2. Ensayo de inundación Prototipo 03

Primer ensayo Prototipo 3 sin espaldón

La inundación del prototipo 3 se realizó el viernes 20 de mayo.

El grafico 10 muestra tiempo transcurrido, y la **carga hidráulica** en cada piezómetro.

Como se ve reflejado en los gráficos, en este prototipo **3** no se presente variaciones significativas de la cota piezométrica en los piezómetros P-1, P-2, P-3, P-4, P-5 Y P-6. **(VER ANEXO G)**



*Imagen 32: Ensayo de inundación del Prototipo 03
Fuente: Propia*



*Imagen 33: Control de inundación prototipo 03
Fuente: Propia*

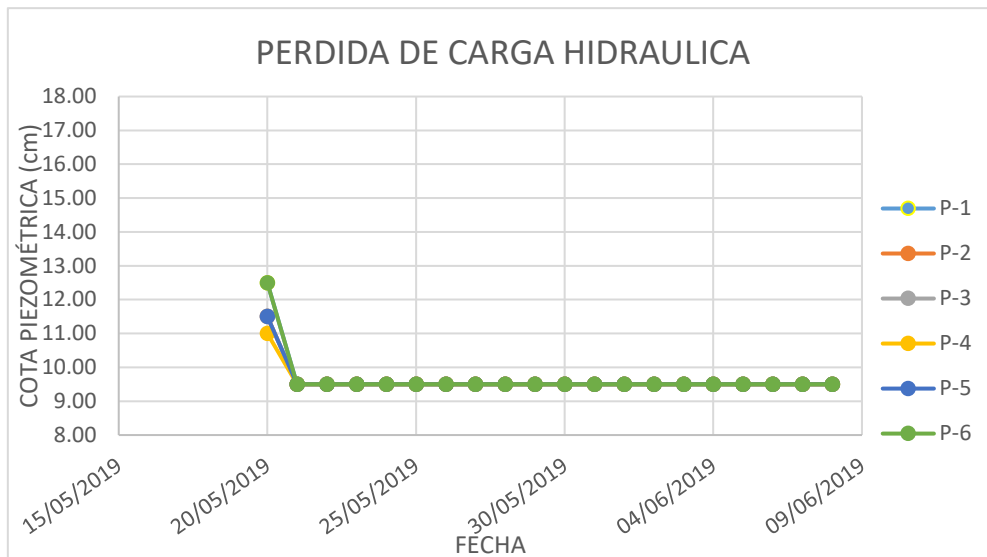


Gráfico 7 cota piezométrica ensayo 1
Fuente: Elaboración Propia

El gráfico muestra valores de pérdida de carga hidráulica muy bajos (9.5 cm en promedio), es decir hubo agua infiltrada en el prototipo 3 superior a lo reportado en el prototipo 1. Se planteó que esto fue debido a que el prototipo 3 no contaba con un espaldón de arcilla.

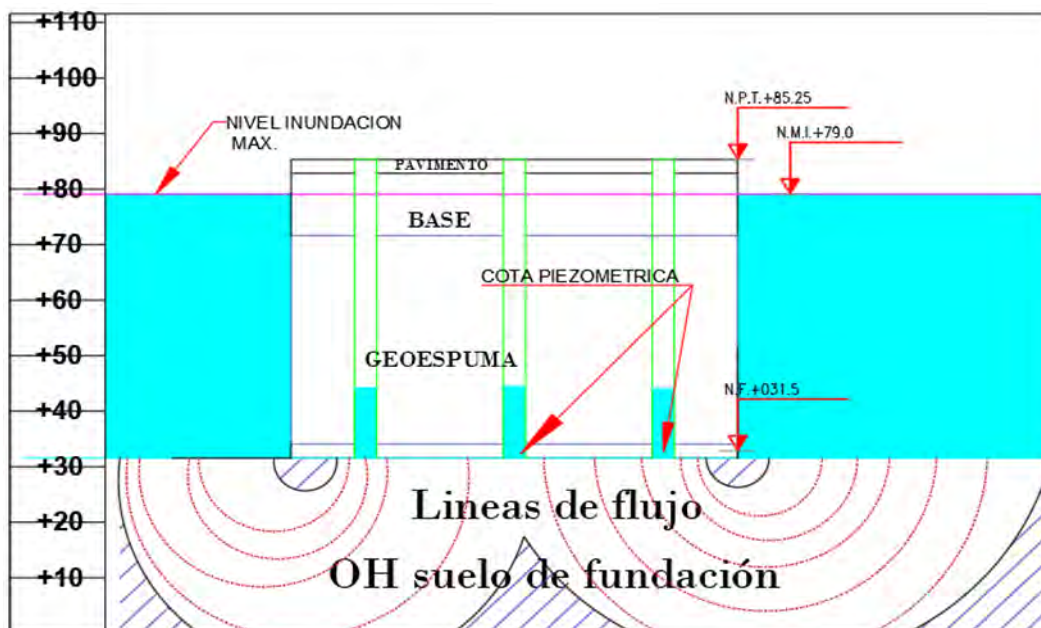


Gráfico 8: modelo del prototipo 3 sin espaldón inundado
Fuente: Elaboración Propia

El prototipo 3 sin espaldón no presentó inestabilidad, es decir a pesar que el agua estaba dentro de los piezómetros no ejercía una presión hidrostática suficiente para levantar la estructura modelada. Se realizaron diferentes interpretaciones, y se presentaron hipótesis que ameritaban un ensayo

adicional de inundación, además de plantear un ensayo en condiciones extremas, por lo cual se sugirió que el prototipo se modele sin protección, y este sumergido completamente.

Segundo ensayo Prototipo 3 con espaldón

La segunda inundación del prototipo 3 se realizó el domingo 9 de junio. Con este ensayo se comprobó la influencia de los espaldones de protección, pero, además, se comprobó que la hipótesis planteada de la obstrucción de las líneas de flujo, tenían sentido y para eso se realizó un tercer ensayo de inundación.

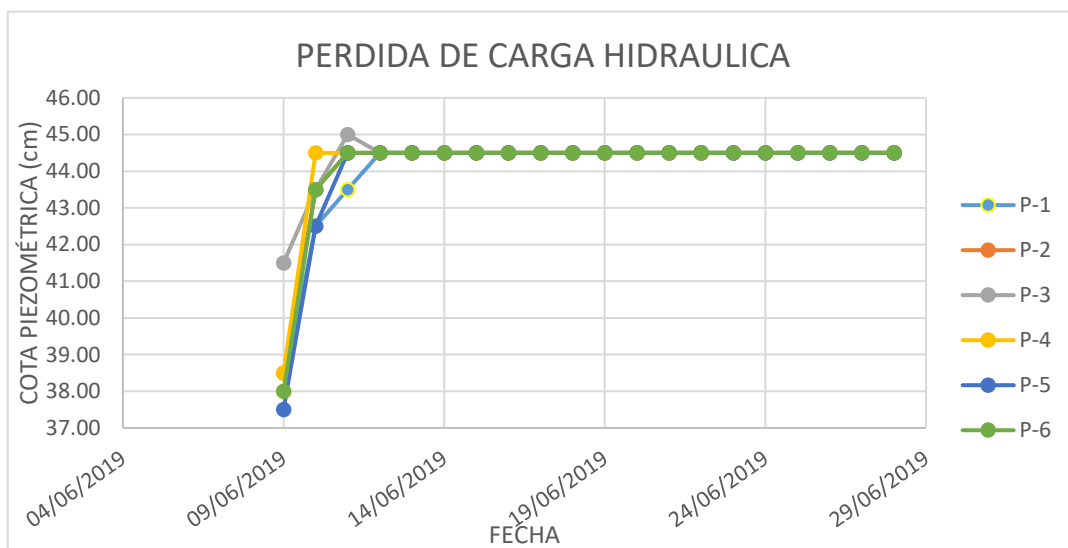


Gráfico 9: cota piezométrica ensayo 2
Fuente: Elaboración Propia

En el grafico se observa que la pérdida de carga hidráulica fue casi total.



Gráfico 10: Perdida de carga hidráulica Prototipo 3
Fuente: Elaboración Propia

El ensayo de inundación se volvió a repetir, esta vez sin los espaldones, encontrándose valores de infiltración iguales al segundo ensayo.

Se llegó a la conclusión que para el tipo de suelo de fundación basta con tener una pantalla de confinamiento empotrada en la fundación, para obtener una protección contra las líneas de flujo.

El modelamiento físico fue analizado con un modelamiento con el programa SLIDE V.5.00, de igual manera se tiene como resultado que el modelo es estable frente a la infiltración encontrada.

3.5.3.4.3.3. Ensayo de Inundación Prototipo 04

Primer ensayo Prototipo 4

Los ensayos de inundación del prototipo 04 fueron realizados en una pecera acondicionada para las pruebas. Se realizaron dos pruebas.

Para este prototipo no se registró datos con piezómetros, debido a que la finalidad era distinta. Debido a la escala que fue construida, se expuso el prototipo a una inundación extrema, considerando el nivel de inundación por encima del nivel de su rasante.

El objetivo principal, es visualizar y registrar el comportamiento de la estructura sin protección de las pantallas de confinamiento, y comprobar la importancia de una buena cimentación para evitar la supresión y empujes hidrostáticos.

PROTOCOLO DE ENSAYO PROTOTIPO 04

- Culminado la construcción del prototipo se inicia con el ensayo de inundación.
- Se abre las llaves de abastecimiento de agua.
- Se registra con fotografías cada 5 min el nivel de inundación.
- Se registra con fotografías el comportamiento externo de la estructura.
- Se cierra las llaves de agua luego de alcanzar el nivel de inundación requerido.
- Se deja el modelo expuesto a la inundación y se registra sus modificaciones a diario.
- Para continuar con el siguiente ensayo se desinstala el modelo construido y se deja en las condiciones iniciales.



*Imagen 34: Primer ensayo de inundación del Prototipo 04
Fuente: Propia*

ENSAYO DE INUNDACIÓN N°01 DEL PROTOTIPO 04

Para el ensayo de inundación 01 se construyó el prototipo del terraplén sin ninguna protección contra el agua de inundación, pero si mejorando el suelo de fundación con una manta geotextil y una cama de arena.



*Imagen 35: Prototipo terminado antes del ensayo de inundación
Fuente: Propia*

Cuando se realizó el ensayo de inundación se observó lo siguiente:

- La inmediata interacción de los bloques de geoespuma con el agua. La baja densidad de la geoespuma hacia que los bloques floten inmediatamente con el contacto del agua, aun teniendo los flejes de sujeción anclados a la cimentación.
- La separación del cuerpo del terraplén con la base de cimentación, producido por la flotabilidad.

- Como se tenía una distribución que empalmaba los bloques de cada capa, de manera que rompían juntas continuas, los bloques se mantenían unidos



*Imagen 36: Prototipo 04 - ensayo de inundación
Fuente: Propia*

El primer modelo construido se mantuvo por un tiempo aproximado de 15 días, y se volvió a construir un modelo similar que se mantuvo 15 días. Los dos prototipos construidos tuvieron el mismo comportamiento o interacción descrito anteriormente.

Los prototipos fallaron por el levantamiento causado por la alta flotabilidad del material.



*Imagen 37: Prototipo 04 – Terraplén- falla por flotabilidad
Fuente: Propia*

ENSAYO DE INUNDACIÓN N°02 DEL PROTOTIPO 04

Para el ensayo de inundación 02 se construyó el prototipo del terraplén con una protección en la base de la cimentación hasta alcanzar la primera capa de geoespuma

La protección simulaba la pantalla de confinamiento del diseño preliminar, hecha de mortero de una proporción C: A 1:7.



*Imagen 38: Segundo ensayo de inundación del Prototipo 04
Fuente: Propia*

Cuando se realizó el ensayo de inundación se observó lo siguiente:

- El cuerpo del terraplén se mantuvo estable las primeras horas expuestas a la inundación, luego de las 24 horas de inundación se observó la separación de los bloques a partir de la segunda capa que no estaba protegida.
- La cimentación del terraplén se mantuvo estable en el tiempo expuesto a la inundación, no se observó levantamiento en la base.
- La base considera la primera capa de geoespuma protegida con el mortero.
- Los flejes de anclaje mantenían unidos a la estructura superior.
- A pesar de la condición de inundación extrema, teniendo al terraplén sumergido, la estructura no falló.



*Imagen 39: Prototipo 04 sumergido con la simulación de la inundación
Fuente: Propia*



*Imagen 40: Prototipo 04 sumergido con la simulación de la inundación
Fuente: Propia*

El prototipo del terraplén con protección en la base se mantuvo 30 días expuesto a la inundación. Como se observa en la siguiente imagen, el prototipo permanece estable, pero con una deflexión en el centro de su estructura producido por el empuje hidrostático.



*Imagen 41: Deflexión céntrica producido por la flotabilidad del material
Fuente: Propia*

3.5.3.5. Prueba de carga

La prueba de carga para verificar la estabilidad del diseño, solo se realizó al prototipo 3 debido a que los prototipos 1 y 2 no tuvieron cambios en su estructura para el desempeño ante las cargas de tráfico; pues solo se realizó

modificaciones para mejorar el anclaje y hacer más práctico el procedimiento constructivo.

La prueba de carga se realizó con una prensa hidráulica de 20 ton de presión, montada en un pórtico de acero. **(VER ANEXO O)**

Se utilizó la nivelación final de puntos del ensayo de inundación, para referenciar la cota de superficie, y posterior a la prueba de carga se verificó nuevamente las cotas para determinar los asentamientos.

La prueba del prototipo, se realizó con el nivel máximo de inundación(avenida).



*Imagen 42: Prensa hidráulica instalada en el pozo de prueba N° 02
Fuente: Propia*

La carga del ensayo se determinó a partir del análisis de tráfico, se utilizó las cargas ESTÁTICAS repetitivas.

CARGAS ESTÁTICAS (REPETITIVAS)

Se usó el análisis de tránsito del diseño de pavimento rígido que se construirá a escala natural, el cual dio como resultado las cargas de ejes simples equivalentes de tráfico.

Para el cálculo del número de ejes simples equivalentes durante el periodo de diseño se consideró:

Tráfico promedio diario: 255 veh/día

Tasa de crecimiento: 4.0%

Periodo de diseño: 20 años

Porcentaje de camiones: Medio (15% - 25%)

Distribución de cargas: Medio

El factor de tráfico que corresponde será entonces $M = 46$.

El número de repeticiones total acumulado de ejes simples equivalentes a 8.2 ton. (EAL) durante el periodo de diseño se calcula con la siguiente expresión:

$$EAL_{8.2} (n \text{ años}) = (TPD * M) * ((1+i)^n - 1) / \ln(1 + i)$$

Dónde:

TPD : Tráfico promedio diario

M : Factor de composición de tráfico

i : Tasa de crecimiento

n : Periodo de diseño

Reemplazando la información disponible:

$$EAL_{8.2}(20 \text{ años}) = (460 * 46) * [(1+0.04)^{20} - 1] / \ln(1+0.04)$$

$$EAL_{8.2} (20 \text{ años}) = 3.56 \times 10^5 \text{ repeticiones esperadas}$$

Equivalente a 50 repeticiones diarias, de ejes equivalentes a 18,000lb (8.2 ton).

La presión de inflado de los neumáticos (INGENIERÍA DE PAVIMENTOS TOMO 2 (2016), pág. 116)

La presión de inflado está directamente relacionada con el daño al pavimento. A mayor presión de inflado, mayor será el daño producido en el pavimento (Yoder and Witczak, 1975) [...].

Durante la pista de prueba de AASHO, la presión de inflado de los neumáticos fue entre 75 a 85 psi con neumáticos de banda diagonal (Wang et al., 2004). En la actualidad, el promedio de presión de inflado es de 100 psi alcanzando en algunos casos hasta 130 a 145 psi con neumáticos de banda radial y con sistemas de suspensión diferentes a los que utilizaban los vehículos en la pista de pruebas de AASHO (Highway Research Board, 1962) **(INGENIERÍA DE PAVIMENTOS TOMO 2 (2016), pág. 116)**

Especificaciones del ensayo

Para la prueba, la presión de contacto entre el neumático y carpeta de rodadura se estima en un valor promedio de 85 psi, para los fines de esta prueba, las cargas repetitivas a emplear serán de 100 psi. Además, se considera necesario estudiar un factor de seguridad para las presiones de trabajo que soportara el diseño propuesto, por lo que se realizara los ensayos elevando la presión hasta encontrar la falla, con una presión de 300-350 psi.

Para la aplicación de la carga se elaboró un eje de madera, reforzado con una placa de metal, la cual fue acondicionado con dos puntos de apoyo. Los puntos de apoyo fueron escalados a la dimensión promedio de contacto de un neumático, y fueron hechas de caucho sacados de una llanta radial.



*Imagen 43: Eje de trasmisión de carga
Fuente: Propia*

Especificaciones del ensayo

- Esfuerzo simulado: 100 psi
- Numero de repeticiones: 50 Rep.
- Numero de ejes de ensayo: 6 ejes
- Área de superficie de contacto: 50 cm² = 8 pulg²
- Esfuerzo aplicado por repetición: 100 PSI
- Esfuerzo máximo: 350 PSI
- Velocidad de las repeticiones: 2 Rep./min



*Imagen 44: Control de esfuerzo en la prensa hidráulica antes del inicio de las pruebas
Fuente: Propia*

Resultados obtenidos

Con la prueba de carga se pudo exponer a la estructura frente a cargas estáticas concentradas, simulando el tráfico de diseño.

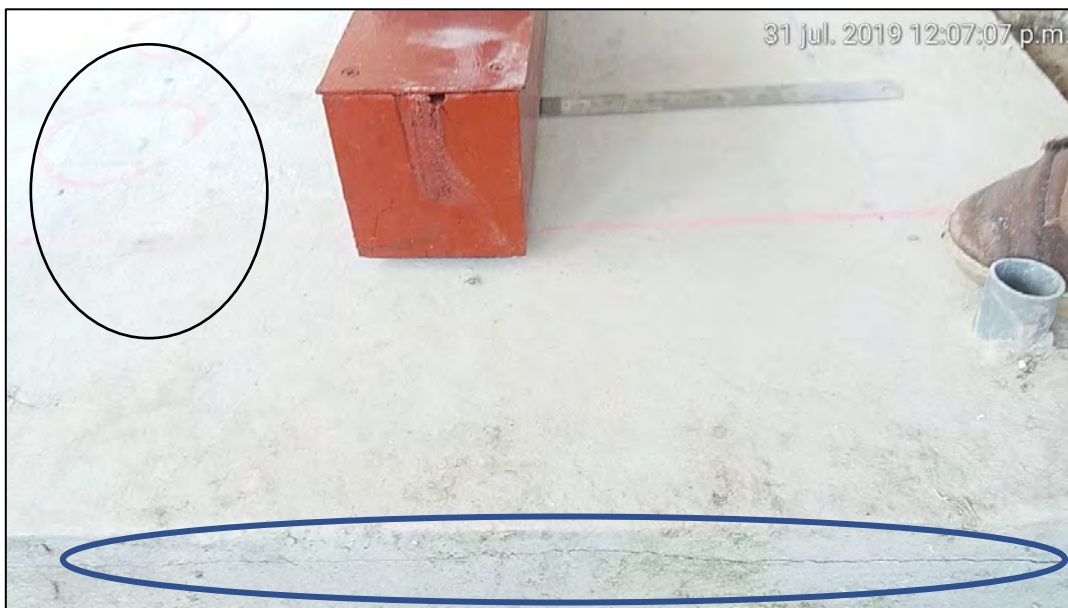
Se realizó un levantamiento de puntos de control de cotas, para verificar si el prototipo se desestabilizó con la prueba de carga. **(VER ANEXO H)**

Se verificó la estabilidad en conjunto de la estructura, referenciando puntos con cotas a lo largo del pavimento simulado. Las diferencias de cotas antes y después del ensayo fueron de 1 y 2 mm. **(VER ANEXO H)**

En los puntos de aplicación de la carga puntual se generaron grietas de tensión por la carga puntual aplicada, y asentamientos de 1 mm de altura.

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
EJE DE PRUEBA	NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION MAX REG. (mm)
A	50	100	7.03	1
B	50	100	7.03	1
C	50	100	7.03	1
D	50	100	7.03	1
E	50	100	7.03	1
F	50	100	7.03	1

*Cuadro 17: Resultados de ensayo de Carga
Fuente: Elaboración Propia*



*Imagen 45: Agrietamiento de la estructura en la unión pantalla-pavimento
Fuente: Propia*

3.5.3.6. Ensayo de Compresión para bloques de Geospuma

3.5.3.6.1. Generalidades

Esta prueba fue realizada con el objetivo de analizar visualmente el comportamiento de los bloques de geospuma, mediante ensayos de compresión, en probetas con dimensiones distintas a las ensayadas en los laboratorios, los cuales fueron descritos en la etapa de estudios básicos.

La prueba consistió en ensayar probetas de Geospuma, de dimensiones 30cm de ancho, 30 cm largo y 7.5 cm de alto; en un conjunto de 4 capas, dando como resultado una altura total de 30 cm.



*Imagen 46: Ensayo de compresión para bloques de geospuma
Fuente: Propia*

La finalidad de ensayar los bloques distribuidos en capas era identificar el comportamiento de los bloques en conjunto, para poder indagar sobre el posible comportamiento de los bloques que se colocaran en el prototipo a escala natural.

Con los resultados se establece un patrón del comportamiento de los bloques en conjunto y en capas, para visualizar la transferencia de esfuerzos de una capa a otra.

La dimensión de las probetas ensayadas fue determinada (área de contacto 30 cm x 30 cm), para poder analizar el comportamiento del EPS ante una superficie de apoyo distinta a las ensayadas en los laboratorios, y la cual reflejaba una dimensión aproximada que se considera para el área de contacto de neumáticos de vehículos pesados.

Los ensayos se realizaron formando grupos de 4 bloques, unos de la misma densidad y otros combinados, también con la finalidad de evaluar la influencia de las diferentes densidades en la transferencia de los esfuerzos verticales.

Las densidades ensayadas fueron de 20kg/m³ y 15kg/m³.

Se realizaron cuatro (04) pruebas utilizando solamente bloques de densidad 20; cuatro (04) pruebas utilizando solo bloques de densidad 15 y dos (02) pruebas combinando 2 bloques de densidad 20 y dos bloques de densidad 15. Para seguridad de los ensayos, y para evitar la sobrecarga en la prensa hidráulica, se recomienda que la presión de ensayo no supere los 350 PSI.

Materiales y herramientas de medición

- Wincha de mano
- Regla metálica (mm y pulg)
- Prensa hidráulica de 20 Ton de capacidad.
- Manómetro de presión para 600 PSI de capacidad
- Plancha de acero 31cm x 31cm x 6mm
- Placa de vinilo 50cm x 50cm x 3mm
- Cámara fotográfica

3.5.3.6.2. Protocolo de ensayo

- Para iniciar con los ensayos, se prepara los bloques de geoespuma de la densidad requerida. Los bloques deben cumplir con las dimensiones requeridas con un margen de error de +/- 01mm.
- Los bloques de geoespuma se colocan en la prensa hidráulica.
- Se verifica que los bloques de geoespuma estén alineados, y se referencia de la altura total de los bloques.

- Se coloca la plancha de acero encima de los bloques de geoespuma antes de iniciar la prueba.
- Se referencia la altura de cada bloque de geoespuma con respecto a la regla metálica instalada.
- Se procede a la manipulación de la prensa hidráulica mecánica; antes de registrar la presión del manómetro se verifica que el pistón de la prensa este en contacto con la plancha de acero, de no estarlo se manipula la prensa hidráulica hasta visualizar el contacto.
- Se inicia la prueba, y se registra la presión del manómetro para la deformación de los bloques cada 01 mm.
- La velocidad del ensayo depende del esfuerzo aplicado en la prensa hidráulica, por lo que debe ser regulada de acuerdo a la manipulación mecánica.
- Se registra hasta a un máximo del 5 % de deformación o hasta que la prensa hidráulica desarrolle una presión de 350 PSI, si durante la manipulación, la prensa es llevada a más de 350 PSI en menos del 5% de deformación, se registra y se detiene el ensayo.
- Concluida el registro de esfuerzo deformación, se continua con un ensayo de compresión continua, aplicando 5 veces un esfuerzo de 300 PSI.
- Esta prueba se realiza simultáneamente, aplicando 300 PSI a los bloques ensayados; después de llegar a los 300 PSI se descarga la presión y se espera unos segundos hasta que el manómetro vuelva a cero (espera de 5 segundos aproximadamente), y se vuelve a aplicar 300 PSI de esfuerzo hasta completar 5 repeticiones.
- Si la prensa desarrolla una presión mayor de 300 PSI durante las 5 repeticiones, se registra el mayor esfuerzo desarrollado.
- Para el ensayo de repetición se registra la máxima deformación alcanzada, la presión máxima desarrollada, y la deformación recuperada de las cuatro capas de bloques ensayadas.

3.5.3.6.3. Ensayos bloques densidad 20

Para el ensayo de los bloques de geoespuma densidad 20, se realizaron cuatro pruebas. Los resultados obtenidos de las cuatro pruebas se promediaron obteniendo los siguientes resultados.



*Imagen 47: Bloques de densidad D-20
Fuente: Propia*

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0	0	0.00
23.8	1.67	163750.584	1	0.33
80.0	5.62	551580.913	2	0.67
141.3	9.93	973885.05	3	1.00
197.5	13.89	1361715.38	4	1.33
232.5	16.35	1603032.03	5	1.67
271.3	19.07	1870204.03	6	2.00
297.5	20.92	2051191.52	7	2.33
310.0	21.80	2137376.04	8	2.67
326.3	22.94	2249415.91	9	3.00
320.0	22.50	2206323.65	10	3.33
325.0	22.85	2240797.46	11	3.67
340.0	23.90	2344218.88	12	4.00

*Cuadro 18: Datos promedios registrados de la prueba D-20
Fuente: Elaboración Propia*

La prueba con los bloques de geoespuma de densidad 20 solo registraron el 4% de la deformación, debido a que ya superaban la presión máxima de manipulación de la prensa hidráulica.

En el siguiente gráfico se observa la curva de esfuerzo-deformación desarrollada por los bloques de geoespuma densidad 20.

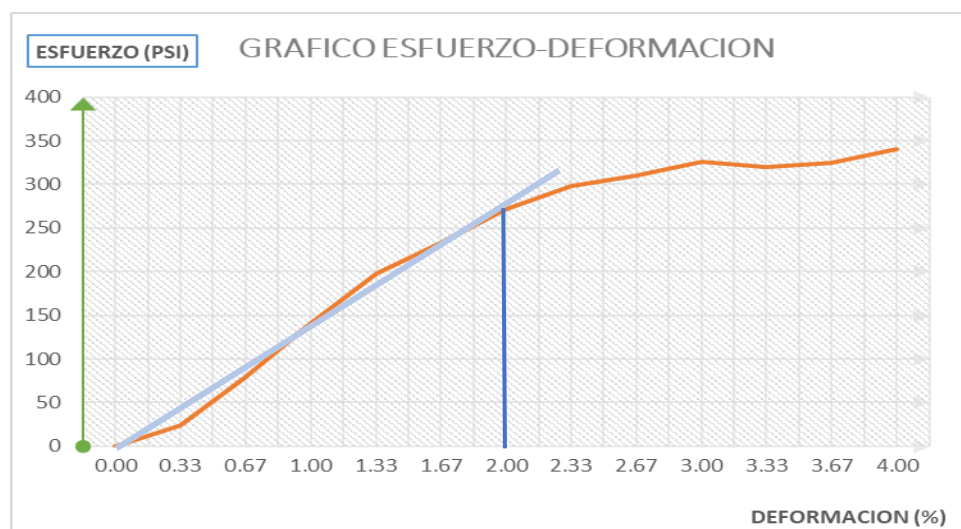


Gráfico 11: Esfuerzo deformación prueba D20
Fuente: Elaboración Propia

Si se observa el gráfico y el cuadro de datos se corrobora que para esta densidad se tiene una deformación casi lineal hasta alcanzar el 2% del total, con una presión desarrollada de 270 PSI aproximadamente. Luego el material empieza a tener una deformación de 2% más, tan solo con un aumento de 70 PSI de esfuerzo; es decir llega a un punto de fluencia; pero esto solo se desarrolla hasta alcanzar el 4% de deformación, debido a que al continuar aplicando presión la resistencia a la deformación aumenta súbitamente, por lo que la prueba se detuvo con el 4% de la deformación.

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	14.50	8.50

ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
300.0	3.5	2.75	2.5	1.75	10.5

Cuadro 19: Cuadro 02-Datos registrados de la prueba D-20
Fuente: Elaboración Propia

La deformación máxima desarrollada con 300 PSI en la prueba simple de compresión es de 10.5 mm.

La deformación total con la prueba de repeticiones es de 14.5mm, 4mm más que la prueba simple; esto es un indicador que a grandes presiones continuas desarrolladas sobre los bloques de geospuma, el material pierde rigidez o resistencia a la deformación.

Pero también se tiene como dato que, en la prueba de repeticiones, de la deformación de 14.5mm, 8.5mm se recupera; es decir que los bloques de geospuma (EPS D-20) tienen un coeficiente de elasticidad que les permite recuperar el 58% de la deformación total registrada.

Según el cuadro 02 de datos registrados, tenemos que la primera capa de geospuma experimenta la mayor deformación durante la prueba simple de compresión. Los valores de deformación van disminuyendo según el orden de ubicación del bloque.

3.5.3.6.4. Ensayos bloques densidad 15

Para el ensayo de los bloques de geospuma densidad 15, se realizaron cuatro pruebas. Los resultados obtenidos de las cuatro pruebas se promediaron obteniendo los siguientes resultados.



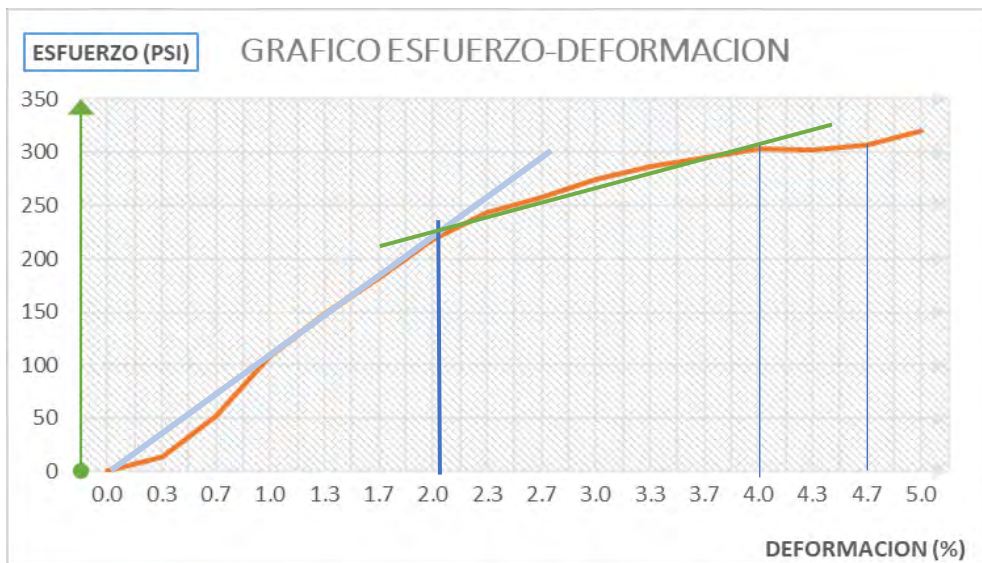
*Imagen 48: Bloques de densidad D-15
Fuente: Propia*

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
13.8	1.0	94803.0	1.0	0.3
52.5	3.7	361975.0	2.0	0.7
108.8	7.6	749805.3	3.0	1.0
148.8	10.5	1025595.8	4.0	1.3
182.5	12.8	1258294.0	5.0	1.7
217.5	15.3	1499610.6	6.0	2.0
243.8	17.1	1680598.1	7.0	2.3
257.5	18.1	1775401.1	8.0	2.7
275.0	19.3	1896059.4	9.0	3.0
286.3	20.1	1973625.5	10.0	3.3
295.0	20.7	2033954.6	11.0	3.7
303.8	21.4	2094283.8	12.0	4.0
302.5	21.3	2085665.3	13.0	4.3
307.5	21.6	2120139.1	14.0	4.7
320.0	22.5	2206323.7	15.0	5.0

*Cuadro 20: Datos promedios registrados de la prueba D-15
Fuente: Elaboración Propia*

La prueba con los bloques de geoespuma de densidad 15 registro el 5% de la deformación, de los cuatro ensayos realizados, 2 no llegaron al 5 % de deformación debido a que la presión desarrollada por la prensa superaba los 350 PSI.

En el siguiente gráfico se observa la curva de esfuerzo-deformación desarrollada por los bloques de geoespuma densidad 15.



*Gráfico 12: Esfuerzo deformación prueba D15
Fuente: Elaboración Propia*

Si se observa el gráfico y el cuadro de datos se corrobora que para esta densidad se tiene una deformación casi lineal hasta alcanzar el 2% del total, con una presión desarrollada de 220 PSI aproximadamente (50 psi menos que lo registrado en la prueba de densidad 20). Luego el material empieza a tener una deformación de 2% más, tan solo con un aumento de 80 PSI de esfuerzo; con una línea de tendencia menor; pero esto solo se desarrolla hasta alcanzar el 4% de deformación, luego tiene una caída de resistencia, hasta llegar aproximadamente a 4.7% de deformación, donde se observa que el material vuelve a ganar resistencia a la deformación.

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	16.50	9.00

ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
320.0	5.8	3.8	3.0	2.0	14.5

*Cuadro 21: Datos registrados de la prueba D-15
Fuente: Elaboración Propia*

La deformación máxima desarrollada con 300 PSI en la prueba simple de compresión es de 14.5 mm; 4mm mayor que la prueba en los bloques de densidad D-20.

La deformación total con la prueba de repeticiones es de 16.5mm, 2.5mm más que la prueba simple; esto es un indicador que a grandes presiones continuas desarrolladas sobre los bloques de geoespuma, el material pierde rigidez o resistencia a la deformación.

También se tiene como dato que, en la prueba de repeticiones, de la deformación de 16.5mm, 9mm se recupera; es decir que los bloques de geoespuma (EPS D-15) tienen un coeficiente de elasticidad que les permite recuperar el 55% de la deformación total registrada.

Según el cuadro 04 de datos registrados, tenemos que la primera capa de geoespuma experimenta la mayor deformación durante la prueba simple de compresión. Los valores de deformación van disminuyendo según el orden de ubicación del bloque.

3.5.3.6.5. Ensayos bloques densidad D-20-15

Para el ensayo de los bloques de geoespuma densidad 20-15, se realizaron dos pruebas, en cada una se utilizó 2 bloques de geoespuma de densidad 20 y 2 bloques de geoespuma de densidad 15. Los resultados obtenidos de las dos pruebas se promediaron obteniendo los siguientes resultados.



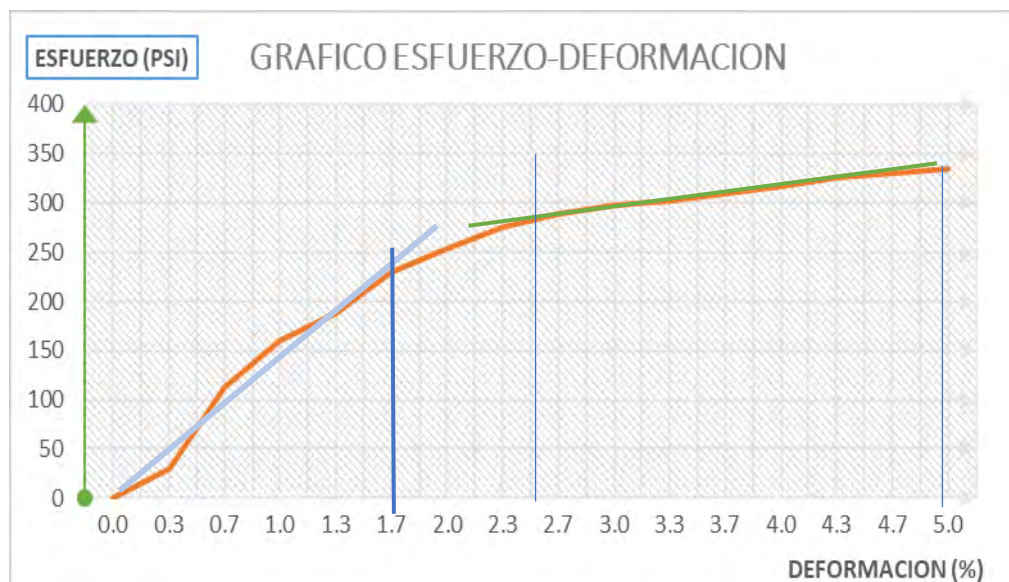
*Imagen 49: Bloques de densidad D-20-15
Fuente: Propia*

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
30.0	2.1	206842.8	1.0	0.3
112.5	7.9	775660.7	2.0	0.7
160.0	11.2	1103161.8	3.0	1.0
187.5	13.2	1292767.8	4.0	1.3
230.0	16.2	1585795.1	5.0	1.7
252.5	17.8	1740927.3	6.0	2.0
275.0	19.3	1896059.4	7.0	2.3
289.0	20.3	1992586.0	8.0	2.7
297.5	20.9	2051191.5	9.0	3.0
302.5	21.3	2085665.3	10.0	3.3
310.0	21.8	2137376.0	11.0	3.7
317.5	22.3	2189086.7	12.0	4.0
325.0	22.8	2240797.5	13.0	4.3
330.0	23.2	2275271.3	14.0	4.7
335.0	23.6	2309745.1	15.0	5.0

*Cuadro 22: Datos registrados de la prueba D-20-15
Fuente: Elaboración Propia*

La prueba con los bloques de geoespuma de densidad 20-15 registro el 5% de la deformación.

En el siguiente gráfico se observa la curva de esfuerzo-deformación desarrollada por los bloques de geoespuma densidad 15.



*Gráfico 13: Esfuerzo deformación prueba D-20-15
Fuente: Elaboración Propia*

Si se observa el gráfico y el cuadro de datos se corrobora que para esta combinación de densidades se tiene una deformación casi lineal hasta alcanzar el 1.7% del total, con una presión desarrollada de 230 PSI aproximadamente.

Si lo comparamos con respecto a la prueba D-20 para 1.7% de deformación (1.67% deformación desarrollando 232.5 PSI de esfuerzo), obtenemos un resultado casi similar, con una diferencia minúscula. Es decir, la distribución D-20-15 es tan resistente a la deformación como la distribución D-20.

Si lo comparamos con respecto a la prueba D-15 para 1.7% de deformación (1.7% deformación desarrollando 182.5 PSI de esfuerzo, casi 50 PSI de diferencia para alcanzar la misma deformación). Es decir, para la misma deformación la distribución de D-20-15 aumenta 50 PSI de resistencia a la deformación con respecto a la distribución D-15.

Luego de alcanzar 1.7% de deformación el material empieza a tener una transición de resistencia, generando una tendencia a partir del 2.7% con una deformación creciente; tan solo con un aumento de 45 PSI de esfuerzo, aumenta de 2.7% a 5% de deformación.

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	18.00	9.00

ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
340.0	6.0	5.0	2.5	1.5	15.0

*Cuadro 23 Cuadro 06-Datos registrados de la prueba D-15
Fuente: Elaboración Propia*

La deformación máxima desarrollada con 340 PSI en la prueba simple de compresión es de 15 mm; 4.5mm mayor que la prueba en los bloques de densidad D-20, y 0.5mm mayor que la prueba en los bloques de densidad D-15.

La deformación total con la prueba de repeticiones es de 18mm, 3mm más que la prueba simple; esto es un indicador que a grandes presiones continuas desarrolladas sobre los bloques de geoespuma, el material pierde rigidez o resistencia a la deformación.

También se tiene como dato que, en la prueba de repeticiones, de la deformación de 18mm, 9mm se recupera; es decir que los bloques de geoespuma (EPS D-15) tienen un coeficiente de elasticidad que les permite recuperar el 50% de la deformación total registrada.

Según el cuadro 06 de datos registrados, tenemos que la primera capa de geoespuma experimenta la mayor deformación durante la prueba simple de compresión. Los valores de deformación van disminuyendo según el orden de ubicación del bloque.

3.5.4. Desarrollo de memoria de cálculo para el diseño del Terraplén con Geoespuma

La presente memoria de cálculo describe los criterios, métodos y materiales empleados en el dimensionamiento y diseño de los elementos estructurales del terraplén con relleno de geoespuma.

Para el análisis del diseño se asumieron parámetros de diseño estándar descritos en los manuales de carreteras, y parámetros de diseño que fueron resultado de ensayos realizados al material (geoespuma); de esta manera en el presente capítulo presentamos un método especial para el cálculo del empuje lateral de tierra, con la aplicación del sistema Suelo-Geoespuma a partir de los principios teóricos de Rankine.

3.5.4.1. Códigos y Normas

Las normas utilizadas fueron las siguientes:

- Reglamento Nacional de Edificaciones
 - E.020 Cargas
 - E.050 Suelos y Cimentaciones
 - E.060 Concreto Armado
 - Manual de Carreteras - “Especificaciones técnicas Generales para Construcción – EG-2013”.
 - Manual de Carreteras - “Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos – EG-2014”.

3.5.4.2. Materiales

a) MATERIAL DE RELLENO - GEOESPUMA

Densidad:	20.1 kg/m ³
Peso Unitario:	197.2 N/m ³
Peso Unitario Saturado:	981 N/m ³
Absorción:	0.68 %
Resistencia a la tracción:	70 Kpa (Rompe)
Resistencia a la Compresión:	F’c (10%) = 1.602 Kg/cm ² (157 Kpa)

Módulo de Elasticidad:	$E_c = 22.43 \text{ kg/cm}^2$
	$E_c = 2200 \text{ KN/m}^2$
Coefficiente de dilatación térmica:	$A = 1.5 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Cohesión:	$C = 21 \text{ KN/m}^2 (0.214 \text{ kg/cm}^2)$
Angulo de fricción:	$\phi = 4.64^\circ$
Coefficiente de Poisson:	$\mu = 0.2$
Permeabilidad:	$k = 1\text{E-}20 \text{ cm/s}$

b) MATERIAL DE RELLENO A-3(0)

Densidad:	1451 kg/m^3
Peso Unitario:	14.23 KN/m^3
Módulo de Elasticidad:	$E_c = 22.43 \text{ MN/m}^2$
Cohesión:	$C = 0 \text{ KN/m}^2 (0 \text{ kg/cm}^2)$
Angulo de fricción:	$\phi = 30^\circ$
Coefficiente de Poisson:	$\mu = 0.33$
Permeabilidad:	$k = 1\text{E-}4 \text{ cm/s}$
C.B.R (95% MDS):	25.80%
MDS:	1.666%
Optimo Contenido Humedad:	$\text{O.C.H} = 16.07 \%$

c) SUELO DE FUNDACIÓN - ARCILLA MH

Densidad:	1650 kg/m^3
Peso Unitario:	15.21 KN/m^3
Contenido Humedad:	$\text{C.H} = 18.01 \%$
Módulo de Elasticidad:	$E_c = 20.7 \text{ MN/m}^2$
Cohesión:	$C = 14.715 \text{ KN/m}^2 (0.15 \text{ kg/cm}^2)$
Angulo de fricción:	$\phi = 0^\circ$

Coeficiente de Poisson:	$\mu = 0.35$
Permeabilidad:	$k = 9.42E-06 \text{ cm/s}$
Gradiente hidráulico:	10.19
C.B.R (95% MDS):	100 ksi/pulg
MDS:	1272 kg/m^3
Optimo Contenido Humedad:	O.C.H=30.90 %
Coeficiente de Balasto:	$k = \text{kg/m}^3$

d) GEOMALLA BIAxIAL EXTRUIDA MacGrid® EGB 20

Resistencia longitudinal a la tracción (MD): 20.0 KN/m

Coeficiente de dilatación térmica: $A = 9.9 E-06^\circ\text{C}^{-1}$

e) FLEJE DE SUJECIÓN

Módulo de Elasticidad: $E_c = 999325.6 \text{ kg/cm}^2$

Coeficiente de dilatación térmica: $A = 1.170E-05 \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

Módulo de Corte: $G = 384356. \text{ Kg/cm}^2$

Resistencia a la tracción: 11.21 KN

f) PILOTES DE ACERO 4" A36

Esfuerzo de Fluencia: $f_y = 2531.0507 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo de Tensión último: $f_u = 4077.8038 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad: $E_c = 2E+06 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Poisson: $\mu = 0.26$

g) ACERO CORRUGADO

Esfuerzo de Fluencia: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Esfuerzo de Tensión último: $f_u = 6327.6266 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Elasticidad: $E_c = 2E+06 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de Poisson: $\mu = 0.30$

h) MORTERO PARA PANTALLA $f'_c=175 \text{ kg/cm}^2$

Cemento Portland Tipo I

Resistencia característica $f'c=17.2$ Mpa; 175 kg/cm²

Módulo de Elasticidad $E_c=2E+04$ Mpa; 2E+05kg/cm²

i) MORTERO PARA PAVIMENTO $f'c=210$ kg/cm²

Cemento Portland Tipo I

Resistencia característica $f'c=21$ Mpa; 210 kg/cm²

Módulo de Elasticidad $E_c=2E+04$ Mpa; 2E+05kg/cm²

Tipo de suelo	Módulo de elasticidad, E_s		Relación de Poisson, μ_s
	lb/pulg ²	MN/m ²	
Arena suelta	1,500–3,500	10.35 – 24.15	0.20–0.40
Arena densa media	2,500–4,000	17.25 – 27.60	0.25–0.40
Arena densa	5,000–8,000	34.50 – 55.20	0.30–0.45
Arena limosa	1,500–2,500	10.35 – 17.25	0.20–0.40
Arena y grava	10,000–25,000	69.00 – 172.50	0.15–0.35
Arcilla suave	600–3,000	4.1 – 20.7	
Arcilla media	3,000–6,000	20.7 – 41.4	0.20–0.50
Arcilla firme	6,000–14,000	41.4 – 96.6	

Tabla 6: Parámetros elásticos para varios suelos
Fuente: Braja M. Das 2001

El módulo de elasticidad de arcillas normalmente consolidadas se estima como

$$E_s = 250c \text{ a } 500c \quad (53)$$

Y para arcillas preconsolidadas, como

$$E_s = 750c \text{ a } 1000c \quad (54)$$

Donde c = cohesión no drenada de suelo de arcilla

PARÁMETROS DE DEFORMACIÓN A PARTIR DE CORRELACIÓN CON ENSAYO SPT (ICG - INGENIERÍA DE PAVIMENTOS 5ta EDICIÓN 2016)

El módulo de elasticidad y el módulo de Poisson pueden ser también obtenidos de manera indirecta a partir de los resultados de penetración SPT y el ángulo de fricción.

$$E_s = 5(N+15) \text{ (Webb, 1970)} \quad (55)$$

$$E_s = 7.5 + 0.8N \text{ en Mpa (Papadopoulos, 1992)} \quad (56)$$

3.5.4.3. Parámetros de diseño y consideraciones generales

Empuje Hidrostático en el Terraplén

La Geospuma o EPS (por sus siglas en ingles de poliestireno expandido), es un material con alta flotabilidad debido a su baja densidad o peso unitario. Para

el diseño del terraplén con relleno de EPS se consideró un sistema de anclaje para contrarrestar la flotabilidad del material.

La estructura del terraplén soportara un empuje hidrostático producido por la infiltración del agua al interior de la estructura. El valor del volumen de infiltración fue estimado a partir de los datos obtenidos de las corridas experimentales del prototipo a escala. Para obtener un valor crítico de infiltración se realizó un metrado a partir de los espacios entre juntas en el interior del terraplén que pueden ser ocupados por el agua de infiltración.

Se consideró que la cota de infiltración llegará a niveles de la máxima creciente o máximo nivel de inundación histórico, por lo que la infiltración cubrirá los niveles superiores a los bloques de EPS.

Para obtener el volumen total de infiltración se consideró un espaciamiento entre bloques de 0.003 m, se sumó las juntas linealmente en la sección, teniendo como resultado 50.4 m; y posteriormente se multiplico por la longitud del terraplén, 14.8 m. El volumen obtenido de infiltración es de 2.24 m³.

Para el valor de diseño el resultado se amplificará por un factor de seguridad de FS = 2.

$$V_i = 0.003 \text{ m} \times 50.4 \text{ m} \times 14.8 \text{ m} = 2.24 \text{ m}^3$$

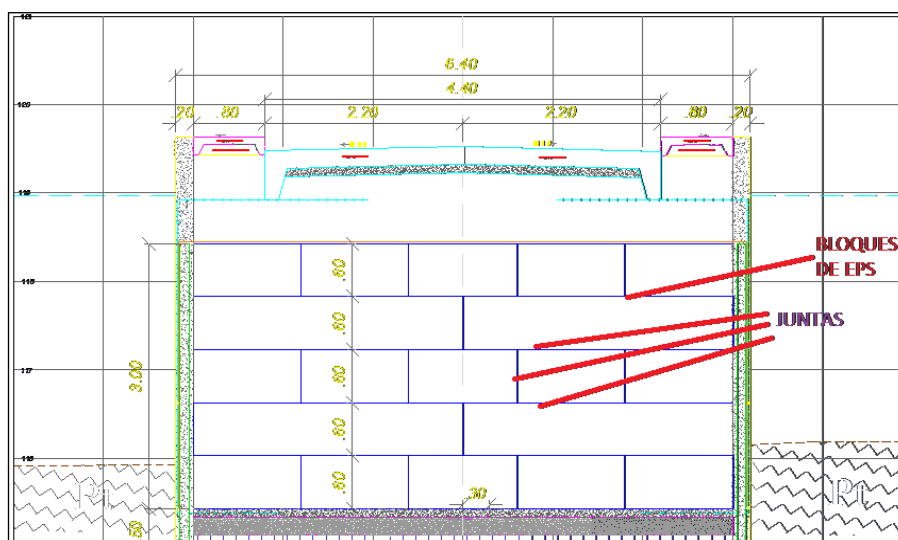


Gráfico 14: Sección De Terraplén, Juntas Entre Bloques
Fuente: Elaboración Propia

$$V_i = 2.24 \text{ m}^3$$

$$FS = 2$$

$$V_t = 4.48 \text{ m}^3$$

Donde

V_i = Volumen de infiltración

FS = Factor de Seguridad

V_t = Volumen de infiltración amplificado

Análisis de carga estática sobre Terraplén

Para realizar los cálculos de asentamientos en la cimentación del terraplén, y en general en toda la estructura del terraplén se considerará cargas estáticas actuando sobre la superficie del terraplén.

Se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Se considera que los vehículos transitarán en su máxima capacidad, y la carga se distribuirá en sus ejes, y se dividirá entre el área de influencia de las llantas.
- El pavimento que transmitirá las cargas al terraplén es un pavimento rígido ($e=20\text{cm}$, $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$); se tendrá en cuenta que la transferencia de la carga será en toda el área del paño de contacto.
- Las cargas a simular son las equivalentes a un vehículo tipo C3 de 25 ton.
VEHÍCULO C3:
Eje delantero 7 ton
Eje posterior tándem 18 ton*
VEHÍCULO C3 CARGADO:
Eje posterior tándem 25 ton
- Se tendrá en cuenta solo la carga del eje posterior cargado (25 ton), por ser la carga de mayor influencia.
- La carga será distribuida en dos ejes y cuatro puntos de contacto, es decir dos puntos de contacto equivale a 12.5 ton.
- El pavimento trabajará en paños o áreas de influencia de 2.0 m por 2.0 m, y en cada uno será aplicado una carga puntual de 12.5 ton.
- La distribución de los esfuerzos del pavimento al terraplén dará como resultado una carga de 3.125 ton/m^2 (0.3125 kg/cm^2), que se consideran constantes para todos los paños distribuidos en el tramo de 14.8 m de terraplén.

Visto los puntos anteriores se concluye que la carga de tránsito estático en la estructura del terraplén, será equivalente a 3.125 ton/m² (0.3125 kg/cm²).

$Q_{\text{traf.}} = 3.125 \text{ ton/m}^2$

Donde:

$Q_{\text{traf.}} = \text{Carga de trafico}$

3.5.4.4. Método especial para cálculo de empuje lateral de tierra, con la aplicación del sistema de relleno suelo-geoespuma a partir de los principios teóricos de Rankine.

El método de cálculo se plantea a partir de la incongruencia de los resultados obtenidos en los cálculos utilizando la teoría tradicional de Rankine, obteniendo valores de empuje lateral excesivos. El método de cálculo se plantea para obtener una herramienta de diseño, que apoyada en la matemática y las teorías tradicionales de la mecánica de suelos nos ayuda a obtener los valores empujes laterales necesarios para los diseños de estructuras de sostenimientos de tierra.

A pesar de que la Geoespuma es un material de relleno utilizado desde hace 50 años alrededor del mundo, no se ha encontrado referencia bibliográfica acerca de los métodos de cálculo (analítico y numérico) utilizados para el diseño de rellenos en terraplenes o estructuras de sostenimientos como los muros de contención.

Los parámetros de cálculos se basan en la teoría de Rankine. Para el desarrollo del cálculo se realizó un análisis de los datos de diseño, para obtener su incidencia en los resultados, y poder manejar el uso de constantes que configuren la naturaleza de las ecuaciones tradicionales.

3.5.4.4.1. Condiciones iniciales

A partir de los valores de diseño obtenidos en los ensayos físicos de la Geoespuma, y la investigación bibliográfica realizada se tiene las siguientes condiciones iniciales y parámetros de diseño:

- La Geoespuma tiene un módulo elasticidad de 2200 KN/m²

- La geoespuma tiene una deformación elástica hasta alcanzar el 2% de deformación axial, este punto se considera como el punto de deformación límite o de falla.
- Para alcanzar una deformación del 2% se necesita un esfuerzo promedio de 55 Kpa, o 0.55 kg/cm². Este punto se considera como la capacidad de carga última de diseño.
- La Geoespuma, si se compara con materiales Geotécnicos tiene las características de una arcilla.
- De los datos obtenidos del ensayo triaxial UU tenemos: $C=21\text{Kpa}$; $\phi=4.64^\circ$
- Cuando es sometida a esfuerzos verticales la geoespuma genera transferencia de esfuerzos laterales mínimos.
- De investigaciones consultadas obtenemos el coeficiente Poisson del material D-20: $\mu = 0.20$.
- De acuerdo a la teoría de Rankine, los valores de diseño incidentes directamente son el Angulo de fricción y la cohesión. De esta manera para las ecuaciones utilizadas en el cálculo se maneja constantes relacionadas a los valores obtenidos de los ensayos de la Geoespuma.

3.5.4.4.2. Restricciones

- La sobrecarga que actúa sobre la Geoespuma no debe ser mayor que la capacidad máxima de diseño; para lo cual el cálculo debe iniciarse verificando la sobrecarga de diseño.
- El método de cálculo propuesto solo debe ser aplicado para el sistema de relleno Suelo-Geoespuma.
- Para el cálculo de los empujes laterales del nivel suelo, se emplea la teoría tradicional, para el nivel Geoespuma se emplea el método especial.

3.5.4.4.3. Aplicaciones

- El método de cálculo para Sistema de relleno Suelo-Geoespuma, es aplicable para determinar los empujes laterales en estructuras de sostenimiento, tales como: Muros de contención, tablaestacas, muros

pantallas, y todo sistema de sostenimiento donde se aplica el relleno de Suelo-Geoespuma.

- El sistema de Relleno suelo-Geoespuma, puede utilizar diferentes tipos de suelos: arenas, limos y arenas limosas (Grupos A-2; subgrupos, A-2-4, A-2-5 y A-3).

3.5.4.4. Métodos de cálculos

Para validar el método de cálculo se realizó un análisis de los resultados obtenidos aplicando el método de cálculo convencional de la teoría de Rankine, y aplicando el método propuesto para el sistema de relleno Suelo-Geoespuma.

La validación del cálculo para los dos métodos (Convencional y Propuesto) se realizó para los siguientes datos:

DATOS DE ENTRADA		
q Sobrecarga de diseño	6.0	ton/m ²
γ_1 Peso específico del material granular	1.66	ton/m ³
H_1 Altura del relleno con material granular	0.90	m
γ_2 Peso específico del EPS	0.02	ton/m ³
H_2 Altura del relleno con EPS	3.00	m
Φ_1 Angulo de fricción interna del material granular	30.00	°
Φ_2 Angulo de fricción interna de Geoespuma D-20	4.64	°
c_2 Cohesion del EPS	2.14	ton/m ²
σ'_d Esfuerzo de compresion de diseño D-20	5.50	ton/m ²

Cuadro 24: Datos de entrada
Fuente: Elaboración Propia

Modelo de análisis

El modelo de análisis es solo un extremo de la sección del terraplén, al ser un diseño simétrico no fue necesario emplear otro modelo. Se utilizó el mismo modelo para el desarrollo de los dos métodos (Convencional y propuesto).

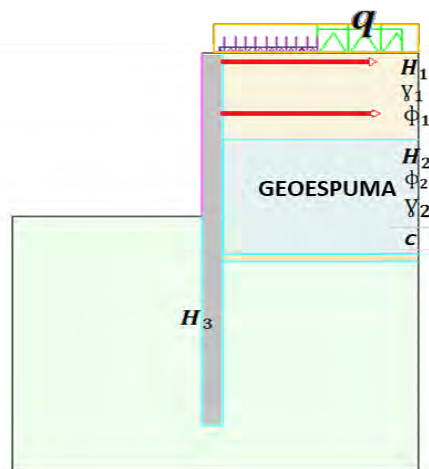


Gráfico 15: Modelo de análisis del terraplén
Fuente: Elaboración Propia

Método de cálculo tradicional estado activo de Rankine: La condición de falla en la masa del suelo (esfuerzo horizontal) σ_a se denomina presión activa de Rankine.

$$\sigma_a = \sigma_v K_a - 2c\sqrt{K_a} \quad (57)$$

$$\sigma_a = \sigma_v \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) - 2c \tan\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad (58)$$

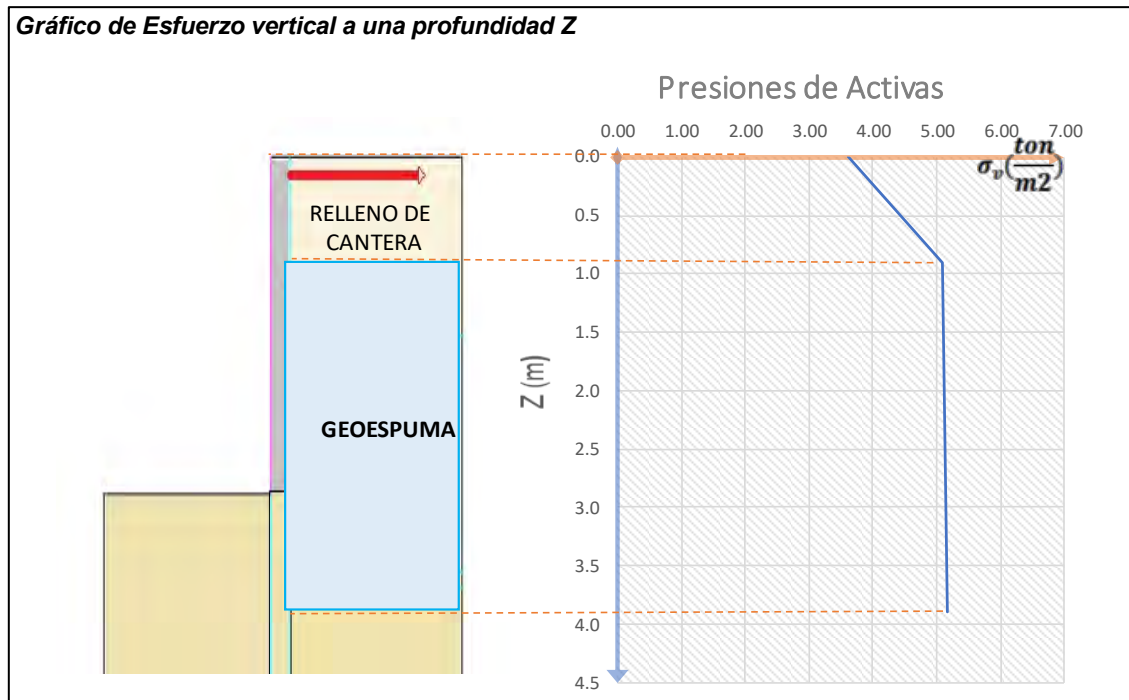
donde:

$$\text{coeficiente de presión activa } K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad (59)$$

$\sigma_v = (q + \gamma_1 H_1 + \gamma_2 H_2)$						
Esfuerzo vertical a una profundidad Z						
Variable	Tipo de relleno	z (m)			σ_v	Unid.
	Relleno granular A-3(0)	0.0			3.60	ton/m2
γ_1		0.9			5.09	ton/m2
	Relleno con GEOESPUMA	0.9			5.09	ton/m2
γ_2		1.9			5.11	ton/m2
		2.9			5.13	ton/m2
		3.9			5.15	ton/m2

ANÁLISIS	
Coeficiente de presión activa de Rankine	
$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right)$	
Para $\phi=30^\circ$ relleno granular	$K_{a1} = $ 0.33
Para $\phi=4.64^\circ$ relleno Geoespuma	$K_{a2} = $ 0.85

Gráfico de Esfuerzo vertical a una profundidad Z



Presiones activas a una profundidad Z:

	Formula	z (m)		Unid.
Para el relleno granular	$\sigma_a = \sigma_v K_a$	0.0	1.20	ton/m ²
		0.9	1.70	ton/m ²
Relleno con GEOESPUMA	$\sigma_a = \sigma_v K_a - 2c\sqrt{K_a}$	0.9	1.70	ton/m ²
		1.9	0.40	ton/m ²
		2.9	0.42	ton/m ²
		3.9	0.44	ton/m ²

La fuerza activa total
para el relleno granular

$$P_a = A1 + A2$$

$$P_a = \left(\frac{1}{2} \gamma_1 H_1 + q\right) K_{a1} H_1$$

$$P_a = 1.30 \text{ ton/m}$$

para el relleno de EPS

$$P_{a2} = A3$$

$$P_{a2} = \left[\left(\frac{1}{2} \gamma_2 H_2 + (\gamma_1 H_1 + q)\right) K_{a2} H_2\right] - 2cH\sqrt{K_a}$$

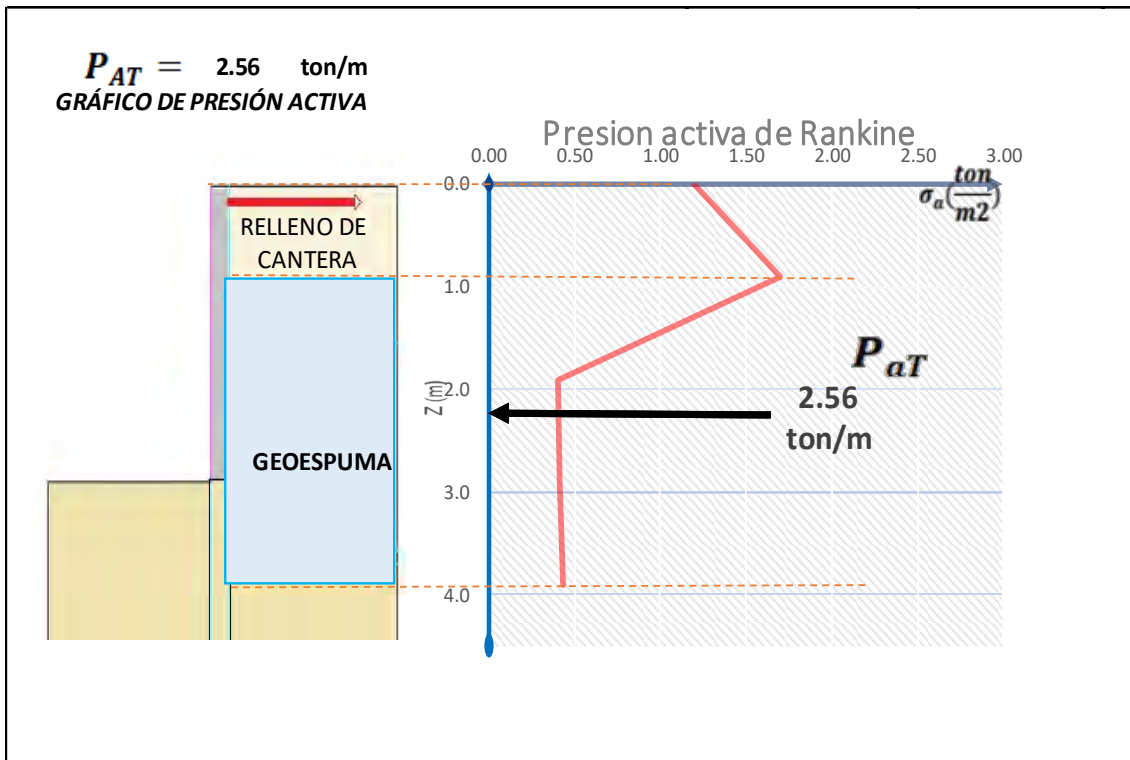
$$P_{a2} = 1.26 \text{ ton/m}$$

Ubicación de la fuerza resultante

$$Z_0 = \frac{A1(Z1) + A2(Z2)}{P_{aT}}$$

$$Z_0 = 2.235 \text{ m}$$

Presión Rankine	Centro de Presión
A1= 1.1 ton/m	Z1= 3.45 m
A2= 0.22 ton/m	Z2= 3.30 m
A3= 1.3 ton/m	Z3= 1.0 m



*Hoja de Cálculo 1: Empuje Lateral de Tierra, Método de Rankine
Fuente: Elaboración Propia*

Presión resultante: $P_{aT}=2.56 \text{ ton/m}$; Ubicación de la presión resultante: $Z_o=2.235 \text{ m}$.

Método de cálculo propuesto: A partir de un análisis de incidencia de los valores de cálculo se determinó que los coeficientes activos de Rankine utilizados en el cálculo tradicional influyen directamente en el cálculo. Estos valores están establecidos a partir del ángulo de fricción del material, se realizó varias suposiciones para el cálculo, estableciéndose modificar los coeficientes de empuje activo utilizados en el estrato correspondiente de Geoespuma. Se denomina Esfuerzo activo de Geoespuma σ_G .

$$\sigma_G = \sigma_v K_{GS} - 2c\sqrt{K_{GC}} \quad (60)$$

Donde:

K_{GC} = Coeficiente activo Geoespuma C:

$$K_{GC} = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad (61)$$

ϕ = Angulo de fricción de la Geoespuma

K_{GS} = Coeficiente activo Geoespuma S:

Densidad	K_{GS}
D-20	0.25
D-15	0.30
D-10	0.35

Cuadro 25: Cuadro de valores deducidos a partir de ensayos triaxiales
Fuente: Elaboración Propia

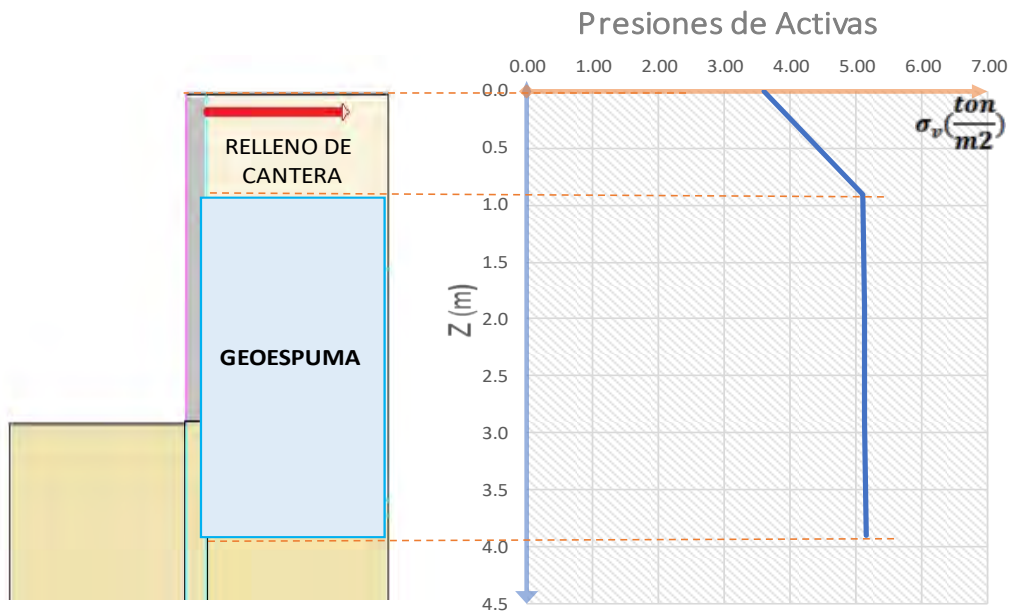
ANÁLISIS	
Coeficiente de presión activa de Rankine	
$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{\phi}{2}\right) \quad K_p = \tan^2\left(45 + \frac{\phi}{2}\right)$	
Coeficientes de presión activa Geoespuma	
Para $\phi=30^\circ$ relleno granular	$K_{a1} = 0.33$
De $\phi=4.64^\circ$ para Geoespuma D-20	$K_{GC} = 0.85$
Para Geoespuma D-20	$K_{GS} = 0.25$

$\sigma_v = (q + \gamma_1 H_1 + \gamma_2 H_2)$				
Esfuerzo vertical a una profundidad Z				
variable	Tipo de relleno	z (m)	σ_v	Unid.
q	Relleno granular A-3(0)	0.0	3.60	ton/m2
γ_1		0.9	5.09	ton/m2
γ_2	Relleno con GEOESPUMA	0.9	5.09	ton/m2
		1.9	5.11	ton/m2
		2.9	5.13	ton/m2
		3.9	5.15	ton/m2

Esfuerzo vertical a una profundidad Z

Variable	Tipo de relleno	z (m)	σ_v	Unid.
q	Relleno granular A-3(0)	0.0	3.60	ton/m2
γ_1		0.9	5.09	ton/m2
γ_2	Relleno con GEOESPUMA	0.9	5.09	ton/m2
		1.9	5.11	ton/m2
		2.9	5.13	ton/m2
		3.9	5.15	ton/m2

Gráfico de Esfuerzo vertical a una profundidad Z



Presiones activas a una profundidad Z:

	Formula	z (m)	σ	Unid.
Para el relleno granular	$\bar{\sigma}_a = \sigma_v K_a$	0.0	1.20	ton/m2
		0.9	1.70	ton/m2
Relleno con GEOESPUMA	$\sigma_a = \sigma_v K_{GS} - 2c\sqrt{K_{GC}}$	0.9	1.70	ton/m2
		1.9	-2.67	ton/m2
		2.9	-2.66	ton/m2
		3.9	-2.66	ton/m2

La fuerza activa total

para el relleno granular

$$P_a = A1 + A2$$

$$P_a = \left(\frac{1}{2} \gamma_1 H_1 + q\right) K_{a1} H_1$$

$$P_a = 1.30 \quad \text{ton/m}$$

para el relleno de EPS

$$P_{a2} = A3$$

$$P_{a2} = \left[\left(\frac{1}{2} \gamma_2 H_2 + (\gamma_1 H_1 + q)\right) K_{a2} H_2\right] - 2cH\sqrt{K_a}$$

$$P_{a2} = -7.99 \quad \text{ton/m}$$

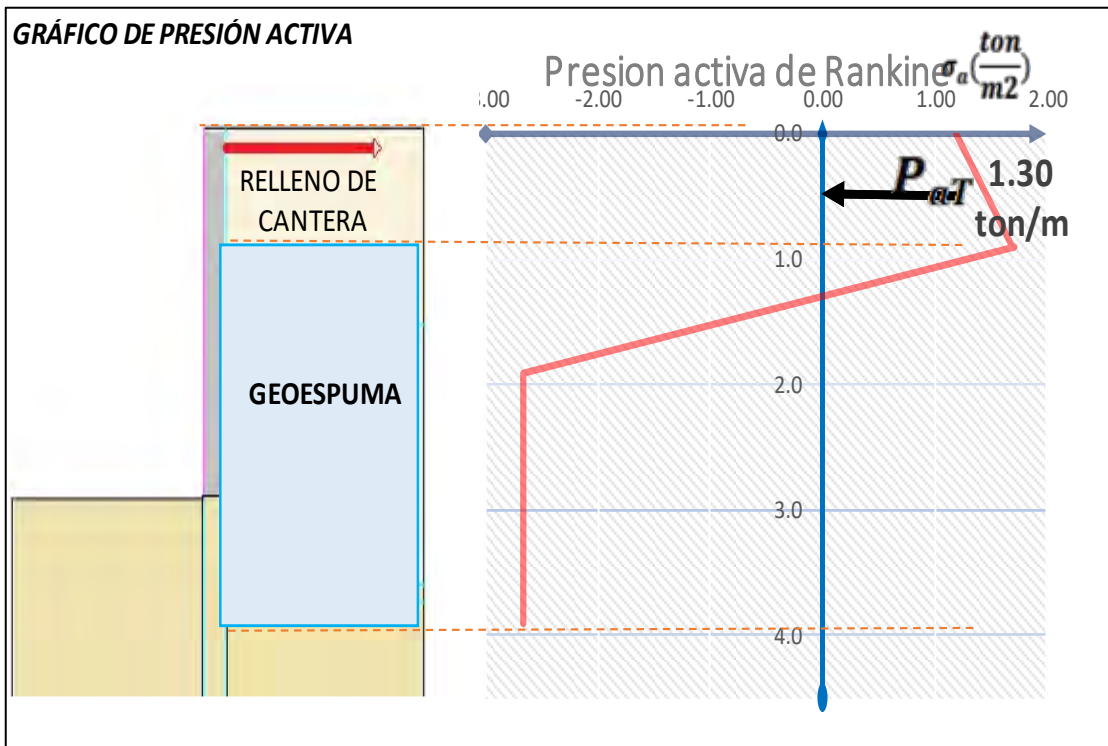
Ubicación de la fuerza resultante

$$Z_0 = \frac{A1(Z1) + A2(Z2)}{P_{aT}}$$

$$Z_0 = 0.476 \quad \text{m}$$

$$P_{AT} = 1.30 \quad \text{ton/m}$$

Presión Rankine	Centro de Presión
A1= 1.08 ton/m	Z1= 3.45 m
A2= 0.22 ton/m	Z2= 3.30 m
A3= -8.0 ton/m	Z3= 1.5 m



Hoja de Cálculo 2: Empuje Lateral de Tierra, Método Propuesto para sistema de relleno Suelo-Geoespuma
Fuente: Elaboración Propia

Presión resultante: Pat=1.30 ton/m; Ubicación de la presión resultante: Zo= 0.476 m.

Resultados:

MÉTODO	RESULTADOS	
	Presión activa	Ubicación de la presión activa
CONVENCIONAL	2.56 ton/m	2.23 m (zona Geoespuma)
PROPUESTO	1.30 ton/m	0.43 m (zona Suelo)

*Cuadro 26: Comparación de Resultados
Fuente: Elaboración Propia*

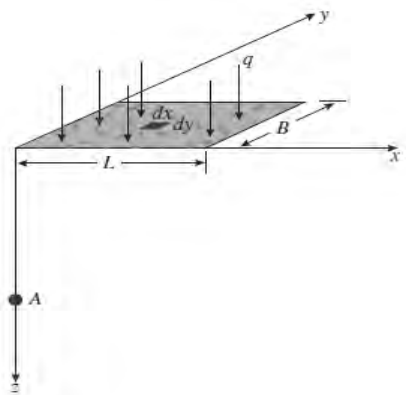
- Una presión resultante menor, y localizada en el estrato del material de relleno granular.
- El gráfico de presión activa muestra la transición de esfuerzos laterales que son absorbidos por la Geoespuma.
- Obtenemos valores negativos de esfuerzos laterales, en el estrato de Geoespuma, esto es debido a la Cohesión del material, que multiplicado con el coeficiente de Cohesión es mayor al producto del esfuerzo vertical aplicado y el coeficiente Geoespuma.
- Los valores negativos, son referencia de cuanto esfuerzo más puede disipar la Geoespuma. Cuando el valor se acerca a cero, la Geoespuma está llegando a su límite de capacidad de Carga. Para esto se debe verificar los esfuerzos verticales con el factor de influencia de carga.
- Con el cálculo de los empujes laterales, a partir de las propiedades de la geoespuma, se reafirma el concepto que la geoespuma es un material que no trasmite esfuerzos horizontales, haciendo no necesario estructuras esbeltas de contención, como es el caso de la pantalla de confinamiento diseñada.

3.5.4.5. Verificación de la capacidad de carga admisible de la Geoespuma

Antes de iniciar el cálculo de los elementos estructurales se debe verificar si el diseño preliminar propuesto con los espesores estimados de relleno y la sobrecarga de diseño, cumplen con la capacidad de carga admisible de la geoespuma, para la posibilidad de plantear soluciones y proteger a la geoespuma de cargas muy elevadas.

El sistema de relleno Suelo-Geoespuma, tiene que ser diseñado para obtener los beneficios del material al máximo.

A continuación, se presenta el cálculo de la verificación de carga admisible:

<p>MODELO DE ANÁLISIS Esfuerzo vertical causado por una arena rectangular cargada</p> 	<p>DATOS DE ENTRADA</p> <p>$B = 1.00 \text{ m}$</p> <p>$L = 6.00 \text{ m}$</p> <p>$Z = 1.00 \text{ m}$</p> <p>$q_0 = 36.00 \text{ KN/m}^2$</p> <hr/> <p>VALORES:</p> <p>$m' = \frac{B}{Z} = 1.00$</p> <p>$n' = \frac{L}{Z} = 6.00$</p>
---	---

<p>CONDICIONES: $\overline{m'^2 + n'^2 + 1} > m'^2 n'^2$</p> <p>SI, CONDICIÓN CUMPLIDA</p> <p>Entonces:</p> $I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2m'n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \left(\frac{m'^2 + n'^2 + 2}{m'^2 + n'^2 + 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2m'n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \right) \right]$ <p>$m'^2 + n'^2 + 1 < m'^2 n'^2$</p> <p>SI,</p> <p>Entonces:</p> $I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2m'n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \left(\frac{m'^2 + n'^2 + 2}{m'^2 + n'^2 + 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2m'n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \right) + \pi \right]$
--

factor de variación I en la esquina de la cimentación $I_E = 0.204$	factor de variación I en el centro de la cimentación $I_C = 0.818$
---	--

RESULTADO

AUMENTO VERTICAL DE ESFUERZO
Profundidad de influencia = 1.80 m

$$q'_o = I * q_o$$

$$q'_o = 29.45 \text{ KN/m}^2$$

$$q'_o = 3.00 \text{ TN/m}^2$$

* **Comprobar el esfuerzo admisible de la Geoespuma**

$$\sigma'_d \geq \sigma_v(z=\text{geospuma})$$

$$5.50 \geq 3.00 \text{ SI CUMPLE}$$

* No es necesario reforzar

Hoja de Cálculo 3: Aumento Vertical del Esfuerzo, Verificación de la capacidad de carga admisible de la Geoespuma
Fuente: Elaboración Propia

3.5.4.6. Cálculo de elementos estructurales

En esta sección los elementos estructurales se calcularon asumiendo sus propiedades individuales, es decir algunos de los elementos como lo pilotes se calcularon como un elemento estructural aislado de la estructura final que es el terraplén. Se utilizó los resultados obtenidos del cálculo de las presiones laterales obtenidos con el método propuesto para poder obtener las cargas de apoyo que recibirá la pantalla de confinamiento y los pilotes.

La pantalla de confinamiento fue diseñada a partir de criterios básicos de la propiedad de la geoespuma. Se tuvo consideración para que resistan los esfuerzos horizontales, aunque estas cargas sean muy bajas.

PANTALLA DE CONFINAMIENTO

REFUERZO PARA LA PANTALLA DE CONFINAMIENTO

La pantalla de confinamiento es concebida como un elemento no portante; aun así, se considera las fuerzas posibles con las que puede interactuar, de este modo la pantalla de confinamiento no tiene el refuerzo de un muro de

sostenimiento, ni menos de una placa estructural para poder soportar esfuerzos de momentos flectores.

Pero si se consideró el refuerzo interno con una GEOMALLA biaxial, para que su estructura tenga un refuerzo y se comporte como un elemento monolítico para resistir esfuerzos cortantes.

De esta manera la disposición de la pantalla de confinamiento es para la protección del terraplén conformado por los bloques de Geoespuma, además su estructura es importante para las consideraciones de infiltración a la que estará expuesta el terraplén.

ANCLAJE PARA LA PANTALLA DE CONFINAMIENTO

Condiciones iniciales

El cálculo y distribución del anclaje transversal, están basadas en las fuerzas de empuje lateral en el terraplén. El anclaje se ubica de extremo a extremo del terraplén, precisamente en las pantallas de confinamiento. Su función es transmitir los esfuerzos de empuje causados por el peso propio de la estructura y la sobrecarga, para que sea transmitido al otro extremo del terraplén donde también actúan las mismas fuerzas laterales. Es decir, los anclajes transversales sirven como mecanismo de arriostamiento lateral, para mantener a la pantalla libre de desplazamientos en dirección de los esfuerzos laterales.

Los anclajes están constituidos por varillas de acero corrugado que trabajarán en tracción, serán colocadas encima de la última capa de EPS, y serán recubiertas por una mezcla de mortero de $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, en una ranura de 5 cm x 5 cm.

El acero a utilizar es de grado 60 de $\varnothing 1/2"$, y la distribución será 1 varilla por cada 1.5m aproximadamente. Esto obedece a los cálculos realizados a partir del esfuerzo lateral total en reposo.

Debido a que el cálculo fue realizado con un factor de seguridad de 1.5, se puede utilizar una separación entre varillas de hasta 1.8m.

Se realiza la verificación al cortante de la pantalla, para resistir las fuerzas de empuje lateral.

Acero de sostenimiento en la pantalla de confinamiento

El acero de sostenimiento de la pantalla tiene la función de sostener antes del vaciado a la GEOMALLA biaxial de la pantalla de confinamiento. Estarán ubicados en tres zonas de la pantalla; en la base, medio y en la corona, exactamente a la altura donde se colocarán los anclajes transversales.

El acero se fijará horizontalmente; estará amarrado en los pilotes para posteriormente ser vaciado en conjunto como parte de la estructura de sostenimiento de la pantalla de confinamiento.

El acero para a utilizar es una varilla de $\varnothing 1/2"$.

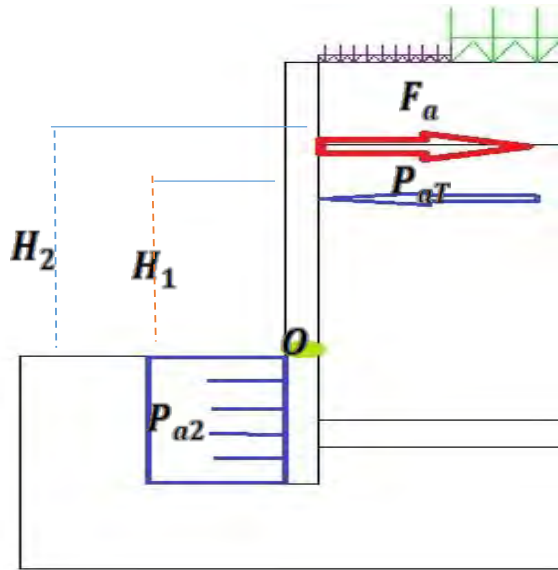
COMPROBACION DEL CORTANTE EN LA PANTALLA	
DATOS DE ENTRADA	
d = Peralte efectivo de la PANTALLA	= 6.00 cm
P_{aT} = Presión activa	= 1.30 ton/m
$\phi 2$ = factor de reducción por cortante	= 0.85
b = Unidad de longitud transversal	= 1.00 m
f'_c = Resistencia a la compresión del concreto	= 175.00 kg/cm ²
CORTANTE ÚLTIMO	
$V_U = P_{aT} * b1$	$V_U = 1304.10$ kg
Fuerza cortante nominal máximo calculado	
$V_n = \frac{V_U}{0.85}$	$V_n = 1534.24$ kg
Fuerza cortante resistente	
Debe cumplir la condicion $V_c > V_n$	
$V_c = 0.53\sqrt{f'_c} * b * d$	$V_c = 4206.74$ kg SI CUMPLE

Hoja de Cálculo 4: Comprobación Del Cortante En La Pantalla

Fuente: Elaboración Propia

FACTOR DE SEGURIDAD LA PARA RESISTENCIA DEL ANCLAJE

MODELO DE ANÁLISIS



DATOS DE ENTRADA

H_2	brazo de palanca del anclaje	=	2.3	m
H_1	brazo de palanca de la presión activa total	=	0.4758	m
P_{aT}	Presión activa	=	1.30	ton/m
F_a	fuerza de anclaje necesario	=		

ANÁLISIS

Asumimos el punto de giro O, para calcular la fuerza de anclaje necesario

$$-F_a(H_2) + P_{aT}(H_1) = 0$$

$$F_a = \frac{P_{aT}(1.6)}{2.3} \quad F_a = 0.27 \text{ ton/m}$$

Para el anclaje asumimos un factor de seguridad FS = 1.5

$$F_{aU} = FS * F_a \quad F_{aU} = 0.40 \text{ ton/m}$$

Anclaje necesario de acero

	n°	Area
Tipo de varilla	3/8"	1.27 cm ²
N° de varillas	1	Var/m

ESFUERZO ULTIMO 5.33 ton/m > 0.40 ton/m **SI CUMPLE**

Hoja de Cálculo 5: Factor de seguridad la Resistencia del Anclaje
Fuente: Elaboración Propia

PILOTES

El pilote de la estructura tiene dos funciones, principalmente de sostener la pantalla de confinamiento y aportar fuerza de levantamiento para contrarrestar la flotabilidad del terraplén.

Como ya se mencionó, los elementos fueron calculados individualmente para poder analizar a fondo el aporte que le da cada uno a la estabilidad de la estructura principal que es el terraplén.

De tal modo, los cálculos apoyan para la concepción de los elementos de la estructura y poder tener presente su comportamiento individual y en conjunto.

El pilote como elemento, forma parte de la estructura de la pantalla de confinamiento, y esta del terraplén; los pilotes serán protegidos por la pantalla y rellenos con mezcla de mortero para aumentar su rigidez.

Para el caso del pilote se realizó diversos cálculos como: Capacidad de carga lateral, Capacidad de carga, Capacidad al levantamiento y Asentamiento.

Para el caso de **capacidad de carga lateral**, según el cálculo realizado el pilote tiene una excesiva deflexión, pero debe de recordarse que el pilote no estará expuesto como un elemento individual en voladizo, pues esta estará anclada de extremo a extremo.

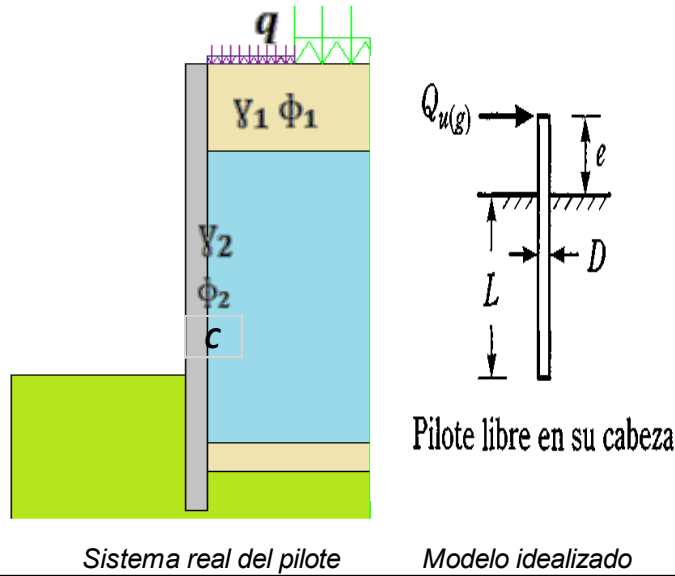
Para el cálculo de la **capacidad de carga** se tuvo en cuenta el peso propio de la pantalla debido a que los pilotes soportaran su peso, a través de la GEOMALLA biaxial que está amarrada en los pilotes.

La **capacidad al levantamiento** es la resistencia que se opone al levantamiento del pilote; el valor obtenido será usado para verificar la flotabilidad del terraplén.

El **asentamiento** en los pilotes es determinado a partir de la carga de admisible que esta soportara, es decir la carga máxima que puede soportar, será el asentamiento máximo que tendrá cada pilote.

**PILOTES CARGADOS LATERALMENTE EN ARCILLA: ANÁLISIS POR CARGA ÚLTIMA;
MÉTODO DE BROMS-BRAJA M. DAS (2001)**

MODELO DE ANÁLISIS



CONDICIONES

LAS CONDICIONES INICIALES DEL PILOTE CARGADO LATERALMENTE SON:

Estrato de empotramiento: SUELO ARCILLOSO

Tipo de pilote: PILOTE LARGO DE ACERO, LIBRE EN SU CABEZA.

DATOS DE ENTRADA

FS	factor de seguridad	=	2.00
qu	cohesión no drenada	=	20.00 ton/m ²
S	modulo de sección de la sección del pilote	=	0.00
F_Y	esfuerzo de fluencia del material del pilote	=	25310.00 ton/m ²
K	modulo de balasto	=	0.85 ton/m ³
E_P	módulo de elasticidad del material del pilote	=	20389.00 ton/m ²
I_P	momento de inercia de la sección del pilote	=	0.00 m ⁴
E_s	módulo de elasticidad del suelo	=	2.11 ton/m ²
D	diámetro o ancho del pilote	=	0.10 m
μ_s	relación de Poisson del suelo	=	0.20
Q_g	carga de trabajo	=	- ton
L	longitud empotrada del pilote	=	6.00 m
x₀		=	- m
e	longitud no empotrada donde actúa Qu(g)	=	1.60 m

CALCULOS PREVIOS

COHESIÓN NO DRENADA(**c_u**) FS = 2

$$c_u \approx \frac{0.75q_u}{FS} = \frac{0.75q_u}{2} = 0.375q_u \quad c_u \approx 7.500 \text{ ton/m}^2$$

MOMENTO DE FLUENCIA PARA EL PILOTE (MY)

$$My = S * Fy$$

$$My = 2.485 \text{ ton/m}^2$$

modulo de sección de la sección del pilote

$$S = \frac{I_P}{D^2}$$

$$S = 0.000 \text{ ton/m}^2$$

MÓDULO HORIZONTAL DEL SUELO (K)

$$K = 0.65 \sqrt[12]{\frac{E_s D^4}{E_p I_p} \frac{E_s}{1 - \mu_s^2}}$$

$$K = 0.855 \text{ ton/m}^3$$

RANGO PARA SUELO ARCILLOSO (β)

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{KD}{4E_p I_p}}$$

$$\beta = 0.680 \text{ ton/m}^2$$

MOMENTO DE CEDENCIA (MU)

$$MU = \frac{MY}{c_u D^3}$$

$$MU = 331.3 \text{ ton/m}$$

LONGITUD ADIMENSIONAL (La)

$$La = \beta L$$

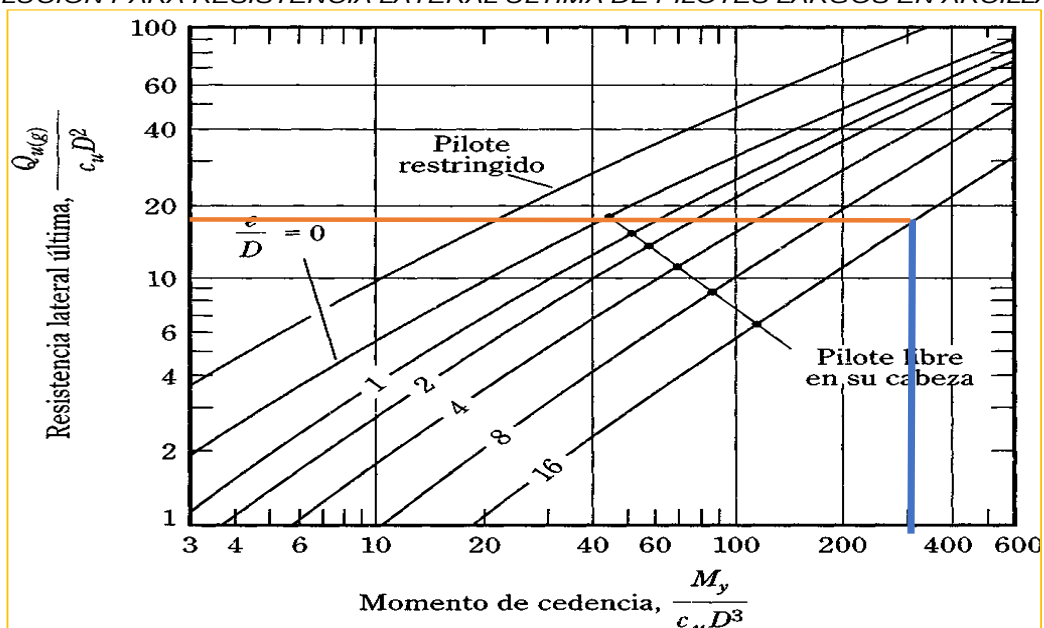
$$La = 4.08$$

DEFLEXIÓN LATERAL ADIMENSIONAL(Da)

$$Da = \frac{x_0 KDL}{Q_g}$$

GRÁFICOS PARA LA SOLUCIÓN DE BROMS

SOLUCIÓN PARA RESISTENCIA LATERAL ULTIMA DE PILOTES LARGOS EN ARCILLA



VALORES A GRAFICAR

$$MU = 331.3 \quad \text{ton/m}$$

$$\frac{e}{D} = 16.0$$

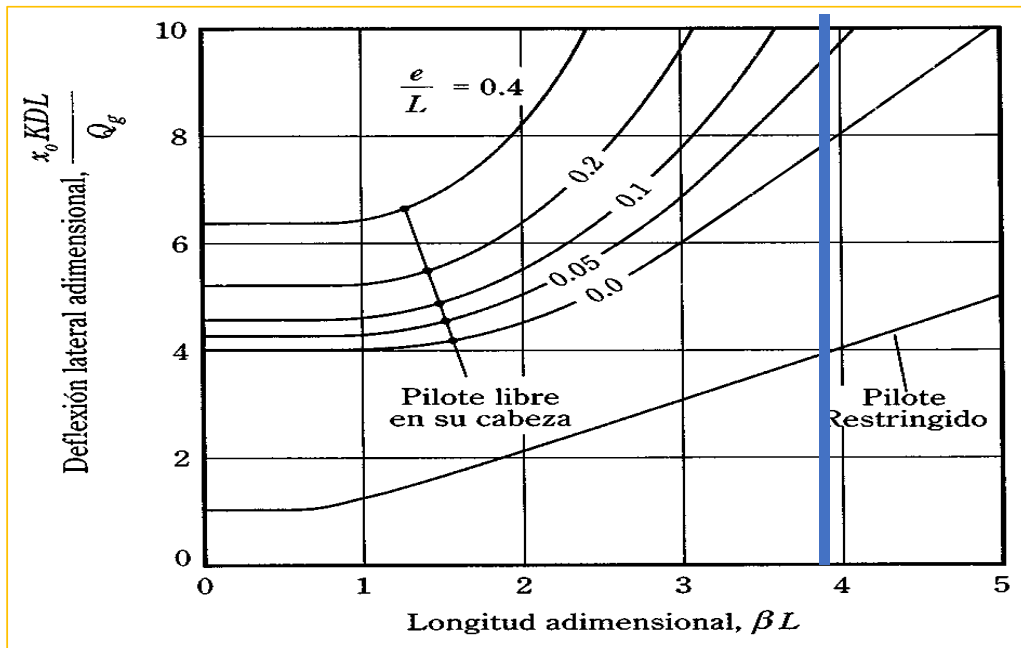
RESULTADOS

Del abaco, para el momento de cedencia obtenido, la resistencia lateral ultima es aproximadamente 18

$$RU = \frac{Q_{u(g)}}{c_u D^2} \qquad Q_{u(g)} = c_u D^2 RU$$

$$Q_{u(g)} = 1.4 \quad \text{ton}$$

SOLUCIÓN PARA ESTIMAR DEFLEXIÓN DE LA CABEZA DE UN PILOTE EN ARCILLA



VALORES A GRAFICAR

$$\frac{e}{L} = 0.27$$

$$La = 4.08$$

RESULTADOS

Graficando los valores en el abaco, no se encontro interseccion para obtener un valor aproximado de la deflexion, por lo que se asume que el pilote fallara.

Se recomienda utilizar una seccion de pilote mas robusta, para poder obtener los resultados requeridos.

$$Da = 10$$

$$X_0 = \frac{Da Q_g}{KDL} \qquad X_0 = 27.29 \text{ m} \qquad \text{NO CUMPLE; DEFLEXION EXCESVA}$$

Para contrarrestar la deflexión excesiva, y el desplazamiento en la punta, se arriostra el Pilote. Para el arriostramiento se utiliza las varillas de anclaje, detalladas en el calculo de anclaje para la pantalla de confinamiento.

Hoja De Cálculo 6: Pilotes Cargados Lateralmente En Arcilla: Análisis Por Carga Última; Método De Broms-Braja M. Das (2001)

Fuente: Elaboración Propia

ESTIMACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE PILOTE EN ARCILLA

CARGA ADMISIBLE NETA

$$Q_{adm(neta)} = \frac{Q_{p(neta)} + Q_s}{FS}$$

$$Q_{adm.} = 5.24 \text{ Tn}$$

CAPACIDAD DE CARGA NETA DE PUNTA

"MEYERHOF (1976)"

$$Q_p = N_c^* c_u A_p = 9 c_u A_p$$

$$Q_p = 2.25 \text{ Tn}$$

CAPACIDAD DE CARGA POR FRICCIÓN MÉTODO ALFA

"VIJAYVERGIYA Y FOCHT (1972)"

$$Q_s = \sum \alpha c_u p \Delta L$$

$$Q_s = 13.49 \text{ Tn}$$

ANÁLISIS PARA LA ESTRUCTURA PROPUESTA

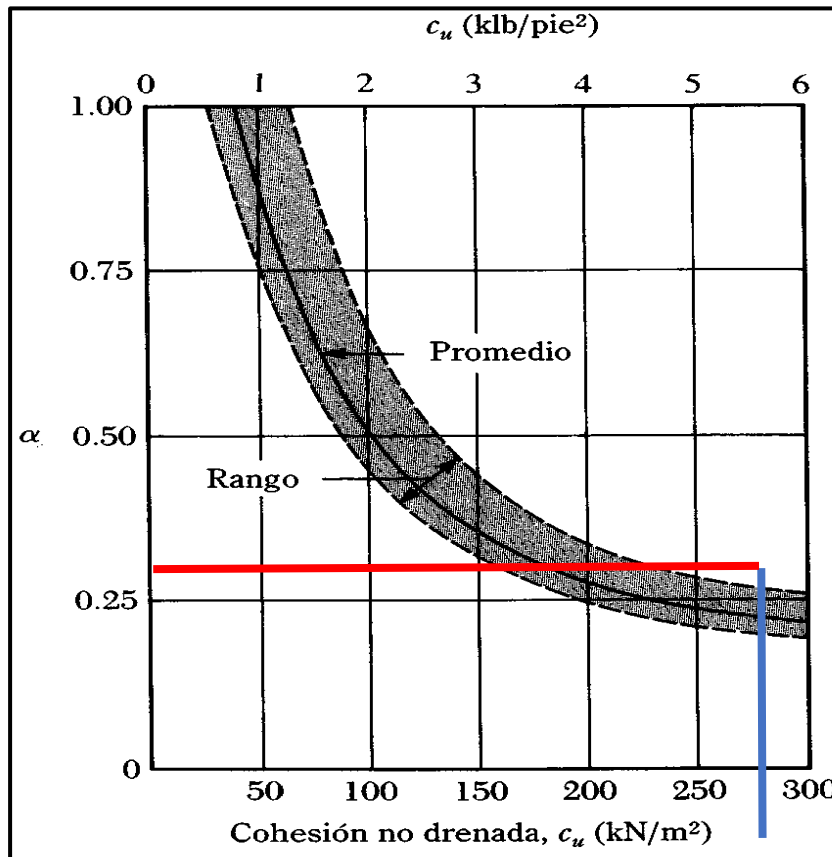
Estructura	Total, Metrado de Carga	Diámetro Pilote Ø (m)	Nº pilas
terraplén	5	0.1	1
	Tn	m	

Estructura	APORTE DE CARGA DEL SUELO				Parámetro de verificación
	F.S.	Qu (Pila)	Q adm unit.	Q adm Total	
		Tn	Tn	Tn	Pu Total Tn
PILOTE	3.00	15.73	5.24	5.24	≥ 5.00
SI CUMPLE					

DATOS DE ENTRADA

C_u	cohesión no drenada del suelo en la punta	=	31.8 Tn/m ²
D_b	Diámetro del pilote	=	0.1 m
A_p	área de la sección del pilote	=	0.008 m ²
p	perímetro de fuste	=	0.314 m
ΔL	Longitud empotrada	=	5.4 m
Q'	Carga de diseño	=	5 Tn
F.S.	FACTOR DE SEGURIDAD	=	3
N° P.	Numero de Pilotes	=	6
α	factor alfa	=	0.25

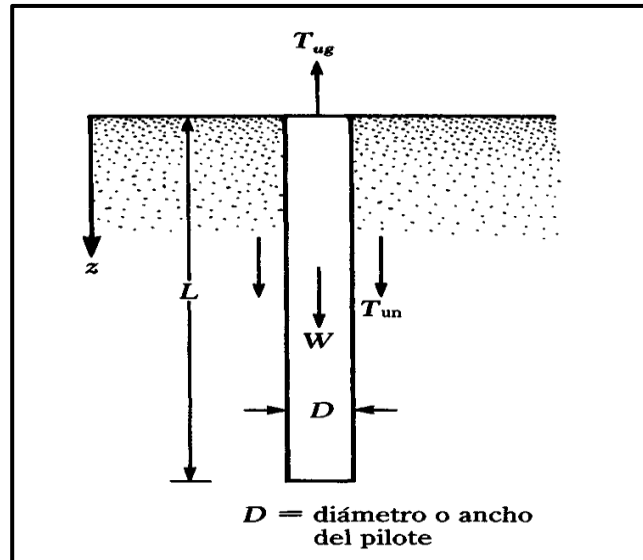
ÁBACO UTILIZADO



Hoja de Cálculo 7: Estimación De La Capacidad De Carga De Pilote En Arcilla
Fuente: Elaboración Propia

RESISTENCIA POR LEVANTAMIENTO DE PILOTES EN ARCILLAS (DAS Y SEELY-1982)			
COEFICIENTE DE ADHESIÓN EN LA INTERFAZ SUELO-PILOTE (pilotes de tubo)			
$\alpha' = 0.715 - 0.0191c_u$	(para $c_u \leq 27$ kN/m ²)	①	
$\alpha' = 0.2$	(para $c_u > 27$ kN/m ²)	②	
CAPACIDAD NETA POR LEVANTAMIENTO PILOTES HINCADOS EN ARCILLAS			
$T_{un} = Lp\alpha'c_u$			
T_{un}	=	9.99	ton
CAPACIDAD TOTAL POR LEVANTAMIENTO			
$T_{ug} = T_{un} + W$			
T_{ug}	=	10.06	ton
CAPACIDAD ADMISIBLE DE LEVANTAMIENTO (FS=2.0)			
$T_{u(adm)} = \frac{T_{ug}}{FS}$			
T_{ugAdm}	=	5.03	ton

DATOS DE ENTRADA			
$L=$	<i>longitud del pilote</i>	=	5.00 m
$p=$	<i>perímetro de la sección del pilote</i>	=	0.31 m
α	<i>coeficiente de adhesión en la interfaz suelo-pilote</i>	=	0.20
$c_u=$	<i>cohesión no drenada de la arcilla</i>	=	31.80 t/m ²
$W=$	<i>peso efectivo del pilote</i>	=	0.07 ton
$d=$	<i>diámetro del pilote</i>	=	0.10 m
$A=$	<i>área sección del pilote</i>	=	0.01 m ²
MODELO DE ANÁLISIS			



Hoja De Cálculo 8: Resistencia Por Levantamiento De Pilotes En Arcillas, (Das Y Seely-1982)

Fuente: Elaboración Propia

ASENTAMIENTO DE PILOTES CON CARGAS DE TRABAJO: VESIC (1977)	
ANÁLISIS	
1)ASENTAMIENTO ELÁSTICO DEL PILOTE	
$s_1 = \frac{(Q_{wp} + \xi Q_{ws}) L}{A_p E_p}$	s1= 0.0143672 m
2)ASENTAMIENTO POR CARGA EN LA PUNTA	
$s_2 = \frac{q_{wp} D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{wp}$	s2= 0.003372 m
2)ASENTAMIENTO POR CARGA EN LA PUNTA	
$s_3 = \left(\frac{Q_{ws}}{pL} \right) \frac{D}{E_s} (1 - \mu_s^2) I_{ws}$	s3= 0.016822 m
RESULTADOS	
SUMA DE TODOS LOS ASENTAMIENTOS	S=S1+S2+S3
S1=asentamiento elástico	= 0.0144
S2=asentamiento por la carga de base	= 0.0034

S_3 =asentamiento por la carga de fuste	=	0.0168
S =asentamiento total del pilote	=	0.0346 m
TOTAL=		34.562 mm

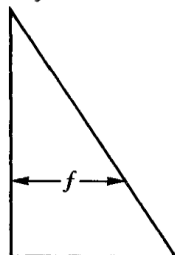
DATOS DE ENTRADA

Q_{wp}	Carga de punta(carga de trabajo)	=	0.75 ton
Q_{ws}	Carga por resistencia de fricción (carga de trabajo)	=	4.50 ton
A_p	area de la base	=	0.01 m ²
p	perimetro del pilote	=	0.31 m
E_p	modulo de elasticidad de material pilastra	=	200000.00 ton/m ²
L	Longitud empotrada del pilote	=	6.00 m
ξ	Magnitud de resistencia por fricción(fuste)	=	0.67
q_{wp}	carga puntual por area unitaria de pilastra	=	572.40
E_s	modulo de elasticidad del suelo	=	2110.00 ton/m ²
U_s	Relacion de poisson del suelo	=	0.35
I_{wp}	factor de influencia	=	0.85
D_b	Diametro del pilote	=	0.10 m
I_{ws}	factor de influencia	=	4.71

ANEXOS

VALORES DE TIPO DE RESISTENCIA POR FRICCIÓN

$\xi = 0.67$



(c)

$$I_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{\frac{L}{D}}$$

Hoja de Cálculo 9: Asentamiento De Pilotes Con Cargas De Trabajo, VESIC (1977)
Fuente: Elaboración Propia

TERRAPLÉN

Consideraciones generales

La estructura interna del terraplén estará conformada por bloques de geoespuma de densidad 20 (D-20).

La distribución de los bloques de geoespuma, entrelazando y evitando las juntas continuas, son necesarios para considerar como un relleno homogéneo y total, es decir se considera como una gran masa de material de relleno.

El terraplén estructuralmente está dividido en tres partes, la base o cimentación, el cuerpo, y la corona sobre el cual se apoyará la estructura del pavimento.

La corona del terraplén considera un relleno con material granular con una altura aproximada de 0.90m. este material estará confinado por geotextil no tejido que aumentará su capacidad de soporte.

En esta sección se realizará los cálculos de estabilidad de la estructura como: flotabilidad, volteo, estabilidad global y cálculo de los asentamientos. Además, se realizará los cálculos para comparar el diseño del terraplén con el uso de geospuma y con el uso de relleno convencional.

Así mismo se analizó las condiciones de avenida(inundación) y vaciante (estiaje), para tener los parámetros de exposición del terraplén.

Se analiza la estructura bidimensionalmente, asumiendo constante a la estructura longitudinalmente.

ESFUERZO SOBRE EL SUELO DE FUNDACIÓN EN AVENIDA (INUNDACIÓN)			
MODELO DE ANÁLISIS			
DATOS DE ENTRADA			
γ_{arena}	Peso específico A-3(0) sumergido	=	0.88 T/m ³
$\Delta L1$	Altura de material de préstamo ARENA	=	0.90 m
γ_{EPS}	Peso específico EPS sumergido	=	0.02 T/m ³
$\Delta L2$	Altura de EPS	=	3.00 m
γ_c	Peso específico mortero	=	2.10 T/m ³
$\Delta L3$	Altura de mortero-carpeta de rodadura	=	0.20 m
γ_w	Peso específico agua	=	1.00 T/m ³
γ_a	Peso específico MH sumergido	=	0.55 T/m ³
$\Delta L4$	Altura de ARCILLA MH	=	1.00 m
Q'	Carga ADMISIBLE SUELO(1m)	=	2.60 t/m ²
γ_{arena}	Peso específico arena sumergido	=	0.88 T/m ³

$\Delta L5$	Altura de CAMA DE ARENA	=	0.30 m
H	Altura total del TERRAPLÉN	=	4.40 m
ANÁLISIS			
Esfuerzo del terraplén con Material sustituto (T/m ²)			
F1=Geoespuma	=	0.06	t/m ²
F2=Material de subbase	=	0.79	t/m ²
F3=carpeta de rodadura	=	0.42	t/m ²
F4=Arena nivelante	=	0.26	t/m ²
PESO TOTAL DEL TERRAPLÉN (sumergido) T/m ²			
total=		1.27	t/m ²
PESO DE MATERIAL RETIRADO			
γ_a	=	0.55	t/m ²
total=		0.55	t/m ²
PESO DE TERRAPLÉN CONVENCIONAL			
Material de relleno	=	3.872	t/m ²
Carpeta de rodadura	=	0.42	t/m ²
total=		4.29	t/m ²
RESULTADO			
Usando el relleno de Geoespuma, obtenemos un terraplén de 1.27 ton/m ²			
Para las condiciones de Avenida, reducimos 3.02 ton/m ² de esfuerzo neto sobre el suelo de fundación.			

Hoja De Cálculo 10: Esfuerzo Sobre El Suelo De Fundación En Avenida (Inundación)
Fuente: Elaboración Propia

ESFUERZO SOBRE EL SUELO DE FUNDACIÓN EN VACIANTE (ESTIAJE)			
MODELO DE ANÁLISIS			
DATOS DE ENTRADA			
γ_{arena}	Peso específico A-3(0) sumergido	=	1.88 T/m ³

$\Delta L1$	Altura de material de préstamo ARENA	=	0.90 m
γ_{EPS}	Peso específico EPS sumergido	=	0.02 T/m ³
$\Delta L2$	Altura de EPS	=	3.00 m
γ_c	Peso específico mortero	=	2.10 T/m ³
$\Delta L3$	Altura de mortero-carpeta de rodadura	=	0.20 m
γ_w	Peso específico agua	=	1.00 T/m ³
γ_a	Peso específico MH sumergido	=	1.55 T/m ³
$\Delta L4$	Altura de ARCILLA MH	=	1.00 m
Q'	Carga ADMISIBLE SUELO(1m)	=	2.60 t/m ²
γ_{arena}	Peso específico arena sumergido	=	1.88 T/m ³
$\Delta L5$	Altura de CAMA DE ARENA	=	0.30 m
H	Altura total del TERRAPLÉN	=	4.40 m

ANÁLISIS

Esfuerzo del terraplén con Material sustituto (T/m²)

F1=Geoespuma	=	0.06	t/m ²
F2=Material de subbase	=	1.69	t/m ²
F3=carpeta de rodadura	=	0.42	t/m ²
F4=Arena nivelante	=	0.56	t/m ²

PESO TOTAL DEL TERRAPLÉN
(sumergido) T/m²

total=	2.74	t/m ²
--------	-------------	------------------

PESO DE MATERIAL RETIRADO

γ_a	=	1.55	t/m ²
total=		1.55	t/m ²

PESO DE TERRAPLÉN CONVENCIONAL

Material de relleno	=	8.272	t/m ²
Carpeta de rodadura	=	0.42	t/m ²
total=		8.69	t/m ²

RESULTADO

Usando el relleno de Geoespuma, obtenemos un terraplén de 2.74 ton/m²
Para las condiciones de Estiaje, reducimos 5.96 ton/m² de esfuerzo neto sobre el suelo de fundación.

Hoja De Cálculo 11: Esfuerzo Sobre El Suelo De Fundación En Vaciante (Estiaje)
Fuente: Elaboración Propia

ESTABILIDAD A LA FLOTABILIDAD

Para el cálculo de la flotabilidad se consideró un empuje hidrostático o supresión alto, con los parámetros de los ensayos de infiltración.

Se estimó una carga distribuida de 0.45 ton/m², actuando en toda la base del terraplén. Además, se consideró el peso específico de los materiales sumergidos, simulando la condición de avenida donde el peso específico de la arena es menor.

**CÁLCULO DE EMPUJE HIDROSTÁTICO
CONDICIÓN DE INUNDACIÓN (AVENIDA)**

MODELO DE ANÁLISIS

DATOS DE ENTRADA

γ_{arena}	Peso específico arena sumergido	=	0.88 t/m ³
$\Delta L1$	Altura capa ARENA	=	0.90 m
γ_{EPS}	Peso específico EPS sumergido	=	0.02 t/m ³
$\Delta L2$	Altura de EPS	=	3.00 m
γ_c	Peso específico mortero	=	2.10 t/m ³
$\Delta L3$	Altura de concreto-carpeta de rodadura	=	0.20 m
γ_w	Peso específico agua	=	1.00 t/m ³
Vt	Volumen de infiltración amplificado	=	4.48 m ³
FH	Presión hidrostática	=	0.22 t/m ²
Lt	Longitud transversal del terraplén	=	6.00 m
L	Longitud del terraplén	=	14.40 m

ANÁLISIS DE ESTABILIDAD

<i>FUERZAS DE GRAVEDAD XY (sumergido) T/m²</i>			
$F1=$ Geoespuma	=	0.06	t/m ²
$F2=$ capa de suelo	=	0.79	t/m ²
$F3=$ carpeta de rodadura	=	0.42	t/m ²
Fuerza total estabilizadora	FG=	1.27	t/m²

Fuerza total por metro lineal en X= 7.63 t/m
 Fuerza total por metro lineal en Y= 1.27 t/m

FUERZA DE FLOTABILIDAD
 (EMPUJE HIDROSTÁTICO DE INFILTRACIÓN)

FH=	0.22	t/m ²
------------	-------------	------------------

FUERZA RESULTANTE DE EQUILIBRIO

FR=	FG-FH=	1.05	t/m ²
------------	---------------	-------------	------------------

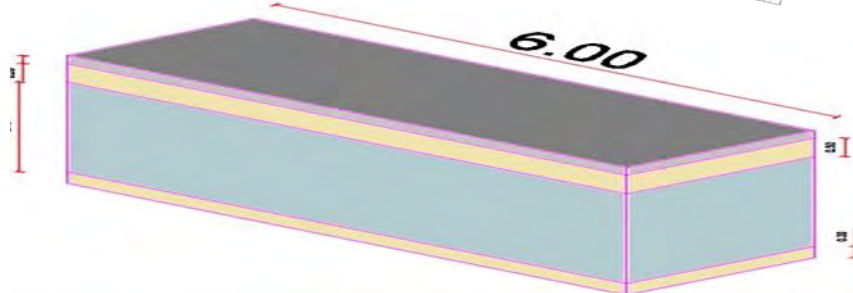
FACTOR DE SEGURIDAD A LA FLOTABILIDAD (FS>2)

FS=	FG/FH=	5.68	SI CUMPLE
------------	---------------	-------------	------------------

Hoja De Cálculo 12: Cálculo De Empuje Hidrostático
 Condición De Inundación (Avenida)
 Fuente: Elaboración Propia

**CÁLCULO DE EMPUJE HIDROSTÁTICO
 CONDICIÓN DE VACIANTE (ESTIAJE)**

MODELO DE ANÁLISIS



DATOS DE ENTRADA

γ_{arena}	Peso específico arena sumergido	=	1.88 t/m ³
$\Delta L1$	Altura capa ARENA	=	0.90 m
γ_{EPS}	Peso específico EPS sumergido	=	0.02 t/m ³
$\Delta L2$	Altura de EPS	=	3.00 m
γ_c	Peso específico mortero	=	2.10 t/m ³
$\Delta L3$	Altura de concreto-carpeta de rodadura	=	0.20 m
γ_w	Peso específico agua	=	1.00 t/m ³
Vt	Volumen de infiltración amplificado	=	4.48 m ³

FH	Presión hidrostática	=	0.22 t/m ²
Lt	Longitud transversal del terraplén	=	6.00 m
L	Longitud del terraplén	=	14.40 m
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD			
FUERZAS DE GRAVEDAD XY (sumergido)			
T/m ²			
F1=Geoespuma	=	0.06	t/m ²
F2=capa de suelo	=	1.69	t/m ²
F3=carpeta de rodadura	=	0.42	t/m ²
Fuerza total estabilizadora	FG=	2.17	t/m ²
Fuerza total por metro lineal en X=		13.03	t/m
Fuerza total por metro lineal en Y=		2.17	t/m
FUERZA DE FLOTABILIDAD			
(EMPUJE HIDROSTÁTICO DE INFILTRACIÓN)			
		FH=	0.22 t/m ²
FUERZA RESULTANTE DE EQUILIBRIO			
		FR=	FG-FH= 1.95 t/m ²
FACTOR DE SEGURIDAD A LA FLOTABILIDAD (FS>2)			
		FS=	FG/FH= 9.70 SI CUMPLE

Hoja De Cálculo 13: Cálculo De Empuje Hidrostático Condición De Vaciante (Estiaje)
Fuente: Elaboración Propia

ESTABILIDAD CONTRA VOLTEO DEL TERRAPLÉN

CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Para que la estructura falle por volteo tiene que actuar, un momento diferencial con respecto al punto de giro O.

Al igual que el diseño por volteo de los muros de contención, se buscará obtener un factor de seguridad, a partir del momento de volteo y momento resistente actuante en la estructura, el cual deberá ser mayor o igual a 3 para poder considerar estable a la estructura.

$$FS_{\text{volteo}} = \frac{M_R}{M_V} > 3 \quad (62)$$

Carga hidrostática externa en ambos extremos

Para este caso se asume que la carga externa hidrostática actuara en ambos extremos del terraplén.

Como la geometría del terraplén es simétrica, se deduce que el factor de seguridad será el mismo en el punto O1 y O2.

Para este caso el aporte de la sobrecarga se asume un valor de 1, por ser un valor de carga viva.

Todas las cargas se consideran como resultado de la sección mostrada en la figura de cálculo y un valor longitudinal de 1m.

Desarrollando se obtuvo como resultado un FS=4.11, lo cual indica que la estructura es estable contra la falla por volteo.

Carga hidrostática externa en un solo extremo

Para este caso se asumió que la carga externa hidrostática actuara en un solo extremo del terraplén.

El punto de giro crítico es el punto O2.

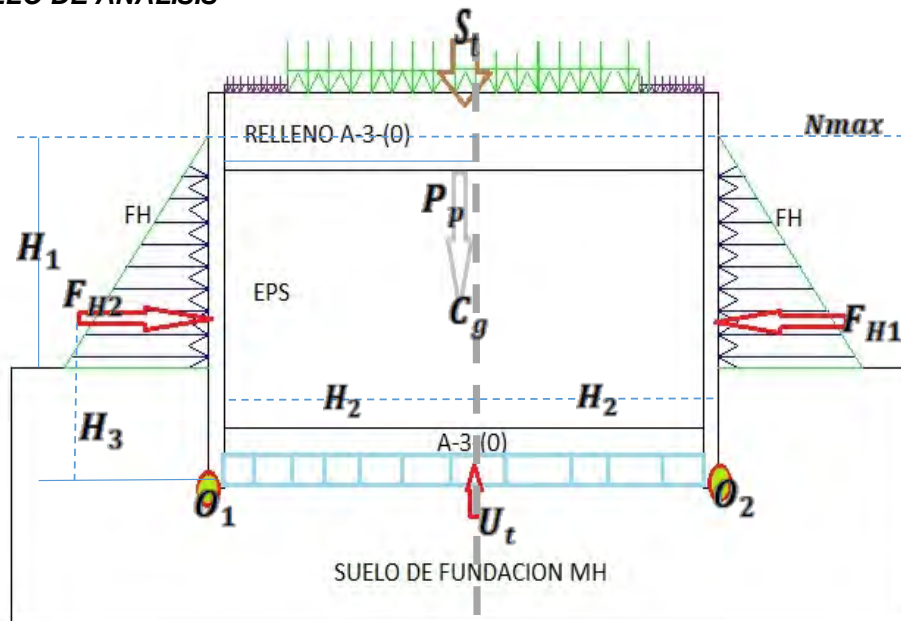
Como la geometría del terraplén es simétrica, se deduce que el factor de seguridad será el mismo en el punto O1 y O2. De acuerdo al extremo donde se coloque la carga hidrostática.

Desarrollando se obtuvo como resultado un FS=3.27 lo cual indica que la estructura en las condiciones descritas es estable contra la falla por volteo.

Se tiene que considerar que para el cálculo se tuvo en cuenta el valor de aporte de los pilotes, que es muy importante para evitar la falla por levantamiento, y además aporta estabilidad de la toda la estructura.

ESTABILIDAD AL VOLTEO DEL TERRAPLÉN EN AVENIDA (INUNDACIÓN): CARGA HIDROSTÁTICA EXTERNA AMBOS EXTREMOS

MODELO DE ANÁLISIS



DATOS DE ENTRADA

H_3	distancia de la fuerza hidrostática resultante =	1.97	m
H_2	distancia del centro de gravedad al punto de	3.00	m
H_1	altura de nivel máximo de inundación =	2.90	m
F_{HT}	Fuerza hidrostática total =	4.21	ton
P_p	Peso propio del terraplén por metro lineal =	7.63	ton
S_t	Sobrecarga de diseño total =	1.00	ton
U_t	Esfuerzo causado por sujeción hidrostática =	0.50	ton
T_{ugAdm}	Capacidad de levantamiento del pilote (20%) =	1.01	ton

ANÁLISIS

Asumimos el punto de giro O1, para calcular el momento de volteo y el momento resistente

$$M_V = F_{H1}(H_3) + U_t(H_2) \quad M_V = 9.77 \text{ ton*m}$$

$$M_R = P_p(H_2) + S_t(H_2) + F_{H2}(H_3) + T_{ugAdm}(6) \quad M_R = 40.20 \text{ ton*m}$$

Determinamos el factor de seguridad FS contra el volteo

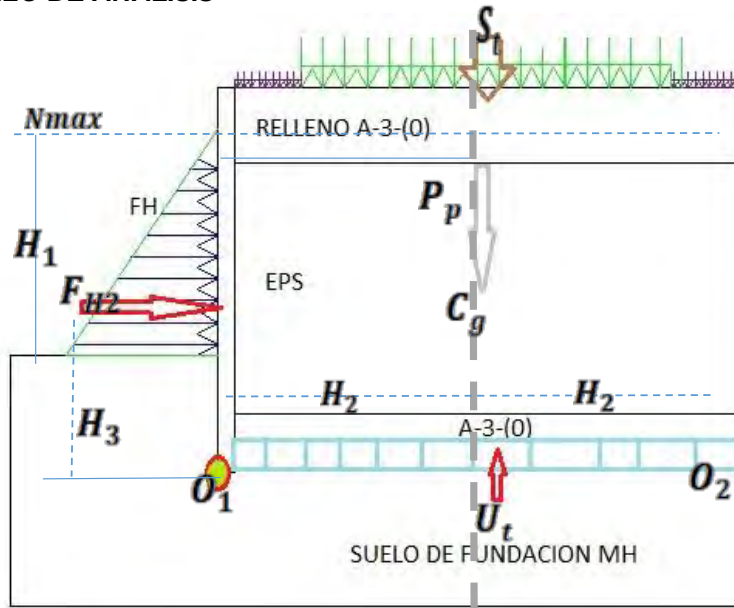
$$FS_{volteo} = \frac{M_R}{M_V} > 3 \quad FS_{volteo} = 4.11$$

FS_{volteo} SICUMPLE

Hoja De Cálculo 14: Estabilidad Al Volteo Del Terraplén En Avenida (Inundación):
Carga Hidrostática Externa Ambos Extremos
Fuente: Elaboración Propia

ESTABILIDAD AL VOLTEO DEL TERRAPLÉN EN AVENIDA (INUNDACIÓN): CARGA HIDROSTÁTICA EXTERNA AMBOS EXTREMOS

MODELO DE ANÁLISIS



DATOS DE ENTRADA

H_3	distancia de la fuerza hidrostática resultante =	1.97	m
H_2	distancia del centro de gravedad al punto de	3.00	m
H_1	altura de nivel máximo de inundación =	2.90	m
F_{HT}	Fuerza hidrostática total =	4.21	ton
P_p	Peso propio del terraplén por metro lineal =	7.63	ton
S_t	Sobrecarga de diseño total =	1.00	ton
U_t	Esfuerzo causado por supresión hidrostática =	0.50	ton
T_{ugAdm}	Capacidad de levantamiento del pilote (20%) =	1.01	ton

ANÁLISIS

Asumimos el punto de giro O2, para calcular el momento de volteo y el momento resistente

$$M_V = F_{H2}(H_3) + U_t(H_2) \qquad M_V = 9.77 \text{ ton*m}$$

$$M_R = P_p(H_2) + S_t(H_2) + T_{ugAdm}(6) \qquad M_R = 31.93 \text{ ton*m}$$

Determinamos el factor de seguridad FS contra el volteo

$$FS_{volteo} = \frac{M_R}{M_V} > 3 \qquad FS_{volteo} = 3.27$$

FS_{volteo} SI CUMPLE

CÁLCULO DE ASENTAMIENTO A PARTIR DE UNA CONSOLIDACIÓN PRIMARIA EN UNA DIMENSIÓN

Para el cálculo del asentamiento se trabajará con la solución típica de una arcilla normalmente consolidada.

Para una capa de arcilla gruesa de espesor de 6m desde el nivel de fundación, se dividirá en subcapas de 1.2m con el fin de calcular los asentamientos más exactos.

Previamente a la presentación del cálculo de asentamiento se presentó un metrado de carga de la estructura, donde se describe dos condiciones (AVENIDA Y ESTIAJE) a la que la estructura estará expuesta por periodos largos debido a fenómenos naturales propios de la zona del proyecto.

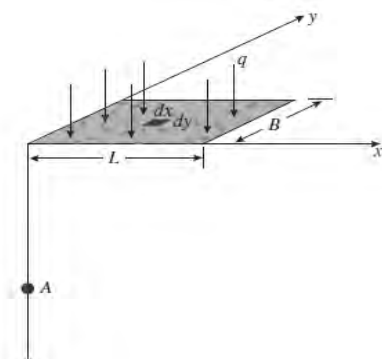
Es muy importante analizar la comparación realizada, debido a que la estructura estará influenciada por la inundación, reduciendo y aumentando los esfuerzos transmitidos al suelo de fundación.

Para el cálculo del asentamiento se considerará la condición más crítica o de máximo esfuerzo, que es el esfuerzo en condición de estiaje.

AUMENTO VERTICAL DEL ESFUERZO VERTICAL

Para el cálculo del asentamiento en el estrato de arcilla, se necesita el valor del aumento de la presión vertical para los diferentes niveles. Para lo cual se necesita obtener la magnitud de la presión en diferentes niveles. El factor de influencia de carga es utilizado para calcular este aumento la presión vertical, para lo cual existen diferentes métodos.

AUMENTO VERTICAL DE ESFUERZO-RELLENO CON GEOESPUMA	
Esfuerzo vertical causado por un área rectangular cargada	
DATOS:	
B	= 1.00 m
L	= 6.00 m
Z	= 1.00 m
VALORES:	



$$m' = \frac{B}{z} = 1.00$$

$$n' = \frac{L}{z} = 6.00$$

CONDICIONES:

SI,

$$m'^2 + n'^2 + 1 > m'^2 n'^2 \quad \text{CONDICIÓN CUMPLIDA}$$

Entonces:

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2m'n' \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \left(\frac{m'^2 + n'^2 + 2}{m'^2 + n'^2 + 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2m'n' \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \right) \right]$$

SI, $m'^2 + n'^2 + 1 < m'^2 n'^2$

Entonces:

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2m'n' \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \left(\frac{m'^2 + n'^2 + 2}{m'^2 + n'^2 + 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2m'n' \sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \right) + \pi \right]$$

factor de variación I en la esquina de la cimentación

$$I_{E=} = 0.204$$

factor de variación I en el centro de la cimentación

$$I_{C=} = 0.818$$

VALOR DEL FACTOR DE INCREMENTO PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES

z	m'	n'	$I_{E=}$	$I_{C=}$
5.40	0.19	1.11	0.052	0.209
6.90	0.14	0.87	0.038	0.153
8.40	0.12	0.71	0.029	0.116
9.90	0.10	0.61	0.023	0.090
11.40	0.09	0.53	0.018	0.072
12.90	0.08	0.47	0.015	0.058

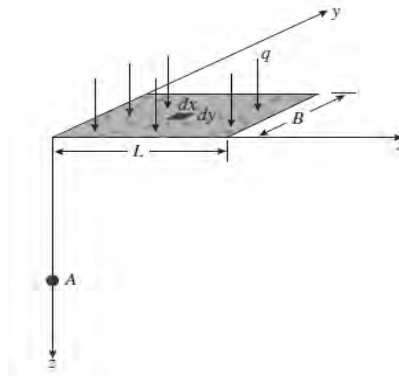
Hoja De Cálculo 16: Aumento Vertical De Esfuerzo-Relleno Con Geoespuma
Fuente: Elaboración Propia

AUMENTO VERTICAL DE ESFUERZO-RELLENO CON MATERIAL CONVENCIONAL

Esfuerzo vertical causado por un área rectangular cargada

DATOS:

$B = 1.00 \text{ m}$
 $L = 6.00 \text{ m}$
 $Z = 1.00 \text{ m}$



VALORES:

$$m' = \frac{B}{Z} = 1.00$$

$$n' = \frac{L}{Z} = 6.00$$

CONDICIONES:

SI, $m'^2 + n'^2 + 1 > m'^2 n'^2$ **CONDICIÓN CUMPLIDA**

Entonces:

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2m'n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \left(\frac{m'^2 + n'^2 + 2}{m'^2 + n'^2 + 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2m'n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \right) \right]$$

SI, $m'^2 + n'^2 + 1 < m'^2 n'^2$

Entonces:

$$I = \frac{1}{4\pi} \left[\frac{2m'n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \left(\frac{m'^2 + n'^2 + 2}{m'^2 + n'^2 + 1} \right) + \tan^{-1} \left(\frac{2m'n'\sqrt{m'^2 + n'^2 + 1}}{m'^2 + n'^2 - m'^2 n'^2 + 1} \right) + \pi \right]$$

factor de variación I en la esquina de la cimentación

$$I_E = 0.204$$

factor de variación I en el centro de la cimentación

$$I_C = 0.818$$

VALOR DEL FACTOR DE INCREMENTO PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES

Z	m'	n'	$I_E =$	$I_C =$
1.50	0.67	4.00	0.167	0.667
3.00	0.33	2.00	0.097	0.389

4.50	0.22	1.33	0.065	0.258
6.00	0.17	1.00	0.046	0.184
7.50	0.13	0.80	0.034	0.137
9.00	0.11	0.67	0.026	0.105

Hoja De Cálculo 17: Aumento Vertical De Esfuerzo-Relleno Con Material Convencional
Fuente: Elaboración Propia

ASENTAMIENTO UNIDIMENCIONAL: TERRAPLEN CON RELLENO CONVENCIONAL EN EPOCA DE ESTIAJE

ASENTAMIENTO A PARTIR DE UNA CONSOLIDACION PRIMARIA EN UNA DIMENCION

ANÁLISIS

$$S_P = \Sigma \left[\frac{C_c H_i}{1 + e_o} \log \left(\frac{\sigma'_{o(i)} + \Delta \sigma'_{(i)}}{\sigma'_{o(i)}} \right) \right]$$

Donde:

H_i = espesor de la subcapa i = 1.00 m
 $\sigma'_{o(i)}$ = presión de sobrecarga efectiva promedio inicial de la subcapa = x ton/m²
 $\Delta \sigma'_{(i)}$ = aumento de la presión vertical para la subcapa i = x ton/m²
 C_c = índice de compresión = 0.41
 e_o = relación de vacíos inicial = 0.74

Según Skempton (1944)

Arcillas inalteradas:

$$C_c = 0.009(LL - 10)$$

LL = limite liquido = 55.8 %

Determinamos la presión efectiva promedio por subcapa i

P_w peso específico del agua = 1.00 ton/m³
 P_s peso específico de la arcilla saturada = 1.65 ton/m³

Calculo del asentamiento en la cimentacion del terraplén

Capa N°	Espesor de la capa H_i	$Z(i)$	$\sigma'_{o(i)}$	$\Delta \sigma'_{(i)}$ centro	$\Delta \sigma'_{(i)}$ esquina	S_P centro	S_P esquina
	(m)						
1	1.50	0.75	2.48	7.20	1.80	210.351	84.322
2	1.50	2.25	4.95	4.20	1.05	94.777	29.674
3	1.50	3.75	7.43	2.79	0.70	49.191	13.844
4	1.50	5.25	9.90	1.98	0.50	28.196	7.546
5	1.50	6.75	12.38	1.47	0.37	17.366	4.528
6	1.50	8.25	14.85	1.13	0.28	11.311	2.907

Asentamiento total en el centro de la cimentacion del terraplen 411.2 mm

Asentamiento total en la esquina de la cimentacion del terraple 142.8 mm

Asentamiento permisible < 25 mm NO CUMPLE

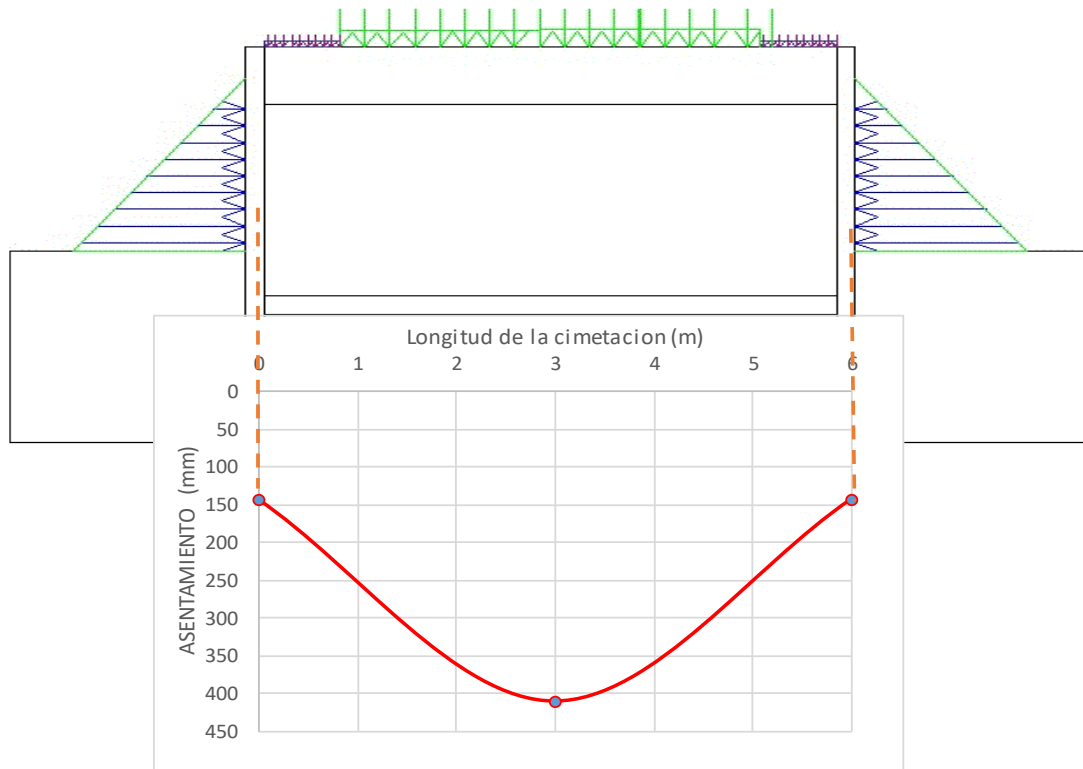
DATOS

γ_a Peso específico A-3(0) SECO = 1.67 ton/m³
 e relacion de vacios = 0.74
 $\Delta\sigma'_{(0)}$ aumento de la presión vertical en la superficie = 10.79 ton/m²

VALOR DEL ESFUERZO DE INCREMENTO PARA DIFERENTES PROFU

Factor de influencia		Incremento del esfuerzo	
		centro	esquina
$I_E =$	$I_C =$	$\Delta\sigma'_{(0)}$	$\Delta\sigma'_{(0)}$
0.167	0.667	7.197	1.799
0.097	0.389	4.198	1.049
0.065	0.258	2.787	0.697
0.046	0.184	1.985	0.496
0.034	0.137	1.474	0.368
0.026	0.105	1.129	0.282

GRÁFICO DE ASENTAMIENTO UNIDIMENCIONAL



Hoja De Cálculo 18: Asentamiento Unidimensional: Terraplén Con Relleno Convencional En Época De Estiaje
 Fuente: Elaboración Propia

ASENTAMIENTO UNIDIMENCIONAL: TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA EN EPOCA DE ESTIAJE

ASENTAMIENTO A PARTIR DE UNA CONSOLIDACION PRIMARIA EN UNA DIMENCION

ANÁLISIS

$$S_P = \Sigma \left[\frac{C_c H_i}{1 + e_o} \log \left(\frac{\sigma'_{o(i)} + \Delta \sigma'_{(i)}}{\sigma'_{o(i)}} \right) \right]$$

Donde:

- H_i = espesor de la subcapa i = 1.00 m
 $\sigma'_{o(i)}$ = presión de sobrecarga efectiva promedio inicial de la subcapa = x ton/m²
 $\Delta \sigma'_{(i)}$ = aumento de la presión vertical para la subcapa i = x ton/m²
 C_c = índice de compresión = 0.41
 e_o = relación de vacíos inicial = 0.74
 Según Skempton (1944)
 Arcillas inalteradas:
 $C_c = 0.009(LL - 10)$
 LL = limite liquido = 55.8 %

Determinamos la presión efectiva promedio por subcapa i

- P_w peso específico del agua = 1.00 ton/m³
 P_s peso específico de la arcilla saturada = 1.65 ton/m³

Calculo del asentamiento en el centro y la esquina de la cimentacion

Capa N°	Espeor de la capa H_i	Z(i)	$\sigma'_{o(i)}$	$\Delta \sigma'_{(i)}$	$S_{P \max}$
	(m)				
1	1.50	0.75	2.79	0.21	11.168
2	1.50	2.25	4.03	0.15	5.761
3	1.50	3.75	5.27	0.12	3.364
4	1.50	5.25	6.50	0.09	2.129
5	1.50	6.75	7.74	0.07	1.428
6	1.50	8.25	8.98	0.06	1.002

Asentamiento total en el centro de la cimentacion del terraplen 24.852 mm

Asentamiento permisible < 25 mm SICUMPLE

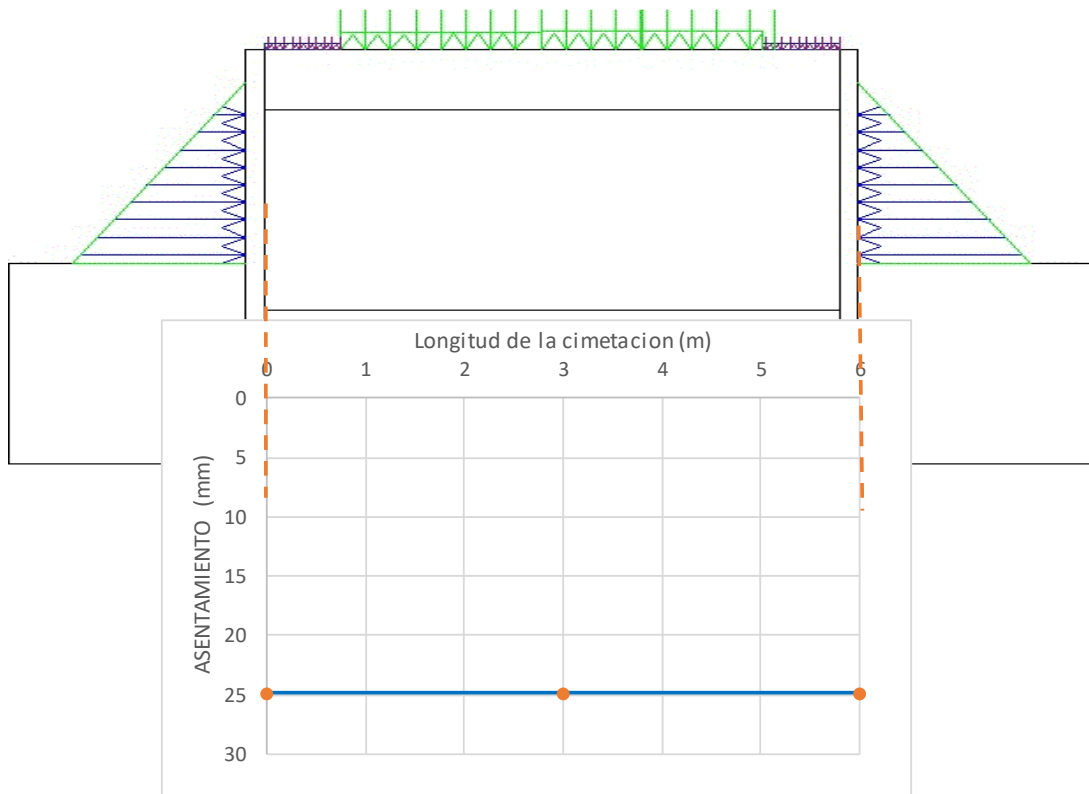
DATOS

γ_a Peso específico A-3(0) SECO = 1.67 ton/m²
 e relacion de vacios = 0.74
 $\Delta\sigma'_v$ aumento de la presión vertical en la superficie = 1.00 ton/m²
 considerando una sobrecarga de trafico promedio

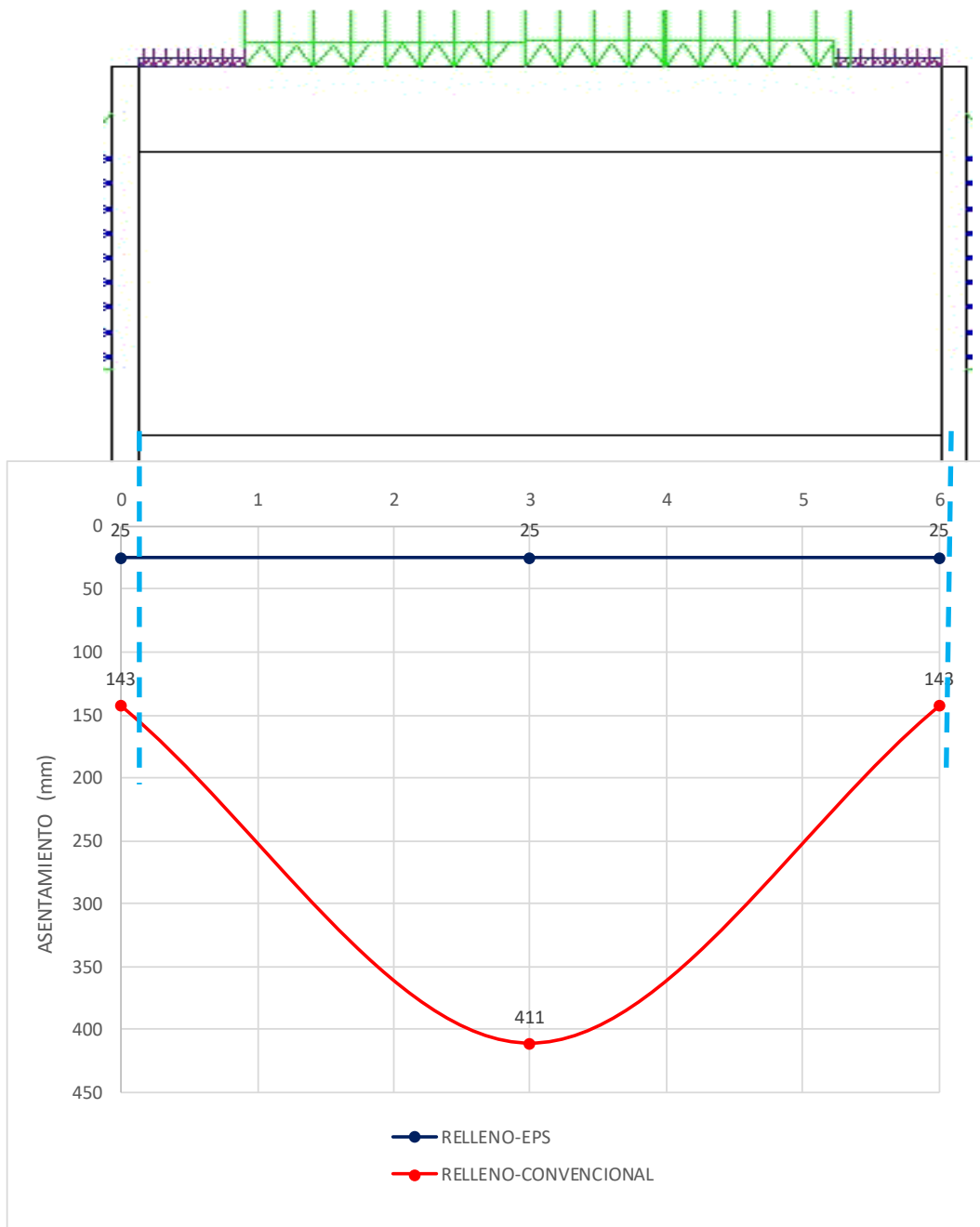
VALOR DEL ESFUERZO DE INCREMENTO PARA DIFERENTES PROFU

Factor de influencia	σ del esfuerzo
$I_c =$	$\Delta\sigma'_v$
0.209	0.21
0.153	0.15
0.116	0.12
0.090	0.09
0.072	0.07
0.058	0.06

GRAFICO DE ASENTAMIENTO UNIDIMENCIONAL



COMPARACION DE ASENTAMIENTOS CON LOS DOS SISTEMAS DE RELLENO



*Hoja De Cálculo 19: Asentamiento Unidimensional: Terraplén Con Relleno De Geospuma En Época De Estiaje
Fuente: Elaboración Propia*

CUADRO DE RESUMEN DE RESULTADOS

ESTABILIDAD	CONDICIÓN DE ANÁLISIS	FDS DISEÑO	FD S	CONDICIÓN	CONFIABILIDAD
FLOTABILIDAD	CON INUNDACIÓN	3.00	5.68	ESTABLE	89%
	SIN INUNDACIÓN	3.00	9.70	ESTABLE	223%
ESTABILIDAD AL VOLTEO	EMPUJE AMBOS EXTREMOS	3.00	4.11	ESTABLE	37%
	EMPUJE SOLO UN EXTREMO	3.00	3.27	ESTABLE	9%
ASENTAMIENTO	TERRAPLÉN CON RELLENO CONVENCIONAL	ASENTAMIENTO PERMISIBLE 25mm	411 mm	INESTABLE	-94%
ASENTAMIENTO	TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA	ASENTAMIENTO PERMISIBLE 25mm	24 mm	ESTABLE	4%

Cuadro 27: Cuadro de Resultados de Estabilidad del Terraplén
Fuente: Elaboración Propia

3.5.5. Modelamiento con Software Sap2000. v20 y SLIDE V5.00 para el diseño preliminar del terraplén.

3.5.5.1. Modelamiento con Sap2000. v20

Modelaje de la cimentación

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos, se tiene en la base un suelo arcilloso con un coeficiente de balasto (módulo de Winkler) de 0.855 Kg/cm³. Considerando franjas de 1.00 de longitud (en el sentido longitudinal de la vía) y 4.40 metros de ancho, se obtiene un resorte vertical con una constante: $K = (855 \text{ Ton/m}^3) (4.40 \text{ m} \times 1.00 \text{ m}) = 3,762 \text{ T/m}$, que actúa verticalmente en la franja que se aprecia a continuación:

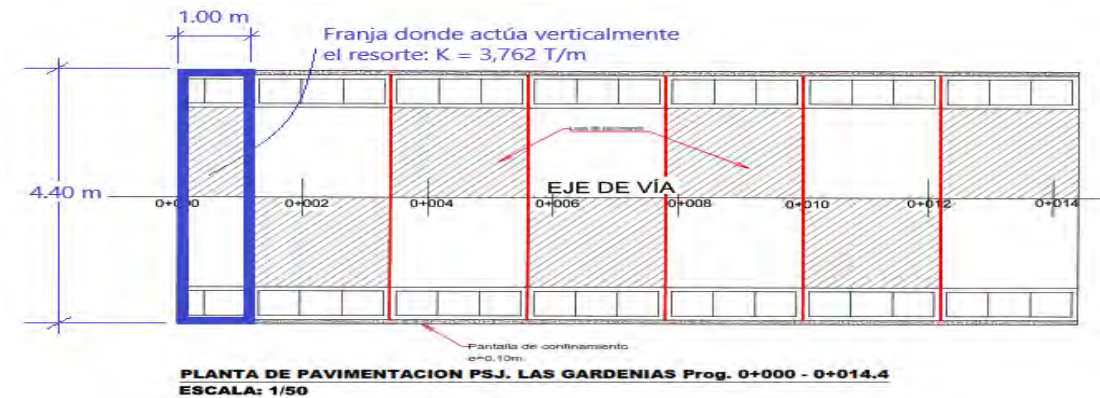


Imagen 50: Modelaje de la Cimentación
Fuente: Elaboración Propia, SAP2000

Incorporación De Pilotes

Se incorporaron 6 pilotes metálicos de 10 cm de diámetro, 4 en las esquinas y 2 en las márgenes centrales. En el software SAP2000, dichos pilotes se modelaron como puntos fijos articulados, con restricciones para poder trasladarse en los tres ejes principales. La ubicación en planta de dichos pilotes se muestra a continuación:

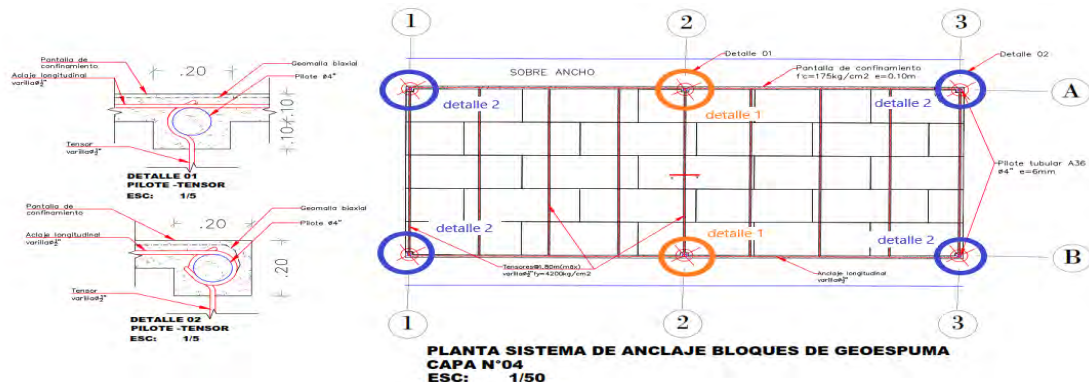


Imagen 51: Incorporación de Pilotes en el Modelo

Cargas impuestas al modelo

Se aplicaron tres tipos de cargas al modelo: cargas muertas, cargas vivas y presión hidrostática debido a la inundación. Dichas cargas se cargaron en el software SAP2000 del modo siguiente:

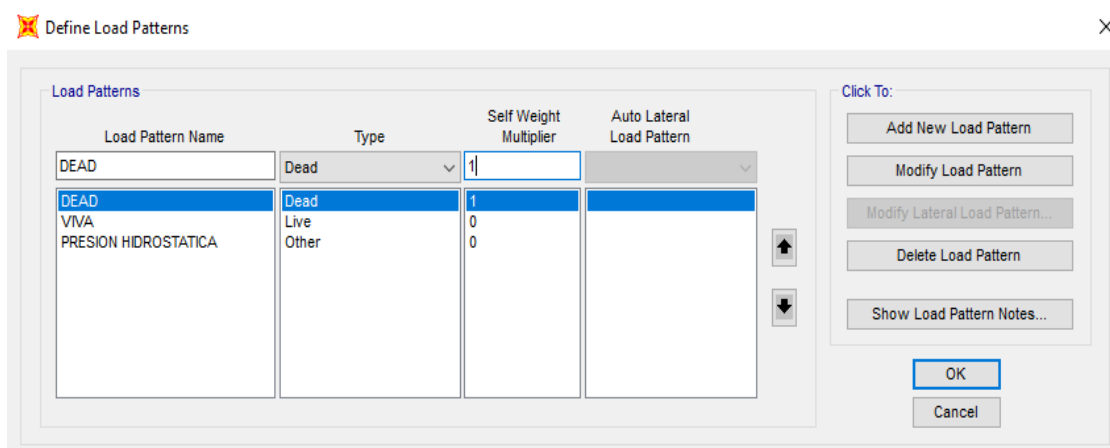


Imagen 52: Cargas Impuestas
Fuente: Elaboración Propia, SAP2000

La carga viva corresponde al peso del camión C-3 de acuerdo a la Tabla de pesos y medidas del MTC, tal como se muestra a continuación:

Trujillo, domingo, 12 de octubre de 2003

NORMAS LEGALES **El Peruano** Pág. 252981

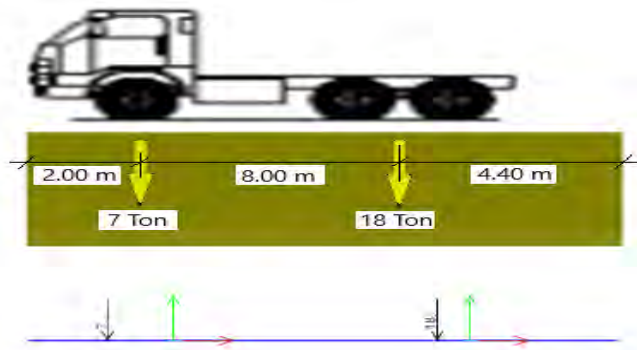
ANEXO IV: PESOS Y MEDIDAS

1. PESOS Y MEDIDAS MÁXIMAS PERMITIDAS

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)
			Eje Delant.	Conjunto de ejes posteriores			
				1º	2º	3º	
C-3		12.20	7	18	—	—	25

Imagen 53: Pesos y medidas del MTC
Fuente: El Peruano

El camión C-3 transmite una carga de 7 Ton en su eje delantero y de 18 Ton en su eje posterior, haciendo un total de 25 Ton. Este camión se ubicó de la forma más desfavorable, es decir, con su eje posterior casi al centro entre ejes de pilotes, tal como se muestra a continuación:



*Imagen 54: Modelo de Cargas Ingresado
Fuente: Elaboración Propia*

Para considerar el efecto de la inundación, se consideró una presión hidrostática de 0.22 T/m² (empujando hacia arriba), tal como se midió en las pruebas a escala.

Cantidad de modelos

Se crearon 4 modelos en el software SAP2000, los cuales tuvieron las siguientes características particulares:

Modelo 1: Cuerpo central de geoespuma

Modelo 2: Cuerpo central de geoespuma + Efecto de la presión hidrostática

Modelo 3: Cuerpo central de tierra de relleno

Modelo 4: Cuerpo central de tierra de relleno + Efecto de la presión hidrostática

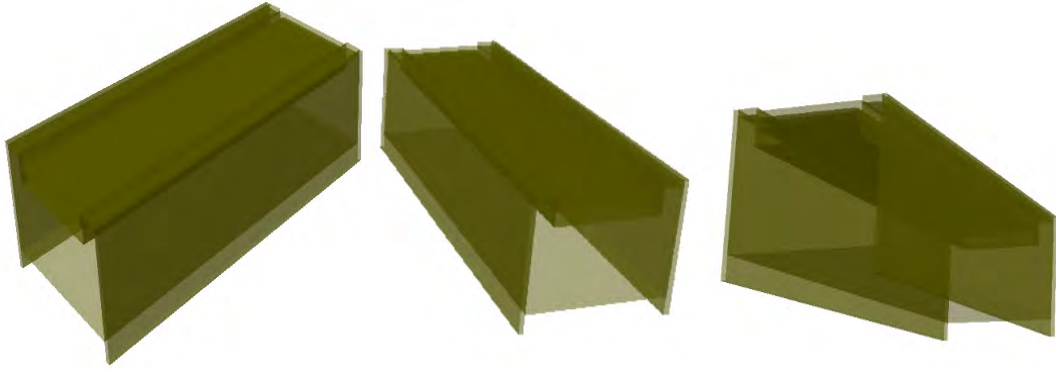
Los modelos 1 y 2 se usaron para evaluar el efecto de la presión hidrostática en el paquete del pavimento, y determinar el efecto de los 6 pilotes de acero trabajando a tracción.

Con respecto a los modelos 1 y 2, los modelos 3 y 4 se usaron para determinar el asentamiento debido al peso propio del relleno de tierra y poder así evaluar la reducción del asentamiento con el uso de la geoespuma.

Entre los modelos 3 y 4 se buscó evaluar el efecto de la presión hidrostática en el paquete del pavimento que usó tierra de relleno en su cuerpo central.

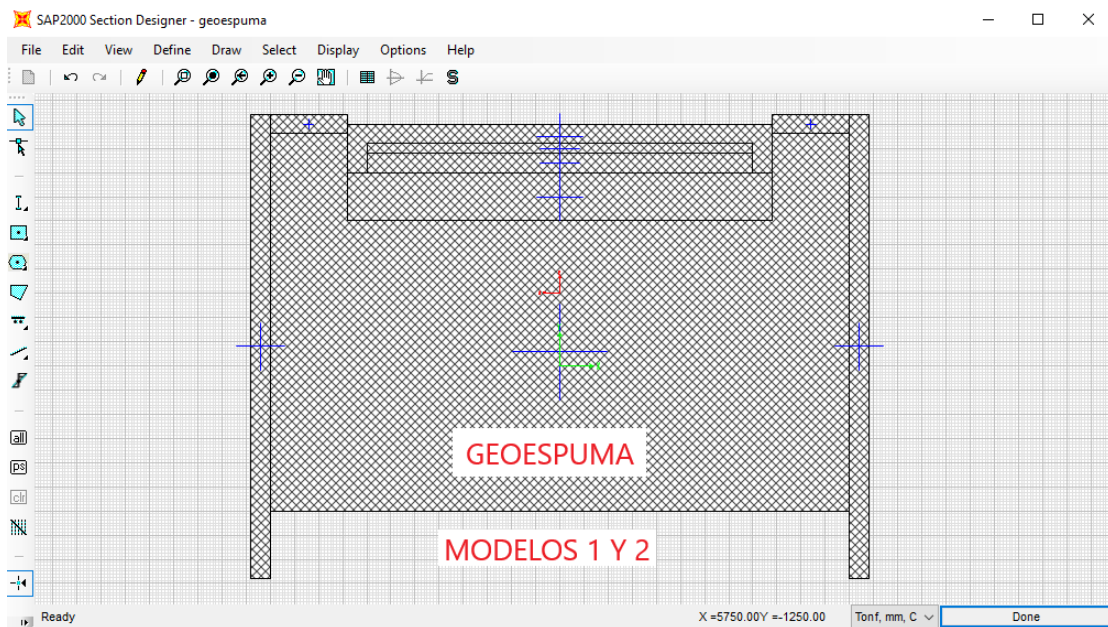
Ensamblaje del modelo en Sap2000

Considerando las características geométricas del pavimento (lago, ancho, altura, espesores de capas, etc.), y las características de los materiales, se elaboró el modelo tridimensional en SAP2000, el mismo que quedó del modo siguiente:



*Imagen 55: Ensamblaje del Modelo
Fuente: Elaboración Propia, SAP2000*

Para los modelos 1 y 2, que consideran el uso de la geoespuma en el cuerpo del pavimento, se elaboró en SAP2000 la siguiente sección típica:



*Imagen 56: Modelo del Terraplén con Geoespuma
Fuente: Elaboración Propia, SAP2000*

Para los modelos 3 y 4, que consideran el uso de tierra de relleno en el cuerpo del pavimento, se elaboró en SAP2000 la siguiente sección típica:

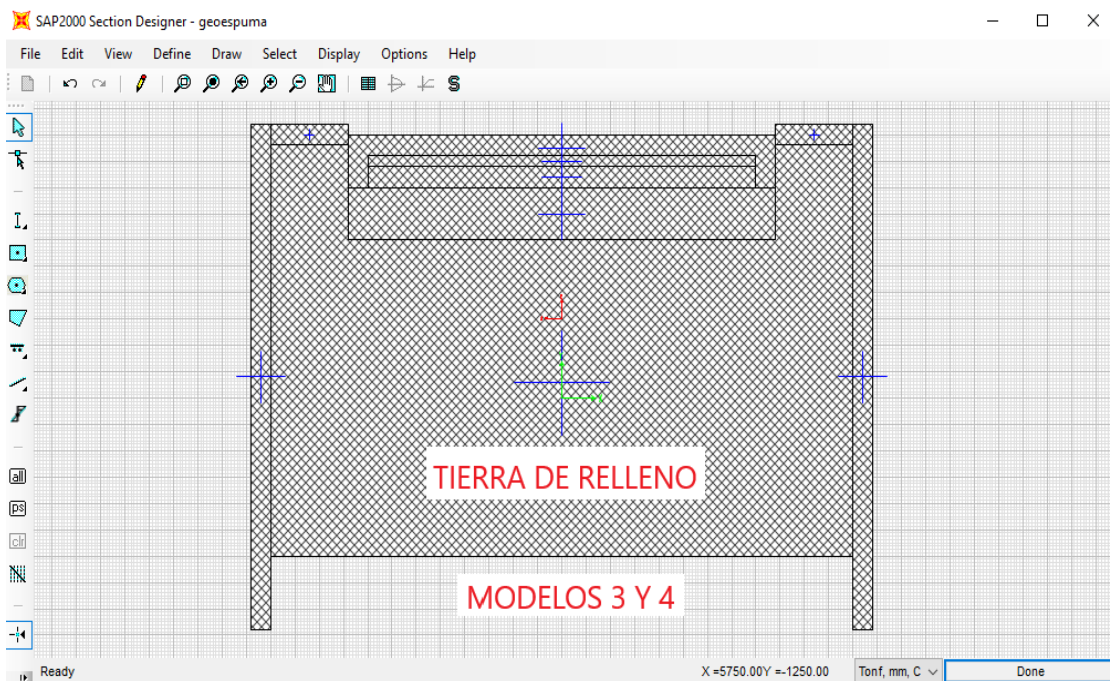


Imagen 57: Modelo del Terraplén con Material de cantera
Fuente: Elaboración Propia, SAP2000

Respuesta del modelo

Se obtuvo el diagrama de momentos flectores bajo condiciones de servicio, el cual se muestra a continuación:

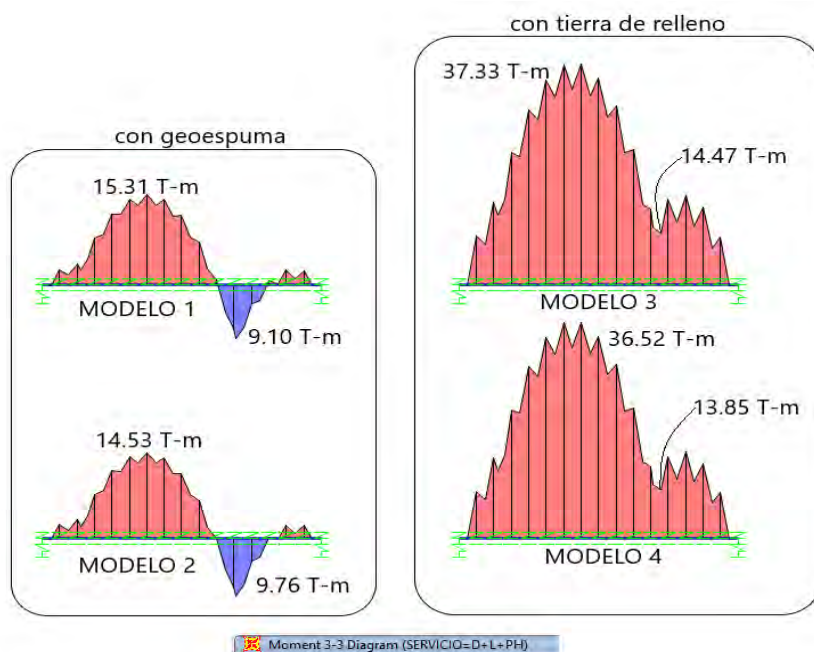


Imagen 58: Respuesta del Modelo
Fuente: Elaboración Propia, SAP2000

También se obtuvo el diagrama de fuerzas cortantes bajo condiciones de servicio, el cual se muestra a continuación:

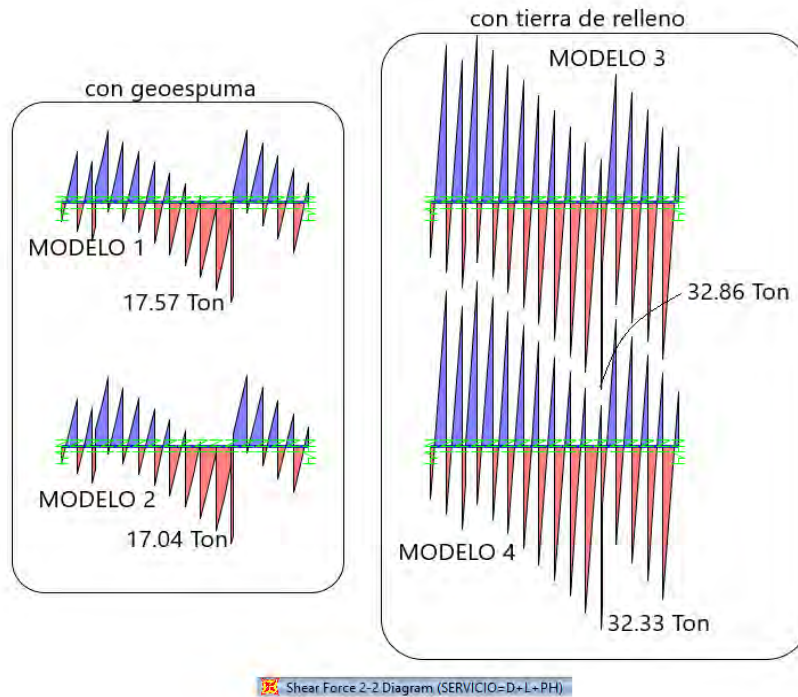


Imagen 59: Respuesta del Modelo- Fuerzas Cortantes
Fuente: Elaboración Propia, SAP2000

Finalmente se obtuvieron los asentamientos producidos bajo la acción de las cargas de servicio, los cuales se muestran a continuación:

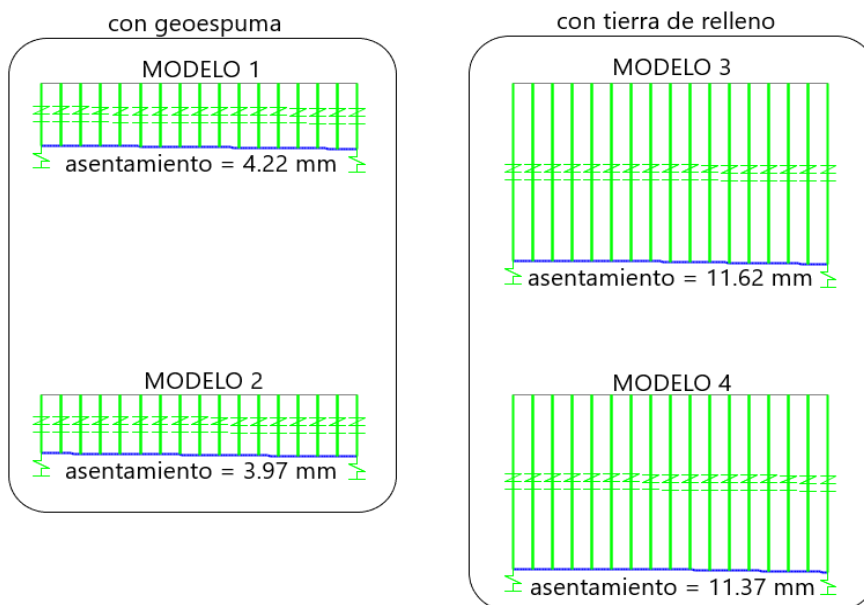


Imagen 60: Respuesta del Modelo- Asentamientos
Fuente: Elaboración Propia, SAP2000

3.5.5.2. Modelamiento con Software SLIDE V.5.00 para diseño preliminar

En el presente capítulo se desarrolla el diseño preliminar propuesto, para verificar su estabilidad interna y externa, verificando el factor de seguridad de los posibles puntos de falla; así como también verificar la cabeza de presiones actuante en la cimentación y obtener el volumen de infiltración en la estructura.

El desarrollo del modelamiento se realizó con la ayuda del software SLIDE V.5.00, utilizando el método de Bishop modificado para la verificación de estabilidad y el método de elementos finitos para la cabeza de presiones.

Se utilizaron los datos de los materiales ensayados, así como el suelo de fundación propio de la zona del proyecto.

3.5.5.2.1. Parámetros, restricciones y consideraciones generales

RESTRICCIONES

- El software SLIDE V.5.00, es un programa computacional que analiza la estabilidad de taludes en dos dimensiones, es decir, el análisis se realiza asumiendo que la tercera dimensión en el eje Z es infinita. Para el caso del análisis que se efectuara se asumirá esa condición, para lo cual las cargas lineales que actuarán serán repartidas por metro lineal.
- El análisis de estabilidad se realiza en dos condiciones, en inundación y vaciante, para lo cual es necesario asumir la máxima inundación histórica que se encuentra 0.50 m por debajo de la rasante.
- Para los elementos de mortero, se considera los parámetros de esfuerzo como infinitos. Es decir, son elementos por donde el círculo de falla serán restringidos.
- Se considera la carga transmitida directamente a la base del pavimento de material A-3(0), para que la carga distribuida no sea distorsionada por la losa.

CARGAS ACTUANTES

- Sobre la estructura del pavimento se considera una carga lineal de 36.0 kN/m.
- Sobre la estructura de la vereda se considera una carga lineal de 2.0 kN/m.

ELEMENTOS CONSIDERADOS

- En el modelamiento se considera todos los elementos presentes en el diseño, además de los materiales se considera los elementos de anclaje como pilotes, geomallas, geotextil y acero transversal de anclaje.

3.5.5.2.2. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES Y SOPORTES

Las propiedades de los materiales y los soportes son ingresadas según los parámetros del material.

MATERIALES

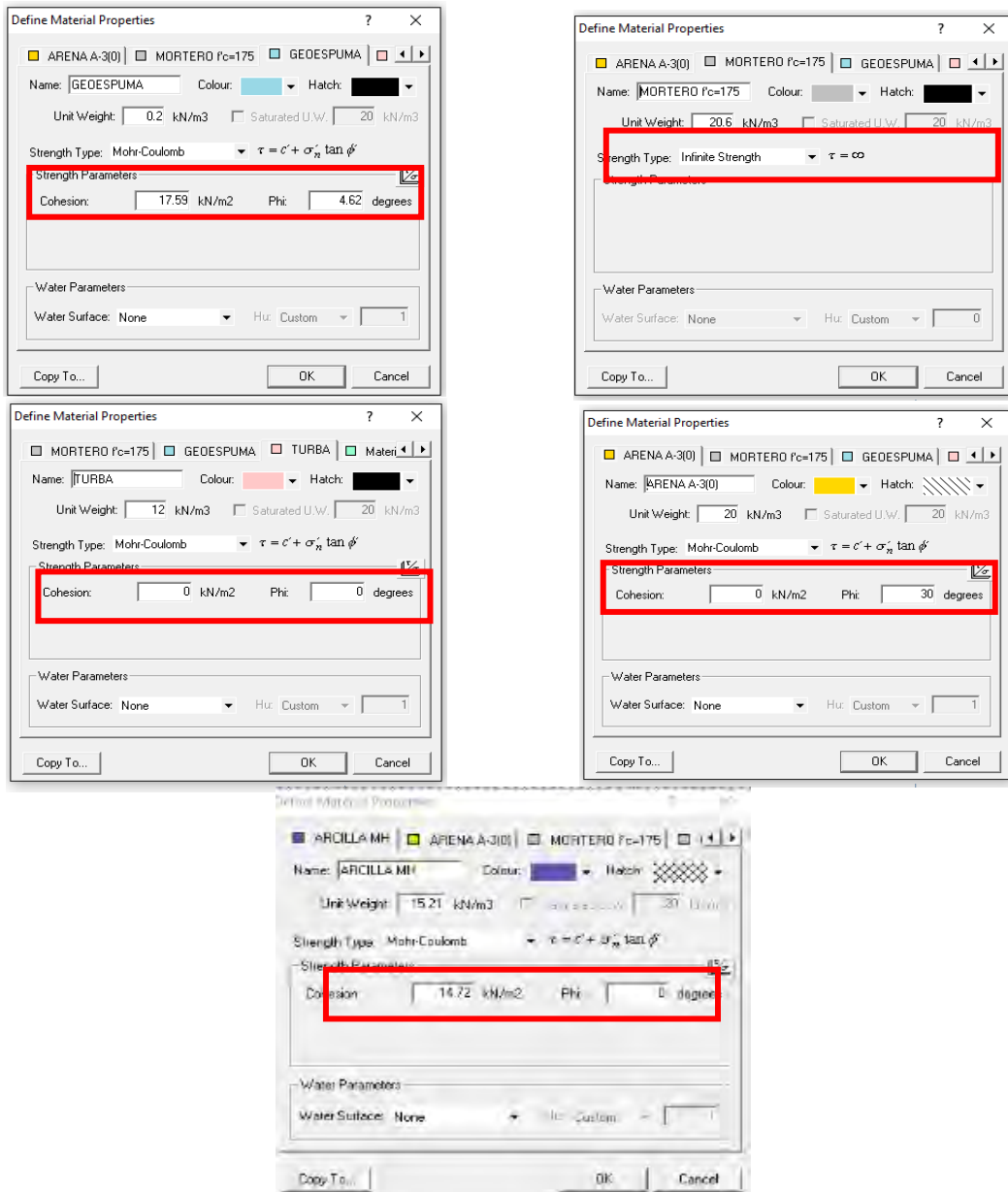


Imagen 61: Propiedades de los Materiales a Modelar
Fuente: Elaboración Propia, SLIDE V.5.00

SOPORTES

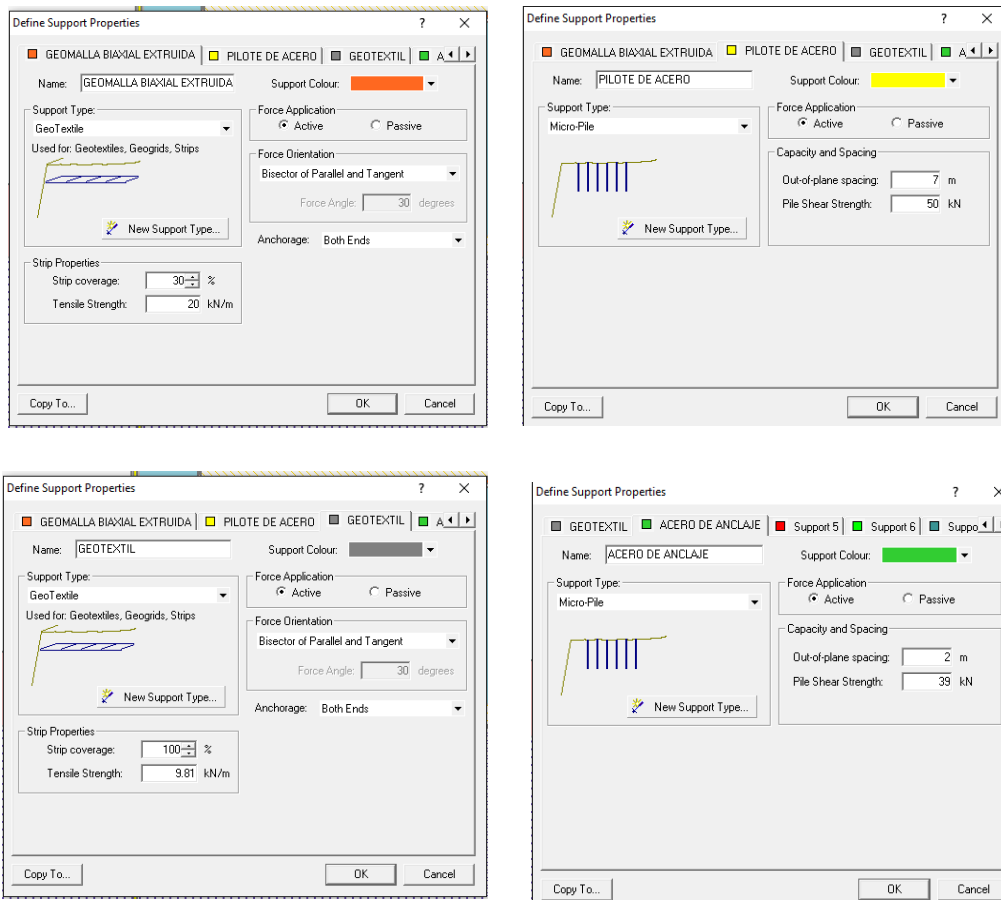


Imagen 62: Elementos de Soporte del Modelo
Fuente: Elaboración Propia, SLIDE V.5.00

MÉTODO UTILIZADO PARA ESTABILIDAD

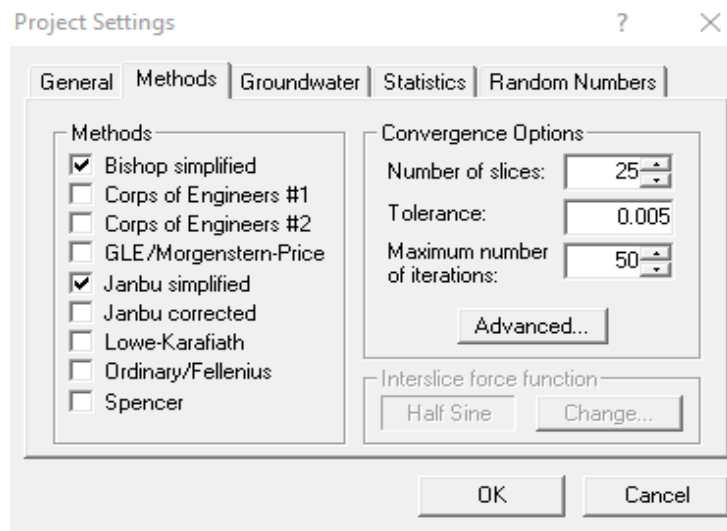


Imagen 63: Método de Análisis
Fuente: Elaboración Propia, SLIDE V.5.00

3.5.5.2.3. Estabilidad

Respuesta del Modelo

Factor de seguridad por el método de Bishop simplificado (FS=1.89)

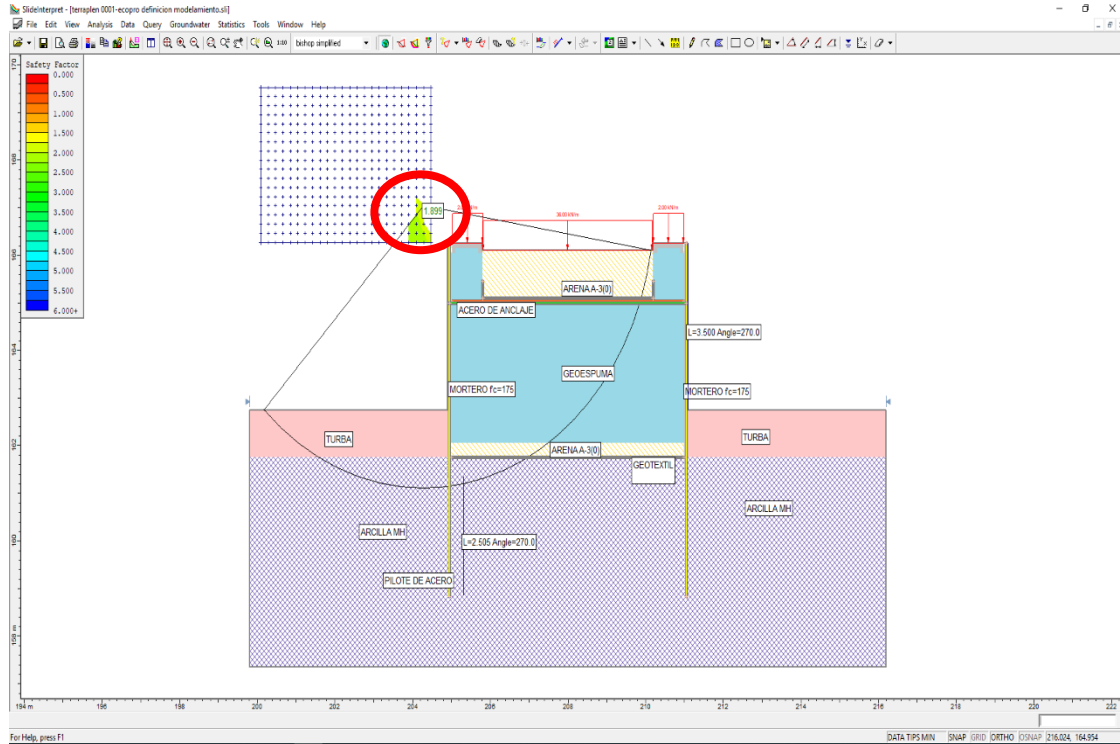


Imagen 64: Respuesta del MODELO
Fuente: Elaboración Propia, SLIDE V.5.00

3.5.5.2.4. Cálculo de infiltración y redes de flujo

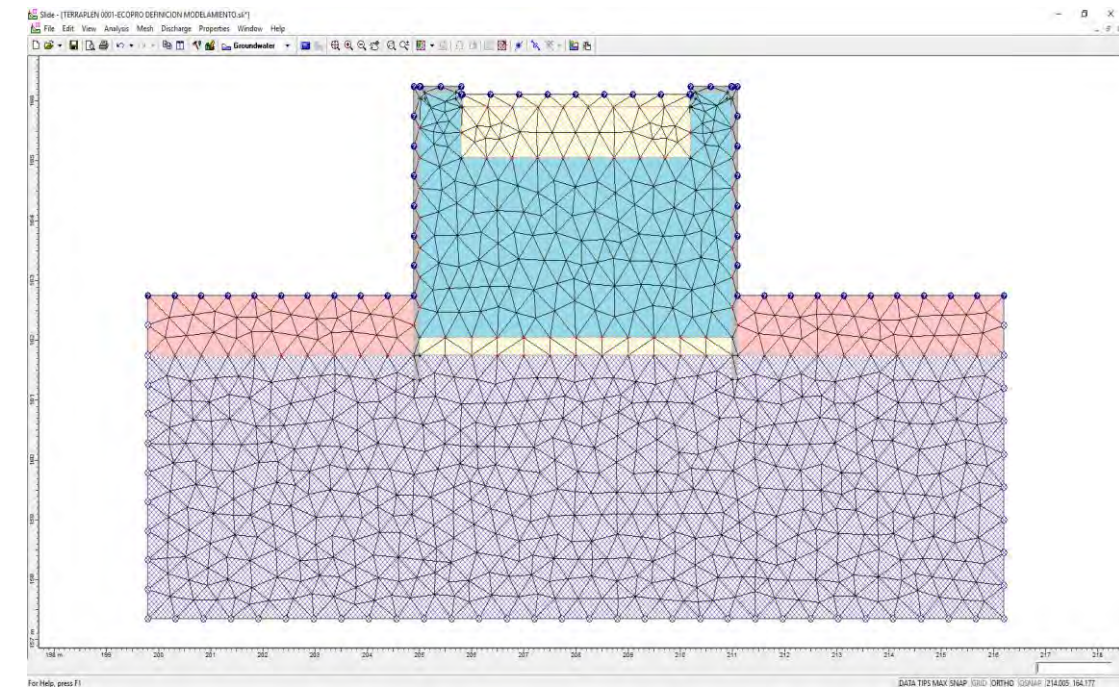


Imagen 65: Generación de la malla de elementos finitos
Fuente: Elaboración Propia, SLIDE V.5.00

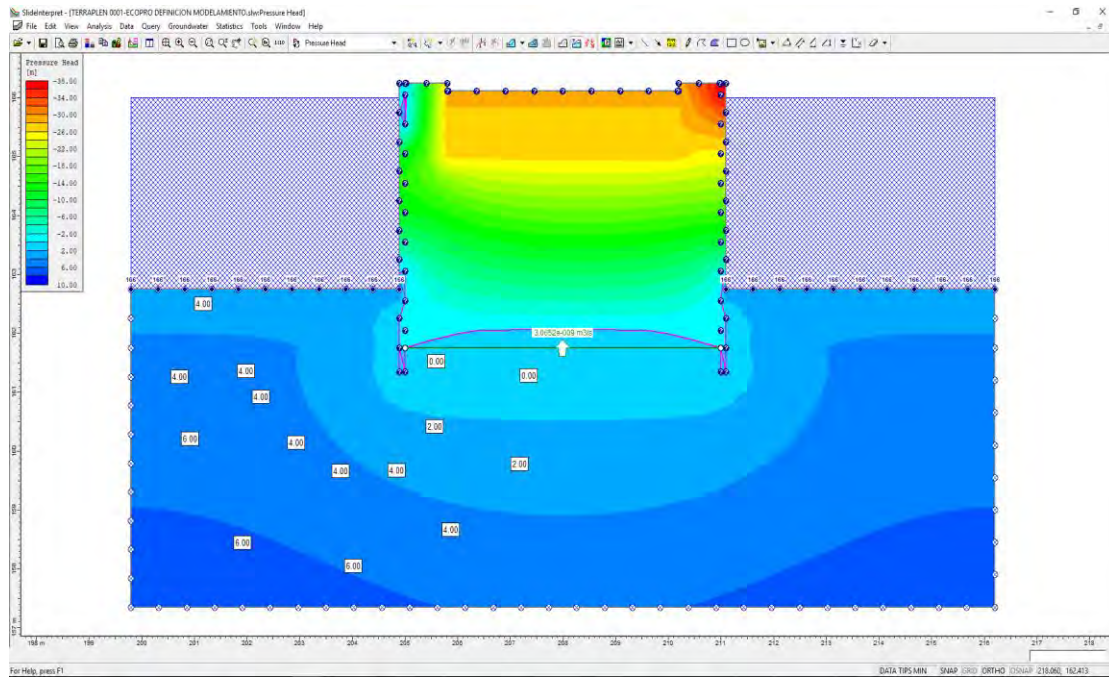


Imagen 66: Cabeza de presiones y Volumen de infiltración
Fuente: Elaboración Propia, SLIDE V.5.00

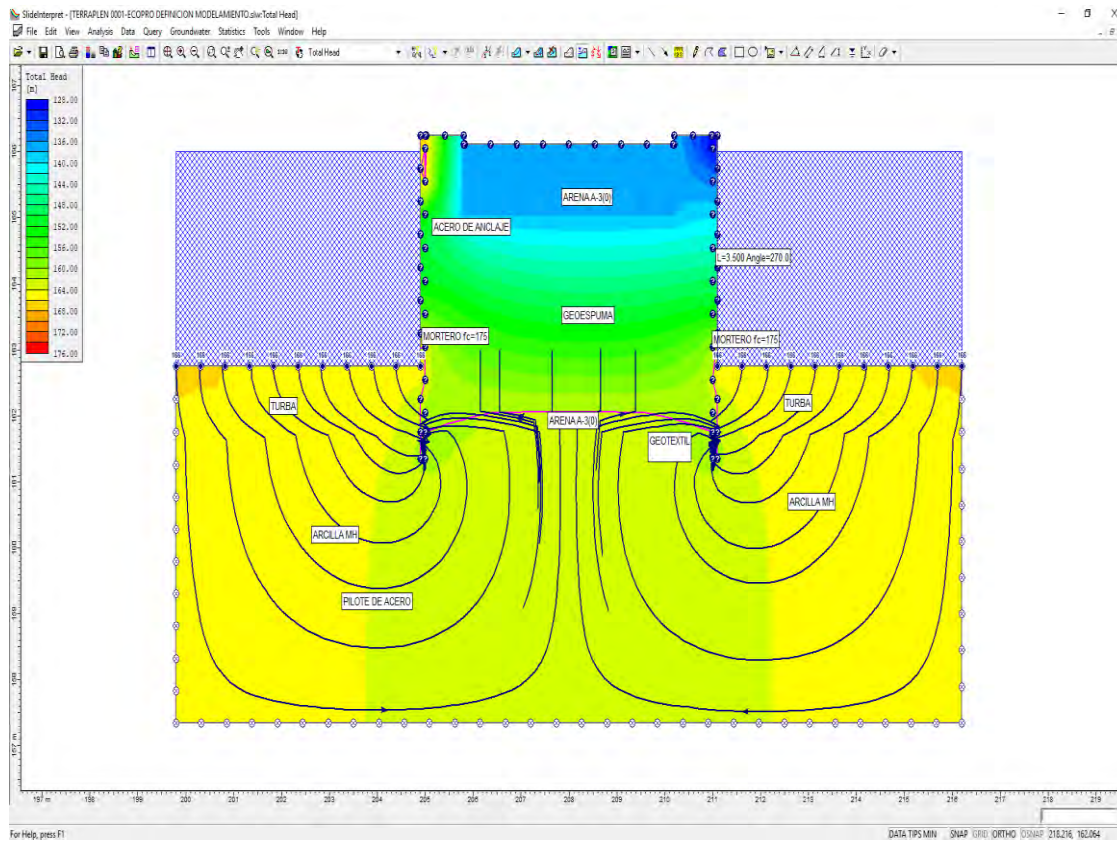


Imagen 67: Líneas de flujo
Fuente: Elaboración Propia, SLIDE V.5.00

3.5.6. Ejecución y construcción de prototipo a escala natural

3.5.6.1. Propuesta de diseño definitivo

El diseño definitivo del terraplén con relleno de geoespuma fue el resultado de los trabajos realizados en la etapa I y II del proyecto. Con los resultados y conclusiones obtenidos de la evaluación a escala se desarrolló un expediente técnico de obra para la construcción del diseño definitivo; detallando el diseño a construir, memoria de cálculo y los estudios básicos realizados. Las especificaciones técnicas de los materiales están basadas en ensayos de laboratorio y fichas técnicas proporcionados por los proveedores de materiales.

3.5.6.2. Descripción del diseño definitivo del terraplén

El diseño del terraplén con relleno de geoespuma describe una geometría rectangular, con taludes verticales protegidas con pantallas de confinamiento de 0.10 m de espesor.

El relleno del cuerpo del terraplén está conformado con bloques de Geoespuma de densidad 20, distribuidos en 5 capas para alcanzar una altura de 3.00 m sobre el nivel de fundación. La distribución en planta de los bloques de Geoespuma obedece a una distribución que garantiza la estabilidad en conjunto, para evitar la continuidad de juntas.

Para la corona del terraplén donde se cimentará el pavimento rígido, estará conformado por un relleno granular A-3(0) de 0.60 m de espesor, compactado en capas de 0.30 m a su máxima densidad seca. Sobre este relleno controlado se cimentará la base y Subbase del pavimento con un espesor total de 0.30 m. para llegar a la compactación requerida para el pavimento se tratará el material granular de la base con suelo cemento proporción 1:20. La cimentación del terraplén sobre la cual se asentarán los bloques de Geoespuma en una superficie estabilizada con material A-3(0) protegida con una manta geotextil para evitar la tubificación y erosión interna a causa de la circulación de aguas de inundación. Además, tendrá un acabado con una capa de suelo cemento de proporción 1:20 de 0.10 m de espesor, manteniendo la horizontalidad a lo largo de toda la cimentación.

El terraplén estará reforzado con pilotes hincados, empotrados 6.00m de profundidad en el estrato arcilloso. Los pilotes tienen como finalidad estructural aportar estabilidad interna a las pantallas de confinamiento, y aportar estabilidad al levantamiento a toda la estructura del terraplén que estará expuesta a periodos de inundación. Los pilotes fueron diseñados para Capacidad de carga al levantamiento.

La pantalla de confinamiento es una estructura de protección que estará reforzada con una GEOMALLA biaxial. El espesor de la pantalla es de 0.10 m, y estará empotrado 0.40 m por debajo del mejoramiento del suelo con material A-3(0); se extenderá hasta la parte superior del terraplén y estará separada por una junta de construcción con la vereda peatonal. El empotramiento de la pantalla en el estrato arcilloso es muy importante para restringir los esfuerzos de supresión y reducir la infiltración de las aguas de inundación. El relleno del terraplén con bloques de Geoespuma reducirá los esfuerzos horizontales que producen el relleno granular en la corona del terraplén. Es decir, los esfuerzos estarán presentes en la pantalla de confinamiento hasta el nivel del relleno granular, y luego serán disipados por el relleno de bloques de geoespuma. Para contrarrestar los esfuerzos horizontales en el nivel de la corona del terraplén se considera un sistema de anclaje horizontal para garantizar la seguridad ante posibles desplazamientos y fallas por volteo de la pantalla.

Asimismo, se considera la construcción de veredas peatonales a los márgenes de la vía, de 0.80 metros de ancho. Además, se considera la adecuación de rampas para el desnivel de la vía proyectada con la vía existente. Se estima que el desnivel de la vía proyectada con la vía existente será de 1.30 m, por lo que se habilitará un relleno controlado a ambos extremos de la vía para que el desnivel sea reducido. El terraplén se proyectó de una altura aproximada de 3 metros sobre el terreno natural, lo cual garantiza estar por encima de la cota de máxima inundación registrada en el año 2012.

Para una mejor ilustración de los procedimientos constructivos según las tomas fotográficas VER ANEXO P, planos de expediente para ejecución del terraplén con relleno de geoespuma)

3.5.6.3. Construcción de prototipo a escala natural

3.5.6.3.1. Descripción de actividades

3.5.6.3.1.1. Trazo, nivel y replanteo.

Una vez que la unidad ejecutora tome posición de la obra, y antes de proceder a efectuar otras labores, deberá realizar los trabajos topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra tales como: ubicación de los ejes, colocación de niveles, colocación de BM de referencia, etc. Asimismo, están comprendidos los trabajos de campo a realizarse para el metrado de movimiento de tierra; tal como indica el proyecto, y de la conformidad con los planos respectivos. **(VER ANEXO Q, pág. 424, PLANO TOPOGRÁFICO)**



*Imagen 68: Trazo, Nivel y Replanteo
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.2. Movimiento de tierras (excavación hasta suelo de fundación)

Esta partida comprende en el corte del terreno con maquinaria y otras herramientas adecuadas para la ejecución de la partida. El corte del terreno será llevado hasta los límites indicados en los planos. Durante el progreso de la Obra puede ser necesario o conveniente, variar las dimensiones de los cortes originalmente consignados en los planos con previa aprobación del residente.



*Imagen 69: Movimiento De Tierras
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.3. Base de terraplén – colocación de geotextil y arena blanca

Consiste en proveer y colocar una capa de geotextil no tejido como parte de una estructura de suelo para ayudar a la estabilización del mismo, sin alterar las propiedades de este. La colocación de este debe ser uniforme y en todo el ancho de la subrasante. Previo a la colocación se realizó un encofrado para dar respetar las dimensiones especificadas en los planos.



*Imagen 70: Base del Terraplén
Fuente: Propia*

Posteriormente la colocación de arena blanca consiste en el transporte, preparación y el acondicionamiento del material de préstamo el cual se colocará, en todo el terreno que sea necesario para tener el nivel requerido, de acuerdo con las especificaciones y en conformidad con los alineamientos, rasantes y secciones transversales indicadas en los planos o determinados por el Ingeniero residente y/o supervisor. Además, el material fue colocado en dos capas de 0.15m con espesor total de 0.30m; cada capa compactada con plancha vibratoria, hasta alcanzar su densidad máxima según (EMS).



*Imagen 71: Colocación De Geotextil
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.4. Base de terraplén - trazo para hincado de pilotes

La partida comprende en realizar el trazo, nivel, replanteo y ubicación del punto de hincado, según el trazo donde indique los planos del proyecto. Posteriormente se procedió al hincado de los pilotes bajo la dirección o asesoría permanente de un especialista en esta clase de trabajo, verificando que se respete la profundidad de empotramiento proyectada. Durante las operaciones de hincado se usó un trípode fabricado en cambo con palo redondo con un martillo de 800kg; el Constructor sólo deberá usar los métodos previamente aprobados por el residente y/o supervisor.



*Imagen 72: Trazo Para Hincado De Pilotes
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.5. Base de terraplén – mejoramiento suelo cemento 1:20 e=0.10m

Esta partida consiste en la conformación de una capa de suelo-cemento en una proporción c: a 1:20; para la generación de una superficie plana según especifican los planos. Esta superficie se conformó en dos capas de 5cm, la primera fue una mezcla seca y compactada con pancha vibratoria, la segunda capa se añadió agua a la proporción para garantizar un sellado y superficie plana según indican los planos.



*Imagen 73: Mejoramiento Suelo Cemento 1:20 E=0.10m
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.6. Base de terraplén - entibado y excavación de zanja para uñas de pantalla de confinamiento

Esta partida consiste en realizar un encofrado de sostenimiento de suelo con tablas y puntales. Además del suministro, ejecución y colocación de las formas de madera necesarias para el vaciado del mortero en las uñas de la pantalla de confinamiento. Posteriormente se realizó el corte del terreno en forma manual empleando palas, picos y otras herramientas adecuadas para la ejecución de la partida. El corte del terreno será ejecutó hasta los límites indicados en los planos y/o memoria descriptiva del proyecto. Durante el progreso de la Obra puede ser necesario o conveniente, variar las dimensiones de los cortes originalmente consignados en los planos. **(VER ANEXO Q, pág. 427, PLANO DE CIMENTACIÓN DE TERRAPLÉN)**



*Imagen 74: Entibado Y Excavación De Zanja Para Uñas De Pantalla De Confinamiento
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.7. Pantalla de confinamiento – colocación de anclaje longitudinal y geomalla biaxial (primera etapa en la base de terraplén)

Esta partida consiste en colocar los anclajes de acero longitudinal (varilla de acero corrugado de $\frac{1}{2}$ " de diámetro) que van embebidos en la pantalla de confinamiento según especifican los planos. Estos se anclan de pilote a pilote.

Posteriormente se coloca la Geomalla biaxial extendiéndose verticalmente en toda la pantalla y se amarran con alambre N°8 al anclaje longitudinal con la finalidad tensar la Geomalla. El traslape de Geomalla a Geomalla es de 0.30m como mínimo. **(VER ANEXO Q, pág. 428, SISTEMA DE ANCLAJE NÚCLEO DE TERRAPLÉN)**



*Imagen 75: Colocación De Anclaje Longitudinal Y Geomalla Biaxial (Primera Etapa En La Base De Terraplén)
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.8. Base de terraplén – vaciado de uña de pantalla de confinamiento y colocación de capa n°01 de geoespuma

Estas dos partidas se ejecutaron sistemáticamente con la finalidad de facilitar el procedimiento constructivo. Donde se inició con el vaciado de mortero $F'c=175\text{kg/cm}^2$ en la uña de la pantalla de confinamiento hasta alcanzar el nivel de la base de suelo cemento para iniciar la colocación de la primera capa de geoespuma. La colocación de esta capa y las posteriores se hicieron según especifican los planos. Culminada la colocación de geoespuma se procede a continuar con el vaciado de mortero, hasta alcanzar el nivel de la primera capa de geoespuma. **(VER ANEXO Q, pág. 430, DISTRIBUCIÓN PLANTA BLOQUES DE GEOESPUMA)**



*Imagen 76: Vaciado De Uña De Pantalla De Confinamiento Y Colocación De Capa N°01 De Geoespuma
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.9. Núcleo de terraplén – colocación de capa n° 02, 03 y 04 de geoespuma, colocación de anclaje longitudinal y geomalla biaxial (segunda etapa en núcleo de terraplén)

Estas dos partidas se ejecutaron sistemáticamente con la finalidad de facilitar el procedimiento constructivo. Se continuó con la colocación de la capa N° 02 de geoespuma, posteriormente se colocó las varillas de anclaje longitudinal según indican los planos.

Terminado la colocación de los anclajes se procedió a colocar la capa N° 03 y 04 de geoespuma cumpliendo la distribución de los bloques según indican los planos.



*Imagen 77: Colocación De Capa N° 02, 03 Y 04 De Geoespuma
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.10. Núcleo de terraplén – colocación de tensor transversal

Esta partida consiste en la colocación de los tensores transversales únicamente en la capa N° 04 de geoespuma. Para ejecutar la colocación de los tensores transversales (varilla de acero corrugado ½" de diámetro) previamente se realizan las ranuras de 5x5cm en la parte superior de los bloques según indican los planos, estas ranuras van espaciadas 1.80m (máx.). Colocado los tensores se procedió a rellenar las ranuras con mortero $f'c=175\text{kg/cm}^2$ y ancladas con los anclajes longitudinales en la pantalla de confinamiento.



*Imagen 78: Colocación De Tensor Transversal
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.11. Corona de terraplén – colocación de bloques de geoespuma en veredas (capa 01)

Esta partida consiste en colocar la primera capa de bloques de geoespuma para las veredas en ambos lados, la colocación se ejecutó según indica la distribución en los planos. **(VER ANEXO Q, pág. 431, DISTRIBUCIÓN PLANTA BLOQUES DE GEOESPUMA)**



*Imagen 79: Colocación De Bloques De Geoespuma En Veredas (Capa 01)
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.12. Corona de terraplén – colocación de manta geotextil

Esta partida consiste en colocar el geotextil no tejido para la conformación de la estructura de un pavimento rígido. **(VER ANEXO Q, pág. 433, ESTRUCTURA Y DETALLE DE PAVIMENTO RÍGIDO)**



*Imagen 80: Colocación De Manta Geotextil
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.13. Encofrado de pantalla de confinamiento (etapa 1)

Esta partida comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera necesarias para el vaciado del mortero para la pantalla de confinamiento. Se usaron paneles, con la finalidad de optimizar el tiempo de armado del encofrado.



*Imagen 81: Encofrado De Pantalla De Confinamiento
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.14. Corona de terraplén – colocación de bloques de geoespuma en veredas (capa 02) y geomalla en vereda

Esta partida consiste en colocar la segunda capa de bloques de geoespuma en las veredas cumpliendo la distribución especificada en los planos.

Posteriormente se añadió un tramo más del sistema de anclaje longitudinal con la finalidad de evitar holgura en la Geomalla biaxial.

Luego se procedió a realizar el corte de la Geomalla espaciado cada 1.00m con la finalidad sujetar los bloques de geoespuma en las veredas. Se procedió a intercalar los cortes de la Geomalla, es decir, un tramo ingresa entre la capa 01 y 02 de bloques en la vereda para luego engramparse en la uña del pavimento rígido y el siguiente envuelve la



*Imagen 82: Colocación De Bloques De Geoespuma En Veredas (Capa 02) Y Geomalla En Vereda
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.15. Encofrado de pantalla de confinamiento (etapa 2)

Esta partida consiste en completar el encofrado de las pantallas de confinamiento en ambos márgenes, hasta la altura proyectada según indica los planos.

3.5.6.3.1.16. Vaciado de mortero $f'c=175$ kg/cm² en pantalla de confinamiento

Esta partida consiste en vaciar el mortero según diseño de mezcla en ambos márgenes de la vía. El vaciado se verificó la proporción según diseño de mezcla.

3.5.6.3.1.17. Corona de terraplén – relleno con material de préstamo y compactado

Esta partida consiste en el transporte y colocación del material de préstamo el cual se coloca en todo el terreno que sea necesario para alcanzar el nivel requerido en conformidad con las secciones transversales indicadas en los planos. El relleno se ejecutó en dos capas de 0.25m, con un espesor total de

0.50m; capa fue compactada con plancha vibratoria, además de verificar la humedad óptima para alcanzar su máxima densidad según (EMS).



*Imagen 83: Relleno Con Material De Préstamo Y Compactado
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.18. Corona de terraplén - traslape de geomalla biaxial en eje de vía

Este trabajo consiste en tensar la Geomalla y traslaparlo con la Geomalla del margen opuesto, dicho traslape tiene como longitud mínima de 0.30m.



*Imagen 84: Traslape De Geomalla Biaxial En Eje De Vía
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.19. Corona de terraplén – sub base de pavimento rígido

Esta partida consiste en la conformación de la sub base de la estructura del pavimento rígido. El material usado fue una mezcla de cemento-arena en la proporción 1:25 aprobado por el supervisor. El relleno se realizó en dos capas, con un espesor total de 0.25m; cada capa fue compactada con plancha vibratoria verificando la humedad óptima con la finalidad de alcanzar su máxima densidad.



*Imagen 85: Sub Base De Pavimento Rígido
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.20. Corona de terraplén – base de pavimento rígido

Esta partida consiste en la conformación de la base del pavimento rígido. El material usado es un solado con una proporción cemento-arena 1:10. Con espesor total de 0.10m.



*Imagen 86: Base De Pavimento Rígido
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.21. Excavación de zanja para uña de pavimento rígido y engrampe de geomalla

Esta partida consiste en la excavación con herramientas manuales de la zanja para la uña del pavimento rígido; cumpliendo con las dimensiones en conformidad con los planos. Culminada la excavación se procedió a engrampar la Geomalla biaxial en las uñas del pavimento rígido. Garantizando el anclaje y estabilidad de las veredas.



*Imagen 87: Excavación De Zanja Para Uña De Pavimento Rígido Y Engrampe De Geomalla
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.22. Encofrado de pavimento rígido

Esta partida comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera necesarias para el vaciado del mortero de los diferentes elementos que conforman la estructura de la losa de rodadura.



*Imagen 88: Encofrado De Pavimento Rígido
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.23. Vaciado de mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en losa de rodadura (etapa1) incluye colocación de varillas de acero liso en juntas de pavimento

Esta partida consiste en el vaciado de 0.20m de espesor de la etapa 1 en la losa de rodadura con mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en conformidad con el diseño de

mezcla. Conjuntamente con el vaciado se procedió a la colocación de las varillas de acero liso en las juntas del pavimento rígido en conformidad con el plano de estructura y detalle de pavimento.



*Imagen 89: Vaciado De Mortero $F'C=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ En Losa De Rodadura
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.24. Vaciado de mortero $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ en losa de rodadura (etapa2)

Esta partida consiste en el vaciado de 0.20m de espesor de la etapa 2 en la losa de rodadura con mortero $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ en conformidad con el diseño de mezcla. **(VER ANEXO Q, pág. 433, ESTRUCTURA Y DETALLE DE PAVIMENTO RÍGIDO)**



*Imagen 90: Vaciado De Mortero $F'C=210\text{kg}/\text{Cm}^2$ En Losa De Rodadura (Etapa2)
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.25. Encofrado de veredas

Esta partida comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera necesarias para el vaciado del mortero de los diferentes elementos de las veredas.



*Imagen 91: Encofrado De Veredas
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.26. Vaciado de mortero $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ en veredas (etapa1)

Esta partida consiste en el vaciado de 0.10m de espesor de la etapa 1 en vereda con mortero $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ en conformidad con el diseño de mezcla.



*Imagen 92: Vaciado De Mortero $F'C = 175\text{kg/Cm}^2$ En Veredas (Etapa1)
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.27. Juntas asfálticas en pavimento y vereda

Esta partida consiste en el sellado de las juntas de construcción, dilatación, contracción y alabeo en pavimento incluyendo la las juntas en vereda.

La proporción se hizo en conformidad con las especificaciones del plano de detalles de pavimento (1:4) con dimensiones de $e=1''$ y $h=2''$.



*Imagen 93: Juntas Asfálticas En Pavimento Y Vereda
Fuente: Propia*

3.5.6.3.1.28. Trabajos adicionales

Sellado con mortero de sección transversal de terraplén

Esta partida consiste en colocar unos listones de tecnopor y cubrir toda la sección con malla metálica con la finalidad de generar una superficie de mayor adherencia para el mortero. Así mismo lograr un sellado y evitar la infiltración de agentes externos que puedan afectar la durabilidad de la estructura del terraplén.

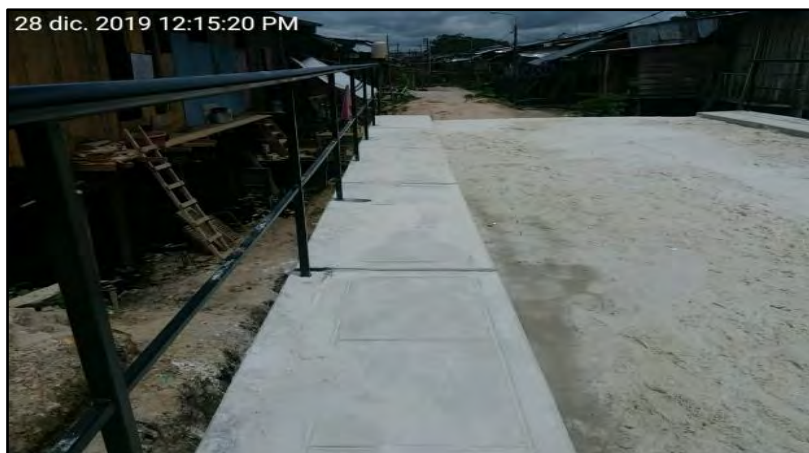


*Imagen 94: Sellado Con Mortero De Sección Transversal De Terraplén
Fuente: Propia*

Baranda de seguridad

Esta partida consiste en la colocación de barandas de seguridad en ambos márgenes de la vía con la finalidad de reducir posibles accidentes.

Las barandas están fabricadas de acero con pasamanos de 2" de diámetro, parantes rectangulares de acero 1.5"x1.5" espaciados cada 1.80m. (**VER ANEXO Q, pág. 434, DETALLE DE BARANDA DE SEGURIDAD**)



*Imagen 95: Baranda De Seguridad
Fuente: Propia*

3.5.7. Prueba de carga estática controlada

La prueba de carga estática se realizó para verificar que los asentamientos producidos estén en el rango de los asentamientos estimados en el diseño del prototipo.

La prueba realizada no tiene especificaciones técnicas reglamentadas para su ejecución, es una prueba empírica basada en criterios de deformación.

La prueba de carga se realizó con un vehículo clasificado como C3 de 38 ton (peso cargado).

La prueba fue realizada después de que se concluyó la construcción del prototipo a escala natural.

3.5.7.1. Especificaciones de la prueba

- Características del vehículo de prueba:

-Categoría:	N3
-Clasificación MTC:	C3
-Marca:	HOWO
-Modelo:	ZZ3257S3247B
-Carrocería:	VOLQUETE
-Ejes:	3
-Ruedas:	10
-Año de fab.:	2008
-P. Bruto:	25000 kg
-P. Neto:	12900 kg



*Imagen 96: Vehículo usado para la prueba de carga
Fuente: Propia*

- Datos de la prueba:
 - Peso total del vehículo cargado: 38000 kg
 - Tiempo de aplicación de carga: 48 horas
- Nivelación:
 - Para controlar los asentamientos producidos se realizó una nivelación de los puntos ubicados sobre el pavimento; sobre los cuales se apoyarán las ruedas del vehículo.
 - luego de transcurrida la prueba (48 horas de aplicación de carga sobre el pavimento) se realizó una segunda nivelación en los mismos puntos, para ser evaluados posteriormente.



*Imagen 97: Toma de datos de Nivelación
Fuente: Propia*

Resultados obtenidos

Con la prueba de carga se pudo exponer a la estructura a una carga estática concentrada, permanente por 48 horas, lo cual permitiría obtener valores de asentamientos elásticos, y de una consolidación primaria.

De acuerdo al informe registrado del levantamiento realizado por SECATP E.I.R.L se obtuvo el siguiente cuadro de resultados, donde se muestra la diferencia de cotas de los puntos de apoyo de las ruedas del vehículo:

PUNTO	NIVEL. 01		NIVEL. 03		DIFERENCIA DE NIVELES
	TOMA DE DATOS 06/03/20 Hora:3:10 Pm		TOMA DE DATOS 09/03/20 Hora:8:15 Am		
	ANTES DE COLOCADO LA CARGA		DESPUES DE RETIRADA LA CARGA		
	COTA		COTA		
1	119.620		119.618		0.002
2	119.626		119.619		0.007
3	119.640		119.638		0.002
4	119.632		119.630		0.002
5	119.626		119.621		0.005
6	119.616		119.615		0.001
7	119.581		119.580		0.001
8	119.616		119.612		0.004
9	119.650		119.648		0.002
10	119.639		119.638		0.001

Cuadro 28: Diferencia de Cotras Posterior a la Carga
Fuente: Elaboración Propia, Microsoft Excel

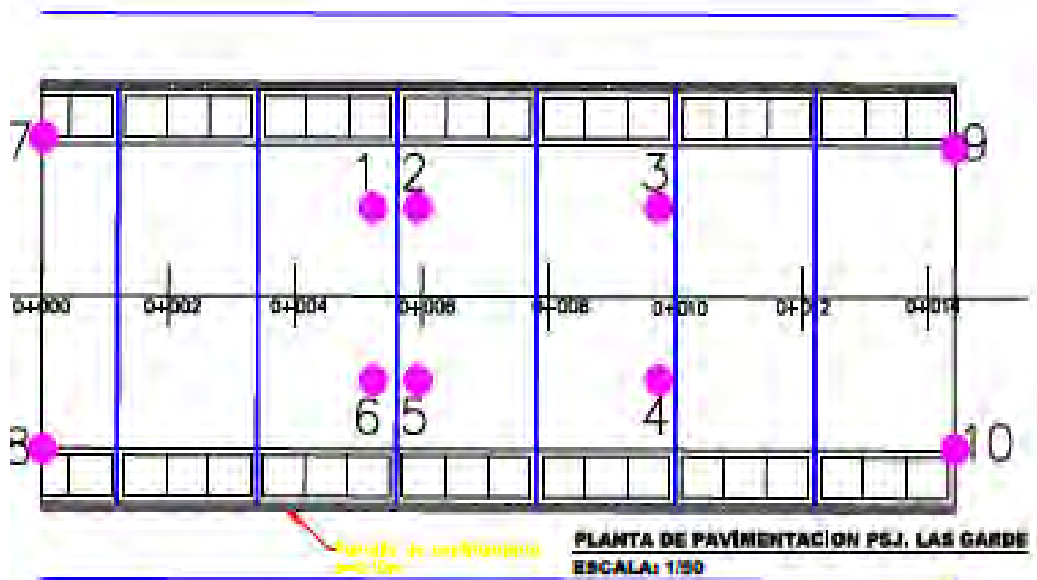


Gráfico 16: Ubicación De Los Puntos De Referencia
Fuente: Elaboración Propia, AutoCAD

3.5.8. Análisis comparativo técnico-económico para el uso del sistema de relleno con geospuma

Este capítulo tiene como finalidad evaluar dos diseños y procesos constructivos de un terraplén cimentado en un suelo con poca capacidad portante; tanto desde el punto de vista técnico, es decir, si los diseños propuestos son aceptables por las distintas prácticas ingenieriles y desde el punto de vista económico, es decir, que los diseños propuestos sean factibles de acuerdo al contexto del proyecto.

Se ejecutó la comparación de los costos directos de las partidas entre dos diseños y métodos constructivos para el relleno y mejoramiento de suelo de un terraplén ubicado en el distrito de Punchana de la ciudad de Iquitos-Perú. Se proyectó los costos para una longitud unitaria de 100 metros; de tal manera que se vea reflejada la influencia del uso de geospuma como material de préstamo no convencional en el cuerpo de un terraplén y determinar de qué manera afecta al presupuesto y tiempo de construcción.

El primer diseño de terraplén es un método conocido como suelo reforzado, que consiste en realizar un armado por capas de relleno granular envueltas por geosintéticos para mejorar las propiedades mecánicas del suelo.

El segundo diseño propuesto con geospuma, consiste en un terraplén con taludes verticales, con una fina capa de mejoramiento de suelo para dar base al núcleo de geospuma; que consiste en bloques formando un entramado, los mismos que estarán protegidos por una pantalla de confinamiento de mortero y en la corona contará con una losa de rodadura de pavimento rígido.

En último término, los análisis de precios unitarios y rendimientos de ambos diseños son datos establecidos según la región en la que se encuentra el proyecto.

3.5.8.1. Diseño de terraplén con relleno granular

El presente diseño de terraplén con relleno granular (Imagen 98) presenta las dimensiones y materiales de acuerdo a las necesidades de la zona. En tal sentido cumple con todos los requerimientos de seguridad y comodidad para el usuario según las normas técnicas vigentes.

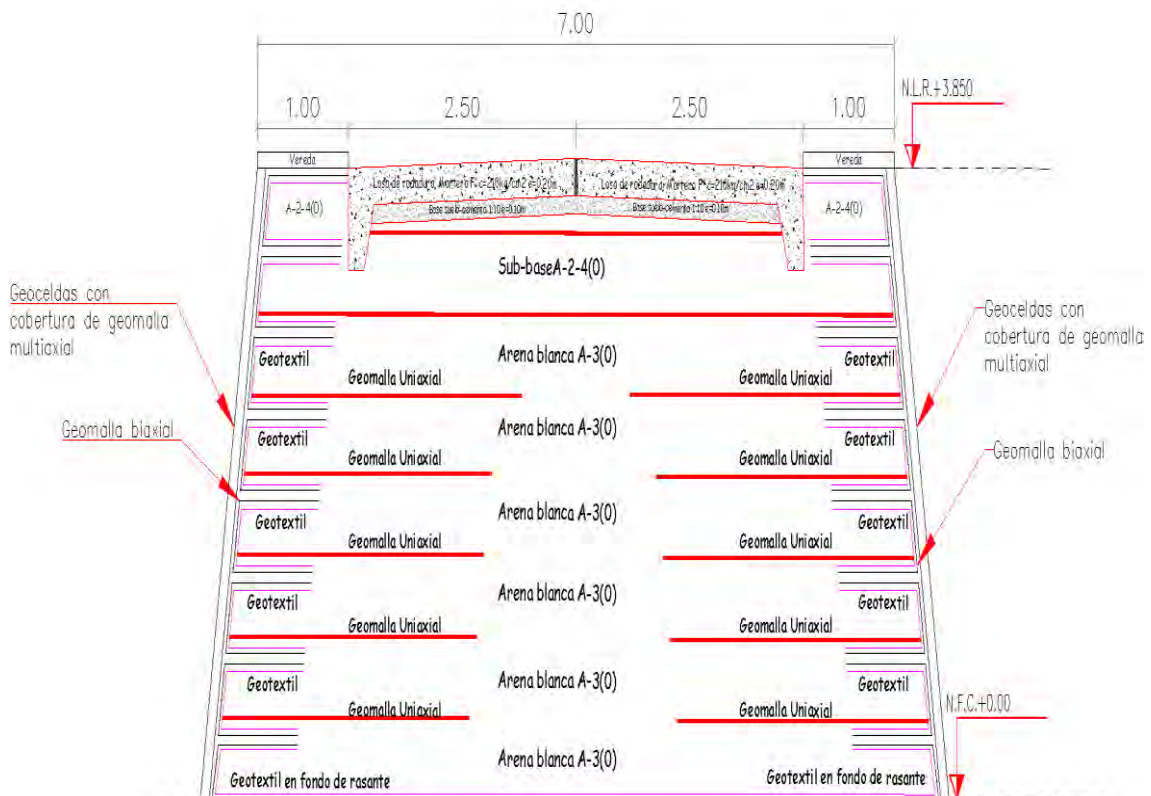


Imagen 98. Sección Transversal Terraplén con Relleno Granular
Fuente: Elaboración Propia, AutoCAD 2018

El diseño (Imagen 9898) presenta una geometría trapezoidal, con taludes inclinados con un ángulo de 80° respecto de la horizontal, buscando la mayor verticalidad para evitar algún tipo de inconveniente con las casas colindantes. Los taludes están protegidos por geoceldas EGA 303 Pt y recubierto por una geomalla multiaxial; garantizando la protección del cuerpo del terraplén.

Al alcanzar el nivel de fondo de cimentación, el terraplén se cimentará con un ancho de 7.30 m en cual se extenderá una geomalla biaxial, a su vez se extenderá una manta geotextil no tejida para garantizar el confinamiento del material de préstamo. El material granular a usar será arena blanca clasificada como A-3(0) se compactará en capas de hasta 0.30 m alcanzado su máxima densidad seca. La cimentación tendrá un espesor de 0.30 m.

Para el cuerpo del terraplén se utilizará el método de tierra armada usando geosintéticos; las capas serán de 0.45 m de espesor de material granular del tipo A-3(0). Hasta alcanzar el nivel de sub-base; para garantizar la estabilidad de los taludes se procederá con el armado del suelo, que consistirá en una manta geotextil recubierta de una malla biaxial y una malla uniaxial extendida

en la base de cada capa. Garantizando estabilidad global de todo el sistema. La corona del terraplén se compone de un pavimento rígido con un ancho de 4.40 m y espesor de 0.20 m de mortero $f'c=210\text{kg/cm}^2$, en los laterales cuenta con veredas de 0.90 m de ancho y espesor de 0.10 m de mortero $f'c=175\text{kg/cm}^2$. La Base del pavimento se compondrá de un solado en una proporción 1:10 con un espesor de 0.10 m; Para la sub-base del pavimento se usará material seleccionado del tipo A-2-4, compactado hasta alcanzar su máxima densidad. Con un espesor de 0.45 m estabilizado con geotextil no tejido y Geomalla biaxial en los laterales; de la misma manera se compondrá la base de las veredas. El terraplén se proyectó con una altura de aproximada de 3.00 m sobre el terreno natural, garantizando el funcionamiento de la vía en época de inundación.

3.5.8.1.1. Metrado en base a 100 m longitudinales de vía

Partida	Descripción	Unidad	Metrado
1.00	TRABAJOS PROVICIONALES		
1.01	CARTEL DE OBRA DE MADERA CON BASTIDOR DE 3.60 VX 2.40	UND	1.00
1.02	CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	UND	3.00
1.03	CERCO PERIMETRICO CON MALLA DE SEGURIDAD	M2	316.40
1.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE LOS EQUIPOS	VJE	2.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
2.01	LIMPIEZA DE MALEZA EN ZONAS URBANAS	M2	1395.00
2.02	ELIMINACION DE ELEMENTOS ENTERADOS	M2	730.00
2.03	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO	M2	730.00
2.04	POZA ARTIFICIAL DE 2 X 2 X 1.50 H	M3	30.00
2.05	SUB DRENES Y EVACUACION DE AGUA CON BOMBA DE 1 HP	UND	5.00
3.00	SEGURIDAD Y SALUD		
3.01	ELABORACION E IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DE DEL PLA DE SEGURIDA Y TRABAJO	UND	1.00
3.02	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	1.00
3.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	UND	1.00
3.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	UND	1.00
3.05	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD DUERANTE LA OBRA	UND	1.00
4.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
4.01	EXCAVACIONES		
4.01.01	EXCAVACION HASTA EL SUELO DE FUNDACION MAT./ SUELTO / MAQN.	M3	1853.72
4.02	RELLENOS		
4.02.01	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE PRESTAMO A-2-4 (0)	M3	504.40
4.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3	M3	2226.38
4.02	ELIMINACIONES		
	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE CON /		

4.02	RELLENOS		
4.02.01	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE PRESTAMO A-2-4 (0)	M3	504.40
4.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3	M3	2226.38
4.02	ELIMINACIONES		
5.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE CON / MAQN. A 100 MTS. Y EL 25% DE ESPONJAMIENTO	M3	2317.15
5.00	MORTERO SIMPLE		
5.01	VEREDAS		
5.01.01	COLOCACION DE SUELO MEJORADO CON C+A 1:20	M2	140.00
5.01.02	MORTERO F'C 175 KG /CM2 PARA VEREDAS INCY.acabado y bruñado	M3	18.90
5.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA	M2	88.00
5.01.04	JUNTAS DE DILATAION MANUAL CON RELLENO DE ASF.+A E=1"	ML	81.81
5.01.06	CURADO DE VEREDA	M2	180.00
5.02	PAVIMENTO DE MORTERO HIDRAULICO		
5.02.01	BASE DE MORTERO CON ARENA CEMENTO C+A 1:10 E= 0.10 CM.	M2	400.00
5.02.02	EXCAVACION PARA UÑAS DE PAVIMENTO RIGIDO	M3	14.24
5.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	484.00
5.02.04	ACERO LISO PARA PASADORES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	KG	1,337.61
5.02.05	MORTERO F'C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO + 5" DE DESPERDICIO	M2	107.35
5.02.06	CURADO DE MORTERO EN PAVIMENTO RIGIDO	M2	440.00
5.02.06	RELLENO DE JUNTAS ASFALTICAS DE CONTRUCCION Y DILATAION	ML	700.64
6.00	MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE		
6.01	GEOMALLA UNIXAIAL SUMINISTRO Y CLOCACION	M2	3068.00
6.02	GEOMALLA BIXAIAL SUMINISTRO Y CLOCACION	M2	3483.20
6.03	GEOMALLA MULTIXAIAL SUMINISTRO Y CLOCACION	M2	3086.40
6.04	GEOTEXTIL MICRO PUNZONADO EN FONDO DE RASANTE	M2	906.60
6.05	GEOTEXTIL SEPARADOR DE RELLENO ESTRUCTURAL DE TERRAPLEN CON FACHADA	M2	2520.00
6.06	GEOCELDA EGA PT EN FACHADA DE TALUDES, SUMINISTRO Y COLOCACION	M2	700.00
7.00	LIMPIEZA DE OBRA		
7.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	1,395.00

*Cuadro 29: Resumen de Metrado Terraplén con Relleno Granular.
Fuente: Elaboración Propia*

Análisis de precios unitarios de terraplén con relleno granular. (Ver Anexo J)

3.5.8.1.2. Presupuesto de terraplén con relleno granular

3.5.8.1.2.1. Costo directo

Partida	Descripción	Unidad	Metrado	Precio U	Parcial \$/.	Total \$/.
1.00	TRABAJOS PROVICIONALES					6,144.17
1.01	CARTEL DE OBRA DE MADERA CON BASTIDOR DE 3.60 VX 2.40	UND	1.00	652.05	652.05	652.05
1.02	CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	UND	3.00	720.00	2,160.00	2,160.00
1.03	CERCO PERIMETRICO CON MALLA DE SEGURIDAD	M2	316.40	7.37	2,332.12	2,332.12
1.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE LOS EQUIPOS	VJE	2.00	500.00	1,000.00	1,000.00
2.00	TRABAJOS PRELIMINARES					8,846.10
2.01	LIMPIEZA DE MALEZA EN ZONAS URBANAS	M2	1395.00	1.38	1,920.58	1,920.58
2.02	ELIMINACION DE ELEMENTOS ENTERADOS	M2	730.00	1.38	1,005.03	1,005.03
2.03	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO	M2	730.00	2.97	2,170.68	2,170.68
2.04	POZA ARTIFICIAL DE 2 X 2 X 1.50 H	M3	30.00	33.76	1,012.90	1,012.90
2.05	SUB DRENES Y EVACUACION DE AGUA CON BOMBA DE 1 HP	UND	5.00	547.38	2,736.90	2,736.90
3.00	SEGURIDAD Y SALUD					7,385.60
3.01	ELABORACION E IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DE DEL PLA DE SEGURIDA Y TRABAJO	UND	1.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
3.02	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	1.00	512.50	512.50	512.50
3.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	UND	1.00	129.00	129.00	129.00
3.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	UND	1.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00
3.05	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIA DE SEGURIDAD Y SALUD DUERANTE LA OBRA	UND	1.00	244.10	244.10	244.10
4.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
4.01	EXCAVACIONES					10,754.45
4.01.01	EXCAVACION HASTA EL SUELO DE FUNDACION MAT./ SUELTO / MAQN.	M3	1853.72	5.80	10,754.45	10,754.45
4.02	RELLENOS					245,041.72
4.02.01	RELLENO COMPACTADO MATERIAL DE PRESTAMO A-2-4 (0)	M3	504.40	144.68	72,976.82	72,976.82
4.02.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3	M3	2226.38	77.28	172,064.90	172,064.90
4.02	ELIMINACIONES					32,909.82
5.01.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE CON / MAQN. A 100 MTS. Y EL 25% DE ESPONJAMIENTO	M3	2317.15	14.20	32,909.82	32,909.82
5.00	MORTERO SIMPLE					
5.01	VEREDAS					17,653.78
5.01.01	COLOCACION DE SUELO MEJORADO CON C+A 1:20	M2	140.00	15.68	2,195.18	2,195.18
5.01.02	MORTERO F'C 175 KG /CM2 PARA VEREDAS INCY.acabado y bruñado	M3	18.90	516.77	9,766.95	9,766.95
5.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA	M2	88.00	53.48	4,706.21	4,706.21
5.01.04	JUNTAS DE DILATACION MANUAL CON RELLENO DE ASF. +A E=1"	ML	81.81	9.81	802.69	802.69
5.01.06	CURADO DE VEREDA	M2	180.00	1.02	182.76	182.76

5.02	PAVIMENTO DE MORTERO HIDRAULICO					97,412.26
5.02.01	BASE DE MORTERO CON ARENA CEMENTO C+A 1:10 E= 0.10 CM.	M2	400.00	18.77	7,507.50	7,507.50
5.02.02	EXCAVACION PARA UNAS DE PAVIMENTO RIGIDO	M3	14.24	45.89	653.50	653.50
5.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	M2	484.00	33.72	16,320.21	16,320.21
5.02.04	ACERO LISO PARA PASADORES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	KG	1,337.61	4.43	5,931.17	5,931.17
5.02.05	MORTERO F'C 210 KG/CM2 EN PAVIMENTO RIGIDO + 5" DE DESPERDICIO	M2	107.35	569.66	61,153.48	61,153.48
5.02.06	CURADO DE MORTERO EN PAVIMENTO RIGIDO	M2	440.00	1.34	587.54	587.54
5.02.06	RELLENO DE JUNTAS ASFALTICAS DE CONTRUCCION Y DILATACION	ML	700.64	7.51	5,258.86	5,258.86
6.00	MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE					208,891.50
6.01	GEOMALLA UNIXAIAL SUMINISTRO Y CLOCACION	M2	3068.00	9.67	29,668.84	29,668.84
6.02	GEOMALLA BIXAIAL SUMINISTRO Y CLOCACION	M2	3483.20	5.67	19,742.49	19,742.49
6.03	GEOMALLA MULTIXAIAL SUMINISTRO Y CLOCACION	M2	3086.40	14.22	43,889.90	43,889.90
6.04	GEOTEXTIL MICRO PUNZONADO EN FONDO DE RASANTE	M2	906.60	5.47	4,959.48	4,959.48
6.05	GEOTEXTIL SEPARADOR DE RELLENO ESTRUCTURAL DE TERRAPLEN CON FACHADA	M2	2520.00	5.47	13,785.45	13,785.45
6.06	GEOCELDA EGA PT EN FACHADA DE TALUDES, SUMINISTRO Y COLOCACION	M2	700.00	138.35	96,845.34	96,845.34
7.00	LIMPIEZA DE OBRA					10,177.63
7.01	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	M2	1,395.00	2.70	3,768.00	10,177.63
COSTO DIRECTO SI.						645,217.03

Cuadro 30: Costo Directo Terraplén con Relleno Granular
Fuente: Elaboración Propia

3.5.8.1.2.2. Gastos generales terraplén con relleno granular gastos generales variables

ITEM	DESCRIPCION	Und	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD	S/. / u	S/.
1.00.00	PERSONAL TECNICO ADMINISTRATIVO					
1.01.00	Mano de Obra Indirecta (Dirección Técnica de Obra)					
1.01.01	Área de Producción					
1.01.01.01	Ing. Residente de Obra	Mes	1.00	2.30	6,000.00	13,800.00
1.01.01.02	Ing. Asistente de Residente	Mes	1.00	2.30	3,500.00	8,050.00
1.01.01.03	Ing. Asistente de Costos - Valorizaciones	Mes	1.00	2.30	5,000.00	11,500.00
1.01.01.04	Ing. Ambientalista y De Seguridad en obra	Mes	1.00	2.30	4,000.00	9,200.00
1.01.01.05	Lic. En Arqueología	Mes	1.00	2.30	3,500.00	8,050.00
1.01.01.06	Tecn. Suelos	Mes	1.00	2.30	2,000.00	4,600.00
1.01.01.07	Maestro de Obra	Mes	1.00	2.30	2,500.00	5,750.00
1.01.01.08	Topógrafo	Mes	1.00	2.30	2,000.00	4,600.00
1.01.01.09	Ing. Especialista en Suelos y Pavimentos(Geoespuma)	Mes	1.00	2.30	5,000.00	11,500.00
1.01.02	Área Administrativa					
1.01.02.01	Almacenero	Mes	1.00	2.30	1,000.00	2,300.00
1.01.02.02	Secretaria	Mes	1.00	2.30	1,000.00	2,300.00
1.01.02.03	Administrador de Obra	Mes	1.00	2.30	1,500.00	3,450.00
MONTO TOTAL REMUNERACION PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO						85,100.00
2.00.00	EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS					
2.01.00	Equipos de Radio Comunicación	mes	2.00	2.30	70.00	322.00
2.01.01	Equipos de Cómputo y Oficina	mes	1.00	2.30	150.00	345.00
2.01.02	Alquiler de camioneta + chofer calificado	mes	2.00	2.30	1,200.00	5,520.00
2.01.03	Rotura de probetas de concreto (prueba de laboratorio)	Und	1.00	15.00	20.00	300.00
2.01.04	Ensayos de suelos	Und	1.00	70.00	80.00	5,600.00
MONTO TOTAL COSTO DE EQUIPOS						12,087.00
3.00.00	MATERIALES DE ASISTENCIA MEDICA Y OFICINA OBRA					
3.01.00	Materiales de Asistencia medica	Und	1.00	1.00	1,100.00	1,100.00
3.02.00	Materiales de Oficina de Obra	mes	1.00	2.30	300.00	690.00
MONTO TOTAL COSTO MATERIALES DE ASISTENCIA MEDICA Y OFICINA DE OBRA						1,790.00
4.00.00	COMUNICACIONES, SERVICIOS DE OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES					
4.01.00	Telefono	mes	0.10	2.30	300.00	69.00
4.02.00	Fax	mes	0.10	2.30	80.00	18.40
4.03.00	Copias Fotostaticas	mes	0.10	2.30	450.00	18.40
MONTO TOTAL COSTO DE COMUNICACIONES, SERVICIOS OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES						105.80
5.00.00	GASTOS FINANCIEROS					
5.01.00	Carta Fianza de Fiel Cumplimiento del Contrato	Und	1.00	1.00	253.23	253.23
5.02.00	Carta Fianza de Adelanto en Efectivo	Und	1.00	1.00	253.23	253.23
5.03.00	Carta Fianza de Adelanto de Materiales	Und	1.00	1.00	844.11	844.11
MONTO TOTAL GASTOS FINANCIEROS						1,350.57
6.00.00	SEGUROS					
6.01.00	SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES					618.33
6.02.00	RIESGO DE INGENIERIA					-
6.03.00	RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS					258.09
6.04.00	COSTO POR EMISION DE POLIZA :					26.00
TOTAL COSTO DE SEGUROS						902.42
TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES						#####

Cuadro 31: Gastos Generales Variables Terraplén con Relleno Granular
Fuente: Elaboración Propia

Gastos generales fijos

COSTO DIRECTO		645,217.03 NUEVOS SOLES				
ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD	S/. / u	S/.
1.00.00	OFICINA CENTRAL					
1.01.00	Contratista					
1.01.01	Alquiler de Oficina Central	Mes	1.00	2.30	500.00	1,150.00
TOTAL						1,150.00
MONTO TOTAL OFICINA CENTRAL						1,150.00
2.00.00	GASTOS ADMINISTRATIVOS					
2.01.00	Costo de Preparacion de Oferta para la Licitacion	Und		1.00	1,500.00	1,500.00
2.02.00	Gastos Legales	Und		1.00	1,300.00	1,300.00
2.03.00	Gastos Varios(Fotocopias, etc.)	Und		1.00	2,000.00	2,000.00
TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS						2,800.00
3.00.00	LIQUIDACION DE OBRA					
3.01.00	Copias. Planos y Documentos	Und	1.0	1.00	3,000.00	3,000.00
3.02.00	Comunicaciones	Und	1.0	1.00	2,100.00	2,100.00
3.03.00	Ingeniero (Planeamiento y Costos)	Und	1.0	1.00	8,000.00	8,000.00
3.04.00	Dibujante	Und	1.0	1.00	2,500.00	2,500.00
3.05.00	Utiles de Oficina	Und	1.0	1.00	1,500.00	1,500.00
TOTAL COSTO LIQUIDACION DE OBRA						13,100.00
4.00.00	IMPUESTOS					
4.01.00	SENCICO (0.2% presupuesto sin igv)	%	0.20	1.00	645,217.03	1,290.43
TOTAL COSTO IMPUESTOS						1,290.43
TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS						18,340.43

*Cuadro 32: Gastos Generales Fijos Terraplén con Relleno Granular.
Fuente: Elaboración Propia*

Resumen análisis de gastos generales terraplén con relleno granular

MONTO DEL COSTO DIRECTO DEL PRESUPUESTO S/.					645,217.03		PORCENTAJE CD
							100%
Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio	Valor Total S/.		
I	Gastos Generales Fijos						
1	Análisis de Gastos Generales Fijos	Und	1.00	18,340.43	18,340.43		
II	Gastos Generales Variables						
1	Análisis de Gastos Generales Variables	Und	1.00	101,335.79	101,335.79		
TOTAL DE GASTOS GENERALES S/.							119,676.22

*Cuadro 33: Resumen de Gastos Generales Terraplén con Relleno Granular.
Fuente: Elaboración Propia*

El diseño del terraplén con relleno de geoespuma (*Imagen 99*) describe una geometría rectangular, con taludes verticales protegidas con pantallas de confinamiento de 0.10 m de espesor.

El relleno del cuerpo del terraplén está conformado con bloques de Geoespuma de densidad 20, distribuidos en 4 capas para alcanzar una altura de 2.40 m sobre el nivel de fundación. La distribución en planta de los bloques de Geoespuma obedece a una distribución que garantiza la estabilidad en conjunto, para evitar la continuidad de juntas.

Para la corona del terraplén donde se cimentará el pavimento rígido, estará conformado por un relleno granular A-3(0) de 0.50 m de espesor, compactado en capas de 0.25 m a su máxima densidad seca. Sobre este relleno controlado se cimentará la base y Subbase del pavimento con un espesor total de 0.30 m. para llegar a la compactación requerida para el pavimento se tratará el material granular de la base con suelo cemento proporción 1:20.

La cimentación del terraplén sobre la cual se asentarán los bloques de Geoespuma en una superficie estabilizada con material A-3(0) protegida con una manta geotextil para evitar la tubificación y erosión interna a causa de la circulación de aguas de inundación. Además, tendrá un acabado con una capa de suelo cemento de proporción 1:20 de 0.10 m de espesor, manteniendo la horizontalidad a lo largo de toda la cimentación.

El terraplén estará reforzado con pilotes hincados, empotrados 6.00 m de profundidad en el estrato arcilloso. Los pilotes tienen como finalidad estructural aportar estabilidad interna a las pantallas de confinamiento, y aportar estabilidad al levantamiento a toda la estructura del terraplén que estará expuesta a periodos de inundación. Los pilotes fueron diseñados para Capacidad de carga al levantamiento.

La pantalla de confinamiento es una estructura de protección que estará reforzada con una Geomalla biaxial. El espesor de la pantalla es de 0.10 m, y estará empotrado 0.40 m por debajo del mejoramiento del suelo con material A-3(0); se extenderá hasta la parte superior del terraplén y estará separada por una junta de construcción con la vereda peatonal. El empotramiento de la pantalla en el estrato arcilloso es muy importante para restringir los esfuerzos

de supresión y reducir la infiltración de las aguas de inundación. El relleno del terraplén con bloques de Geoespuma reducirá los esfuerzos horizontales que producen el relleno granular en la corona del terraplén. Es decir, los esfuerzos estarán presentes en la pantalla de confinamiento hasta el nivel del relleno granular, y luego serán disipados por el relleno de bloques de geoespuma. Para contrarrestar los esfuerzos horizontales en el nivel de la corona del terraplén se considera un sistema de anclaje horizontal para garantizar la seguridad ante posibles desplazamientos y fallas por volteo de la pantalla. Asimismo, se considera la construcción de veredas peatonales a los márgenes de la vía, de 0.80 metros de ancho. Además, se considera la adecuación de rampas para el desnivel de la vía proyectada con la vía existente. Se estima que el desnivel de la vía proyectada con la vía existente será de 1.30 m, por lo que se habilitará un relleno controlado a ambos extremos de la vía para que el desnivel sea reducido.

El terraplén se proyectó de una altura aproximada de 3 metros sobre el terreno natural, lo cual garantiza estar por encima de la cota de máxima inundación registrada en el año 2012.

3.5.8.2.1. Metrado en base a 100 m longitudinales de vía

Partida	Descripción	Unidad	Metrado
01.00.00	OBRAS PROVINCIONALES		
01.01.00	CONSTRUCCIONES PROVINCIONALES		
01.01.01	CERCO PERIMETRICO CON MALLA DE SEGURIDAD	M2	316.40
01.01.02	CARTEL DE OBRA DE MADERA CON BASTIDOR DE 3.60 VX 2.40	UND	1.00
02.00.00	INSTALACIONES PROVINCIONALES		
02.01.00	CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	UND	3.00
03.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES		
03.01.00	TRANSPORTE DE EQUIPOS		
03.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE LOS EQUIPOS	VJE	2.00
03.02.00	LIMPIEZA DEL TERRENO		
03.01.00	LIMPIEZA SE LA MALEZA EN ZONAS URBANAS	M2	1230.00
03.01.01	ELIMINACION DE ELEMENTOS ENTERADOS	M2	620.00
03.01.02	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO	M2	620.00
03.03.00	TRABAJO PRELIMINARES DRENAJE		
03.03.01	EVACUACION DE AGUAS FREATICAS Y DE ALCANTARILLADO		
03.03.01.01	POZA ARTIFICIAL DE 2 X 2 X 1.50 H	M3	30.00
03.03.01.02	SUB DRENES Y EVACUACION DE AGUA CON	UND	5.00
04.00.00	SEGURIDAD Y SALUD		
04.00.01	ELABORACION E IMPLEMENTACION Y	UND	1.00
04.00.02	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	1.00
04.00.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	UND	1.00
04.00.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	UND	1.00
04.00.05	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE	UND	1.00
05.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
05.01.01	EXCAVACION HASTA EL SUELO DE FUNDACION	M3	1340.11
05.01.02	EXCAVACION MANUAL PARA PANTALLA DE	M3	32.00
05.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE CON /	M3	2317.15
06.00.00	TERRAPLEM		
06.01.00	BASE DE TERRAPLEN-MEJORAMIENTO SUELO DE FUNDACION		
06.01.01	ENCOFRADO PARA CORTE DE TERRENO VERTICAL H=4.00	M3	100.00
06.01.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO PARA CONFINAMIENTO (Incluye colocacion + 5% DESPERDICIOS)	M3	777.00
06.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A 3	M3	189.00
06.01.04	MEJORAMIENTO SUELO CEMENTO c:a 1:20 e=0.10	M2	630.00
06.02.00	CUERPO DE TERRAPLEN-RELLENO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL		
06.02.01	BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NUCLEO (EPS) V= 3.00m x 1.20m x 0.60m (Inc.	M3	1440.00
06.02.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO PARA CONFINAMIENTO ANCLAJES DE ACERO PARA BLOQUES EPS	M2	600.00

06.01.01	ENCOFRADO PARA CORTE DE TERRENO VERTICAL H=4.00	M3	100.00
06.01.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO PARA CONFINAMIENTO (Incluye colocacion + 5% DESPERDICIOS)	M3	777.00
06.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A 3	M3	189.00
06.01.04	MEJORAMIENTO SUELO CEMENTO c:a 1:20 e=0.10	M2	630.00
06.02.00	CUERPO DE TERRAPLEN-RELLENO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL		
06.02.01	BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NUCLEO (EPS) V= 3.00m x 1.20m x 0.60m (Inc.	M3	1440.00
06.02.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO PARA CONFINAMIENTO	M2	600.00
06.02.03	ANCLAJES DE ACERO PARA BLOQUES EPS INCLUYE COLOCACION +5% desperdicio	KG	601.00
06.03.00	CORONA DE TERRAPLEN-RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO		
06.03.01	BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) V= 3.00m x 0.8 m x 0.60m (Inc. Colocacion)	m3	184.80
06.03.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3 (Compactado con plancha compactadora)	m3	231.00
07.00	PANTALLA DE CONFINAMIENTO		
07.01.00	PILOTES DE ACERO Ø4" E=6mm		
07.01.01	PILOTE DE ACERO Ø4" A-36 Fy=36ksi	ml	310.28
07.01.02	TRAZADO Y REFERENCIACION DE EJES PARA HINCADO DE PILOTES	und	66.66
07.01.03	HINCADO DE PILOTES CON TRIPODE SPT Y MARTILLO DE 800 KG	und	30.00
07.02.00	PANTALLA DE CONFINAMIENTO - CIMENTACION		
07.02.01	ENTIBADO PARA EXCAVACION DE ZANJA H=0.40 m CON TRIPLAY Y PUNTALES	m2	160.00
07.02.02	GEOMALLA BIAXIAL DE SOSTENIMIENTO	m2	1,200.00
07.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PANTALLA	m2	968.00
07.02.04	MORTERO f _c =175 kg/cm ² PANTALLA DE CONFINAMIENTO (Incluye 5% de desperdicio)	m3	92.40
08.00.00	OBRAS DE ARTE		
8.01	VEREDAS		
8.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	88.00

8.01.02	MORTERO f'c=175 kg/cm2 vaceado con mezcladora - Incluye acabado y Bruñado (Incluye 5% de desperdicio)	m3	19.80
8.01.03	CURADO DE MORTERO EN VEREDAS	m2	160.00
8.01.04	JUNTAS DE DILATACION Relleno con Asfalto y Arena E=1" H=4"	ml	73.60
08.02.00	PAVIMENTO		
8.02.01	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO		
8.02.01.01	BASE DE MORTERO CON SUELO CEMENTO C:A 1:10 e=0.10 cm	m2	400.00
8.02.01.02	EXCAVACION PARA UÑAS DE PAVIMENTO RIGIDO	m3	14.24
8.02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	m2	484.00
8.02.01.04	ACERO LISO PARA PASADORES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	Kg	1,367.81
8.02.01.05	MORTERO f'c = 210 kg/cm2 EN PAVIMENTOS RIGIDOS	m3	107.35
8.02.01.06	CURADO DE MORTERO EN PAVIMENTO RIGIDO	m2	440.00
8.02.01.07	JUNTAS ASFALTICAS DE CONSTRUCCION Y DILATACION (d)	m	764.00
08.00.00	VARIOS		
08.01.00	LIMPIEZA DE OBRA	m2	1230.00

*Cuadro 35: Resumen de Metrado Terraplén Relleno con Geoespuma
Fuente: Elaboración Propia*

Análisis de precios unitarios terraplén relleno con geoespuma. (Ver Anexo J)

3.5.8.2.2. Presupuesto de terraplén relleno con geoespuma

3.5.8.2.2.1. Costo Directo

Partida	Descripción	Unidad	Metrado	Precio U	Parcial S/.	Total S/.
01.00.00	OBRAS PROVICIONALES					2,984.17
01.01.00	CONSTRUCCIONES PROVICIONALES					
01.01.01	CERCO PERIMETRICO CON MALLA DE SEGURIDAD	M2	316.40	7.37	2,332.12	2,332.12
01.01.02	CARTEL DE OBRA DE MADERA CON BASTIDOR DE 3.60 VX 2.40	UND	1.00	652.05	652.05	652.05
02.00.00	INSTALACIONES PROVICIONALES					2,160.00
02.01.00	CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA	UND	3.00	720.00	2,160.00	2,160.00
03.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES					5,390.60
03.01.00	TRANSPORTE DE EQUIPOS					
03.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE LOS EQUIPOS	VJE	2.00	500.00	1,000.00	1,000.00
03.02.00	LIMPIEZA DEL TERRENO					
03.01.00	LIMPIEZA SE LA MALEZA EN ZONAS URBANAS	M2	1230.00	1.38	1,693.41	1,693.41
03.01.01	ELIMINACION DE ELEMENTOS ENTERADOS	M2	620.00	1.38	853.59	853.59
03.01.02	TRAZOS NIVELES Y REPLANTEO	M2	620.00	2.97	1,843.59	1,843.59
03.03.00	TRABAJO PRELIMINARES DRENAJE					
03.03.01	EVACUACION DE AGUAS FREATICAS Y DE ALCANTARILLADO					3,749.80
03.03.01.01	POZA ARTIFICIAL DE 2 X 2 X 1.50 H	M3	30.00	33.76	1,012.90	1,012.90
03.03.01.02	SUB DRENES Y EVACUACION DE AGUA CON	UND	5.00	547.38	2,736.90	2,736.90
04.00.00	SEGURIDAD Y SALUD					4,385.60
04.00.01	ELABORACION E IMPLEMENTACION Y	UND	1.00	3,000.00	3,000.00	3,000.00
04.00.02	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	UND	1.00	512.50	512.50	512.50
04.00.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	UND	1.00	129.00	129.00	129.00
04.00.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	UND	1.00	3,500.00	3,500.00	3,500.00
04.00.05	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE	UND	1.00	244.10	244.10	244.10
05.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					33,537.50
05.01.01	EXCAVACION HASTA EL SUELO DE FUNDACION	M3	1340.11	5.80	7,774.71	7,774.71
05.01.02	EXCAVACION MANUAL PARA PANTALLA DE	M3	32.00	33.76	1,080.43	1,080.43
05.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE CON /	M3	2317.15	10.65	24,682.36	24,682.36
06.00.00	TERRAPLEM					
06.01.00	BASE DE TERRAPLEN-MEJORAMIENTO SUELO DE FUNDACION					35,675.03
06.01.01	ENCOFRADO PARA CORTE DE TERRENO VERTICAL H=4.00	M3	100.00	31.20	3,119.71	3,119.71
06.01.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO PARA CONFINAMIENTO (Incluye colocacion + 5% DESPERDICIOS)	M3	777.00	5.67	4,403.97	4,403.97
06.01.03	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A 3	M3	189.00	77.28	14,606.79	14,606.79
06.01.04	MEJORAMIENTO SUELO CEMENTO c:a 1:20 e=0.10	M2	630.00	21.50	13,544.56	13,544.56
06.02.00	CUERPO DE TERRAPLEN-RELLENO CON MATERIAL NO CONVENCIONAL					272,427.16
06.02.01	BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NUCLEO (EPS) V= 3.00m x 1.20m x 0.60m (Inc.	M3	1440.00	183.04	263,575.93	263,575.93
06.02.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO PARA CONFINAMIENTO	M2	600.00	5.43	3,258.54	3,258.54
06.02.03	ANCLAJES DE ACERO PARA BLOQUES EPS INCLUYE COLOCACION +5% desperdicio	KG	601.00	9.31	5,592.69	5,592.69
06.03.00	CORONA DE TERRAPLEN-RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO					48,871.59
06.03.01	BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS) V= 3.00m x 0.8 m x 0.60m (Inc. Colocacion)	m3	184.80	183.04	33,825.58	33,825.58
06.03.02	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-3 (Compactado con plancha compactadora)	m3	231.00	65.13	15,046.01	15,046.01
07.00	PANTALLA DE CONFINAMIENTO					
07.01.00	PILOTES DE ACERO Ø4" E=6mm					40,103.63
07.01.01	PILOTE DE ACERO Ø4" A-36 Fy=36ksi	mI	310.28	71.42	22,160.20	22,160.20
07.01.02	TRAZADO Y REFERENCIACION DE EJES PARA HINCADO DE PILOTES	und	66.66	66.66	4,443.43	4,443.43
07.01.03	HINCADO DE PILOTES CON TRIPODE SPT Y MARTILLO DE 800 KG	und	30.00	450.00	13,500.00	13,500.00
07.02.00	PANTALLA DE CONFINAMIENTO - CIMENTACION					71,956.74
07.02.01	ENTIBADO PARA EXCAVACION DE ZANJA H=0.40 m CON TRIPLAY Y PUNTALES	m2	160.00	29.95	4,791.62	4,791.62
07.02.02	GEOMALLA BIAIXIAL DE SOSTENIMIENTO	m2	1,200.00	5.41	6,490.45	6,490.45
07.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PANTALLA	m2	968.00	13.97	13,518.49	13,518.49
07.02.04	MORTERO fc=175 kg/cm2 PANTALLA DE CONFINAMIENTO (Incluye 5% de desperdicio)	m3	92.40	510.35	47,156.18	47,156.18

07.01.03	HINCADO DE PILOTES CON TRIPODE SPT Y MARTILLO DE 800 KG	und	30.00	450.00	13,500.00	13,500.00
07.02.00	PANTALLA DE CONFINAMIENTO - CIMENTACION					71,956.74
07.02.01	ENTIBADO PARA EXCAVACION DE ZANJA H=0.40 m CON TRIPLAY Y PUNTALES	m2	160.00	29.95	4,791.62	4,791.62
07.02.02	GEOMALLA BIAIXIAL DE SOSTENIMIENTO	m2	1,200.00	5.41	6,490.45	6,490.45
07.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PANTALLA	m2	968.00	13.97	13,518.49	13,518.49
07.02.04	MORTERO f _c =175 kg/cm ² PANTALLA DE CONFINAMIENTO (Incluye 5% de desperdicio)	m3	92.40	510.35	47,156.18	47,156.18
08.00.00	OBRAS DE ARTE					
8.01	VEREDAS					15,514.53
8.01.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	88.00	52.47	4,617.36	4,617.36
8.01.02	MORTERO f _c =175 kg/cm ² vaceado con mezcladora - Incluye acabado y Bruñado (Incluye 5% de desperdicio)	m3	19.80	510.35	10,104.90	10,104.90
8.01.03	CURADO DE MORTERO EN VEREDAS	m2	160.00	0.80	128.18	128.18
8.01.04	JUNTAS DE DILATACION Relleno con Asfalto y Arena E=1" H=4"	ml	73.60	9.02	664.09	664.09
08.02.00	PAVIMENTO					
8.02.01	PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRAULICO					90,265.96
8.02.01.01	BASE DE MORTERO CON SUELO CEMENTO C:A 1:10 e=0.10 cm	m2	400.00	18.77	7,507.50	7,507.50
8.02.01.02	EXCAVACION PARA UÑAS DE PAVIMENTO RIGIDO	m3	14.24	45.89	653.50	653.50
8.02.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO	m2	484.00	25.25	12,221.37	12,221.37
8.02.01.04	ACERO LISO PARA PASADORES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	Kg	1,367.81	3.98	5,447.29	5,447.29
8.02.01.05	MORTERO f _c = 210 kg/cm ² EN PAVIMENTOS RIGIDOS	m3	107.35	541.35	58,114.32	58,114.32
8.02.01.06	CURADO DE MORTERO EN PAVIMENTO RIGIDO	m2	440.00	1.34	587.54	587.54
8.02.01.07	JUNTAS ASFALTICAS DE CONSTRUCCION Y DILATACION (d)	m	764.00	7.51	5,734.43	5,734.43
08.00.00	VARIOS					3,321.00
08.01.00	LIMPIEZA DE OBRA	m2	1230.00	2.70	3,321.00	3,321.00
COSTO DIRECTO S/.						630,343.31

Cuadro 36: Presupuesto de Terraplén Relleno con Geoespuma

*Costo Directo
Fuente: Elaboración Propia*

3.5.8.2.2.2. Gastos generales terraplén relleno con geospuma

Gastos generales variables

ITEM	DESCRIPCION	Und	CANTIDAD		VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
			DESCR	UNIDAD		
1.00.00	PERSONAL TECNICO ADMINISTRATIVO					
1.01.00	Mano de Obra Indirecta (Dirección Técnica de Obra)					
1.01.01	Área de Producción					
1.01.01.01	Ing. Residente de Obra	Mes	1.00	1.70	6,000.00	10,200.00
1.01.01.02	Ing. Asistente de Residente	Mes	1.00	1.70	3,500.00	5,950.00
1.01.01.03	Ing. Asistente de Costos - Valorizaciones	Mes	1.00	1.70	5,000.00	8,500.00
1.01.01.04	Ing. Ambientalista y De Seguridad en obra	Mes	1.00	1.70	4,000.00	6,800.00
1.01.01.05	Lic. En Arqueología	Mes	1.00	1.70	3,500.00	5,950.00
1.01.01.06	Tecn. Suelos	Mes	1.00	1.70	2,000.00	3,400.00
1.01.01.07	Maestro de Obra	Mes	1.00	1.70	2,500.00	4,250.00
1.01.01.08	Topógrafo	Mes	1.00	1.70	2,000.00	3,400.00
1.01.01.09	Ing. Especialista en Suelos y Pavimentos(Geospuma)	Mes	1.00	1.70	5,000.00	8,500.00
1.01.02	Área Administrativa					
1.01.02.01	Almacenero	Mes	1.00	1.70	1,000.00	1,700.00
1.01.02.02	Secretaría	Mes	1.00	1.70	1,000.00	1,700.00
1.01.02.03	Administrador de Obra	Mes	1.00	1.70	1,500.00	2,550.00
MONTO TOTAL REMUNERACION PERSONAL TECNICO - ADMINISTRATIVO						62,900.00
2.00.00	EQUIPOS NO INCLUIDOS EN LOS COSTOS DIRECTOS					
2.01.00	Equipos de Radio Comunicación	mes	2.00	1.70	70.00	238.00
2.01.01	Equipos de Cómputo y Oficina	mes	1.00	1.70	150.00	255.00
2.01.02	Alquiler de camioneta + chofer calificado	mes	2.00	1.70	1,200.00	4,080.00
2.01.03	Rotura de probetas de concreto (prueba de laboratorio)	Und	1.00	20.00	20.00	400.00
2.01.04	Ensayos de suelos	Und	1.00	20.00	80.00	1,600.00
MONTO TOTAL COSTO DE EQUIPOS						6,573.00
3.00.00	MATERIALES DE ASISTENCIA MEDICA Y OFICINA OBRA					
3.01.00	Materiales de Asistencia medica	Und	1.00	1.00	1,100.00	1,100.00
3.02.00	Materiales de Oficina de Obra	mes	1.00	2.00	300.00	600.00
MONTO TOTAL COSTO MATERIALES DE ASISTENCIA MEDICA Y OFICINA DE OBRA						1,700.00
4.00.00	COMUNICACIONES, SERVICIOS DE OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES					
4.01.00	Telefono	mes	0.10	1.70	300.00	51.00
4.02.00	Fax	mes	0.10	1.70	80.00	13.60
4.03.00	Copias Fotostaticas	mes	0.10	1.70	450.00	13.60
MONTO TOTAL COSTO DE COMUNICACIONES, SERVICIOS OFICINA PRINCIPAL Y MATERIALES						78.20
5.00.00	GASTOS FINANCIEROS					
5.01.00	Carta Fianza de Fiel Cumplimiento del Contrato	Und	1.00	1.00	178.50	178.50
5.02.00	Carta Fianza de Adelanto en Efectivo	Und	1.00	1.00	178.50	178.50
5.03.00	Carta Fianza de Adelanto de Materiales	Und	1.00	1.00	594.99	594.99
MONTO TOTAL GASTOS FINANCIEROS						951.99
6.00.00	SEGUROS					
6.01.00	SEGUROS DE ACCIDENTES PERSONALES					446.49
6.02.00	RIESGO DE INGENIERIA					.
6.03.00	RESPONSABILIDAD CIVIL CONTRA TERCEROS					252.14
6.04.00	COSTO POR EMISION DE POLIZA :					21.00
TOTAL COSTO DE SEGUROS						719.63
TOTAL GASTOS GENERALES VARIABLES						72,922.82

Cuadro 37: Gastos Generales Variables Terraplén Relleno con Geospuma
Fuente: Elaboración Propia

Gastos generales fijos

ITEM	DESCRIPCIÓN	Und	CANTIDAD		VALOR UNITARIO S/. /u	VALOR TOTAL S/.
			DESCR	UNIDAD		
1.00.00	OFICINA CENTRAL					
1.01.00	Contratista					
1.01.01	Alquiler de Oficina Central	Mes	1.00	1.70	500.00	850.00
TOTAL						850.00
MONTO TOTAL OFICINA CENTRAL						850.00
2.00.00	GASTOS ADMINISTRATIVOS					
2.01.00	Costo de Preparación de Oferta para la Licitación	Und		1.00	1,500.00	1,500.00
2.02.00	Gastos Legales	Und		1.00	1,300.00	1,300.00
2.03.00	Gastos Varios(Fotocopias, etc.)	Und		1.00	2,000.00	2,000.00
TOTAL DE GASTOS ADMINISTRATIVOS						2,800.00
3.00.00	LIQUIDACION DE OBRA					
3.01.00	Copias, Planos y Documentos	Und	1.0	1.00	3,000.00	3,000.00
3.02.00	Comunicaciones	Und	1.0	1.00	2,100.00	2,100.00
3.03.00	Ingeniero (Planeamiento y Costos)	Und	1.0	1.00	8,000.00	8,000.00
3.04.00	Dibujante	Und	1.0	1.00	2,500.00	2,500.00
3.05.00	Utiles de Oficina	Und	1.0	1.00	1,500.00	1,500.00
TOTAL COSTO LIQUIDACION DE OBRA						13,100.00
4.00.00	IMPUESTOS					
4.01.00	SENCICO (0.2% presupuesto sin igv)	%	0.20	1.00	630,343.31	1,260.69
TOTAL COSTO IMPUESTOS						1,260.69
TOTAL GASTOS GENERALES FIJOS						18,010.69

*Cuadro 38: Gastos Generales Fijos Terraplén Relleno con Geoespuma
Fuente: Elaboración Propia*

Resumen de análisis de gastos generales terraplén relleno con geoespuma.

Item	Descripción	Und.	Cantidad	Precio Unitario S/.	Valor Total S/.
I	Gastos Generales Fijos				
1	Análisis de Gastos Generales Fijos	Und	1.00	18,010.69	18,010.69
II	Gastos Generales Variables				
1	Análisis de Gastos Generales Variables	Und	1.00	72,922.82	72,922.82
Total de Gastos Generales S/.					90,933.51

*Cuadro 39: Resumen de Gastos Generales Terraplén Relleno con Geoespuma
Fuente: Elaboración Propia*

3.5.8.2.2.3. Valor referencial de terraplén relleno con geoespuma

	DESCRIPCIÓN			MONTO
CD	COSTO DIRECTO		S/.	630,343.31
GG	GASTOS GENERALES	14%	S/.	90,933.51
U	UTILIDAD	8%	S/.	50,427.47
S_T	SUB TOTAL		S/.	771,704.29
I	IGV	18.00%	S/.	138,906.77
VR	VALOR REFERENCIAL S/.			910,611.06

*Cuadro 40: Valor Referencial de Terraplén Relleno con Geoespuma
Fuente: Elaboración Propia*

3.5.8.2.3. Plazo de ejecución de terraplén relleno con geoespuma

Plazo Estimado: 51 días Calendario. (Ver Anexo K)

3.5.8.3. Resumen comparativo

PROYECTO	COSTO DIRECTO (S/.)	COSTO INDIRECTO		MONTO REFERENCIAL Inc. 8% Utili. Y 18% IGV	TIEMPO DE EJECICION(Días)
		FIJO(S/.)	VARIABLE(S/.)		
Terraplén Relleno Granular	645,217.03	18,340.43	101,335.79	S/963,482.52	70
Terraplén Relleno Geoespuma	630,343.31	18,010.69	72,922.82	S/910,611.06	50
Diferencia	14,873.72	329.75	28,412.97	S/52,871.46	20
Optimización en (%)	2%	2%	28%	5%	29%



*Cuadro 41: Resumen comparativo Técnico-Económico.
Fuente: Elaboración Propia*

IV. DISCUSIÓN

La etapa inicial del proyecto inició con los estudios básicos, descrito en la metodología. Iniciándose con el estudio topográfico. Se obtuvo, que el área de ejecución del proyecto se ubica en las coordenadas UTM **ESTE 694370.449 NORTE 9588998.921 COTA REF. 118.092 msnm** zona 18 Sur. Perteneciente al distrito de Punchana de la ciudad de Iquitos-Perú, siendo una zona en constante crecimiento demográfico. donde las principales características son las casas de bajos recursos económicos, la carencia de vías públicas y obras de saneamiento.

La planta topográfica (Ver Anexo P) muestra la ubicación específica del terraplén a construido con Geospuma; donde el material a reemplazar es un terraplén estructurado por un relleno no controlado; realizado por los pobladores de la zona, viéndose en la necesidad de elevar el nivel de la rasante de la vía. Esto debido a que la zona se denomina como “zona inundable”.

Además, la topografía muestra una alcantarilla de paso, hecha de concreto armado, destinado para el flujo de las aguas residuales de la ciudad; también está, la presencia de un oleoducto que atraviesa perpendicularmente la vía a una profundidad de 1.47 m respecto del terreno natural; por último, se observa un ancho de vía variable y taludes estabilizados con bolsacreto.

Al ubicarse el proyecto en zona denominada como “zona inundable”; para efectos de diseño del terraplén con Geospuma, se vio la necesidad de definir el nuevo nivel de rasante; de tal manera que la nueva vía continúe operativa durante las épocas de avenida. en tal sentido se consideró un periodo de retorno de 100 años con una cota de espejo de agua de 119.33 msnm o de 89.18 msnm geoidal. Dato fundamental para establecer la nueva cota de rasante de la vía a construir.

Con la cota de diseño establecida, se procedió a realizar el estudio de mecánica de suelos; estudio fundamental para conocer las características físicas y mecánicas del suelo natural donde tiene lugar la cimentación del terraplén con Geospuma. Se encontró que la estratigrafía del suelo natural de la zona se compone por un estrato inicial de suelo orgánico o turboso de un espesor de

1.20m según (EMS), posteriormente se encontró un estrato arcilloso inorgánico de color gris del tipo A-7-6/OH según (EMS) y el nivel freático se encuentra a una profundidad de 1.00 m.

Además, se realizó el ensayo de SPT (descrito en la metodología) para determinar la capacidad portante del suelo natural y tener una referencia de hasta qué profundidad se debe reemplazar el suelo no apto para la subrasante y estimar una profundidad de anclaje de pilotes. Esto debido a que, en estratos de suelo inestable de gran espesor, generalmente se opta por un sistema de cimentación profunda.

Conocidas las características físicas y mecánicas del suelo natural. fue necesario seleccionar el material de préstamo adecuado para realizar los rellenos controlados, según especifican los planos y poder realizar los diseños de mezcla de mortero $f'c=175$ y 210 kg/cm^2 respectivos para los elementos especificados en los planos. En tal sentido se optó por un material granular denominado como arena cuarzosa de color Blanco del tipo A-3(0) /SP, con una gravedad específica de 2.671 gr/cc , módulo de fineza de 1.62 , $MDS=1.666 \text{ gr/cc}$, $O.C.H=16.07\%$ y un CBR de 25.80% . De la cantera San Martín ubicada en la progresiva $25+300$ de la carretera Iquitos-nauta.

Para esta etapa, fue preciso conocer las propiedades físico-mecánicas y químicas que tiene la geoespuma, material con el cual pretendemos reemplazar el material granular ya conocido. Entonces, al tratarse de un material que reemplaza a un suelo, se optó por realizar los distintos ensayos descritos en la metodología (etapa 01); con la finalidad de obtener los valores que muestran el comportamiento mecánico que tiene la geoespuma al interactuar con distintos tipos de cargas y/o esfuerzos. Finalizado los ensayos, los resultados mostraron que la Geoespuma tiene una baja resistencia a las cargas y/o esfuerzos cuando estas interactúan directamente sobre la misma. Dando una premisa que la Geoespuma no se puede usar como un elemento y/o parte del paquete estructural de una vía; sin embargo, la Geoespuma es ideal como relleno no estructural, es decir, que este material puede instalarse en todas las superficies necesarias hasta alcanzar el nivel requerido, donde tendrá lugar la sub rasante

de cualquier vía. Donde que dicha sub rasante, además de ser parte estructural de una vía, también cumple la función de proteger el relleno con Geoespuma.

Los ensayos de laboratorio, además dio a conocer el comportamiento semejante que tiene la Geoespuma comparado con las arcillas de alta plasticidad. Esto debido a los parámetros de ángulo de fricción interna, que es mínimo y el parámetro de la cohesión que está dentro del rango que generalmente se encuentran las arcillas de alta plasticidad. También dió a conocer que la Geoespuma posee un porcentaje de absorción considerablemente bajo, es decir, que la interacción de la Geoespuma con el agua es casi nula, que a comparación de los suelos granulares generalmente usados como material de préstamo, están propensos a sufrir de un fenómeno llamado licuefacción, que sus consecuencias son los asentamientos diferenciales de los estratos superiores, viéndose afectada principalmente la losa de rodadura de cualquier tipo de vía.

Como fase final de los estudios básicos se optó por realizar ensayos de compresión a distintas dosificaciones en volumen de suelo-cemento. con la finalidad de buscar una base nivelante para la Geoespuma, esto se debe que las bases nivelantes de suelo granular presentan una serie de dificultades, ya sea por las condiciones climáticas de la ciudad de Iquitos, es decir, las constantes precipitaciones de gran cantidad de agua que dificultan el proceso de relleno y compactado de los suelos, sobre todo si los metrados son de gran cantidad y extensa longitud en el caso vías. volviendo la zona de trabajo casi inaccesible. Es por ello que una base nivelante de menor espesor y mayor resistencia, además de colocarse en el menor tiempo posible; Es la mejor opción en cuanto a la superficie de apoyo que requiere la Geoespuma.

En la concepción del diseño preliminar para el terraplén con relleno de geoespuma, prevalece las condiciones de inundación y suelo blando, debido a lo cual el diseño se basa en una estructura de protección que impida la flotabilidad de la geoespuma, además de ser una estructura liviana que no necesite una cimentación para contrarrestar asentamientos.

Con el modelamiento físico a escala reducida, se pretende, dentro de lo posible, simular un comportamiento estático del terraplén, a partir de la simulación de las

condiciones de inundación y la aplicación de carga estática sobre la estructura modelada.

Para la realización del modelamiento físico a escala reducida, fue necesario tratar en lo posible, de igualar las características de la zona del proyecto. Es así que fue necesario utilizar el suelo extraído de la ubicación del proyecto a escala natural, y darle las condiciones de saturación y profundidad; además de tratar de igualar la resistencia al corte, para lo cual se realizó los ensayos con veleta.

Tal como se explicó en el capítulo 3 de metodología, este modelamiento del terraplén no depende de factores dinámicos como fuerza y presión. Las condiciones de inundación son evaluadas en condición estática. Debido a que el objetivo era evaluar un comportamiento a nivel de superestructura, es decir el terraplén como un todo, no se consideró los efectos de la granulometría del suelo, y se consideró las mismas propiedades mecánicas de los materiales utilizados en el modelamiento, con excepciones de los materiales complementarios de sujeción como la geomalla, geotextil y los pilotes.

El modelamiento del terraplén, resultó una herramienta práctica para realizar el mejoramiento del diseño preliminar, concebido para las mismas condiciones y empleando un protocolo de procedimiento constructivo; pero fueron los efectos de la simulación que presentaron nuevos panoramas para realizar cambios en el diseño.

El procedimiento de medida de desplazamientos se basa en la lectura de cotas en la superficie del terraplén modelado; estos procesos fueron realizados antes y después de los ensayos de inundación y prueba de carga, cuyos datos se encuentran registrados en los anexos. Para ello se utilizó el nivel de precisión con error de lectura de ± 1 mm. Aun cuando 1 mm de error, para la escala modelada, es un valor que puede producir una distorsión amplia de los resultados, los valores fueron analizados con los resultados obtenidos en la memoria de cálculo y los modelos en software, encontrándose resultados similares aceptables según los parámetros de diseño para los asentamientos.

Los ensayos fueron idealizados para producir el colapso o la falla de los modelos, dicho de otra manera, fueron ensayos heurísticos de prueba y error, para tratar

en lo posible, obtener conocimiento del comportamiento de la estructura diseñada de manera proposicional y procedimental. Con esta premisa, las pruebas culminaron con un modelo del terraplén expuesto a condiciones críticas, sin protección y con una simulación de inundación extrema.

El prototipo 4, modelado a una escala 1:16, representa la búsqueda de condiciones extremas. Además, responde a las hipótesis planteadas en los modelos anteriores, respecto a la importancia de la cimentación del terraplén y la infiltración del agua producto de la inundación.

Los ensayos de compresión a los bloques de Geoespuma realizados con la prensa mecánica, fueron realizados con procedimientos no estandarizados. Los resultados obtenidos generaron gráficos de esfuerzo deformación similares a los obtenidos en los laboratorios certificados. Pero los valores obtenidos son resultados superiores, atribuidos hipotéticamente a la geometría de las probetas ensayadas. El objetivo de esta prueba es introducir a futuras investigaciones, respecto a un nivel de estudio microscópico y paralelamente un estudio estructural macro, para determinar el comportamiento dinámico estructural del sistema de relleno suelo-geoespuma.

La memoria de cálculo presentada, es el resultado del conocimiento acumulado en los modelamientos físicos a escala; los parámetros de diseño y las consideraciones son utilizados específicamente para este diseño.

El cálculo de empujes laterales propuesto, responde a las incongruencias presentes con el método convencional de cálculo. Este método propuesto, establece ciertos parámetros y condiciones iniciales. De establecerse este u otro método de cálculo, para realizar los diseños con el sistema de relleno suelo-geoespuma, se obtendrá un respaldo analítico aplicando el cálculo matemático para justificar los diseños con relleno de suelo-geoespuma.

Los modelamientos con software SLIDE V.5.00, nos brindan un respaldo para el diseño del terraplén; además utilizando la opción de modelamiento con elementos finitos, obtenemos las redes flujos y la cabeza de presiones estimados durante los ensayos de inundación. El resultado obtenido del caudal de infiltración es un valor mínimo que no desestabiliza la estructura del terraplén.

El modelamiento en el software SAP2000 v.20, proporciona resultados de asentamientos elásticos, obtenidos inmediatamente después de la aplicación de una carga. De acuerdo a esto, se realizó la prueba de carga estática controlada.

Para esta etapa final del proyecto, concluidas las pruebas a escala reducida y con un diseño final. La tercera etapa consistió en formular el expediente de técnico para construcción del prototipo más óptimo a escala natural; es decir, recrear un terraplén con Geospuma totalmente funcional, de tal manera que se refleje en un caso real el uso de la Geospuma como sustituto del material de préstamo en obras de infraestructura vial.

En la ejecución de obra se pudo apreciar de manera inmediata la influencia que tiene la partida de relleno con Geospuma en el plazo de ejecución. Donde se destaca, la reducción total de contaminación ambiental respecto de los desperdicios de material durante su transporte a obra, la reducción total del desperdicio de material durante la ejecución de la partida de relleno, es decir, el 100% del volumen de Geospuma fue instalada sin ninguna variación en los metros contractuales, el alto rendimiento de una cuadrilla para ejecutar la partida de relleno sin la necesidad de usar maquinaria pesada; donde que una cuadrilla compuesta por dos operarios y ocho peones rinden 480 m³ por jornada de trabajo. Demostrando un gran avance general del proyecto, por consiguiente, el presupuesto se ve también reducido, la posibilidad de construir obras de infraestructura vial en suelos con baja capacidad portante. Esto debido a que el relleno de Geospuma es prácticamente un método de estabilización de suelos, además de la posibilidad de usar la Geospuma como relleno en estructuras de retención de tierras; es decir, debido al bajo peso de la Geospuma y el comportamiento mecánico. Los empujes laterales que ejerce la Geospuma sobre una estructura de retención se reducen hasta considerarse un empuje activo nulo; por consiguiente, al sustituir el material de préstamo por Geospuma, las estructuras de retención de tierras pueden diseñarse de manera menos conservadora y aun así cumplir con los factores de seguridad establecidos por las normativas vigentes. Viéndose un claro ahorro en el presupuesto de dichas estructuras.

Con la construcción concluida, era de vital importancia corroborar si la geoespuma cumplió unos de sus objetivos; el de aligerar el peso propio del terraplén. entonces se procedió a realizar el control de asentamientos sobre la losa de rodadura, dando como resultado un asentamiento nulo, después de someterse a una carga estática ejercida por un vehículo del tipo C-3.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

MODELAMIENTO FÍSICO A ESCALA REDUCIDA

- El modelamiento físico a escala reducida fue importante para determinar las características de la estructura diseñada.
- El cambio de algunos materiales para el modelamiento físico a escala reducida del diseño de terraplén, no altero el comportamiento de la estructura, debido a que se guardó relación entre las características físicas y mecánicas de resistencia de los materiales.
- Para los casos de modelamiento físico a escala, donde sea necesario reemplazar materiales por otro similar, se recomienda verificar que estos tengan las mismas características tanto físicas como de resistencia.
- No se recomienda reemplazar los materiales que cumplen funciones representativas, como el caso de los bloques de geoespuma.
- En el prototipo 01 se obtuvo una infiltración de 0 cm en la escala piezométrica, luego de la segunda inundación. Antes de esto los piezómetros registraron una columna de 8cm de infiltración.
- Cuando se comparó con las pruebas de inundación en el prototipo 03, se llegó a la conclusión que después de la primera inundación, los poros y vacíos presentes en el suelo de fundación eran obstruidos por el pase de los flujos de agua con sedimentos.
- El prototipo 03, fue el modelo modificado sobre el cual se realizó la memoria de cálculo de la estructura.
- La prueba de carga en el prototipo 03, demostró la estabilidad del prototipo ante carga verticales producidas por el tráfico. La estabilidad se estableció a partir de los asentamientos en la carpeta de rodadura que fueron de 1mm.

- El prototipo 04, fue construido para resaltar la importancia de tener una buena protección en la cimentación del terraplén.
- La pantalla de confinamiento de la estructura diseñada cumple una función muy importante de protección, mantiene aislada a la estructura de las presiones hidrostáticas, que actuarían inmediatamente entre las juntas de los bloques, como se describió en el segundo ensayo del prototipo 04.

ENSAYOS DE COMPRESIÓN DE LOS BLOQUES DE GEOESPUMA

- Los bloques de geoespuma tienen un punto de deformación elástico, que se presenta después de la pérdida de la rigidez inicial. Es decir, para una deformación del 1% (de la altura del bloque) no se presenta una recuperación, pero si se llega a tener una deformación mayor de 5%(15mm), se recupera hasta un 50%(7.5mm) de la deformación experimentada.
- Las pruebas realizadas necesitan ser reproducidas con diferentes variaciones, para poder tener un mayor registro del comportamiento de los bloques de geoespuma.
- Se recomienda realizar ensayos con diferentes medidas de los bloques de geoespuma; además es importante realizar pruebas que determinen el comportamiento dinámico del material.

MEMORIA DE CALCULO

- El análisis de la estructura fue realizado en dos partes, considerando elemento y estructura.
- Como elemento se consideró el diseño de los pilotes y los anclajes de la pantalla de confinamiento, y como estructura se analizó la estabilidad del terraplén.

ESTABILIDAD	CONDICIÓN DE ANÁLISIS	FDS DISEÑO	FDS	CONDICION	CONFIABILIDAD
FLOTABILIDAD	SIN PILOTES DE ANCLAJE	3.00	5.68	ESTABLE	89%
	CON PILOTES DE ANCLAJE	3.00	8.89	ESTABLE	196%
ESTABILIDAD AL VOLTEO	EMPUJE AMBOS EXTREMOS	3.00	4.11	ESTABLE	37%
	EMPUJE SOLO UN EXTREMO	3.00	3.27	ESTABLE	9%
ASENTAMIENTO	TERRAPLEN CON RELLENO CONVENCIONAL	ASENTAMIENTO PERMISIBLE 25mm	411 mm	INESTABLE	-94%
ASENTAMIENTO	TERRAPLEN CON RELLENO DE GEOESPUMA	ASENTAMIENTO PERMISIBLE 25mm	24 mm	ESTABLE	4%

- Los resultados de estabilidad del terraplén fueron aceptables, dando como resultado factores de seguridad mayores de los mínimos considerados.
- El terraplén fue calculado considerando que la infiltración al interior del terraplén es mínima, así como se muestra en la modelación del SLIDE V.5.00.
- Para el cálculo de la estabilidad del terraplén expuesto a inundaciones, se descartó la teoría de Arquímedes, debido a que las condiciones no son coherentes con el modelo desarrollado.
- Con el cálculo de los empujes laterales, a partir de las propiedades de la geoespuma, se reafirma el concepto que la geoespuma es un material que no transmite esfuerzos horizontales, haciendo no necesario estructuras esbeltas de contención, como es el caso de la pantalla de confinamiento diseñada.
- Los asentamientos calculados por consolidación primaria, son aproximados, y estimados a desarrollarse en periodos de tiempo muy largos. Son diferentes a los asentamientos inmediatos calculados por el método elástico en el Software SAP2000.
- La estructura del pavimento no fue considerada en la memoria de cálculo, debido a que representa un cálculo convencional independiente.

Esto debido a que para la estructura del pavimento se consideró una cobertura de material A-2-4 de 0.60m de altura.

MODELAMIENTO CON SOFTWARE SLIDE V5.00

- Para la interpretación de los materiales en el software, se usó el método de Mohr-Coulomb, donde los parámetros de resistencia son la cohesión (kN/m²) y el Angulo de fricción (°); solo el Mortero se consideró como material de esfuerzo infinito.
- El factor de seguridad para la estabilidad de la estructura (FS=1.899), es un valor aceptable, si consideramos las restricciones de la estructura.
- Como se observa en la imagen del modelo terminado, no se incluyó la estructura del pavimento, con la finalidad de obtener valores más críticos con respecto a la estructura. Por lo que la carga actúa directamente sobre el suelo granular.
- De considerarse la estructura del pavimento, la interpretación del factor de seguridad resulta un valor similar, siempre en cuando no se tenga en cuenta las juntas de construcción de diseño presentes en la estructura.
- El caudal de infiltración hacia el interior de la estructura (Q=3.06E-009 m³/s) es un valor pequeño que se presentara constante hasta que el agua infiltrada encuentre un equilibrio con la cabeza de presiones.
- Debe recordarse que la arcilla es un material con muy baja permeabilidad.
- Para el Análisis por elementos finitos debe de tenerse las correctas condiciones de contorno.
- Cuando se realiza la interpretación del modelo debe verificarse que los valores sean congruentes con la estructura diseñada.
- Para obtener el caudal de infiltración es importante asignar un punto de descarga.
- Para los diseños con relleno de geoespuma es importante considerar una protección para la estructura que impida el flujo de agua en su interior, evitando que actué directamente el empuje hidrostático.

- La geoespuma es un material que no puede ser expuesto directamente a las cargas de tránsito, se debe mantener siempre una cobertura de material de relleno granular para el amortiguamiento de las cargas.
- La geoespuma es un material muy versátil, que puede ser utilizado para diferentes aplicaciones en la geotecnia. Tiene propiedades físicas y mecánicas que pueden beneficiar a diferentes estructuras como terraplenes, muros de contención, y alcantarillas.

CONSTRUCCIÓN DE LA PROPUESTA DE DISEÑO

- Culminada la construcción se ha demostrado que la geoespuma puede aplicarse en diseños de obras de infraestructura vial, bajo la modalidad de material de préstamo no convencional. En este caso se usó como núcleo del terraplén construido.
- La aplicación de geoespuma en obras de infraestructura vial, optimiza el procedimiento constructivo, debido a su bajo peso específico, el transporte y colocación en obra de este material se ejecuta en menor tiempo.
- El alto rendimiento de la geoespuma permite realizar rellenos de aproximadamente 480m³ por día, en condiciones normales y sin el uso de maquinaria pesada.
- Las propiedades físicas y mecánicas de la geoespuma lo hacen un material idóneo para reemplazar suelos que no cumplan los requisitos de resistencia de un proyecto de infraestructura vial.
- La alta trabajabilidad de la geoespuma permite hacer replanteos en obra sin afectar considerablemente el diseño original.
- La aplicación de la geoespuma en este proyecto redujo considerablemente el peso propio de la estructura en general, permitiendo construir en suelos considerados blandos, es decir, de baja capacidad portante.
- La memoria de cálculo refleja que los asentamientos se reducen considerablemente, esto se debe a su ligereza.

- Durante el transporte de la geoespuma en obra, verificar que los bloques de geoespuma no sufran algún daño que pueda afectar la estabilidad de la estructura.
- Una correcta codificación de los bloques, según sus dimensiones, facilita el trabajo en obra.
- Evitar que la geoespuma entre en contacto con alguna sustancia derivada de hidrocarburos, puesto que afecta a sus propiedades físicas y mecánicas.

PRUEBA DE CARGA ESTÁTICA CONTROLADA

- Los resultados obtenidos mediante la prueba de carga, muestran que los asentamientos están dentro de los parámetros estimados. Para un asentamiento elástico de 3mm.
- La nivelación realizada con estación total presenta un error de +/-3mm
- El máximo asentamiento registrado se encuentra en el punto 02, con 7mm.
- Los resultados obtenidos demuestran que la estructura del terraplén es estable frente a cargas de vehículos pesados.

ANÁLISIS COMPARATIVO EN BASE A 100m DE LONGITUD

- El uso de la geoespuma influye directamente en el presupuesto de una obra de infraestructura vial, teniendo como efecto, la **REDUCCIÓN** del monto referencial, con una diferencia a favor del proyecto que usa Geoespuma. Esto demuestra que el uso de Geoespuma representa una alternativa de solución en proyectos de construcción civil que brinda un beneficio económico.
- El uso de la geoespuma influye directamente en el tiempo de ejecución de una obra de infraestructura vial, teniendo como efecto, la **REDUCCIÓN** de la duración del proyecto en un **30%** aproximadamente. Esto debido que los rendimientos respecto de las partidas de movimiento de tierras, específicamente los rellenos, son considerablemente mayores; sin la necesidad de usar maquinaria pesada como se realiza según los métodos tradicionales.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTA, A. J. (2008). Análisis Dimensional y Semejanza-Desarrollo de Modelos a Escala. CORUÑA: UNIVERSIDAD DE CORUÑA.
- AVENDAÑO, F. A. (2018). Estudio de agrietamiento de terraplenes de pequeñas presas. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- ALMEIDA Ávila, Carlos. Uso de bloques de Poliestireno Expandido en Terraplenes. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas, 2014. 776pp.
- ALVARES Gómez, Luis F. & IRIGOIN Cabrera, Ulises O. Efectos de la extracción y comercialización de arena cuarzosa blanca de canteras del área de influencia de la carretera Iquitos-Nauta, 2009-2010. Maestría (Ecología y desarrollo sostenible). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Escuela de Post Grado, 2014. 132pp.
- CARRILLO GIL, Arnaldo. Diseño Geotécnico en los suelos de la selva. Conferencia especial Geotecnia de los suelos peruanos, 2017. 16pp.
- CORDO, Oscar; GIRARDI M. Pablo & GONZALES A. Carlos. Diseño de terraplenes sobre suelos turbosos y propuestas para su construcción. 25pp.
- DAS BRAJA M. Fundamentos de ingeniería geotécnica. 4ª. ed. CENGAGE Learning, Mexico D.F. 2015. 658pp. ISBN: 978-607-519-373-1
- DÁVILA Martin, José Miguel. La utilización de Poliestireno Expandido en obras de Geotecnia. Tesis (Doctorado en Ingeniería, Geotecnia). Sevilla: Universidad de Sevilla, Departamento de construcciones Arquitectónicas 1, 2013. 357pp.
- FUERTES Ampueros, Milagros Victoria. Estudio Numéricos de terraplenes sobre suelos blandos reforzados con geo sintéticos y una capa de superficial de arena. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de ingeniería Civil, 2016. 185pp.
- GALMÉS, G. J. (2005). Diseño innovador de diques verticales con geometrías cilíndricas. Catalunya: Universidad Politecnica de Catalunya.
- Geo sistemas PAVCO S. A. Manual de diseño con geosintéticos. 8ª. ed. Zetta comunicadores S.A, 2009. 442pp.
- GÓMEZ, Rodrigo. Caracterización Hidromecánica del suelo del terraplén experimental de ROUEN. Tesina de Master (Ingeniería Geotécnica). Catalunya: Universidad Politécnica de Catalunya, Escuela Técnica Superior de Caminos, Canales y puertos de Barcelona, 2009. 146pp.

- GUTIÉRREZ Machuca, Néstor Fabián. Estudio Experimental de la carga hidráulica en el colapso de terraplenes de arena. Tesis (Título de Ingeniero civil). Concepción: Universidad del Bío-Bío, Facultad de Ingeniería, 2015. 43pp.
- Gutiérrez Serret, R., Lozano Pedroche, J., & Atienza, R. (S/F). LOS MODELOS FÍSICOS A ESCALA REDUCIDA Y LA SIMULACIÓN DE MANIOBRAS DE BUQUES. HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO PORTUARIO. Madrid: ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS.
- HERRERA, P. A. (2004). INVESTIGACIÓN EN MODELO HIDRÁULICO DE LA REPRESA DE LA HIDROELÉCTRICA CHIMAY. PIURA: Universidad de Piura.
- HENRÍQUEZ, S., PEDRALS, A. & VALDÉS, P. Casos de asentamientos inadmisibles en suelos finos. (Diplomado). Chile: Universidad Nacional de Chile, Facultad de ciencias físicas y matemáticas, 2009. 22pp.
- LOBET Rodríguez, Isnoel & FLEITES García, Yiliset. Terraplenes sobre suelos blandos. Métodos de consolidación del terreno. Monografía. Cuba: Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, 2016. 29pp.
- MARTÍNEZ Martínez, Nuria. Construcción con paneles estructurales de poliestireno expandido. Tesis (Ingeniería de edificación). España: Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela de arquitectura e ingeniería de edificación, 2012. 144pp.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras (Especificaciones Técnicas Generales para construcción EG-2013). Lima, 2013. 1285pp.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Ensayo de Materiales. Lima, 2016. 1269pp.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones (Perú). Manual de Carreteras (sección suelos y pavimentos). Lima, 2013. 355pp.
- MURILLO Fernández, Rodrigo. Aplicaciones de los geotextiles a obras de infraestructuras. Ingeniería Hidráulica en México/Mayo-agosto, 1990. 19pp.
- OSSA López, Alexandra. Comportamiento Mecánico del Poliestireno Expandido (EPS) bajo carga de compresión. Tesis (Doctorado en Ingeniería, Geotecnia). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería, 2009. 79pp.
- RUEDA Lizarazu, Álvaro Andrés & JAMES Saavedra, Iván Andrés. Comparación de los asentamientos de los suelos arcillosos en modelos a escala con los estimados por medio de la teoría de la consolidación. Tesis (Título de Ingeniero civil). Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Escuela de Ingenierías, 2014. 301pp.

- RUIZ Zapata, Geovanny & BALLESTEROS Intriago, Iván. Análisis del Poliestireno Expandido como material de relleno en suelos de alta compresibilidad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ingeniería, 2012. 344pp.
- SALAMANCA-MEDINA, E. L., & ABRIL-GONZÁLES, N. A. (2017). MODELAMIENTO FÍSICO A ESCALA DE PILOTES INDIVIDUALES, DE CABEZA LIBRE, SOMETIDOS A CARGA LATERAL EN SUELOS COHESIVOS. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, Vol. 17 (2), pp. 73-82.
- SILVA Espinoza, Yesil Yotner. Infiltración en estructuras de tierra. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de ingeniería civil, 2004. 366pp.
- XIANGYUE, Li & ARROYO, Víctor (2011). Impactos de fuerzas de filtración y tubificación retrógrada a la inestabilidad de talud y erosión hídrica. *Revista digital-UNAM*, 12 (2). 11pp. ISSN: 1067-6079
- ZAMORA Beyk, Juan Pablo. Optimización de suelos blandos bajo terraplenes. Tesis (Título de Ingeniero civil). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2014. 93pp.

ZORNBERG J.G. & MITCHELL J.K. Finite element prediction of the performance of an instrumented geotextile-reinforced Wall. University of California at Bekerley, USA, 1994. 1433-1438pp. ANTA, A. J. (2008). Analisis Dimencional y Semejanza-Desarrollo de Modelos a Escala. CORUÑA: UNIVERSIDADE DA CORUÑA.

AVENDAÑO, F. A. (2018). Estudio de agrietamiento de terraplenes de pequeñas presas. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

GALMÉS, G. J. (2005). *Diseño innovador de diques verticales con geometrias cilindricas*. Catalunya: Universidad Politecnica de Catalunya.

Gutierrez Serret, R., Lozano Pedroche, J., & Atienza, R. (S/F). LOS MODELOS FISICOS A ESCALA REDUCIDA Y LA SIMULACION DE MANIOBRAS DE BUQUES. HERRAMIENTAS PARA EL DISEÑO PORTUARIO. Madrid: ORGANIZACION DE LOS ESTADOS AMERICANOS.

HERRERA, P. A. (2004). *INVESTIGACIÓN EN MODELO HIDRAULICO DE LA REPRESA DE LA HIDROELECTRICA CHIMAY*. PIURA: Uiversidad de Piura.


SALAMANCA-MEDINA, E. L., & ABRIL-GONZÁLES, N. A. (2017). MODELAMIENTO FÍSICO A ESCALA DE PILOTES INDIVIDUALES, DE CABEZA LIBRE, SOMETIDOS A CARGA LATERAL EN SUELOS COHESIVOS. *Revista Ingeniería, Investigación y Desarrollo*, Vol. 17 (2), pp. 73-82.

VARGAS LÓPEZ, O. M., & PARRA CRUZ, O. J. (2009). PROCEDIMIENTOS Y DISEÑOS DE MODELOS FÍSICOS DEL LABORATORIO. BOGOTÁ D.C.: UNIVERSIDAD DE LA SALLE.

ANEXOS

ANEXO A: REGISTRO DE ENSAYOS DE LABORATORIO DE LAS MUESTRAS DE GEOESPUMA

REALIZADAS EN EL LABORATORIO GEOTÉCNICO DE GEOFRONTIER PERÚ S.A.C.

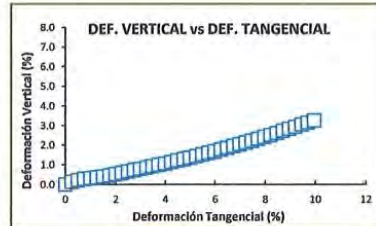
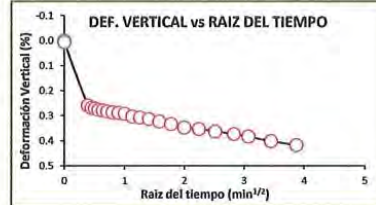
	REGISTRO	Código : RGS-L2-003
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/01/2018 Página : 1/4

ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D3080)

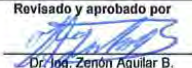
Nro Informe : 059-08-LG18-082	Fecha de Recepción : 27/08/2018
Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.	Fecha de Ejecución : 06/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras	Fecha de Emisión : 12/09/2018
Ubicación : --	
Material : Geoespuma D15	
Muestra : 5	
Forma : Paralelepípedo	

ESFUERZO NORMAL = 30 kPa


Etapa de Consolidación		Etapa de Corte			DATOS DEL ESPECIMEN	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)	Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)	Detalle Inicial del Especimen	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Altura :	20.00 mm
0.00	0.01	0.25	0.13	8.48	Área :	10000.00 mm ²
0.39	0.26	0.50	0.22	12.29	Densidad húmeda :	0.17 KN/M3
0.45	0.27	0.75	0.28	14.50	Densidad seca :	0.17 KN/M3
0.50	0.27	0.99	0.32	15.14	Humedad :	0.00 %
0.56	0.28	1.24	0.36	15.59	Estado :	Bloque
0.63	0.28	1.49	0.41	16.02	Etapa de Consolidación	
0.71	0.28	1.74	0.46	16.43	Altura final consolidada :	19.92 mm
0.80	0.29	1.99	0.52	16.53	Etapa de Corte	
0.89	0.29	2.24	0.59	16.87	Altura final :	19 mm
1.00	0.29	2.49	0.66	17.23	Densidad húmeda final :	0.17 KN/M3
1.13	0.30	2.74	0.72	17.53	Densidad seca final :	0.17 KN/M3
1.26	0.31	2.98	0.78	17.92	Velocidad de corte :	0.20 mm/min
1.41	0.31	3.23	0.85	18.01	Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	--
1.59	0.32	3.48	0.92	18.33	Clasificación SUCS de muestra global :	--
1.78	0.33	3.73	0.99	18.52		
2.00	0.35	3.98	1.06	18.74		
2.24	0.35	4.23	1.13	18.87		
2.52	0.36	4.48	1.21	18.99		
2.83	0.37	4.72	1.29	19.16		
3.07	0.38	4.97	1.35	19.42		
3.45	0.40	5.22	1.43	19.49		
3.87	0.42	5.47	1.51	19.64		
		5.72	1.60	19.74		
		5.97	1.68	19.76		
		6.22	1.77	19.88		
		6.47	1.86	19.76		
		6.71	1.94	19.84		
		6.96	2.03	20.04		
		7.21	2.12	20.15		
		7.46	2.21	20.35		
		7.71	2.32	20.55		
		7.96	2.42	20.77		
		8.21	2.52	20.98		
		8.46	2.62	21.28		
		8.70	2.73	21.46		
		8.95	2.84	21.78		
		9.20	2.94	22.17		
		9.45	3.05	22.10		
		9.70	3.16	21.93		
		9.95	3.25	21.97		



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue humedecido para su condición mas crítica.

<p style="text-align: center;">Elaborado por</p> <p style="text-align: center;">Téc. Jhancarlo Araujo</p>	<p style="text-align: center;">Revisado y aprobado por</p> <p style="text-align: center;">  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General </p>
--	--

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

	REGISTRO	Código : RGS-L2-003
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/01/2018 Página : 2/4

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082
 Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.
 Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geospuma"
 utilizados como material de reemplazo en carreteras
 Ubicación : ---
 Material : Geospuma D15
 Muestra : 15
 Forma : Paralelepípedo

Fecha de Recepción : 27/08/2018
 Fecha de Ejecución : 06/09/2018
 Fecha de Emisión : 12/09/2018

ESFUERZO NORMAL = 50 kPa


Etapa de Consolidación	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)
0.00	0.00
0.00	0.00
0.39	2.21
0.45	2.26
0.50	2.32
0.56	2.37
0.63	2.41
0.71	2.46
0.80	2.52
0.89	2.58
1.00	2.65
1.13	2.71
1.26	2.77
1.41	2.84
1.59	2.92
1.78	3.00
2.00	3.07
2.24	3.16

Etapa de Corte		
Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)
0.00	0.00	0.00
0.25	0.27	10.20
0.50	0.67	15.82
0.75	1.02	19.71
0.99	1.32	21.96
1.24	1.61	23.69
1.49	1.89	24.90
1.74	2.18	25.33
1.99	2.46	25.90
2.24	2.73	26.02
2.49	2.99	26.02
2.74	3.25	26.54
2.98	3.50	26.45
3.23	3.77	27.06
3.48	4.05	27.32
3.73	4.36	27.49
3.98	4.67	27.37
4.23	4.97	27.25
4.48	5.26	27.34
4.72	5.54	27.46
4.97	5.83	27.49
5.22	6.11	27.66
5.47	6.41	27.65
5.72	6.71	27.66
5.97	6.94	27.49
6.22	7.15	27.66
6.47	7.35	27.66
6.71	7.55	27.56
6.96	7.70	27.58
7.21	7.83	27.32
7.46	7.96	27.49
7.71	8.08	27.61
7.96	9.19	27.68
8.21	10.08	27.85
8.46	10.22	27.89
8.70	10.35	28.01
8.95	10.47	28.32
9.20	10.65	28.62
9.45	10.75	28.87
9.70	10.86	28.62
9.95	10.96	28.53


DATOS DEL ESPECIMEN	
Datalle Inicial del Especimen	
Altura :	20.00 mm
Área :	10000.00 mm ²
Densidad húmeda :	0.16 KN/M ³
Densidad seca :	0.16 KN/M ³
Humedad :	0.00 %
Estado :	Bloque
Etapa de Consolidación	
Altura final consolidada :	19.37 mm
Etapa de Corte	
Altura final :	17 mm
Densidad húmeda final :	0.17 KN/M ³
Densidad seca final :	0.17 KN/M ³
Velocidad de corte :	0.21 mm/min
Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	---
Clasificación SUCS de muestra global :	---



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue humedecido para su condición mas crítica.

<p>Elaborado por</p> <p>Téc. Jhancarlo Araujo</p>	<p>Revisado y aprobado por</p>  <p>Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General</p>
---	--

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

	REGISTRO	Código : RGS-L2-003
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/01/2018 Página : 3/4

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082 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 D15
 Muestra : 14
 Forma : Paralelepípedo

ESFUERZO NORMAL = 100 kPa


Etapa de Consolidación	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)
0.00	0.00
0.00	0.00
0.39	19.61
0.45	21.77
0.50	22.98
0.56	24.08
0.63	25.08
0.71	26.00
0.80	26.95
0.89	27.92
1.00	28.85
1.13	29.87
1.26	30.86
1.41	31.95
1.59	33.09
1.78	34.32

Etapa de Corte		
Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)
0.00	0.00	0.00
0.25	2.44	12.00
0.50	4.59	19.63
0.75	6.02	25.37
0.99	7.35	30.16
1.24	8.79	34.95
1.49	10.35	38.29
1.74	11.67	40.77
1.99	12.43	42.82
2.24	12.94	44.21
2.49	13.40	45.04
2.74	13.87	44.83
2.98	14.30	44.73
3.23	14.72	44.70
3.48	15.08	44.51
3.73	15.47	44.41
3.98	16.54	44.34
4.23	16.80	44.27
4.48	17.00	44.13
4.72	17.17	44.03
4.97	17.31	43.89
5.22	17.43	43.81
5.47	17.59	43.63
5.72	17.77	43.51
5.97	17.97	43.29
6.22	18.25	43.14
6.47	18.45	42.86
6.71	18.87	42.67
6.96	19.20	42.45
7.21	19.46	42.18
7.46	19.76	42.30
7.71	20.06	42.31
7.96	20.36	42.47
8.21	20.63	42.38
8.46	20.93	42.30
8.70	21.25	42.21
8.95	21.58	42.26
9.20	21.99	41.87
9.45	22.46	41.44
9.70	22.76	41.18
9.95	23.02	40.75


DATOS DEL ESPECIMEN	
Detalle Inicial del Especimen	
Altura :	20.00 mm
Área :	10000.00 mm ²
Densidad húmeda :	0.16 KN/M ³
Densidad seca :	0.16 KN/M ³
Humedad :	0.00 %
Estado :	Bloque
Etapa de Consolidación	
Altura final consolidada :	13.14 mm
Etapa de Corte	
Altura final :	10 mm
Densidad húmeda final :	0.24 KN/M ³
Densidad seca final :	0.24 KN/M ³
Velocidad de corte :	0.21 mm/min
Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	---
Clasificación SUCS de muestra global :	---



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue humedecido para su condición más crítica.

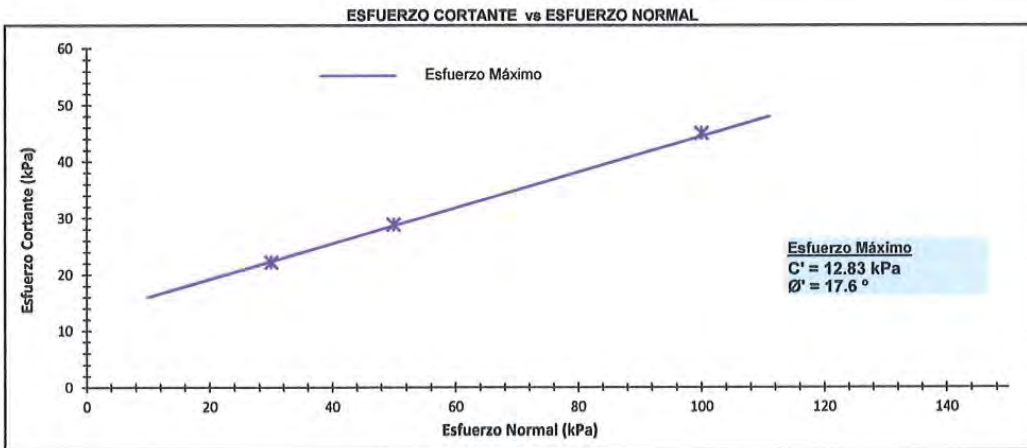
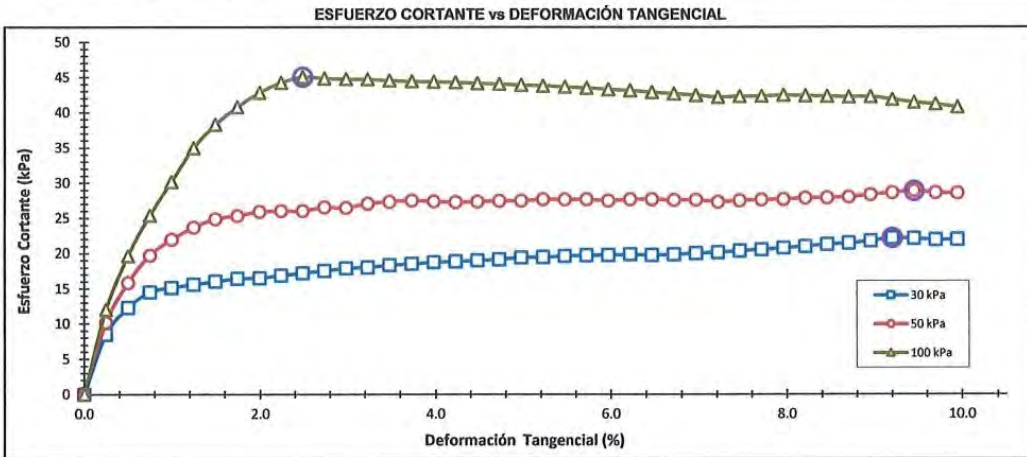
Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zanón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

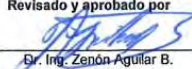
Jr. LOS CHASQUIS 2164 - Urb. EL TREBOL - LOS OLIVOS - LIMA - PERÚ
 TELF: (051) 6823088 - 6823112 E-Mail : laboratorio@geofrontier.pe

	REGISTRO	Código : RGS-L2-003
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/01/2018 Página : 4/4


ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082	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 D15	
Muestras : 5, 15 y 14	
Forma : Paralelepípedo	SUCS Especimen: --- SUCS Global: ---



Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
--	--

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

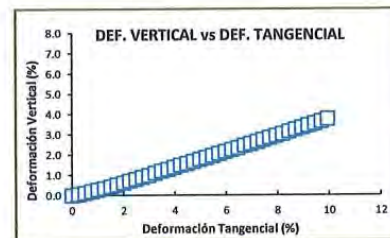
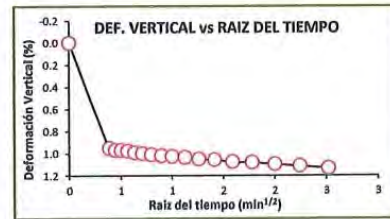
	REGISTRO	Código : RGS-L2-003
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/01/2018 Página : 1/4

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

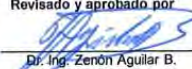
Nro Informe : 059-08-LG18-082 Fecha de Recepción : 27/08/2018
 Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C. Fecha de Ejecución : 06/09/2018
 Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras Fecha de Emisión : 12/09/2018
 Ubicación : ---
 Material : Geoespuma D15
 Muestra : 4
 Forma : Paralelepípedo

ESFUERZO NORMAL = 30 kPa


Etapa de Consolidación		Etapa de Corte			DATOS DEL ESPECIMEN	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)	Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)	Detalle Inicial del Especimen	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Altura :	20.00 mm
0.00	0.00	0.25	0.04	8.82	Área :	10000.00 mm ²
0.39	0.95	0.50	0.12	13.40	Densidad húmeda :	0.16 KN/M ³
0.45	0.97	0.75	0.21	15.77	Densidad seca :	0.16 KN/M ³
0.50	0.97	0.99	0.28	17.21	Humedad :	0.00 %
0.56	0.98	1.24	0.36	18.23	Estado	Bloque
0.63	0.99	1.49	0.43	18.77	Etapa de Consolidación	
0.71	1.00	1.74	0.52	19.64	Altura final consolidada :	19.77 mm
0.80	1.01	1.99	0.62	19.81	Etapa de Corte	
0.89	1.02	2.24	0.72	20.01	Altura final :	19 mm
1.00	1.03	2.49	0.81	20.26	Densidad húmeda final :	0.17 KN/M ³
1.13	1.03	2.74	0.90	20.47	Densidad seca final :	0.17 KN/M ³
1.26	1.05	2.98	1.00	20.79	Velocidad de corte :	0.21 mm/min
1.41	1.06	3.23	1.11	20.93	Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	---
1.59	1.07	3.48	1.21	21.28	Clasificación SUCS de muestra global :	---
1.78	1.08	3.73	1.29	21.45		
2.00	1.10	3.98	1.39	21.45		
2.24	1.11	4.23	1.49	21.62		
2.52	1.13	4.48	1.58	21.88		
		4.72	1.68	22.04		
		4.97	1.77	22.04		
		5.22	1.87	22.30		
		5.47	1.96	22.38		
		5.72	2.06	22.55		
		5.97	2.16	22.81		
		6.22	2.26	22.81		
		6.47	2.35	22.89		
		6.71	2.46	22.89		
		6.96	2.55	23.15		
		7.21	2.65	23.30		
		7.46	2.75	23.42		
		7.71	2.85	23.66		
		7.96	2.95	23.89		
		8.21	3.04	23.78		
		8.46	3.14	23.78		
		8.70	3.25	23.76		
		8.95	3.36	23.66		
		9.20	3.46	23.54		
		9.45	3.56	23.44		
		9.70	3.66	23.32		
		9.95	3.76	23.28		



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue ensayado en condición natural (no sumergido).

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 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-L2-003
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/01/2018 Página : 2/4

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082
 Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.
 Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geospuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras
 Ubicación : --
 Material : Geospuma D15
 Muestra : 11
 Forma : Paralelepípedo

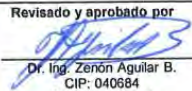
Fecha de Recepción : 27/08/2018
 Fecha de Ejecución : 06/09/2018
 Fecha de Emisión : 12/09/2018

ESFUERZO NORMAL = 50 kPa

Etapa de Consolidación		Etapa de Corte			DATOS DEL ESPECIMEN	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)	Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)	Detalle Inicial del Especimen	
0.00	-0.01	0.00	0.00	-0.26	Altura :	20.00 mm
0.00	-0.01	0.25	0.11	8.56	Área :	10000.00 mm ²
0.39	1.55	0.50	0.31	14.70	Densidad húmeda :	0.16 KN/M ³
0.45	1.59	0.75	0.52	18.67	Densidad seca :	0.16 KN/M ³
0.50	1.63	0.99	0.74	21.70	Humedad :	0.00 %
0.56	1.67	1.24	0.96	23.43	Estado	Bloque
0.63	1.71	1.49	1.22	25.94	Etapa de Consolidación	
0.71	1.74	1.74	1.52	27.32	Altura final consolidada :	19.58 mm
0.80	1.78	1.99	1.82	28.10	Etapa de Corte	
0.89	1.82	2.24	2.12	28.63	Altura final :	18 mm
1.00	1.85	2.49	2.41	28.93	Densidad húmeda final :	0.17 KN/M ³
1.13	1.90	2.74	2.70	29.22	Densidad seca final :	0.17 KN/M ³
1.26	1.94	2.98	3.00	29.26	Velocidad de corte :	0.20 mm/min
1.41	1.98	3.23	3.30	29.36	Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	--
1.59	2.04	3.48	3.60	29.50	Clasificación SUCS de muestra global :	--
1.78	2.09	3.73	3.89	29.62		
		3.98	4.18	29.65		
		4.23	4.45	29.82		
		4.48	4.71	29.89		
		4.72	4.99	30.00		
		4.97	5.23	30.12		
		5.22	5.48	30.22		
		5.47	5.74	30.31		
		5.72	5.93	30.34		
		5.97	6.11	30.41		
		6.22	6.28	30.43		
		6.47	6.47	30.45		
		6.71	6.62	30.53		
		6.96	6.80	30.58		
		7.21	6.96	30.60		
		7.46	7.13	30.72		
		7.71	7.30	30.74		
		7.96	7.44	30.69		
		8.21	7.58	30.63		
		8.46	7.71	30.55		
		8.70	7.85	30.50		
		8.95	7.99	30.45		
		9.20	8.14	30.37		
		9.45	8.28	30.35		
		9.70	8.56	30.31		
		9.95	8.71	30.28		



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue ensayado en condición natural (no sumergido).

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón 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

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 (ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082

Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.

Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geospuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras

Fecha de Recepción : 27/08/2018

Fecha de Ejecución : 06/09/2018

Fecha de Emisión : 12/09/2018

Ubicación : ---

Material : Geospuma D15

Muestra : 12

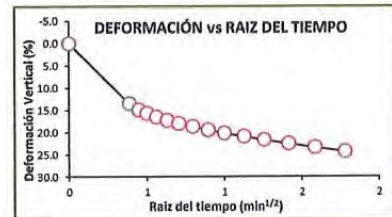
Forma : Paralelepípedo

ESFUERZO NORMAL = 100 kPa

Etapa de Consolidación	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)
0.00	0.00
0.00	0.00
0.39	13.48
0.45	14.89
0.50	15.71
0.56	16.52
0.63	17.28
0.71	17.96
0.80	18.69
0.89	19.42
1.00	20.14
1.13	20.91
1.26	21.68
1.41	22.52
1.59	23.38
1.78	24.26

Etapa de Corte		
Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)
0.00	0.00	0.00
0.25	1.87	10.97
0.50	3.64	18.69
0.75	5.31	24.86
0.99	6.82	30.00
1.24	8.07	33.68
1.49	9.64	37.69
1.74	10.79	40.10
1.99	11.79	41.89
2.24	12.80	43.51
2.49	13.60	44.43
2.74	14.05	45.26
2.98	14.34	46.06
3.23	14.60	45.91
3.48	14.84	45.72
3.73	15.10	45.21
3.98	15.35	44.95
4.23	15.61	44.52
4.48	15.85	44.61
4.72	16.10	44.44
4.97	16.35	44.54
5.22	16.65	44.35
5.47	16.91	44.52
5.72	17.19	44.44
5.97	17.40	44.18
6.22	17.62	44.03
6.47	17.84	44.06
6.71	18.07	44.09
6.96	18.31	44.10
7.21	18.56	43.82
7.46	18.80	43.67
7.71	19.03	43.38
7.96	19.28	43.36
8.21	19.53	43.26
8.46	19.77	43.05
8.70	20.04	42.81
8.95	20.29	42.62
9.20	20.54	42.64
9.45	20.87	42.38
9.70	21.39	42.38
9.95	22.09	42.38

DATOS DEL ESPECIMEN	
Detalle Inicial del Especimen	
Altura :	20.00 mm
Área :	10000.00 mm ²
Densidad húmeda :	0.16 KN/M ³
Densidad seca :	0.16 KN/M ³
Humedad :	0.00 %
Estado :	Bloque
Etapa de Consolidación	
Altura final consolidada :	15.15 mm
Etapa de Corte	
Altura final :	12 mm
Densidad húmeda final :	0.21 KN/M ³
Densidad seca final :	0.21 KN/M ³
Velocidad de corte :	0.15 mm/min
Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	---
Clasificación SUCS de muestra global :	---



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue ensayado en condición natural (no sumergido).

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
--	--

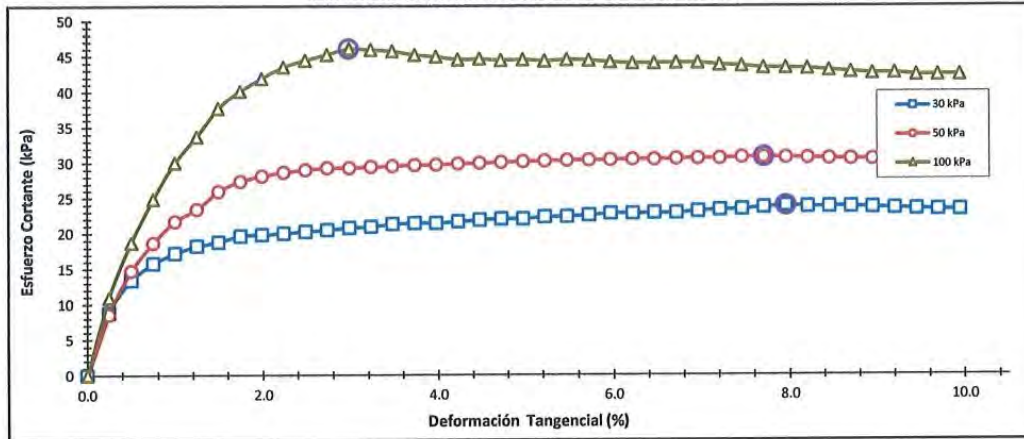
ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082	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

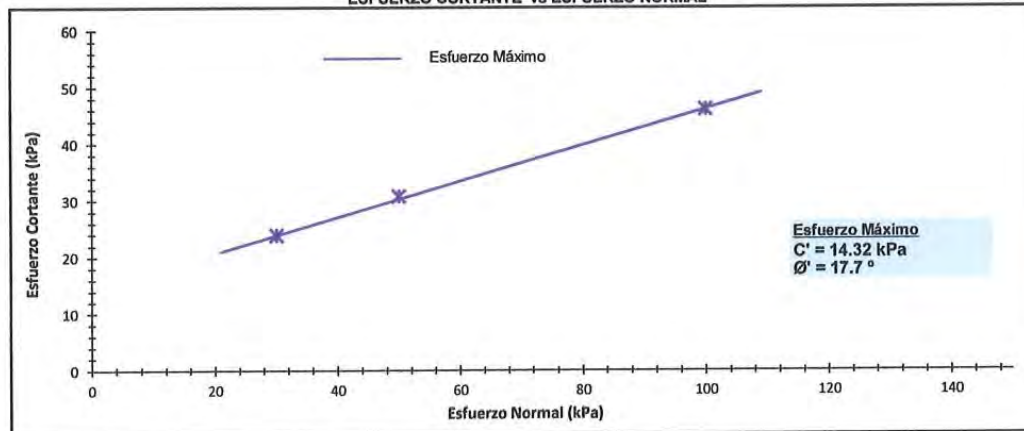
Ubicación : ---

Material : Geospuma D15
Muestra : 4, 11 y 12
Forma : Paralelepípedo SUCS Especimen: --- SUCS Global: ---

ESFUERZO CORTANTE vs DEFORMACIÓN TANGENCIAL



ESFUERZO CORTANTE vs ESFUERZO NORMAL



Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
--	--

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

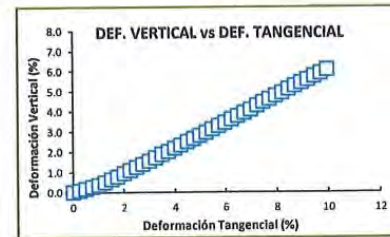
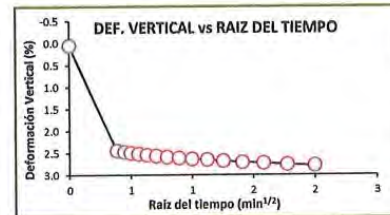
Nro Informe : 059-08-LG18-082	Fecha de Recepción : 27/08/2018
Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.	Fecha de Ejecución : 06/09/2018
Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geospuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras	Fecha de Emisión : 12/09/2018
Ubicación : ---	
Material : Geospuma D20	
Muestra : 19	
Forma : Paralelepípedo	

ESFUERZO NORMAL = 50 kPa

Etapa de Consolidación	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)
0.00	0.06
0.00	0.06
0.39	2.44
0.45	2.47
0.50	2.49
0.56	2.52
0.63	2.54
0.71	2.58
0.80	2.59
0.89	2.61
1.00	2.63
1.13	2.65
1.26	2.68
1.41	2.71
1.59	2.73
1.78	2.76
2.00	2.78

Etapa de Corte		
Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)
0.00	0.00	0.00
0.25	0.08	8.48
0.50	0.17	16.16
0.75	0.28	19.39
0.99	0.36	22.15
1.24	0.49	23.57
1.49	0.65	24.51
1.74	0.78	25.65
1.99	0.95	26.46
2.24	1.09	26.60
2.49	1.25	26.87
2.74	1.40	26.93
2.98	1.56	26.93
3.23	1.72	27.34
3.48	1.88	27.54
3.73	2.02	27.47
3.98	2.18	27.34
4.23	2.34	27.61
4.48	2.50	27.34
4.72	2.66	27.54
4.97	2.81	27.34
5.22	2.96	27.81
5.47	3.13	27.54
5.72	3.29	27.88
5.97	3.44	27.94
6.22	3.61	27.81
6.47	3.78	28.28
6.71	3.94	27.88
6.96	4.10	27.94
7.21	4.30	28.14
7.46	4.46	28.48
7.71	4.61	28.21
7.96	4.78	28.35
8.21	4.94	28.14
8.46	5.11	28.95
8.70	5.28	28.68
8.95	5.43	28.55
9.20	5.59	28.55
9.45	5.75	28.68
9.70	5.90	28.21
9.95	6.08	28.82

DATOS DEL ESPECIMEN	
Detalle Inicial del Especimen	
Altura :	20.00 mm
Área :	10000.00 mm ²
Densidad húmeda :	26.35 kg/m ³
Densidad seca :	26.35 kg/m ³
Humedad :	0.00 %
Estado :	Bloque
Etapa de Consolidación	
Altura final consolidada :	19.44 mm
Etapa de Corte	
Altura final :	18 mm
Densidad húmeda final :	27.16 kg/m ³
Densidad seca final :	27.10 kg/m ³
Velocidad de corte :	0.21 mm/min
Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	---
Clasificación SUCS de muestra global :	---



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue ensayado en condición natural (no sumergido).

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
--	--

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
 (ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082
 Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.
 Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geospuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras
 Ubicación : ---
 Material : Geospuma D20
 Muestra : 16
 Forma : Paralelepípedo

Fecha de Recepción : 27/08/2018
 Fecha de Ejecución : 06/09/2018
 Fecha de Emisión : 12/09/2018

ESFUERZO NORMAL = 100 kPa

Etapa de Consolidación	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)
0.00	-0.01
0.00	-0.01
0.39	5.00
0.45	5.09
0.50	5.16
0.56	5.24
0.63	5.33
0.71	5.41
0.80	5.52
0.89	5.62
1.00	5.73
1.13	5.85
1.26	5.97
1.41	6.13
1.59	6.28
1.78	6.45
2.00	6.65
2.24	6.87
2.52	7.08


Etapa de Corte		
Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)
0.00	0.00	0.00
0.25	1.47	10.74
0.50	3.28	17.77
0.75	4.34	24.01
0.99	5.09	29.05
1.24	5.67	33.65
1.49	6.14	37.76
1.74	6.54	41.15
1.99	6.89	44.39
2.24	7.20	46.28
2.49	7.47	48.31
2.74	7.72	49.13
2.98	7.95	48.15
3.23	8.16	48.02
3.48	8.35	47.88
3.73	8.53	47.75
3.98	8.70	47.53
4.23	8.86	47.25
4.48	9.01	46.98
4.72	9.15	46.70
4.97	9.28	46.32
5.22	9.41	45.93
5.47	9.53	45.56
5.72	9.64	45.49
5.97	9.76	45.36
6.22	9.86	45.28
6.47	9.96	45.20
6.71	10.06	45.25
6.96	10.16	45.11
7.21	10.25	45.21
7.46	10.34	45.03
7.71	10.42	44.95
7.96	10.50	44.87
8.21	10.58	44.94
8.46	10.66	44.95
8.70	10.74	45.00
8.95	10.81	44.85
9.20	10.88	44.88
9.45	10.95	44.88
9.70	11.02	44.82
9.95	11.09	44.74

DATOS DEL ESPECIMEN	
Detalle Inicial del Especimen	
Altura :	20.00 mm
Área :	10000.00 mm ²
Densidad húmeda :	22.40 kg/m ³
Densidad seca :	22.35 kg/m ³
Humedad :	0.22 %
Estado :	Bloque
Etapa de Consolidación	
Altura final consolidada :	18.58 mm
Etapa de Corte	
Altura final :	17 mm
Densidad húmeda final :	24.11 kg/m ³
Densidad seca final :	24.05 kg/m ³
Velocidad de corte :	0.21 mm/min
Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	---
Clasificación SUCS de muestra global :	---



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue ensayado en condición natural (no sumergido).

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por Dr. Ing. Zepón-Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
--	--

	REGISTRO	Código : RGS-L2-003
	INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS	Revisión : 6 Fecha : 15/01/2018 Página : 3/4

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082
 Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.
 Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geoespuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras
 Ubicación : ---
 Material : Geoespuma D20
 Muestra : 20
 Forma : Paralelepípedo

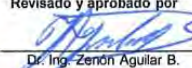
Fecha de Recepción : 27/08/2018
 Fecha de Ejecución : 06/09/2018
 Fecha de Emisión : 12/09/2018

ESFUERZO NORMAL = 150 kPa

Etapa de Consolidación		Etapa de Corte			DATOS DEL ESPECIMEN	
Raíz de Tiempo (min ^{1/2})	Def. Vertical (%)	Def. Tangencial (%)	Def. Vertical (%)	Esfuerzo (Kpa)	Detalle Inicial del Especimen	
0.00	0.28	0.00	0.00	0.00	Altura :	20.00 mm
0.00	0.28	0.25	1.52	12.87	Área :	10000.00 mm ²
0.39	14.38	0.50	2.66	25.74	Densidad húmeda :	23.65 kg/m ³
0.45	15.30	0.75	5.26	35.22	Densidad seca :	23.65 kg/m ³
0.50	15.99	0.99	5.83	44.65	Humedad :	0.00 %
0.56	16.75	1.24	6.77	53.28	Estado	Bloque
0.63	17.51	1.49	7.87	59.06	Etapa de Consolidación	
0.71	18.26	1.74	8.74	64.28	Altura final consolidada :	14.41 mm
0.80	19.07	1.99	9.13	66.56	Etapa de Corte	
0.89	19.93	2.24	9.45	68.51	Altura final :	12 mm
1.00	20.75	2.49	9.71	69.16	Densidad húmeda final :	32.83 kg/m ³
1.13	21.64	2.74	9.95	68.43	Densidad seca final :	32.83 kg/m ³
1.26	22.55	2.98	10.20	67.70	Velocidad de corte :	0.18 mm/min
1.41	23.57	3.23	10.44	67.94	Clasificación SUCS del espécimen ensayado :	---
1.59	24.58	3.48	10.69	68.27	Clasificación SUCS de muestra global :	---
1.78	25.62	3.73	10.91	68.02		
2.00	26.79	3.98	11.12	68.27		
2.24	27.96	4.23	11.34	68.02		
		4.48	11.56	68.10		
		4.72	11.77	67.70		
		4.97	11.97	67.21		
		5.22	12.16	67.25		
		5.47	12.35	66.80		
		5.72	12.57	67.13		
		5.97	12.75	66.72		
		6.22	12.95	66.47		
		6.47	13.12	66.52		
		6.71	13.28	66.80		
		6.96	13.43	67.13		
		7.21	13.58	67.13		
		7.46	13.73	67.29		
		7.71	13.85	66.88		
		7.96	13.99	66.46		
		8.21	14.11	66.23		
		8.46	14.24	66.23		
		8.70	14.35	66.47		
		8.95	14.47	66.72		
		9.20	14.59	66.64		
		9.45	14.73	66.51		
		9.70	14.84	65.82		
		9.95	14.98	65.01		



NOTA: La muestra fue proporcionada e identificada por el Solicitante. El espécimen fue ensayado en condición natural (no sumergido).

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
--	--

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

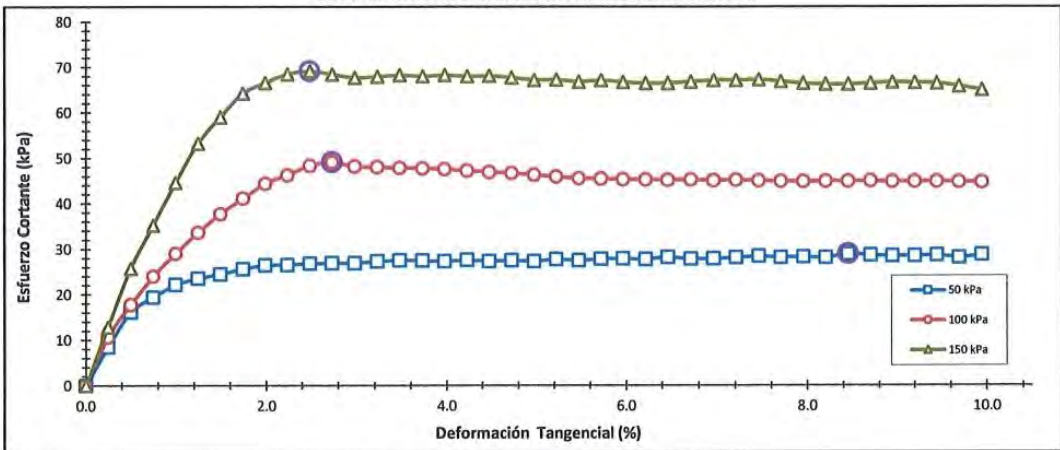
ENSAYO DE CORTE DIRECTO
(ASTM D3080)

Nro Informe : 059-08-LG18-082	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

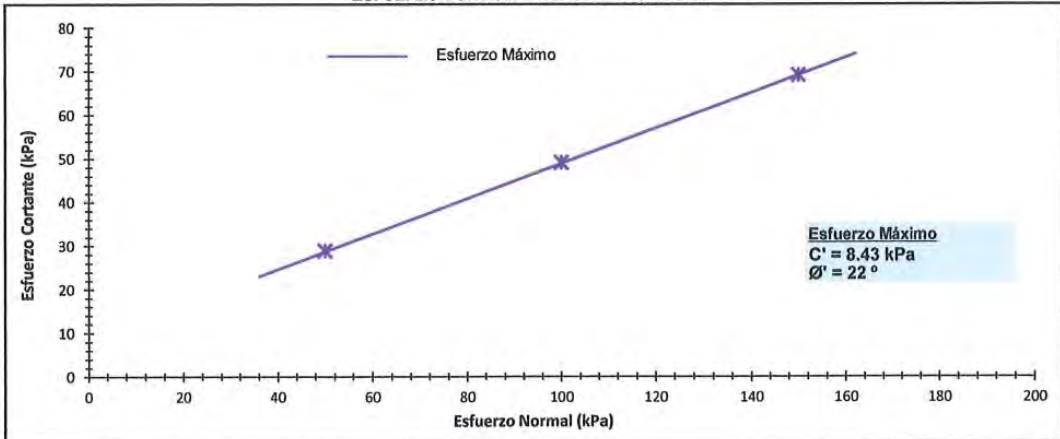
Ubicación : ---

Material : Geospuma D20
Muestra : 19, 16 y 20
Forma : Paralelepípedo SUCS Especimen: --- SUCS Global: ---


ESFUERZO CORTANTE vs DEFORMACIÓN TANGENCIAL



ESFUERZO CORTANTE vs ESFUERZO NORMAL



Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

	REGISTRO	Código	RGS-L2-002
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Revisión	2
Fecha		15/01/2018	
Página		1 de 4	

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D1621

Nro Informe : 059-08-LG18-082 **Fecha de Recepción** : 27/08/2018
Solicitante : Zer Geosystem Perú SAC **Fecha de Ejecución** : 12/08/2018
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
Muestra : 21
Forma : Cilindro

ESPÉCIMEN DE ENSAYO 1 DE 2

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	63.9 mm
Diámetro	99.8 mm
Humedad	0.00 %
Densidad Seca	15.40 kg/m ³

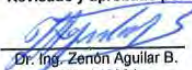
Velocidad de Ensayo : 6.3 mm/min
Condiciones atmosféricas del laboratorio
Temperatura : 21.1 °C
Humedad relativa : 54.8 %

Relación h/D: 0.6


Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza N	Area corregida (m ²)	σ Esfuerzo Kpa
0.00	0.00	0.00	0.00782	0.00
0.13	0.20	44.91	0.00784	5.73
0.26	0.40	74.85	0.00785	9.53
0.90	1.41	230.16	0.00793	29.01
1.55	2.42	385.48	0.00801	48.10
2.19	3.43	505.24	0.00810	62.39
2.84	4.44	591.32	0.00818	72.25
3.48	5.44	632.49	0.00827	76.47
4.12	6.45	662.43	0.00836	79.23
4.77	7.46	680.65	0.00845	80.54
5.41	8.47	697.98	0.00854	81.69
6.06	9.47	711.08	0.00864	82.30
6.70	10.48	726.05	0.00874	83.10
7.35	11.49	735.40	0.00884	83.22
7.99	12.50	750.37	0.00894	83.95
8.64	13.51	763.22	0.00904	84.40
9.28	14.51	776.57	0.00915	84.88
9.93	15.52	791.54	0.00926	85.50

Observación:

- La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 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-L2-002
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Revisión	2
		Fecha	15/01/2018
		Página	2 de 4

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D1621

Nro Informe : 059-08-LG18-082 **Fecha de Recepción** : 27/08/2018
Solicitante : Zer Geosystem Perú SAC **Fecha de Ejecución** : 12/08/2018
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
Muestra : 5
Forma : Cilindro

ESPÉCIMEN DE ENSAYO 1 DE 2

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	64.7 mm
Diámetro	100.1 mm
Humedad	0.00 %
Densidad Seca	15.38 kg/m ³


Velocidad de Ensayo : 6.4 mm/min
Condiciones atmosféricas del laboratorio
Temperatura : 21.3 °C
Humedad relativa : 54.9 %

Relación h/D: 0.6

Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza N	Area corregida (m ²)	σ Esfuerzo Kpa
0.00	0.00	0.00	0.00786	0.00
0.13	0.20	29.94	0.00788	3.80
0.26	0.40	54.27	0.00789	6.88
0.90	1.40	224.55	0.00797	28.16
1.55	2.39	379.87	0.00805	47.16
2.19	3.39	464.07	0.00814	57.03
2.84	4.38	523.95	0.00822	63.72
3.48	5.38	572.60	0.00831	68.91
4.12	6.38	608.16	0.00840	72.42
4.77	7.37	635.74	0.00849	74.90
5.41	8.37	654.94	0.00858	76.33
6.06	9.37	675.52	0.00867	77.88
6.70	10.36	688.62	0.00877	78.51
7.35	11.36	702.34	0.00887	79.19
7.99	12.36	712.95	0.00897	79.48
8.64	13.35	729.79	0.00907	80.43
9.28	14.35	743.50	0.00918	81.00
9.93	15.35	755.99	0.00929	81.40

Observación:

- La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancario Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

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

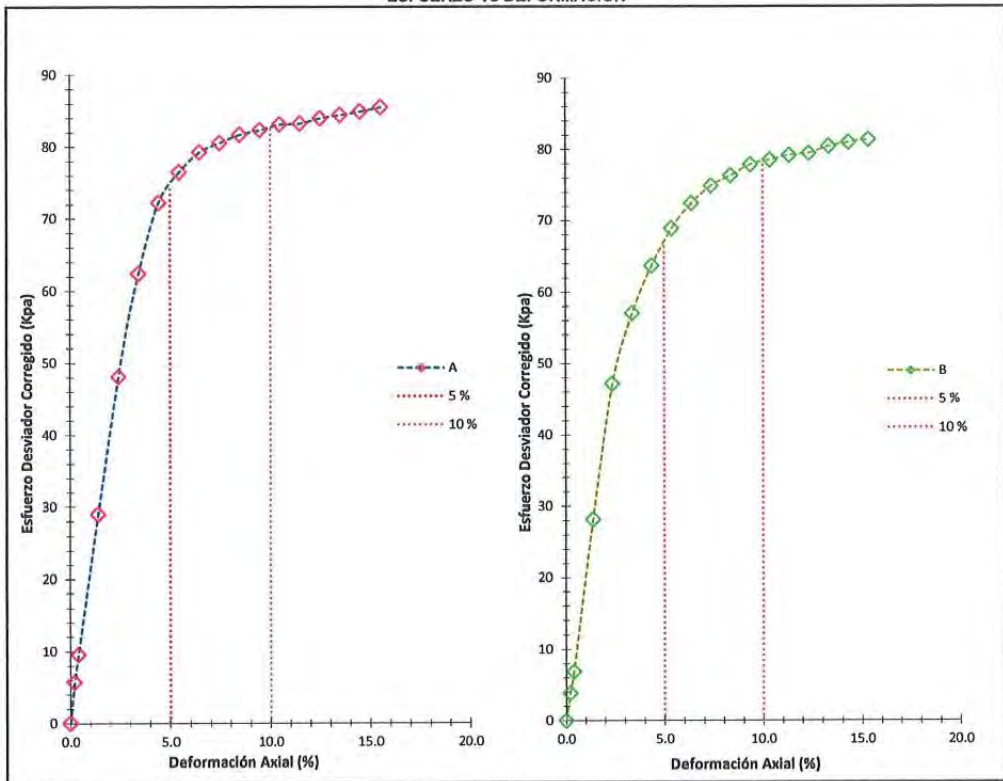
ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D1621

Informe :	059-08-LG18-082	Fecha de Recepción :	27/08/2018
Solicitante :	Zer Geosystem Perú SAC	Fecha de Ejecución :	12/08/2018
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
Muestra : 21
Forma : Cilindro

ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN

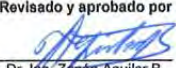



RESULTADOS

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA (qu)	80.50	kPa
ESFUERZO A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA AL 5% (qu)	70.77	kPa
MÓDULO DE ELASTICIDAD APARENTE (Ec)	1.81	MPa

Observación:

- La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

<p>Elaborado por</p> <p>Téc. Jhancarlo Araujo</p>	<p>Revisado y aprobado por</p>  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
--	---

	REGISTRO	Código	RGS-L2-002
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Revisión	2
		Fecha	15/01/2018
		Página	4 de 4

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D1621

Informe :	059-08-LG18-082	Fecha de Recepción :	27/08/2018
Solicitante :	Zer Geosystem Perú SAC	Fecha de Ejecución :	12/08/2018
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 : ---

Sondeo : Geospuma D15

Muestra : 21

Prof. (m) : Cilindro

PANEL FOTOGRÁFICO

ESPÉCIMEN "A"

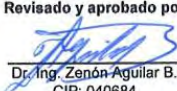


ESPÉCIMEN "B"




Observación:

- La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 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-L2-002
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Revisión	2
Fecha		15/01/2018	
Página		1 de 4	

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D1621

Nro Informe : 059-08-LG18-082 **Fecha de Recepción** : 27/08/2018
Solicitante : Zer Geosystem Perú SAC **Fecha de Ejecución** : 12/08/2018
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 D20
Muestra : 5
Forma : Cilindro

ESPÉCIMEN DE ENSAYO 1 DE 2

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	69.5 mm
Diámetro	101.6 mm
Humedad	0.00 %
Densidad Seca	19.62 kg/m ³

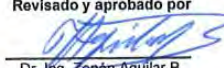
Velocidad de Ensayo : 6.8 mm/min
Condiciones atmosféricas del laboratorio
Temperatura : 21.4 °C
Humedad relativa : 54.5 %

Relación h/D: 0.7


Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza N	Area corregida (m ²)	σ Esfuerzo Kpa
0.06	0.09	0.00	0.00811	0.00
0.19	0.28	48.65	0.00813	5.98
0.58	0.83	160.93	0.00818	19.68
1.22	1.76	344.31	0.00825	41.72
1.87	2.69	467.81	0.00833	56.15
2.51	3.62	559.51	0.00841	66.52
3.16	4.55	662.43	0.00849	77.99
3.80	5.47	729.79	0.00858	85.09
4.45	6.40	774.70	0.00866	89.44
5.09	7.33	810.25	0.00875	92.62
5.74	8.26	849.55	0.00884	96.14
6.38	9.18	885.10	0.00893	99.15
7.03	10.11	900.07	0.00902	99.79
7.67	11.04	922.53	0.00911	101.23
8.31	11.97	933.76	0.00921	101.39
8.96	12.90	963.70	0.00931	103.54
9.60	13.82	980.54	0.00941	104.23
10.25	14.75	989.90	0.00951	104.09

Observación:

- La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 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-L2-002
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Revisión	2
		Fecha	15/01/2018
		Página	2 de 4

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D1621

Nro Informe : 059-08-LG18-082 **Fecha de Recepción** : 27/08/2018
Solicitante : Zer Geosystem Perú SAC **Fecha de Ejecución** : 12/08/2018
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 D20
Muestra : 5
Forma : Cilindro

ESPÉCIMEN DE ENSAYO 1 DE 2

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	65.1 mm
Diámetro	99.2 mm
Humedad	0.00 %
Densidad Seca	22.09 kg/m ³


Velocidad de Ensayo : 6.4 mm/min
Condiciones atmosféricas del laboratorio
Temperatura : 21.0 °C
Humedad relativa : 54.7 %

Relación h/D: 0.7

Deformación (mm)	Deformación (%)	Fuerza N	Area corregida (m ²)	σ Esfuerzo Kpa
0.00	0.00	0.00	0.00772	0.00
0.06	0.10	37.43	0.00773	4.84
0.19	0.30	101.05	0.00774	13.05
0.58	0.89	290.04	0.00779	37.23
1.22	1.88	458.46	0.00787	58.26
1.87	2.87	553.89	0.00795	69.68
2.51	3.86	619.39	0.00803	77.12
3.16	4.85	675.52	0.00811	83.25
3.80	5.84	703.59	0.00820	85.80
4.45	6.83	726.05	0.00829	87.61
5.09	7.82	739.15	0.00838	88.24
5.74	8.81	769.09	0.00847	90.83
6.38	9.80	782.19	0.00856	91.38
7.03	10.79	802.77	0.00866	92.75
7.67	11.78	821.48	0.00875	93.86
8.31	12.77	832.71	0.00885	94.07
8.96	13.76	847.68	0.00895	94.68
9.60	14.75	860.78	0.00906	95.04

Observación:

- La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

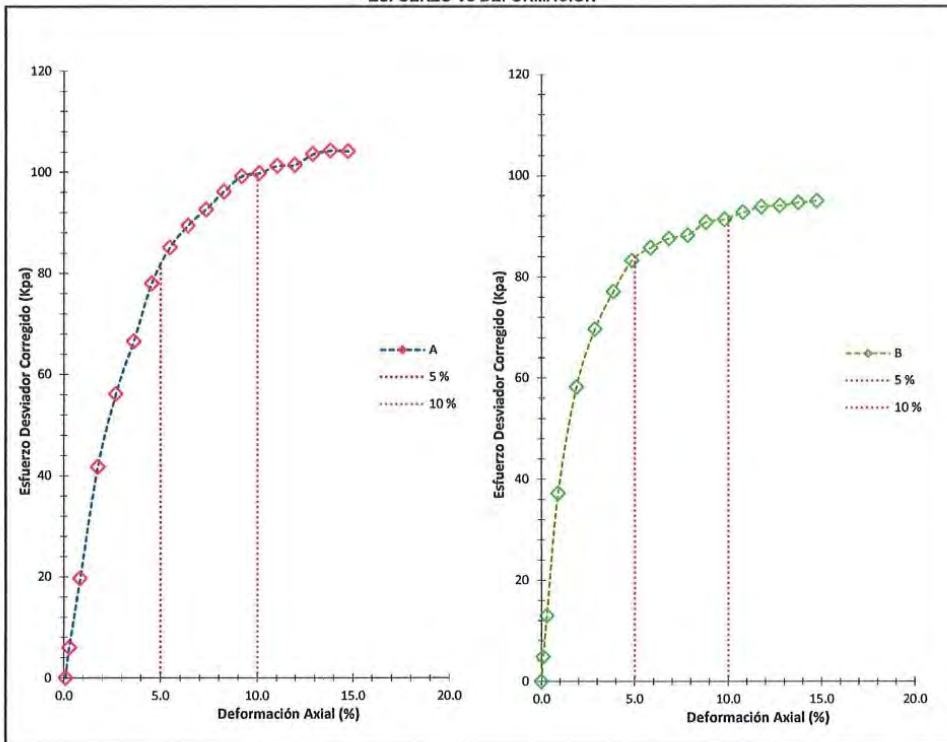
Jr. LOS CHASQUIS 2164 - Urb. EL TREBOL - LOS OLIVOS - LIMA - PERÚ
TEL:(051) 6823088 - 6823112 E-Mail : laboratorio@geofrontier.pe

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D1621

Informe :	059-08-LG18-082	Fecha de Recepción :	27/08/2018
Solicitante :	Zer Geosystem Perú SAC	Fecha de Ejecución :	12/08/2018
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 D20
Muestra : 5
Forma : Cilindro

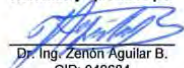
ESFUERZO Vs DEFORMACIÓN




RESULTADOS

ESFUERZO A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA AL 10 %	95.60	kPa
ESFUERZO A LA COMPRESIÓN NO CONFINADA AL 5 %	82.81	kPa
MÓDULO DE ELASTICIDAD APARENTE (Ec)	2.20	MPa

Observación:
- La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

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

	REGISTRO	Código	RGS-L2-002
	INFORME DE RESULTADO DE ENSAYOS	Revisión	2
Fecha		15/01/2018	
Página		4 de 4	

ENSAYO DE COMPRESIÓN NO CONFINADA EN MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D1621

Informe	: 059-08-LG18-082	Fecha de Recepción	: 27/08/2018
Solicitante	: Zer Geosystem Perú SAC	Fecha de Ejecución	: 12/08/2018
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	: ---		
Sondeo	: Geospuma D20		
Muestra	: 5		
Prof. (m)	: Cilindro		

PANEL FOTOGRÁFICO

ESPÉCIMEN "A"




ESPÉCIMEN "B"




Observación:

- La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante.

Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

Jr. LOS CHASQUIS 2164 - Urb. EL TREBOL - LOS OLIVOS - LIMA - PERÚ
TEL:(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 : 1 de 5

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU

(No Consolidado No Drenado (UU), ASTM D2850)

Nro Informe : 059-08-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 D25
 Muestra : 12
 Forma : Cilíndrica


PRESIÓN DE CELDA = 25 kPa

Probeta 1	Condiciones iniciales
Altura	200.6 mm
Diámetro	100.8 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_{dev} 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	25.0	0.00	1.00
0.10	42.82	2.76	28.70	3.70	27.76	25.0	0.13	1.11
0.20	66.88	3.87	34.47	5.77	28.87	25.0	0.17	1.15
0.30	82.56	5.23	41.59	7.12	30.23	25.0	0.17	1.21
0.40	115.39	5.94	51.53	9.94	30.94	25.0	0.19	1.24
0.50	132.46	7.38	62.93	11.40	32.38	25.0	0.18	1.30
1.00	200.02	10.68	80.06	17.13	35.68	25.0	0.21	1.43
1.50	236.84	13.37	100.24	20.18	38.37	25.0	0.20	1.53
2.00	265.42	15.11	122.74	22.50	40.11	25.0	0.18	1.60
2.50	286.72	17.05	146.92	24.18	42.05	25.0	0.16	1.68
3.00	301.11	18.58	172.18	25.26	43.58	25.0	0.15	1.74
4.00	324.38	21.14	199.11	26.94	46.14	25.0	0.14	1.85
5.00	351.26	23.23	227.98	28.86	48.23	25.0	0.13	1.93
6.00	365.14	25.01	256.08	28.11	50.01	25.0	0.11	2.00
7.00	390.05	27.16	285.60	29.51	52.16	25.0	0.10	2.09
8.00	410.94	28.77	316.14	30.55	53.77	25.0	0.10	2.15
9.00	435.66	29.92	347.99	31.84	54.92	25.0	0.09	2.20
10.00	455.68	31.17	380.71	32.72	56.17	25.0	0.09	2.25
11.00	464.73	32.50	413.42	32.72	57.50	25.0	0.08	2.30
12.00	486.23	33.24	447.06	33.63	58.24	25.0	0.08	2.33
13.00	500.23	33.74	481.00	33.94	58.74	25.0	0.07	2.35
14.00	512.82	34.41	515.12	34.12	59.41	25.0	0.07	2.38
15.00	532.55	35.48	549.90	34.79	60.48	25.0	0.06	2.42
16.00	546.53	36.23	584.90	34.99	61.23	25.0	0.06	2.45
17.00	563.77	36.77	620.30	35.40	61.77	25.0	0.06	2.47
18.00	583.08	37.83	656.22	35.92	62.83	25.0	0.05	2.51
19.00	595.83	38.84	692.16	35.94	63.84	25.0	0.05	2.55
20.00	603.29	39.44	727.72	35.56	64.44	25.0	0.05	2.58

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 3/4". Humedad proporcionada = 8 %, densidad seca proporcionada = 18.0 kN/m³. Los datos de remoldeo son responsabilidades del solicitante.

Elaborado por	Revisado y aprobado por
Téc. Jhancarlo Araujo	 Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General

Jr. LOS CHASQUIS 2164 - Urb. EL TEBOL - 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)

Nro Informe : 059-08-LG18-082
 Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.
 Proyecto : Informe de interpretación de ensayos de laboratorio aplicados a "geospuma" utilizados como material de reemplazo en carreteras
 Ubicación : ---

Fecha de Recepción : 27/08/2018
 Fecha de Ejecución : 12/09/2018
 Fecha de Emisión : 14/09/2018

Sondeo : Geospuma D25
 Muestra : 22
 Prof. (m) : Cilíndrica


PRESIÓN DE CELDA = 50 kPa

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	200.8 mm
Diámetro	100.3 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	1.14
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° 3/4". Humedad proporcionada = 8 %, densidad seca proporcionada = 18.0 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: 040684 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)

Nro Informe : 059-08-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 : ---

Sondeo : Geospuma D25

Muestra : 11

Prof. (m) : Cilíndrica

PRESIÓN DE CELDA = 100 kPa

Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	201.4 mm
Diámetro	99.9 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	150.00	0.00	100.00	100.0	0.00	1.00
0.10	0.71	4.59	150.23	0.23	104.59	100.0	0.00	1.05
0.20	2.09	7.16	151.29	1.06	107.16	100.0	0.01	1.07
0.30	3.52	8.83	153.17	1.88	108.83	100.0	0.01	1.09
0.40	5.38	12.33	155.28	2.11	112.33	100.0	0.01	1.12
0.50	8.49	14.14	158.03	2.76	114.14	100.0	0.02	1.14
1.00	16.55	21.24	161.05	3.02	121.24	100.0	0.02	1.21
1.50	29.55	25.02	164.57	3.52	125.02	100.0	0.02	1.25
2.00	65.70	27.90	170.47	5.90	127.90	100.0	0.03	1.28
2.50	86.68	29.98	178.25	7.77	129.98	100.0	0.04	1.30
3.00	113.69	31.33	188.45	10.20	131.33	100.0	0.05	1.31
4.00	151.93	33.40	201.92	13.47	133.40	100.0	0.07	1.33
5.00	187.40	35.36	218.32	16.40	135.36	100.0	0.08	1.35
6.00	211.82	36.59	236.55	18.23	136.59	100.0	0.08	1.37
7.00	249.46	37.22	257.77	21.22	137.22	100.0	0.08	1.37
8.00	266.62	38.25	280.02	22.25	138.25	100.0	0.08	1.38
9.00	294.32	39.48	304.23	24.21	139.48	100.0	0.08	1.39
10.00	314.93	40.58	329.69	25.46	140.58	100.0	0.08	1.41
11.00	328.93	41.06	355.77	26.09	141.06	100.0	0.07	1.41
12.00	359.66	41.71	383.91	28.14	141.71	100.0	0.07	1.42
13.00	374.98	42.09	412.70	28.79	142.09	100.0	0.07	1.42
14.00	395.67	42.55	442.56	29.86	142.55	100.0	0.07	1.43
15.00	415.27	43.13	473.36	30.80	143.13	100.0	0.07	1.43
16.00	426.80	43.39	504.37	31.01	143.39	100.0	0.06	1.43
17.00	444.21	43.90	536.05	31.68	143.90	100.0	0.06	1.44
18.00	459.81	44.54	568.39	32.34	144.54	100.0	0.06	1.45
19.00	483.41	44.56	601.81	33.42	144.56	100.0	0.06	1.45
20.00	495.79	44.59	635.91	34.10	144.59	100.0	0.05	1.45

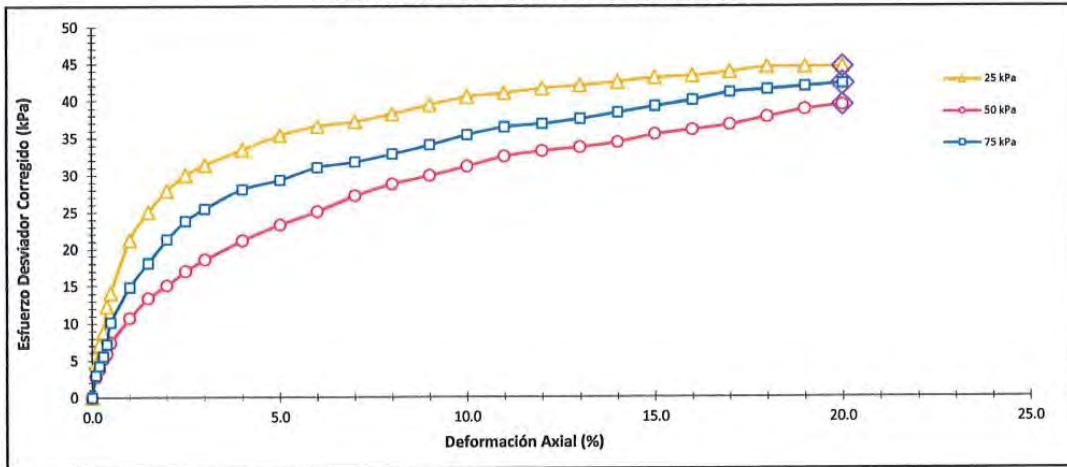
La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 3/4". Humedad proporcionada =8 %, densidad seca proporcionada = 18.0 kN/m³. Los datos de remoldeo son responsabilidades del solicitante.

Elaborado por	Revisado y aprobado por
Téc. Jhancarlo Araujo	 Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General

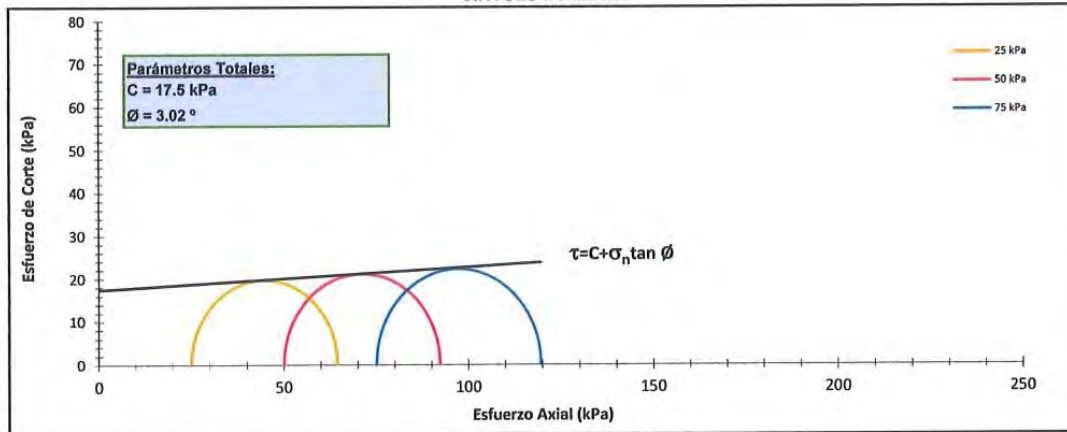
ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No Consolidado No Drenado (UU), ASTM D2850)


Informe : 058-08-LG18-089	Fecha de Recepción : 27/08/2018
Solicitante : Zer Geosystem Perú S.A.C.	Fecha de Ejecución : 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 D25	
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. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General

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

ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL UU
(No Consolidado No Drenado (UU), ASTM D2850)

Informe :	059-08-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 D25
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. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

	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)

Nro Informe : 059-08-LG18-082 **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	200.8 mm
Diámetro	105.9 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	50.0	0.00	1.00
0.10	56.35	3.63	53.70	3.70	53.63	50.0	0.07	1.07
0.20	88.00	5.09	59.47	5.77	55.09	50.0	0.10	1.10
0.30	108.63	6.88	66.59	7.12	56.88	50.0	0.11	1.14
0.40	151.82	7.81	76.53	9.94	57.81	50.0	0.13	1.16
0.50	174.29	9.71	87.93	11.40	59.71	50.0	0.13	1.19
1.00	263.18	14.06	105.06	17.13	64.06	50.0	0.16	1.28
1.50	311.63	17.59	125.24	20.18	67.59	50.0	0.16	1.35
2.00	349.24	19.88	147.74	22.50	69.88	50.0	0.15	1.40
2.50	377.26	22.43	171.92	24.18	72.43	50.0	0.14	1.45
3.00	396.20	24.45	197.18	25.26	74.45	50.0	0.13	1.49
4.00	426.82	27.81	224.11	26.94	77.81	50.0	0.12	1.56
5.00	462.19	30.57	252.98	28.86	80.57	50.0	0.11	1.61
6.00	480.44	32.91	281.08	28.11	82.91	50.0	0.10	1.66
7.00	513.23	35.74	310.60	29.51	85.74	50.0	0.10	1.71
8.00	540.71	37.86	341.14	30.55	87.86	50.0	0.09	1.76
9.00	573.23	39.37	372.99	31.84	89.37	50.0	0.09	1.79
10.00	599.58	41.01	405.71	32.72	91.01	50.0	0.08	1.82
11.00	611.48	42.76	438.42	32.72	92.76	50.0	0.07	1.86
12.00	639.77	43.74	472.06	33.63	93.74	50.0	0.07	1.87
13.00	658.19	44.39	506.00	33.94	94.39	50.0	0.07	1.89
14.00	674.77	45.27	540.12	34.12	95.27	50.0	0.06	1.91
15.00	700.73	46.69	574.90	34.79	96.69	50.0	0.06	1.93
16.00	719.12	47.67	609.90	34.99	97.67	50.0	0.06	1.95
17.00	741.80	48.38	645.30	35.40	98.38	50.0	0.05	1.97
18.00	767.22	49.78	681.22	35.92	99.78	50.0	0.05	2.00
19.00	783.99	51.10	717.16	35.94	101.10	50.0	0.05	2.02
20.00	793.80	51.90	752.72	35.56	101.90	50.0	0.05	2.04

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 3/4". Humedad proporcionada =8 %, densidad seca proporcionada = 18.0 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: 040684 Gerente General
---	---

	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)

Nro Informe : 059-08-LG18-082 **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 : ---

Sondeo : Geospuma D20
Muestra : 14
Prof. (m) : Cilíndrica

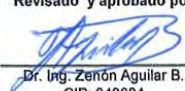
PRESIÓN DE CELDA = 100 kPa


Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	201.3 mm
Diámetro	100.4 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_{dssv} 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	100.0	0.00	1.00
0.10	59.20	4.46	100.12	0.12	104.46	100.0	0.00	1.04
0.20	90.86	6.32	100.36	0.24	106.32	100.0	0.00	1.06
0.30	111.49	8.27	100.70	0.34	108.27	100.0	0.00	1.08
0.40	154.68	10.75	101.51	0.81	110.75	100.0	0.01	1.11
0.50	177.14	15.12	102.86	1.36	115.12	100.0	0.01	1.15
1.00	266.04	22.19	105.39	2.53	122.19	100.0	0.02	1.22
1.50	314.48	27.05	110.19	4.80	127.05	100.0	0.04	1.27
2.00	352.09	31.80	117.63	7.44	131.80	100.0	0.06	1.32
2.50	380.12	35.54	126.09	8.47	135.54	100.0	0.07	1.36
3.00	399.05	39.20	136.12	10.03	139.20	100.0	0.07	1.39
4.00	429.68	41.95	148.73	12.61	141.95	100.0	0.08	1.42
5.00	465.05	43.81	163.51	14.78	143.81	100.0	0.09	1.44
6.00	483.30	45.45	179.72	16.21	145.45	100.0	0.09	1.45
7.00	516.09	46.43	197.58	17.87	146.43	100.0	0.09	1.46
8.00	543.57	47.51	216.52	18.93	147.51	100.0	0.09	1.48
9.00	576.09	49.11	236.20	19.68	149.11	100.0	0.08	1.49
10.00	602.44	50.92	256.78	20.58	150.92	100.0	0.08	1.51
11.00	614.34	52.67	278.41	21.63	152.67	100.0	0.08	1.53
12.00	642.63	54.27	300.28	21.87	154.27	100.0	0.07	1.54
13.00	661.05	55.58	322.38	22.10	155.58	100.0	0.07	1.56
14.00	677.63	57.33	345.51	23.14	157.33	100.0	0.07	1.57
15.00	703.59	58.59	370.46	24.94	158.59	100.0	0.07	1.59
16.00	721.98	59.82	397.79	27.33	159.82	100.0	0.07	1.60
17.00	744.65	61.35	423.38	25.59	161.35	100.0	0.06	1.61
18.00	770.07	61.95	446.27	22.89	161.95	100.0	0.05	1.62
19.00	786.85	62.55	469.82	23.55	162.55	100.0	0.05	1.63
20.00	796.66	63.16	493.99	24.17	163.16	100.0	0.05	1.63

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 3/4". Humedad proporcionada = 8 %, densidad seca proporcionada = 18.0 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: 040684 Gerente General
---	---

	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)

Nro Informe : 059-08-LG18-082 **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 : ---

Sondeo : Geospuma D20
Muestra : 16
Prof. (m) : Cilíndrica


PRESIÓN DE CELDA = 150 kPa


Probeta 1	Condiciones Iniciales
Altura	200.2 mm
Diámetro	101.8 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	150.0	0.00	1.00
0.10	1.15	7.40	150.23	0.23	157.40	150.0	0.00	1.05
0.20	3.37	11.55	151.29	1.06	161.55	150.0	0.01	1.08
0.30	5.68	14.24	153.17	1.88	164.24	150.0	0.01	1.09
0.40	8.68	19.88	155.28	2.11	169.88	150.0	0.01	1.13
0.50	13.69	22.80	158.03	2.76	172.80	150.0	0.02	1.15
1.00	26.69	34.25	161.05	3.02	184.25	150.0	0.02	1.23
1.50	47.66	40.36	164.57	3.52	190.36	150.0	0.02	1.27
2.00	105.97	45.00	170.47	5.90	195.00	150.0	0.03	1.30
2.50	139.81	48.36	178.25	7.77	198.36	150.0	0.04	1.32
3.00	183.37	50.53	188.45	10.20	200.53	150.0	0.05	1.34
4.00	245.04	53.87	201.92	13.47	203.87	150.0	0.07	1.36
5.00	302.26	57.03	218.32	16.40	207.03	150.0	0.08	1.38
6.00	341.65	59.01	236.55	18.23	209.01	150.0	0.08	1.39
7.00	402.36	60.03	257.77	21.22	210.03	150.0	0.08	1.40
8.00	430.02	61.70	280.02	22.25	211.70	150.0	0.08	1.41
9.00	474.70	63.68	304.23	24.21	213.68	150.0	0.08	1.42
10.00	507.95	65.44	329.69	25.46	215.44	150.0	0.08	1.44
11.00	530.54	66.23	355.77	26.09	216.23	150.0	0.07	1.44
12.00	580.09	67.27	383.91	28.14	217.27	150.0	0.07	1.45
13.00	604.80	67.89	412.70	28.79	217.89	150.0	0.07	1.45
14.00	638.18	68.63	442.56	29.86	218.63	150.0	0.07	1.46
15.00	669.80	69.57	473.36	30.80	219.57	150.0	0.07	1.46
16.00	688.38	69.99	504.37	31.01	219.99	150.0	0.06	1.47
17.00	716.46	70.81	536.05	31.68	220.81	150.0	0.06	1.47
18.00	741.64	71.84	568.39	32.34	221.84	150.0	0.06	1.48
19.00	779.69	71.88	601.81	33.42	221.88	150.0	0.06	1.48
20.00	799.66	71.91	635.91	34.10	221.91	150.0	0.05	1.48

La muestra ha sido identificada y entregada por el solicitante. Material empleado en el remoldeo menor al tamiz N° 3/4". Humedad proporcionada = 8 %, densidad seca proporcionada = 18.0 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: 040684 Gerente General
---	---

	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

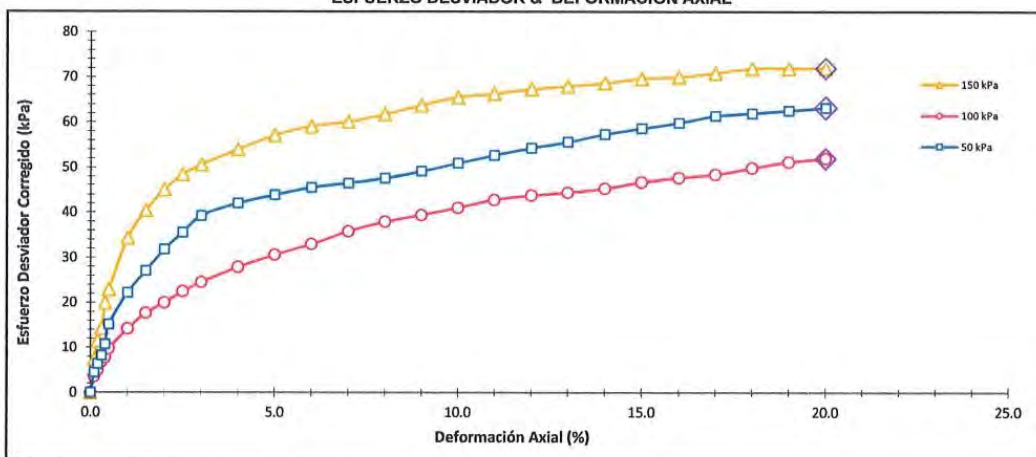
Ubicación : ---

Material : Geospuma D20

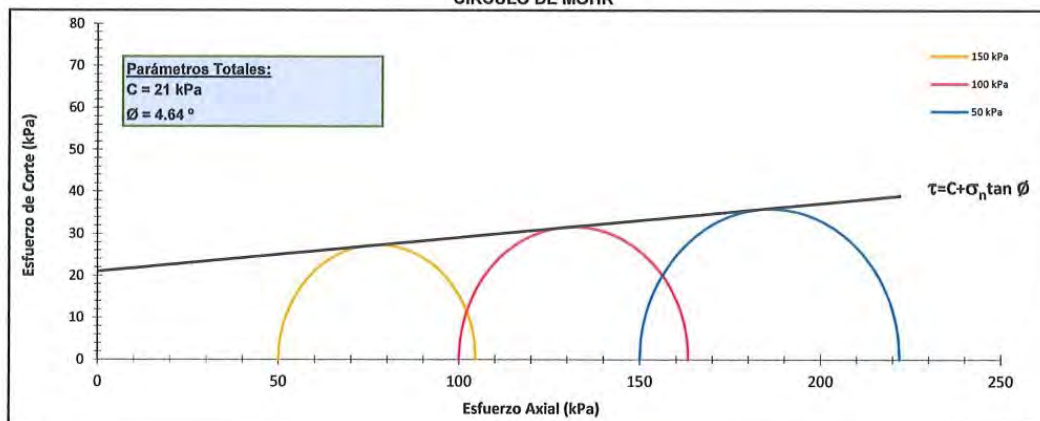
Muestras : 17, 14 y 16


Forma : Cilíndrica


ESFUERZO DESVIADOR & DEFORMACIÓN AXIAL



CÍRCULO DE MOHR



Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

	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 : 059-08-LG18-082	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 : 17, 14 y 16
Forma : Cilíndrica

Espécimen 50 kPa




Espécimen 100 kPa



Espécimen 150 kPa



Elaborado por Téc. Jhancarlo Araujo	Revisado y aprobado por  Dr. Ing. Zenón Aguilar B. CIP: 040684 Gerente General
---	---

ENSAYOS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO DE INNOVA PUCP - PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ.



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

LABORATORIO DE ANALISIS FISICOS 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.8, San Juan Bautista, Maynas, Loreto
Teléfono : 995743714/065600984/065600985
RUC : 20567120547
Referencia : Solicitud de fecha 10/08/2018. Cot. 06/08/18
Muestra : Geospuma: 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 (Geospuma).
Probeta de 153 cm x 122 cm x 62 cm

Resultados:

Pruebas:	Referencia	Muestra	Unidades	Observaciones
Densidad	ASTM D 1622-03	15,3	Kg/m ³	± 2,0 %
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 E84	Es ignifugo	No propaga llama	No propaga llama
% Absorción de agua	ASTM D570	0,34	%	
Coefficiente de dilatación térmica	ASTM D679	1,2 x 10-4	°C ⁻¹	Rango : 21°C a 70°C

Responsable del servicio:

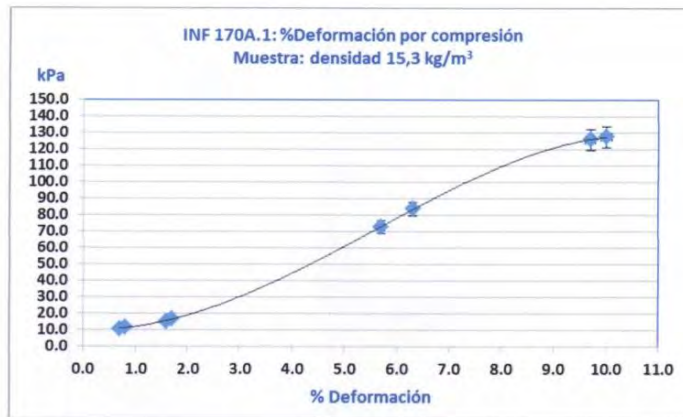
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Centro de Consultoría y Servicios Integrados - INNOVA PUCP
Laboratorio de Análisis Físicos


.....
Dra. MARIA ELENA LOPEZ HERRERA
Coordinadora

CC: Archivo
ANFIS ECOPOR SAC 170A.1/08/18
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

Pruebas:	Referencia	Muestra	
		Deformación	Presión
Resistencia a compresión	ASTM 1621-16	%	kPa
		0.7	10.5
		0.8	11.8
		1.6	15.3
		1.7	16.9
		5.7	72.8
		6.3	83.6
		9.7	125.8
		10.0	127.4



Responsable del servicio:

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Centro de Consultoría y Servicios Integrados - INNOVAPUCP
Laboratorio de Análisis Físicos


Dra. MARÍA ELENA LOPEZ HERRERA
Coordinadora

**LABORATORIO DE ANALISIS FISICOS
INFORME DE RESULTADOS**

INF.TEC. N°170B.1/08/2018
Pág. 1/2

Fecha : 18/10/2018
 Solicita : ECOFOR SAC
 Atención : Sr. Guillermo Pin Lombardi.
 Dirección : Calle Las Malvinas s/n. Rumococha Sec.8, San Juan Bautista, Maynas, Loreto
 Teléfono : 995743714/065600984/065600985
 RUC : 20567120547
 Referencia : Solicitud de fecha 10/08/2018. Cot. 06/08/18
 Muestra : Geospuma: 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 (Geospuma).
 Probeta de 153 cm x 122 cm x 62 cm

Resultados:

Pruebas:	Referencia	Muestra	Unidades	Observaciones
Densidad	ASTM D 1622-03	20,1	Kg/m ³	± 2,0 %
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 E84	Es ignífugo		No propaga llama
% Absorción de agua	ASTM D570	0,68	%	
Coeficiente de dilatación térmica	ASTM D679	1,5 x 10 ⁻⁴	°C ⁻¹	Rango : 21°C a 70°C

Responsable del servicio:

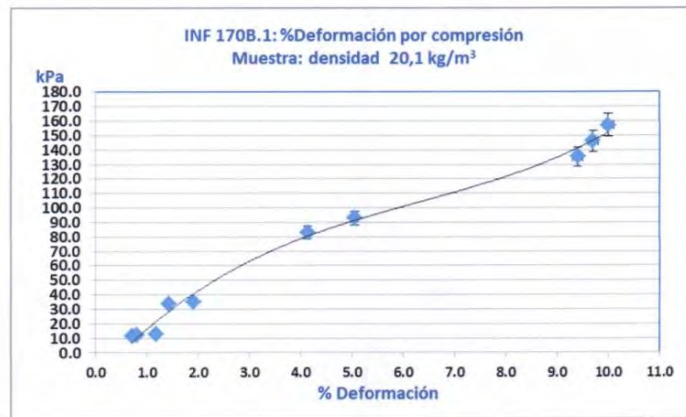
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
 Sección: Consultoría y Servicios Integrados - INNOVA PUCP
 Laboratorio de Analisis Fisicos


 Dra. MARIA ELENA LOPEZ HERRERA
 Coordinadora

CC: Archivo
 ANFIS ECOFOR SAC 170B.1/08/18
 MELWJL

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

Pruebas:	Referencia	Muestra	
		Deformación	Presión
Resistencia a compresión	ASTM 1621-16	%	kPa
		0.7	11.8
		0.8	12.2
		1.2	12.8
		1.4	33.8
		1.9	35.2
		4.1	83.0
		5.1	93.0
		9.4	135.2
		9.7	146.0
		10.0	157.0



Responsable del servicio:

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
Centro de Consultoría y Servicios Integrales - INNOVA PUCP
Laboratorio de Análisis Especiales


Dra. MARÍA ELENA LOPEZ HERRERA
Coordinadora

CC: Archivo
ANFIS ECOPOR SAC 170B.1/08/18
MELHJL

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

ENSAYOS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



REFERENCIA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS 19
SOLICITANTE : ECOFOR
FECHA : SAN JUAN, 04 DE ABRIL DE 2017.

PROPIEDADES DE COMPRESIÓN DE MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS ASTM D - 1621

	MUESTRA					PROMEDIO
	N°01	N°02	N°03	N°04	N°05	
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AL 1% DE DEFORMACIÓN (kg/cm ²)	0.634	0.577	0.571	0.616	0.633	0.606
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AL 5% DE DEFORMACIÓN (kg/cm ²)	1.088	1.056	1.045	1.055	1.054	1.060
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AL 10% DE DEFORMACIÓN (kg/cm ²)	1.174	1.145	1.139	1.141	1.141	1.148

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según la Norma ASTM D-1621.

OBSERVACIONES : - Los especímenes de ensayo fueron moldeados e identificados por el solicitante.
- El laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Las resistencias a la compresión de material plástico celular al 1%, 5% y 10% de deformación son 0.606 kg/cm², 1.06 kg/cm² y 1.148 kg/cm² respectivamente.


Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
C.º N.º 43813
Ingeniera Civil
V.º B.º Jefe de Laboratorio



REFERENCIA : EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EPS 19
SOLICITANTE : ECOPOR
FECHA : SAN JUAN, 04 DE ABRIL DE 2017.

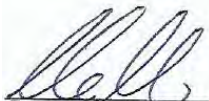
DENSIDAD APARENTE
DE MATERIALES PLÁSTICOS CELULARES RÍGIDOS
ASTM D - 1622

	MUESTRA				
	N°01	N°02	N°03	N°04	N°05
ANCHO PROMEDIO DE LA MUESTRA (cm)	7.22	7.35	7.21	7.33	7.32
LARGO PROMEDIO DE LA MUESTRA (cm)	7.28	7.22	7.36	7.21	7.22
ALTURA PROMEDIO DE LA MUESTRA (cm)	6.82	7.13	7.20	7.20	7.23
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	358.47	378.37	382.07	380.51	382.11
PESO DE LA MUESTRA (g)	7.02	7.37	7.48	7.47	7.53
DENSIDAD APARENTE (kg/m ³)	19.58	19.48	19.58	19.63	19.71
DENSIDAD APARENTE PROMEDIO (kg/m ³)	19.60				

ESPECIFICACIONES : - Los Ensayos se realizaron según la Norma ASTM D-1622.

OBSERVACIONES : - Los especímenes de ensayo fueron moldeados e identificados por el solicitante.
- El laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - La densidad aparente de material plástico celular es 19.6 kg/m³


Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
C.P. N° 43823
INGENIERO CIVIL
V°B° Jefe de Laboratorio

***ANEXO B: RESULTADOS DE ENSAYOS DEL ESTUDIO DE
MECÁNICA DE SUELOS***

ENSAYOS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO, Y ASFALTO-AMAZON SOIL



PROYECTO DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS

UBICACIÓN DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE ECOPOR SAC

ESPECIALISTA ING JANIO ZAPATA TAVARA

FECHA 19/09/2018

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D 4318 - NTP 339.129

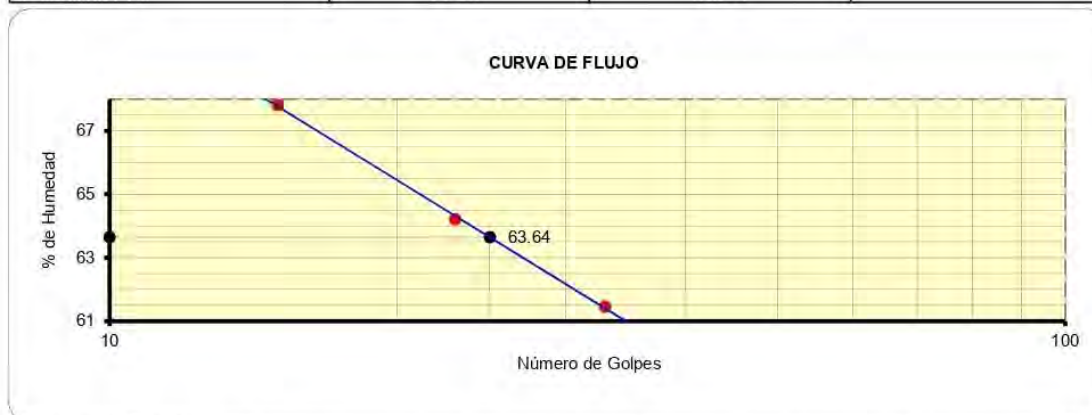
Datos de Campo		Resultados	
Ubicación	C-1	Límite Líquido	63.64
Muestra	M-1	Límite Plástico	26.57
Profundidad	2.60 -3.00 M	Ind. Plástico	37.08
		Clas. SUCS	CH
		Clas. AASHTO	A-7-6 (20)

Límite Líquido ASTM D 4318 - T 89

ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes	15	23	33
Recipiente N°	1	2	3
R + Suelo Hum.	42.54	43.71	50.26
R + Suelo Seco	39.19	40.48	46.64
Peso de agua	3.35	3.23	3.62
Peso de la Tara	34.25	35.45	40.75
Peso de S. Seco	4.94	5.03	5.89
% de Humedad	67.81	64.21	61.46

Límite Plástico ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	
Recipiente N°	14	15	
R + Suelo Hum.	13.40	13.65	
R + Suelo Seco	13.00	13.21	
Peso de agua	0.40	0.44	
Peso de Recip.	11.47	11.58	
Peso de S. Seco	1.53	1.63	
% de Humedad	26.14	26.99	



ESPECIFICACIONES : Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite liquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.

OBSERVACIONES : Las muestras corresponden a suelos alterados, trasladadas al laboratorio por el personal encargado.

RESULTADOS : Arcilla inorganica de color gris oscuro con raíces. Clasificación CH A-7-6 (20)

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

PROYECTO : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS DEPARTAMENTO DE LORETO

UBICACIÓN : PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : ECOPOP SAC

ESPECIALISTA : ING JANIO ZAPATA TAVARA

FECHA : 19/09/2018

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 339.128

DATOS DE CAMPO

Ubicación : C-1

Muestra : M-2

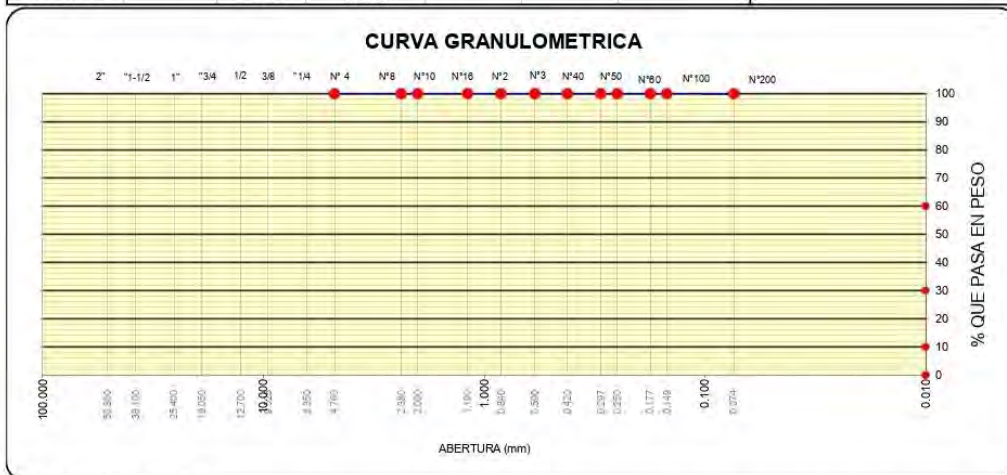
Profundidad : 1.50-2.50 M

Humedad Natural	
Sh + Tara	593.15
Ss + Tara	394.73
Tara	0.00
Peso Agua	198.42
Peso Suelo Seco	394.73
Humedad(%)	50.27

Peso de muestra seca : 119.27

Peso de muestra lavada : 0.10

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
3"	76.000						
2 1/2"	63.300						L. Líquido : 57.49
2"	50.600						L. Plástico : 34.70
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : 22.19
1"	25.400						Clas. SUCS : OH
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-7-5 (17)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº16	1.190	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº30	0.590	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº40	0.420	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº50	0.297	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº60	0.250	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº80	0.177	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº100	0.149	0.07	0.06	0.06	99.94		
Nº200	0.074	0.03	0.03	0.08	99.92		
Pasa Nº200		119.17	99.92				



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D -422, Norma Técnica Peruana NTP 339.128.

OBSERVACIONES : Las muestras corresponden a suelos alterados, trasladadas al laboratorio por el personal encargado.

RESULTADOS : Arcilla organica de color gris azulado con raices. Clasificación OH-A-7-5 (17)

El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 99.92%

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

ENSAYO DE PENETRACION NORMAL

STANDARD PENETRATION TEST - SPT (ASTM 1586 - NTP 339.133)

PROYECTO : "DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON PO CA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS DEPARTAMENTO DE LORETO

UBICACIÓN : AH. SAN VALENTIN-CALLE LAS GARDENIAS

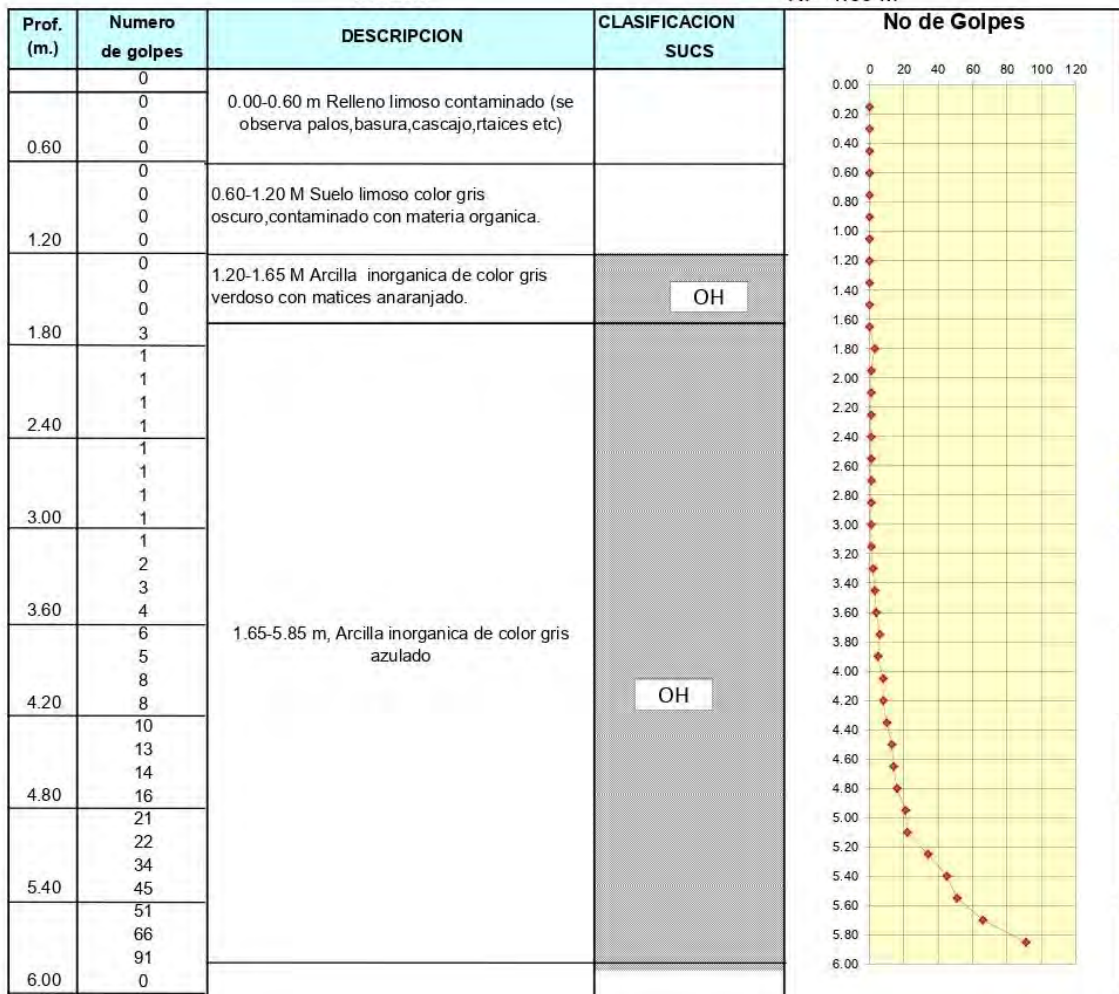
ENTIDAD : ECOPOR SAC

ING RESPONSABLE : ING KALEB PAREDES ALVARADO

FECHA : SAN JUAN ,19 DE SETIEMBRE DEL AÑO 2018

PG-01

NF 1.00 M



PROYECTO : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS DEPARTAMENTO DE LORETO

UBICACIÓN : PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : ECOPOR SAC

ESPECIALISTA : ING. JANIO ZAPATA TAVARA

FECHA : 19/09/2018

ANALISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 339.128

DATOS DE CAMPO

Ubicación : PG-1

Muestra : M-1

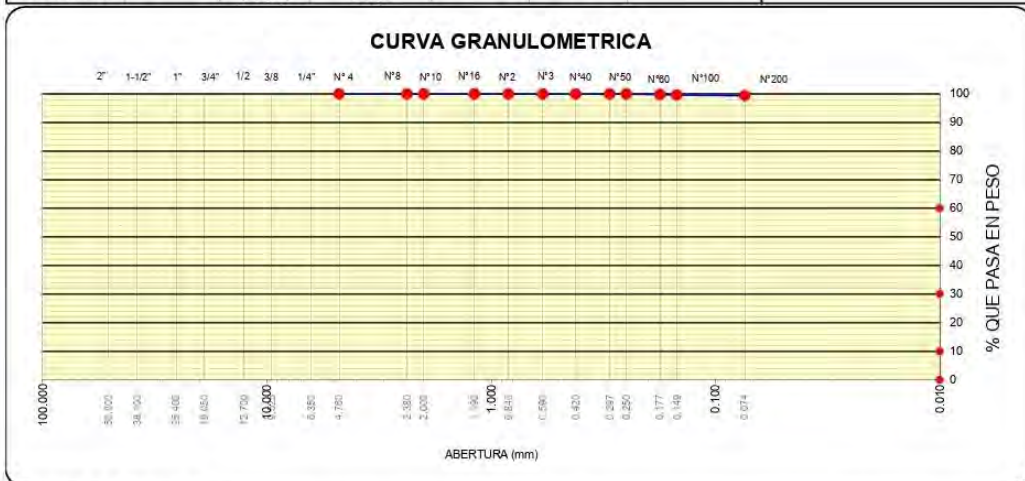
Profundidad : 1.20-1.65 m

Humedad Natural	
Sh + Tara	305.02
Ss + Tara	224.77
Tara	0.00
Peso Agua	80.25
Peso Suelo Seco	224.77
Humedad(%)	35.70

Peso de muestra seca : 100.73

Peso de muestra lavada : 0.62

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
3"	76.000						
2 1/2"	63.300						L. Líquido : 58.38
2"	50.600						L. Plástico : 39.92
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : 18.46
1"	25.400						Clas. SUCS : OH
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-7-5 (15)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.750				100.00		
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº16	1.190	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº30	0.590	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº40	0.420	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº50	0.297	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº60	0.250	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº80	0.177	0.27	0.27	0.27	99.73		
Nº100	0.149	0.11	0.11	0.38	99.62		
Nº200	0.074	0.24	0.24	0.62	99.38		
Pasa Nº200		100.11	99.38				



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D -422, Norma Técnica Peruana NTP 339.128.

OBSERVACIONES : Las muestras corresponden a suelos alterados, trasladadas al laboratorio por el personal encargado.

RESULTADOS : Arcilla organica de color gris verdoso on matices anaranjado Clasificacion.OH A-7-(15)
El porcentaje que pasa la malla Nº 200 es de 99.38%

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD

PROYECTO : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS DEPARTAMENTO DE LORETO

UBICACIÓN : PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : ECOPOR SAC

ESPECIALISTA : ING. JANIO ZAPATA TAVARA

FECHA : 19/09/2018

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D 422 - NTP 339.128

DATOS DE CAMPO

Ubicación : PG-1

Muestra : M-02

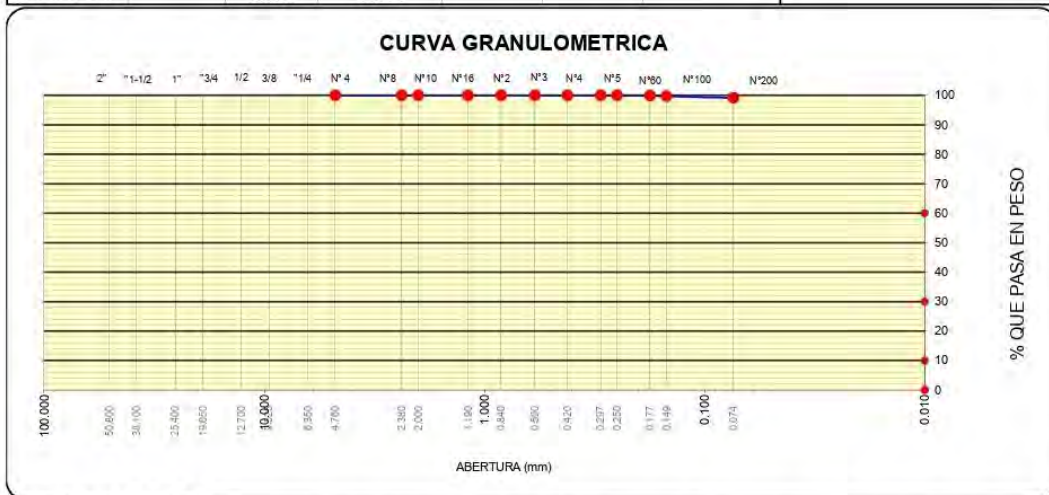
Profundidad : 1.65-5.85 m

Humedad Natural	
Sh + Tara	: 519.47
Ss + Tara	: 383.09
Tara	: 0.00
Peso Agua	: 136.38
Peso Suelo Seco	: 383.09
Humedad(%)	: 35.60

Peso de muestra seca : 121.82

Peso de muestra lavada : 1.05

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
3"	76.000						
2 1/2"	63.300						L. Líquido : 55.28
2"	50.600						L. Plástico : 34.36
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : 20.92
1"	25.400						Clas. SUCS : OH
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-7-5 (15)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.760				100.00		
Nº8	2.380	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº16	1.190	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº30	0.590	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº40	0.420	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº50	0.297	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº60	0.250	0.00	0.00	0.00	100.00		
Nº80	0.177	0.14	0.11	0.11	99.89		
Nº100	0.149	0.21	0.17	0.29	99.71		
Nº200	0.074	0.70	0.57	0.86	99.14		
Pasa Nº200		120.77	99.14				



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado se realizó según ASTM D -422, Norma Técnica Peruana NTP 339.128.

OBSERVACIONES : Las muestras corresponden a suelos alterados, trasladadas al laboratorio por el personal encargado.

RESULTADOS : Arcilla inorganica de color gris azulado Clasificación OH A-7-5 (15)

El porcentaje que pasa la malla N° 200 es de 99.14%

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES Y CONTROL DE CALIDAD
PESO VOLUMETRICO NTP 339.139

PROYECTO : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DPTO DE LOREO

UBICACIÓN : PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO

ESPECIALISTA : ING. JANIO ZAPATA TAVARA

FECHA : SAN JUAN ,19 DE SETIEMBRE DEL 2018

DATOS DE CAMPO

Ubicación :
Muestra : PG-1 M-1
Profundidad : 1.20-1.65 M

ENSAYO	FORMULA	1	2	3
1 Muestra	DATO	9.68	10.30	10.00
2 Muestra+Parafina	DATO	10.20	10.80	10.40
3 Volumen Desplazado	DATO	7.00	7.00	7.00
4 Parafina	DATO	0.86	0.87	0.87
5 Peso de la parafina	(2 - 1)	0.52	0.50	0.40
6 Volumen de la parafina	(5 / 4)	0.61	0.57	0.46
7 Volumen de la muestra	(3 - 6)	6.39	6.43	6.54
8 Peso volumetrico	(1 / 7)	1.51	1.60	1.53
9 PROMEDIO			1.55	

OBSERVACIONES : Las muestras corresponden a suelos alterados, trasladadas al laboratorio por el personal encargado.

Arcilla organiocca color gris verdoso con matices anaranjado.

RESULTADOS : Los ensayos realizados para el Peso volumetrico de masa para los suelos dieron como resultado el valor de 1.55 gr/cm³.

ENSAYOS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Nº 002126

Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 1025-1

SOLICITANTE : ECOPOR SAC
 PROYECTO : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO
 UBICACIÓN : PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO
 FECHA : 28 DE DICIEMBRE 2018

REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Única

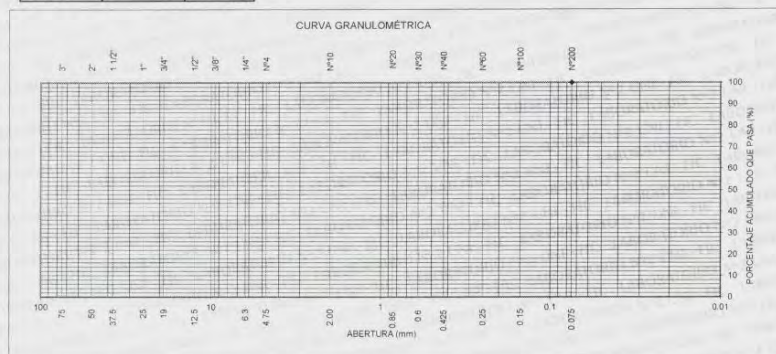
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO - ASTM D422

Tamiz	Abertura (mm)	(%)		FONDO
		Parcial Retenido	(%) Acumulado Pasa	
3"	75.000	-	-	
2"	50.000	-	-	
1 1/2"	37.500	-	-	
1"	25.000	-	-	
3/4"	19.000	-	-	
1/2"	12.500	-	-	
3/8"	9.500	-	-	
1/4"	6.300	-	-	
N°4	4.750	-	-	
N°10	2.000	-	-	
N°20	0.850	-	-	
N°30	0.600	-	-	
N°40	0.425	-	-	
N°60	0.250	-	-	
N°100	0.150	-	-	
N°200	0.075	0.0	0.0	100.0
FONDO			100.0	

% Grava :	----
% Arena :	0.0
% Finos :	100.0

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318	
Limite Líquido (%) :	73.7
Limite Plástico (%) :	38.6
Índice Plástico (%) :	35.1

Clasificación SUCS ASTM D2487 : MH



Nota: La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante

Ejecutado por : Tec. G. Quico Z
 Revisado por : Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
 Teléfono: (511) 381-3842
 e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe



INFORME N° S18 - 1025-3

SOLICITANTE : ECOPOR SAC
PROYECTO : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO
UBICACIÓN : PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO
FECHA : 28 DE DICIEMBRE 2018

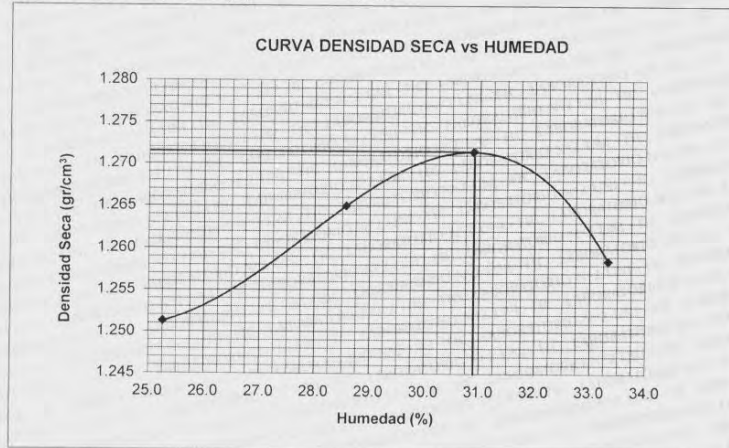
REPORTE DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Muestra : Única

ENSAYO PROCTOR ESTANDAR ASTM D 698

I. RESULTADOS OBTENIDOS EN LA COMPACTACIÓN DE LA FRACCIÓN FINA < N°4

MÉTODO DE ENSAYO : A
Máxima Densidad Seca (gr/cm³) : 1.272
Óptimo Contenido de Humec (%) : 30.90



Nota. Muestra remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecución : Téc. G. Quico Z.

Revisión : Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842
e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe





Facultad de Ingeniería Civil

Laboratorio N°2 - Mecánica de Suelos

INFORME N° S18 - 1025-2

SOLICITANTE : ECOPOR SAC
PROYECTO : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO
UBICACIÓN : PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO
FECHA : 28 DE DICIEMBRE 2018

ENSAYO DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA - ASTM D5084

Tipo de Ensayo: En Pared Flexible

Muestra : Única
Condición : Remoldeado (material < Tamiz N° 4)

ESPECIMEN

	INICIAL	FINAL
L (cm)	7.09	7.31
D (cm)	7.17	7.55
Densidad Húmeda (gr/cm ³)	1.65	1.72
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.399	1.22
Cont. de Humedad (%)	18.01	40.64
Gravedad Específica de Sólidos (Gs)	2.44	2.44
Grado de Saturación(%)	59.22	99.87

ESFUERZOS EN LA MUESTRA

Esfuerzo Confinante : 230 kpa
Contrapresión : 225 kpa
Esfuerzo Efectivo : 5 kpa
PB : 7 kpa (71.36 cm-H₂O)
Parámetro B : 98%

CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA

Gradiente Hidráulico : 10.19
K (cm/s) : 9.422E-06
K 20°C (cm/s) : 9.234E-06

Nota: La muestra se remoldeó con una densidad adecuada para el ensayo.

La muestra fue remitida e identificada por el Solicitante.

Ejecutada por: Téc. G. Quico Z.
Revisado por: Ing. D. Basurto R. / B.R.P.



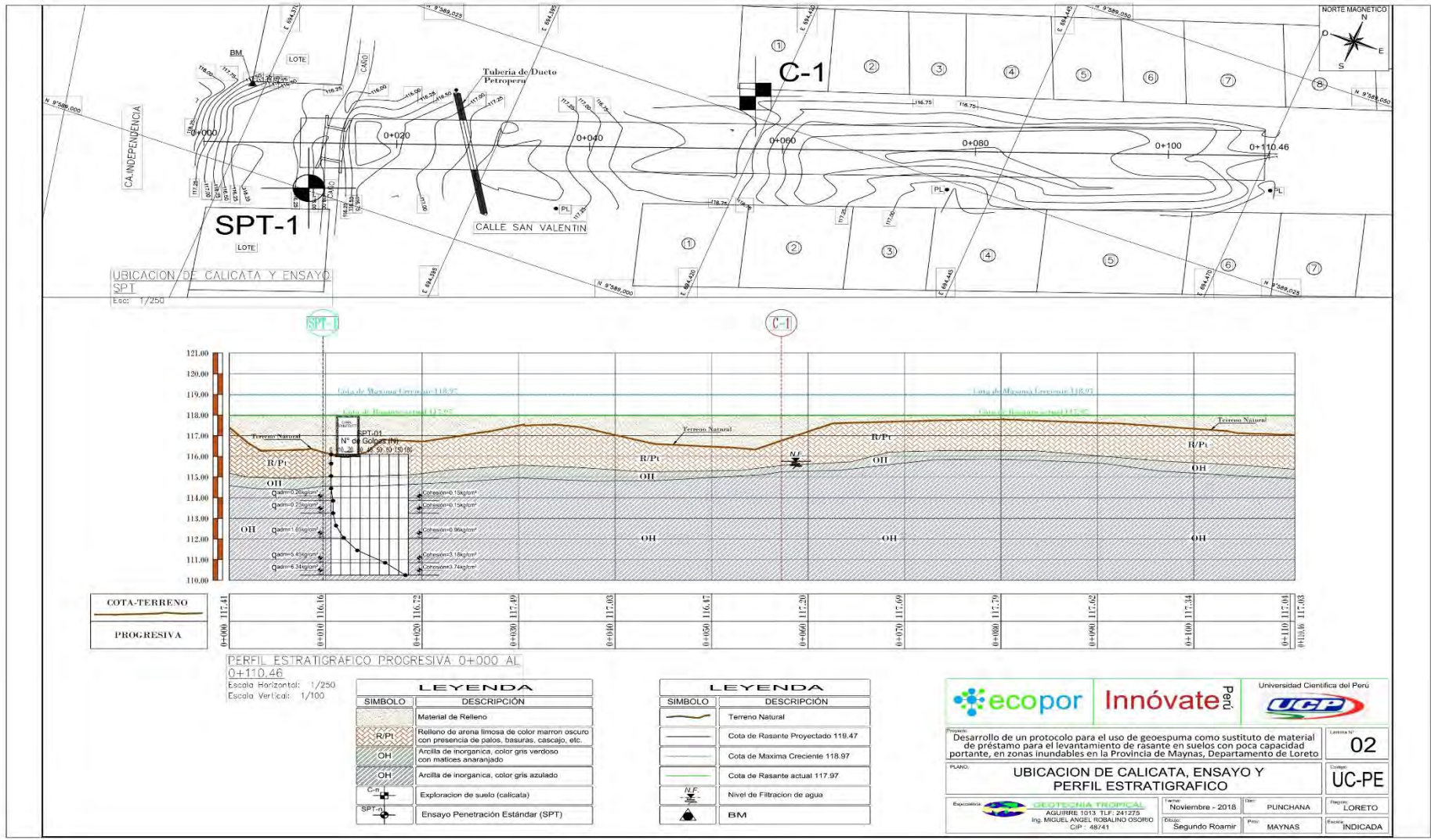
Msc. Ing. LUISA E. SHUAN LUCAS
Jefa (e) Laboratorio N°2-Mecánica de Suelos
Facultad de Ingeniería Civil - UNI

Av. Túpac Amaru 210, Lima 25 - Perú
Teléfono: (511) 381-3842
e-mail: lms.servicios@uni.edu.pe, lms_fic@uni.edu.pe, www.lms.uni.edu.pe

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering
Technology
Accreditation
Commission



UBICACION DE CALICATA Y ENSAYO SPT
Escala: 1/250

COTA-TERRENO	0+000 117.41	0+020 116.16	0+040 116.72	0+060 117.05	0+080 116.11	0+100 117.20	0+110.46 117.00
PROGRESIVA							

PERFIL ESTRATIGRAFICO PROGRESIVA 0+000 AL 0+110.46
Escala Horizontal: 1/250
Escala Vertical: 1/100

SIMBOLO	DESCRIPCION
(Hatched pattern)	Material de Relleno
(Brown hatched pattern)	Relleno de arena limosa de color marron oscuro con presencia de palos, basuras, cascajo, etc.
(Grey hatched pattern)	Arcilla de inorganica, color gris verdoso con matices anaranjado
(Blue hatched pattern)	Arcilla de inorganica, color gris azulado
(Dotted pattern)	Exploracion de suelo (calicata)
(SPT symbol)	Ensayo Penetración Estándar (SPT)

SIMBOLO	DESCRIPCION
(Natural ground symbol)	Terreno Natural
(Green line)	Cota de Rasante proyectado 118.47
(Blue line)	Cota de Maxima Creciente 118.97
(Red line)	Cota de Rasante actual 117.97
(Water symbol)	Nivel de Filtración de agua
(BM symbol)	BM

Universidad Científica del Perú

Logo: **02**

Logo: **UC-PE**

Proyecto: Desarrollo de un protocolo para el uso de geoespuma como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante en suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto

PLANO: **UBICACION DE CALICATA, ENSAYO Y PERFIL ESTRATIGRAFICO**

Expediente: GEOTECNIA TROPICAL AGUIRRE 1013 TLF: 241275 Ing. MIGUEL ANGEL ROSALINDO OSORIO CIP: 48/41	Fecha: Noviembre - 2018 Cliente: Segundo Roamir	Lugar: PUNCHANA Región: MAYNAS Estado: INDICADA
---	--	---

***ANEXO C: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
MATERIAL DE PRÉSTAMO***

ENSAYOS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ



PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM C - 136

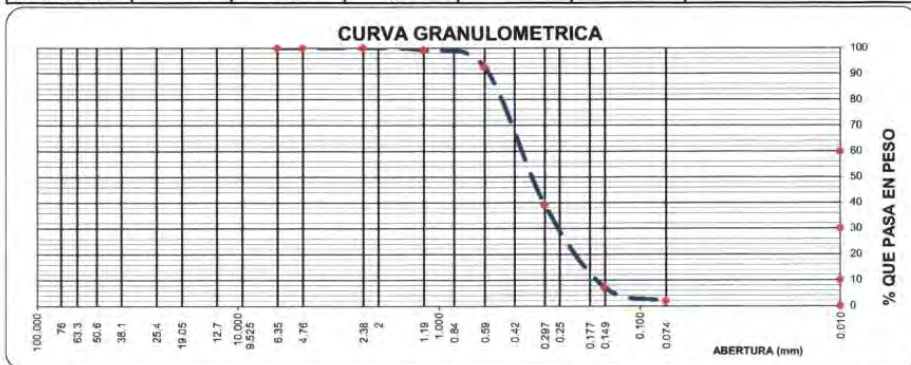
DATOS DE CAMPO

Cantera : San Martín

Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta km. 25.30

Fecha ensayo : 02/09/2019

Tamices ASTM	Abertura mm.	Peso Retenido	%Retenido		% Que Pasa	OBSERVACIONES
			Parcial	Acumulado		
3"	76.000					
2 1/2"	63.300					L. Líquido : N.P.
2"	50.600					L. Plástico : N.P.
1 1/2"	38.100					I. Plástico : N.P.
1"	25.400					Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050					Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700					
3/8"	9.525					
1/4"	6.350					Peso de Muestra en Gr.
N°04	4.760				100.00	Muestra Seca : 237.25
N°08	2.380	0.05	0.02	0.02	99.98	Muestra Lavada: 232.79
N°16	1.190	1.96	0.83	0.85	99.15	
N°30	0.590	15.36	6.47	7.32	92.68	
N°50	0.297	126.45	53.30	60.62	39.38	
N°100	0.149	76.42	32.21	92.83	7.17	
N°200	0.074	12.55	5.29	98.12	1.88	
Pasa N°200		4.46	1.88			
						MF : 1.62



ESPECIFICACIONES : El Análisis Granulométrico por tamizado del agregado fino se realizó según ASTM C - 136, N. T. P. 400.011 y N.T.P. 400.012, los tamices cumplen con los requisitos de la Norma ASTM E 11.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : Arena mal graduada con limo, de color blanco, húmeda y suelta, cantidad reducida de partículas finas, clasificada como SP - A-3 (0).
El módulo de fineza del agregado es 1.62.

Responsable del Ensayo
 Paul Justiniano Ayala // Roy Mori Torres

V°B° Asesores
 Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Irigoin



PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

**PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO
ASTM C - 29**

DATOS DE CAMPO

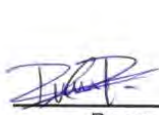
Cantera : San Martín
 Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta km. 25.30
 Fecha ensayo : 02/09/2019

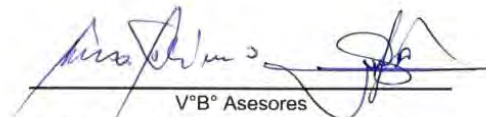
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7016	7013	6996
PESO DE MOLDE (gr.)	2906	2906	2906
PESO DE MUESTRA	4110	4107	4090
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.454	1.453	1.447
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,451		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Suelto del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Suelto del agregado fino es 1451 Kg/m3.


 Responsable del Ensayo
 Paul Justiniano Ayala//Roy Mori Torres


 V°B° Asesores
 Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Irigoien



PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO
SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO
FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

**PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO
ASTM C - 29**

DATOS DE CAMPO

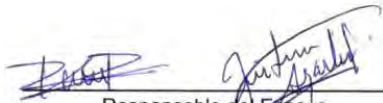
Cantera : San Martín
Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta km. 25.30
Fecha ensayo : 02/09/2019

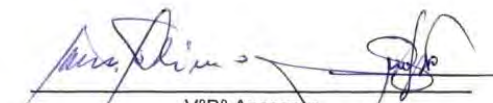
N° DE ENSAYOS	1	2	3
PESO DE MUESTRA + MOLDE (gr.)	7432	7444	7438
PESO DE MOLDE (gr.)	2906	2906	2906
PESO DE MUESTRA	4526	4538	4532
VOLUMEN DE MOLDE	2827	2827	2827
PESO UNITARIO	1.601	1.605	1.603
PROMEDIO PESO UNITARIO (Kg/m3)	1,603		

ESPECIFICACIONES : El ensayo de Peso Unitario Compactado del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 29 y N.T.P. 400.017.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del Peso Unitario Compactado del agregado fino es 1603 Kg/m3.


Responsable del Ensayo
Paul Justiniano Ayala/Roy Mori Torres


V°B° Asesores
Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Irigoin



PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO
ASTM C - 128**

DATOS DE CAMPO

Cantera : San Martín

Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta km. 25.30

Fecha ensayo : 03/09/2019


Agregado Fino

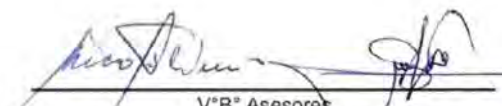
N° DE ENSAYOS		1	2	3	PROMEDIO
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seco (en aire)	275.71	280.80		
B	Peso Frasco + H2O	707.20	675.46		
C	Peso Frasco + H2O + A = (A+B)	982.91	956.26		
D	Peso de Mat. + H2O en el Frasco	878.58	850.57		
E	Vol. Masa + Vol. de Vacío = (C-D)	104.33	105.69		
F	Peso de Mat. Seco en Estufa (105°C)	274.31	279.56		
G	Vol. Masa = (E-A+F)	102.93	104.45		
Peso Específico Bulk (Base Seca)= (F/E)		2.629	2.645		2.637
Peso Específico Bulk (Base Saturada)= (A/E)		2.643	2.657		2.650
Peso Específico Aparente (Base Seca)=(F/G)		2.665	2.676		2.671
% de Absorción = ((A-F)/F)*100		0.51	0.44		0.48

ESPECIFICACIONES : El ensayo Gravedad Específica y Absorción del agregado fino se desarrolló según las Normas ASTM C 128 y N.T.P. 400.022.

OBSERVACIONES : El material empleado en este ensayo, corresponde a arena de color blanco, trasladada al Laboratorio por el solicitante.

RESULTADOS : El promedio del Peso Específico del agregado fino es 2.637 gr/cc
El promedio del % de Absorción del agregado fino es 0.48%.


Responsable del Ensayo
Paul Justiniano Ayala//Roy Mori Torres


V°B° Asesores
Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Ingoín

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

ASTM D - 422

PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

Datos de campo:

Cantera : San Martín

Ubicación : Carretera Iquitos - Nauta Km 25.30

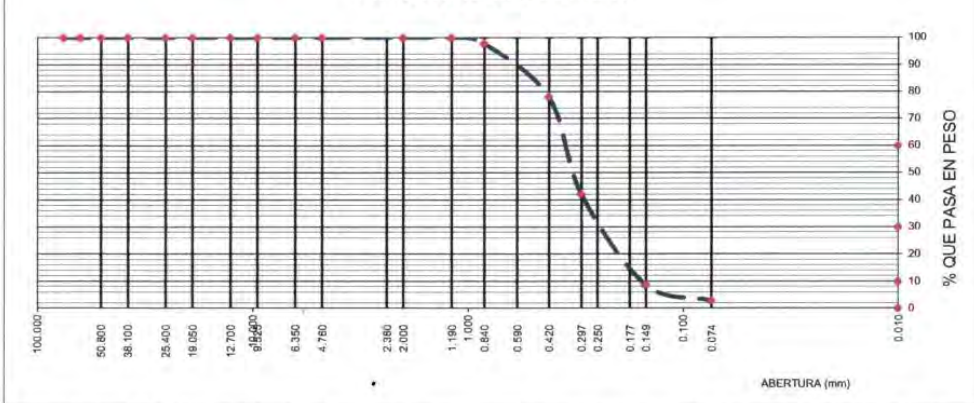
Fecha de ensayo : 02/09/2019

Peso de muestra seca : 233.01

Peso de muestra lavada : 226.34

Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	Especific.	Observaciones
2 1/2"	63.500						L. Líquido : NP
2"	50.800						L. Plástico : NP
1 1/2"	38.100						Ind. Plástico : NP
1"	25.400						Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050						Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
1/4"	6.350						
Nº4	4.750				100.00		
Nº10	2.000	0.28	0.12	0.12	99.88		
Nº20	0.840	4.97	2.13	2.25	97.75		
Nº40	0.420	45.80	19.66	21.91	78.09		
Nº50	0.297	83.74	35.94	57.85	42.15		
Nº100	0.149	77.89	33.43	91.28	8.72		
Nº200	0.074	13.66	5.86	97.14	2.86		
Pasa Nº200		6.67	2.86				

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 un suelo alterado, fue muestreada e identificada por el solicitante.

RESULTADOS : Arena mal graduada, de color blanca, húmeda; porcentaje reducido de partículas finas, clasificada como (SP) A-3 (0). El porcentaje que pasa la malla Nº 200 es de 2.86 %

Responsable del Ensayo
Paul Justiniano Ayala/Roy Mori Torres

V°B° Asesores
Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Ingoín



PROYECTO USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

SOLICITANTE ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Datos de Campo

Cantera San Martín

Ubicación Carretera Iquitos - Nauta Km 25.30

Fecha de ensayo 02/09/2019

Resultados	
Límite Líquido	NP
Límite Plástico	NP
Ind. Plástico	NP
Clas. SUCS	SP
Clas. AASHTO	A-3 (0)

Límite Líquido

ASTM D 4318 - T 89

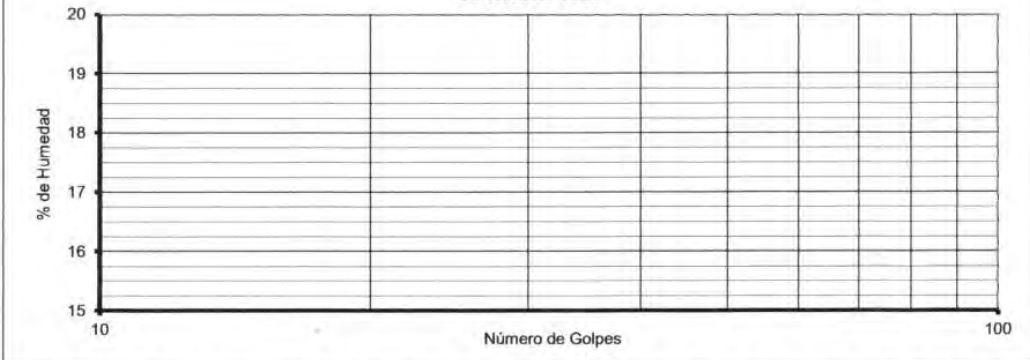
ENSAYO N°	1	2	3
N° de Golpes			
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

Límite Plástico

ASTM D 4318 - T 90

ENSAYO N°	1	2	3
R + Suelo Hum.			
R + Suelo Seco			
Peso de la Tara			
Peso de agua			
Peso de S. Seco			
% de Humedad			

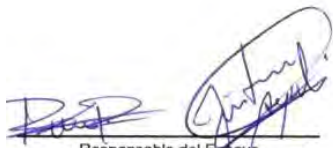
CURVA DE FLUJO

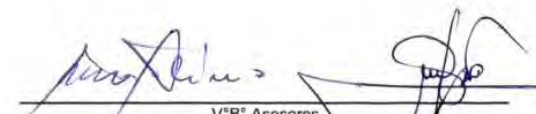


ESPECIFICACIONES : Los Límites de consistencia está especificado según las Normas ASTM D 4318 - T89 para limite líquido y limite plástico ASTM D 4318 - T 90.

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

RESULTADOS : En los ensayos realizados a la muestra no se obtuvieron limites de consistencia.


 Responsable del Ensayo
 Paul Justiniano Ayala/Roy Mori Torres


 V°B° Asesores
 Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Irgoin



HUMEDAD NATURAL

(ASTM D- 2216)

PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

Datos de campo:

Cantera : San Martín

Ubicación : Carretera Iquitos - Nauta Km 25.30

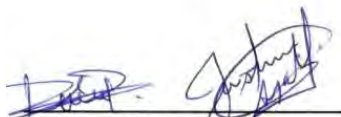
Fecha de ensayo : 02/09/2019

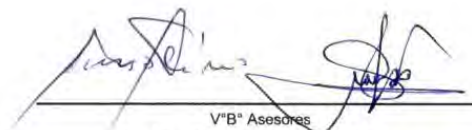
ENSAYO N°	1	2	3
PESO DE SUELO HUMEDO + TARA (gr.)	198.98	158.00	180.49
PESO DE SUELO SECO + TARA (gr.)	193.63	153.83	176.27
PESO DE LA TARA	48.94	38.50	52.86
PESO DEL AGUA	5.35	4.17	4.22
PESO DE SUELO SECO	144.69	115.33	123.41
% DE HUMEDAD	3.70	3.62	3.42
PROMEDIO DE HUMEDAD (%)	3.58		

ESPECIFICACIONES : La Humedad Natural del suelo se realizó según las Normas ASTM D-2216.

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

RESULTADOS : El promedio del porcentaje de Humedad del Suelo es 3.58 %


 Responsable del Ensayo
 Paul Justiniano Ayala//Roy Mori Torres


 V"B" Asesores
 Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Irigoin

ENSAYO DE PROCTOR MODIFICADO

METODO "A" (ASTM D1557)

PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

Datos de campo:

Cantera : San Martín

Ubicación : Carretera Iquitos - Nauta Km 25.30

Fecha de ensayo : 03/09/2019

Resultados	
M. D. S.	1.666 gr/cm ³
O. C. H.	16.07 %
Clas. SUCS	SP
Clas. AASHTO	A-3 (0)

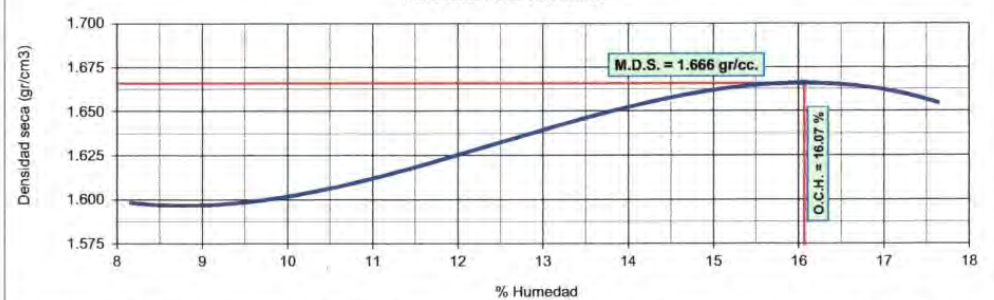
1.- Compactación

Prueba N°	1	2	3	4
Numero de capas	5	5	5	5
Numero de golpes	25	25	25	25
Peso suelo + molde (gr.)	5784	5861	5940	5989
Peso molde (gr.)	4159	4159	4159	4159
Volumen del molde (cm ³)	940	940	940	940
Peso suelo compactado (gr.)	1625	1702	1781	1830
Densidad húmeda (gr/cm ³)	1.729	1.811	1.895	1.947

2.- Humedad (%)

N° Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Recipiente + suelo húmedo (gr.)	118.24	114.74	117.02	125.11	113.34	116.19	113.72	120.37
Recipiente + suelo seco (gr.)	113.81	108.59	109.77	116.79	104.97	107.74	102.74	107.60
Peso de recipiente (gr.)	53.29	40.34	47.80	45.67	47.26	48.44	37.90	37.97
Peso de agua (gr.)	4.43	6.15	7.25	8.32	8.37	8.45	10.98	12.77
Peso de suelo seco (gr.)	60.52	68.25	61.97	71.12	57.71	59.30	64.84	69.63
Humedad (%)	7.32	9.01	11.70	11.70	14.50	14.25	16.93	18.34
Promedio Humedad (%)	8.17		11.70		14.38		17.64	
Densidad Seca (gr/cm ³)	1.598		1.621		1.657		1.655	

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 solicitante y trasladadas al laboratorio.

RESULTADOS : Conforme al ensayo realizado, el material de muestreo alcanzó una Máxima Densidad Seca 1.666 gr/cm³, para un Óptimo contenido de Humedad de 16.07 %.

Responsable del Ensayo
Paul Justiniano Ayala / Ray Mori Torres

V°B° Asesores
Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Inoján

**ENSAYO DE PENETRACION C.B.R.**

(ASTM D-1883)

PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

Datos de campo:

Cantera : San Martín **M. D. S.** : 1.666 gr/cm³
O. C. H. : 16.07 %
 Ubicación : Carretera Iquitos - Nauta Km 25.30 **Clas. SUCS** : SP
 Fecha de ensayo : 04/09/2019 **Clas. AASHTO** : A-3 (0)

Molde	Nº	8		16		22	
Capas	Nº	5		5		5	
Golpes por capa	Nº	12		25		56	
Condición de muestra		Hum. Optima	Saturado	Hum. Optima	Saturado	Hum. Optima	Saturado
Peso de suelo húmedo + molde	Gr.	12014	12215	12453	12583	12650	12713
Peso del molde	Gr.	8633	8633	8590	8590	8619	8619
Volúmen del suelo	c.c.	2133	2133	2119	2119	2110	2110
Peso del suelo húmedo	Gr.	3381	3582	3863	3993	4031	4094
Densidad húmeda	Gr/c.c.	1.585	1.679	1.823	1.884	1.910	1.940

HUMEDAD

Nº de Recipiente	Nº	4	5	6	7	8	9
Peso del suelo húmedo + Recip.	Gr.	128.82	141.28	116.83	152.64	108.78	149.81
Peso del suelo seco + Recip.	Gr.	117.77	124.54	106.31	137.51	99.01	135.12
Peso de la Recipiente	Gr.	48.59	39.77	40.75	46.84	37.92	47.79
Peso del agua	Gr.	11.05	16.74	10.52	15.13	9.77	14.69
Peso del suelo seco	Gr.	69.18	84.77	65.56	90.67	61.09	87.33
Humedad	%	15.97	19.75	16.05	16.69	15.99	16.82
Densidad seca	Gr/c.c.	1.367	1.402	1.571	1.615	1.647	1.661

EXPANSION

Fecha	Hora	Tiempo días	Dial (pulg.)	Expansión %	Dial (pulg.)	Expansión %	Dial (pulg.)	Expansión %

PENETRACION

Penetración Pulgadas	Penetración m.m	Carga		Carga		Carga	
		Kg	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²	Kg	kg/cm ²
0.025	0.63	21.6	1.10	64.6	3.29	83.9	4.27
0.050	1.27	41.7	2.12	145.1	7.39	188.9	9.62
0.075	1.90	60.4	3.08	257.0	13.09	320.3	16.31
0.100	2.54	76.1	3.87	342.7	17.45	471.9	24.03
0.150	3.81	93.7	4.77	553.9	28.20	831.1	42.32
0.200	5.08	104.7	5.33	706.7	35.98	1081.7	55.08
0.250	6.35	106.8	5.44	800.2	40.74	1209.9	61.60
0.300	7.62	100.5	5.12	809.7	41.23	1108.1	56.42

ANILLO : **CAPACIDAD** : **SOBRECARGA** : **K = 19.64 cm²**

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

Responsable del Ensayo
 Paul Justiniano Ayala / Roy Mori Torres

V^B Asesores
 Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Irigoin

ENSAYO DE PENETRACION C.B.R.

(ASTM D-1883)

PROYECTO : USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ÁNGEL ROBALINO OSORIO

FECHA : SAN JUAN, 10 DE SETIEMBRE DE 2019.

DETERMINACION DEL VALOR RELATIVO DE SOPORTE ENSAYO DE PENETRACION C.B.R.

(ASTM D-1883)

Datos de campo:

Cantera : San Martin

Ubicación : Carretera Iquitos - Nauta Km 25.30

Fecha de ensayo : 04/09/2019

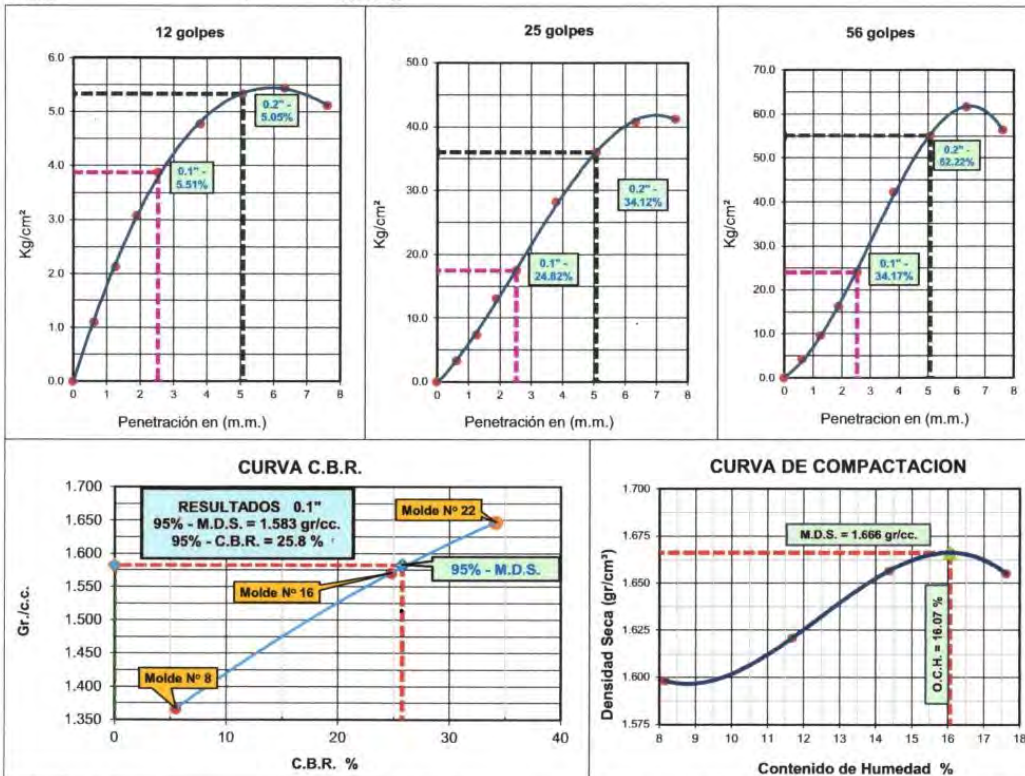
Datos de Proctor

M.D.S. : 1.666 gr/cm³

WO% : 16.07 %

Razón de Soporte California CBR ASTM D 1883

Condición de la Muestra			4 días de saturación
Sobrecarga			10.00 lbs.
Hinchamiento promedio			NO EXPANSIVO
C.B.R.	100% MDS	95% MDS	
0.1"	34.17	25.80	
0.2"			



OBSERVACIONES:

La muestra corresponde a suelo alterado, fueron muestreadas por el solicitante y trasladadas al laboratorio.

Responsable del ensayo
Paul Justiniano Ayala/Roy Mori Torres

V*B* Asesores
Ing. Miguel Robalino // Ing. Ulises Irigoin

ANEXO D: DISEÑO DE MEZCLAS



OBRA	:	"DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOSPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRETAMO PARA LEVANTAMIENTO DE DE RASANTES EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES DE LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".
UBICACIÓN	:	Distrito de Punchana - Provincia de Maynas - Departamento de Loreto.
SOLICITANTE	:	Ecopor S.A.C.
CONSULTOR	:	Ing. Migel Robalino
FECHA	:	07 de Octubre 2019.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA

Resistencia Especifica	:	F'c	:	175	kg/cm ²
		F'cr	:	175 + 70	kg/cm ²

DATO DE CAMPO

Cantera	:	San Martin
Ubicación	:	Carretera Iquitos-Nauta km. 25.30

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo	:	INKA TIPO Ico
Peso Especifico	:	3,08 gr/cc
Peso Unitario	:	1500 kg/m ³

2. AGREGADO FINO

	:	ARENA BLANCA
Peso Especifico	:	2.64 gr/cc
Porcentaje de Absorción	:	0.48 %
Peso Unitario Suelto	:	1,451 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado	:	1,603 Kg/m ³
Modulo de Fineza	:	1.62
Humedad para Diseño	:	4.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump	:	2" -4"
Estimación de Agua	:	280 Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C)	:	0.64
Factor Cemento	:	280.00 / 0.64 = 437.5 = 10.29 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado	:	8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento	:	437.5 / 3080 = 0.142 m ³
Agua	:	280.00 / 1000 = 0.280 m ³
Aire Atrapado	:	8.50 / 100 = 0.085 m ³
		0.507 m ³
Volumen Absoluto de los agregados	:	1.000 - 0.507 = 0.493 m ³
Peso del Agregado Fino	:	0.493 x 2637 = 1300 m ³

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento	:	437.5 Kg/m ³
Agua	:	280.0 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1300.0 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino	:	1300.00 x 1.0473 = 1361.49 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino	:	4.73 - 0.48 = 4.25 %
Aporte de Humedad A. Fino	:	1300.00 x 0.0425 = 55.25 Lts.
Agua Efectiva de Diseño	:	280.00 - 55.25 = 224.8 Lts.


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 48741

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	437.50 Kg/m ³
Agua	:	224.80 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1361.49 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	437.50 / 437.50 =	1.00
Agregado Fino	:	1361.49 / 437.50 =	3.11
Agua	:	0.51 x 42.50 =	21.68 Lts/m ³

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>: 3.11</td> <td>/ 21.68</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	: 3.11	/ 21.68	Lts/Bolsa
C	AF	Agua							
1	: 3.11	/ 21.68							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1519.63 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>: 3.04</td> <td>/ 21.68</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	: 3.04	/ 21.68	Lts/Bolsa
C	AF	Agua							
1	: 3.04	/ 21.68							

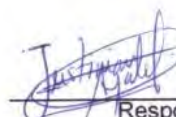

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

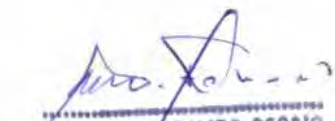
Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	132.2 Kg
Agua Efectiva	:	21.68 lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por el solicitante. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

RECOMENDACIONES : Se recomienda verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.



 Responsables del Ensayo
 Paul Justiniano Ayala// Roy Mori Torres


 MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
 INGENIERO CIVIL
 C/P. N° 48741
 V°B° Consultor
 Ing. Miguel Robalino CIP: 48741



PROYECTO : "DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE DE RASANTES EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES DE LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".

UBICACIÓN : Distrito de Punchana - Provincia de Maynas - Departamento de Loreto.

SOLICITANTE : Ecopor S.A.C.

CONSULTOR : Ing. Migel Robalino

FECHA : 07 de Octubre 2019.

DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR DE CONCRETO
CEMENTO - ARENA

f _c DE DISEÑO	:	175	Kg/cm ²	
ASENTAMIENTO	:	2" - 4"		
MARCA Y TIPO DE CEMENTO	:	INKA TIPO Ico		
FACTOR CEMENTO	:	10.29	Bolsas/m ³	
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO	:	0.64		
RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA	:	0.51		
DOSIFICACIÓN EN PESO	:	1	: 3.11	/ 21.68 Lt/Bolsa
DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	1	: 3.04	/ 21.68 Lt/Bolsa

CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO	:	437.5	Kg
AGREGADO FINO	:	1300.0	Kg
AGUA	:	280.0	Lts.
TOTAL DE MATERIAL		<u>2,017.5</u>	Kg

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.

- OBSERVACIONES:**
- En el Diseño de prueba se muestra la cantidad de material por metro cúbico, el cual se considera al agregado en condición seca.
 - Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.
 - El diseño de prueba fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
 - Se recomienda realizar al agregado fino los ensayos químicos establecidos por la norma NTP 400.037.

Responsables del Ensayo
Paul Justiniano Ayala//Roy Mori Torres

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
INGENIERO CIVIL
CIP N° 48741

V°B° Consultor
Ing. Miguel Robalino CIP: 48741



PROYECTO : "DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE DE RASANTES EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES DE LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".

UBICACIÓN : Distrito de Punchana - Provincia de Maynas - Departamento de Loreto.

SOLICITANTE : Ecopor S.A.C.

CONSULTOR : Ing. Migel Robalino

FECHA : 07 de Octubre 2019.

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA
CEMENTO - ARENA**

CEMENTO

Peso específico : 3.08 gr/cc.

AGREGADO FINO

Cantera : San Martin
Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta km. 25.30

Color : blanco
Peso específico de masa : 2.64 gr/cc.
Peso Unitario Suelto : 1,451 Kg/m³
Peso Unitario Compactado : 1,603 Kg/m³
Absorción : 0.48 %
Humedad : 4.73 %
Módulo de Fineza : 1.62
Clasificación SUCS : SP
Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	% Retenido		% Pasa
	Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	100.00
N°08	0.02	0.02	99.98
N°16	0.83	0.85	99.15
N°30	6.47	7.32	92.68
N°50	53.30	60.62	39.38
N°100	32.21	92.83	7.17

Responsables del Ensayo

Paul Justiniano Ayala//Roy Mori Torres

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
INGENIERO CIVIL
CIP: 48741

V°B° Consultor

Ing. Miguel Robalino CIP: 48741

PROYECTO	:	"DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.
SOLICITANTE	:	ECOPOR S.A.C.
FECHA	:	SAN JUAN, 21 NOVIEMBRE 2019

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO DE MORTERO CEMENTO-ARENA

ASTM C - 39

f'c de Diseño : 175 Kg/cm2

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	24/10/2019	31/10/2019	7	15.16	345.9	35,268	180.5	195	185
2	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	24/10/2019	31/10/2019	7	15.38	310.2	31,626	185.78	170	
3	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	24/10/2019	31/10/2019	7	15.31	343.9	35,065	184.09	190	

OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
 - Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 24 de Octubre de 2019
 - El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
 - Las probetas fueron curadas 7 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresión de f'c = 185 Kg/cm2.

Responsable del Ensayo
 Paul Justiniano Ayala/Roy Mori Torres

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 48741
 V°B° Consultor
 Ing. Miguel Robalino CIP: 48741



PROYECTO : "DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".

UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.

SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.

FECHA : SAN JUAN, 21 NOVIEMBRE 2019

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO DE MORTERO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39


f'_c de Diseño : 175 Kg/cm²


N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	24/10/2019	21/11/2019	28	15.29	396.8	40,457	183.61	220	225
2	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	24/10/2019	21/11/2019	28	15.27	420.1	42,836	183.13	234	
3	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	24/10/2019	21/11/2019	28	15.35	398.6	40,648	185.06	220	

OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 24 de Octubre de 2019
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 28 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresión de $f'_c = 225$ Kg/cm².


Responsable del Ensayo
Paul Justiniano Ayala/Roy Mori Torres


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
INGENIERO CIVIL
V°B° Consultor
Ing. Miguel Robalino CIP: 48741



OBRA :	"DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".
UBICACIÓN :	Distrito de Punchana - Provincia de Maynas - Departamento de Loreto.
SOLICITANTE :	Ecopor S.A.C.
CONSULTOR :	Ing. Migel Robalino
FECHA :	07 de Octubre 2019.

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

DISEÑO PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO-ARENA

Resistencia Especifica :	F'c :	210	kg/cm ²
	F'cr :	210 + 84	kg/cm ²

DATO DE CAMPO

Cantera :	San Martin
Ubicación :	Carretera Iquitos-Nauta km. 25.30

INFORMACION

A. MATERIALES

1. CEMENTO

Marca y Tipo :	INKA TIPO Ico
Peso Especifico :	3.08 gr/cc
Peso Unitario :	1500 kg/m ³

2. AGREGADO FINO

ARENA BLANCA

Peso Especifico :	2.84 gr/cc
Porcentaje de Absorción :	0.48 %
Peso Unitario Suelto :	1,451 Kg/m ³
Peso Unitario Compactado :	1,603 Kg/m ³
Modulo de Fineza :	1.62
Humedad para Diseño :	4.73 %

B. CARACTERISTICAS

3. DATOS PARA LA DOSIFICACIÓN

Asentamiento Slump :	2" - 4"
Estimación de Agua :	280 Lts/m ³
Relacion Agua/Cemento (A/C) :	0.56
Factor Cemento :	280.00 / 0.56 = 500 = 11.76 Bls./m ³
Contenido de Aire Atrapado :	8.50 %

C. CALCULO

4. CALCULO DE VOLÚMENES ABSOLUTO DE LA MEZCLA

Cemento :	500 / 3080 = 0.162 m ³
Agua :	280.00 / 1000 = 0.280 m ³
Aire Atrapado :	8.50 / 100 = 0.085 m ³
	0.527 m ³
Volumen Absoluto de los agregados :	1.000 - 0.527 = 0.473 m ³
Peso del Agregado Fino :	0.473 x 2637 = 1247.3 m ³

5. VALORES DE DISEÑO

Cemento :	500.0 Kg/m ³
Agua :	280.0 Lts/m ³
Agregado Fino :	1247.3 Kg/m ³

6. CORRECIÓN POR HUMEDAD DE LOS AGREGADOS

Peso Humedo del A. Fino :	1247.30 x 1.0473 = 1306.3 Kg/m ³
Humedad Superficial A. Fino :	4.73 - 0.48 = 4.25 %
Aporte de Humedad A. Fino :	1247.30 x 0.0425 = 53.01 Lts.
Agua Efectiva de Diseño :	280.00 - 53.01 = 227.0 Lts.


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N° 48741

7. VALORES DE DISEÑO CORREGIDOS POR HUMEDAD

Cemento	:	500.00 Kg/m ³
Agua	:	227.00 Lts/m ³
Agregado Fino	:	1306.3 Kg/m ³

8. PROPORCIÓN EN PESO (Kg)

Cemento	:	500.00 / 500.00 =	1.00
Agregado Fino	:	1306.3 / 500.00 =	2.61
Agua	:	0.45 x 42.50 =	19.13 Lts/m ³

DOSIFICACIÓN EN PESO	:	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>: 2.61</td> <td>/ 19.13</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	: 2.61	/ 19.13	Lts/Bolsa
C	AF	Agua							
1	: 2.61	/ 19.13							

9. PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie³)

Peso Unitario Suelto Humedo A. fino	:	1519.63 Kg/m ³
-------------------------------------	---	---------------------------

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN	:	<table border="1" style="display: inline-table;"> <tr> <td>C</td> <td>AF</td> <td>Agua</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>: 2.55</td> <td>/ 19.13</td> </tr> </table>	C	AF	Agua	1	: 2.55	/ 19.13	Lts/Bolsa
C	AF	Agua							
1	: 2.55	/ 19.13							

10. DOSIFICACIÓN POR BOLSA DE CEMENTO

Cemento	:	42.5 Kg
Agregado Fino	:	110.9 Kg
Agua Efectiva	:	19.13 lts.

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI (AMERICAN CONCRETE INSTITUTE) seguida de las experiencias de diseño registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES : El material en la mezcla es arena de color blanco, traslada al laboratorio por el solicitante. El concreto se realizó a una temperatura ambiente entre 29 a 32°C.

RECOMENDACIONES : Se recomienda verificar el contenido de humedad del agregado antes de emplear en la mezcla de concreto, a fin de obtener resultados adecuados conforme el diseño de mezcla. El concreto deberá ser mezclado en una mezcladora capaz de lograr una combinación total de los materiales, formando una masa uniforme dentro del tiempo especificado y descargando el concreto sin segregación. La tanda deberá ser descargada hasta que el tiempo de mezclado se haya cumplido, este no será menor de 90 segundos después de que todos los materiales estén dentro del tambor.

Responsables del Ensayo
Paul Justiniano Ayala// Roy Mori Torres

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 48741

V°B° Consultor
Ing. Miguel Robalino



PROYECTO : "DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIADA PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".

UBICACIÓN : Distrito de Punchana - Provincia de Maynas - Departamento de Loreto.

SOLICITANTE : Ecopor S.A.C.

CONSULTOR : Ing. Migel Robalino

FECHA : 07 de Octubre 2019.

DISEÑO DE MEZCLA PRELIMINAR DE CONCRETO CEMENTO - ARENA

f_c DE DISEÑO : 210 Kg/cm²

ASENTAMIENTO : 2" - 4"

MARCA Y TIPO DE CEMENTO : INKA TIPO Ico

FACTOR CEMENTO : 11.76 Bolsas/m³

RELACIÓN AGUA CEMENTO DE DISEÑO : 0.56

RELACIÓN AGUA CEMENTO DE OBRA : 0.45

DOSIFICACIÓN EN PESO : 1 : 2.61 / 19.13 Lt/Bolsa

DOSIFICACIÓN EN VOLUMEN : 1 : 2.55 / 19.13 Lt/Bolsa

CANTIDAD DE MATERIAL POR METRO CÚBICO

CEMENTO : 500.0 Kg

AGREGADO FINO : 1247.3 Kg

AGUA : 280.0 Lts.

TOTAL DE MATERIAL : 2,027.3 Kg

ESPECIFICACIONES : El Diseño de Mezcla se desarrollo según especificaciones del COMITÉ N° 211 - ACI, seguida de las experiencias registradas en el Laboratorio.

OBSERVACIONES:

- En el Diseño de prueba se muestra la cantidad de material por metro cúbico, el cual se considera al agregado en condición seca.
- Los valores obtenidos corresponden solo para el tipo de agregado y cemento empleados para el presente diseño.
- El diseño de prueba fue realizado con el contenido de humedad del agregado fino en el laboratorio.
- Se recomienda realizar al agregado fino los ensayos quimicos establecidos por la norma NTP 400.037.

Responsables del Ensayo
Paul Justiniano Ayala//Roy Mori Torres

V^oB^o Consultor
Ing. Miguel Robalino CIP: 48741



PROYECTO : "DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIADA PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".

UBICACIÓN : Distrito de Punchana - Provincia de Maynas - Departamento de Loreto.

SOLICITANTE : Ecopor S.A.C.

CONSULTOR : Ing. Migel Robalino

FECHA : 07 de Octubre 2019.

CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES PARA DISEÑO DE MEZCLA CEMENTO - ARENA

CEMENTO

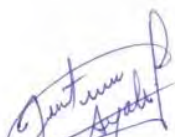

Peso específico : 3.08 gr/cc.


AGREGADO FINO

Cantera : San Martin
Ubicación : Carretera Iquitos-Nauta km. 25.30

Color : blanco
Peso específico de masa : 2.64 gr/cc.
Peso Unitario Suelto : 1,451 Kg/m³
Peso Unitario Compactado : 1,603 Kg/m³
Absorción : 0.48 %
Humedad : 4.73 %
Módulo de Fineza : 1.62
Clasificación SUCS : SP
Clasificación AASHTO : A-3 (0)

Mallas	% Retenido		% Pasa
	Parcial	Acum.	
N°04	0.00	0.00	100.00
N°08	0.02	0.02	99.98
N°16	0.83	0.85	99.15
N°30	6.47	7.32	92.68
N°50	53.30	60.62	39.38
N°100	32.21	92.83	7.17



Responsables del Ensayo
Paul Justiniano Ayala/Roy Mori Torres


MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 48741
V°B° Consultor
Ing. Miguel Robalino CIP: 48741



PROYECTO	:	"DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".
UBICACIÓN	:	DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.
SOLICITANTE	:	ECOPOR S.A.C.
FECHA	:	SAN JUAN, 21 NOVIEMBRE 2019

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO DE MORTERO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

f'c de Diseño : 210 Kg/cm²

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Resist. Promedio
1	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	22/10/2019	29/10/2019	7	15.18	398.4	40,620	180.98	224	255
2	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	22/10/2019	29/10/2019	7	15.31	496.5	50,630	184.09	275	
3	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	22/10/2019	29/10/2019	7	15.35	481.4	49,088	185.06	265	

OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 22 de Octubre de 2019
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- Las probetas fueron curadas 7 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresión de f'c = 255 Kg/cm².

Responsable del Ensayo
Paul Justiniano Ayala/Roy Mori Torres

MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
INGENIERO CIVIL
CIP. N° 48741

V°B° Consultor
Ing. Miguel Robalino CIP: 48741



PROYECTO : "DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE, EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS, DEPARTAMENTO DE LORETO".
UBICACIÓN : DISTRITO DE PUNCHANA - PROVINCIA DE MAYNAS - DEPARTAMENTO DE LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR S.A.C.
FECHA : SAN JUAN, 21 NOVIEMBRE 2019

ENSAYO DE COMPRESIÓN

DISEÑO DE MORTERO CEMENTO-ARENA
ASTM C - 39

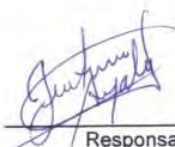
f 'c de Diseño : **210 Kg/cm2**


N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Resist. Promedio
1	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	22/10/2019	19/11/2019	28	15.34	582.1	59,356	184.82	321	307
2	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	22/10/2019	19/11/2019	28	15.28	534.8	54,530	183.37	297	
3	TESTIGO CEMENTO INKA TIPO Ico (A/C=0.66)	22/10/2019	19/11/2019	28	15.30	544.6	55,531	183.85	302	

OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior
 - Las probetas fueron elaboradas en el Laboratorio, el día 22 de Octubre de 2019
 - El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
 - Las probetas fueron curadas 28 días.

RESULTADOS : - Con una resistencia promedio a la compresión de f'c = 307 Kg/cm2.


 Responsable del Ensayo
 Paul Justiniano Ayala//Roy Mori Torres


 MIGUEL A. ROBALINO OSORIO
 INGENIERO CIVIL
 V°B° Consultor
 Ing. Miguel Robalino CIP: 48741

***ANEXO E: RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
PARA PROBETAS DE SUELO CEMENTO***

ENSAYOS REALIZADAS EN EL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.

UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.

SOLICITANTE : ECOPOR SAC.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO

RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES

FECHA : SAN JUAN, 02 DE FEBRERO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:20

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)	Promedio de resistencia
1	DOSIFICACIÓN 1:20	29/01/2019	01/02/2019	3	14.80	2.01	205	172.034	1	2
2	DOSIFICACIÓN 1:20	29/01/2019	01/02/2019	3	14.68	3.95	403	169.255	2	
3	DOSIFICACIÓN 1:20	29/01/2019	01/02/2019	3	14.75	3.67	374	170.873	2	
4	DOSIFICACIÓN 1:20	29/01/2019	01/02/2019	3	14.90	4.12	420	174.366	2	

- OBSERVACIONES** : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.
- ESPECIFICACIONES** : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- RESULTADOS** : - Con un promedio de resistencia a la compresión de $f_c = 2 \text{ Kg/cm}^2$.


 Responsable del Ensayo
 Tco. Karol Cisowski




 Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
 CIP N° 43873
 INGENIERO CIVIL
 V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 02 DE FEBRERO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39


DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:25

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)	Promedio de resistencia
1	DOSIFICACIÓN 1:25	29/01/2019	01/02/2019	3	14.52	2.01	205	165.586	1	2
2	DOSIFICACIÓN 1:25	29/01/2019	01/02/2019	3	14.60	4.12	420	167.416	3	

OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.
ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
RESULTADOS : - Con un promedio de resistencia a la compresión de $f_c = 2 \text{ Kg/cm}^2$.


Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski




Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
CP N° 43843
INGENIERO PERÚ
V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.

UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.

SOLICITANTE : ECOPOR SAC.

SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO

RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES

FECHA : SAN JUAN, 12 DE FEBRERO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:15

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	DOSIFICACIÓN 1:15	04/02/2019	11/02/2019	7	15.36	10.71	1,092	185.299	6


OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
 - Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
 - El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 6 \text{ Kg/cm}^2$.


 Responsable del Ensayo
 Tco. Karol Cisowski




 Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos
 LILIANA BAUTISTA SERPA
 C.P. N° 43443
 INGENIERO C.M.
 V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 12 DE FEBRERO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:20

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	DOSIFICACIÓN 1:20	04/02/2019	11/02/2019	7	14.92	6.75	688	174.835	4

OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 4 \text{ Kg/cm}^2$.


Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski




Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
C.P. N. 43823
INGENIERO C.P.
VºBº Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 12 DE FEBRERO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:25

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm ²)	Res. Obt. (Kg/cm ²)
1	DOSIFICACIÓN 1:25	04/02/2019	11/02/2019	7	14.89	3.73	380	174.132	2

OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
 - Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
 - El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 2 \text{ Kg/cm}^2$.

Responsable del Ensayo
 Tco. Karol Cisowski



Universidad Científica del Perú
 Laboratorio Mecánica de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
 C.P. N° 43623
 INGENIERO C.R.

V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 19 DE FEBRERO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:15 CEMENTO ANDINO TIPO IPM

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	DOSIFICACIÓN 1:15	04/02/2019	18/02/2019	14	14.91	13.81	1,408	174.6	8

- OBSERVACIONES** : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.
- ESPECIFICACIONES** : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- RESULTADOS** : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 8 \text{ Kg/cm}^2$.

Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43883
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 19 DE FEBRERO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:20 CEMENTO ANDINO TIPO IPM

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	DOSIFICACIÓN 1:20	04/02/2019	18/02/2019	14	14.79	7.49	764	171.801	4

- OBSERVACIONES** : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.
- ESPECIFICACIONES** : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- RESULTADOS** : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 4 \text{ Kg/cm}^2$.


Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAUTISTA SERPA
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAPTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 19 DE FEBRERO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39


DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:25 CEMENTO ANDINO TIPO IPM

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	DOSIFICACIÓN 1:25	04/02/2019	18/02/2019	14	14.75	5.77	588	170.873	3

- OBSERVACIONES** : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.
- ESPECIFICACIONES** : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.
- RESULTADOS** : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 3 \text{ Kg/cm}^2$.


Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos

LILIANA BAPTISTA SERPA
CIP 14 43823
INGENIERO CIVIL
V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 04 DE MARZO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:15 CEMENTO ANDINO TIPO IPM

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	DOSIFICACIÓN 1:15	04/02/2019	25/02/2019	21	15.15	18.84	1,921	180.267	11

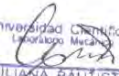
OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 11 \text{ Kg/cm}^2$.


Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski




Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP Nº 43823
INGENIERO CIVIL
V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 04 DE MARZO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:20 CEMENTO ANDINO TIPO IPM

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	DOSIFICACIÓN 1:20	04/02/2019	25/02/2019	21	14.83	10.53	1,074	172.732	6

OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 6 \text{ Kg/cm}^2$.

Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski



Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL

V°B° Jefe de Laboratorio



UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
Y ENSAYOS DE MATERIALES



OBRA : DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA LEVANTAMIENTO DE RASANTE EN SUELOS CON POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES.
UBICACIÓN : RUMOCOCHA, SAN JUAN BAUTISTA, MAYNAS, LORETO.
SOLICITANTE : ECOPOR SAC.
SUPERVISOR : ING. MIGUEL ROBALINO
RESIDENTE : ING. CALEB PAREDES
FECHA : SAN JUAN, 04 DE MARZO DE 2019.

ENSAYO DE COMPRESIÓN
ASTM C - 39

DOSIFICACIÓN CEMENTO : ARENA 1:25 CEMENTO ANDINO TIPO IPM

N° Mst.	Estructura o Identificación	Fecha de Vaciado	Fecha de Ensayo	Edad (días)	Diam. (cm)	Carga Max.(KN)	Carga Max.(Kg)	Area (cm2)	Res. Obt. (Kg/cm2)
1	DOSIFICACIÓN 1:25	04/02/2019	25/02/2019	21	14.78	7.48	763	171.569	4


OBSERVACIONES : - Los Ensayos se realizaron según las Normas ASTM C-39 y N.T.P. 339.034.

ESPECIFICACIONES : - Las probetas se ensayaron utilizando una capa de econocap en la parte superior e inferior.
- Las probetas fueron moldeadas e identificadas por el solicitante.
- El Laboratorio solo se responsabiliza por el ensayo y determinación del resultado.

RESULTADOS : - Con una resistencia a la compresión de $f_c = 4 \text{ Kg/cm}^2$.


Responsable del Ensayo
Tco. Karol Cisowski




Universidad Científica del Perú
Laboratorio Mecánica de Suelos
LILIANA BAUTISTA SERPA
CIP N° 43823
INGENIERO CIVIL
V°B° Jefe de Laboratorio

***ANEXO F: RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE
CORTE DE VELETA EN LOS POZOS DE ENSAYOS***

ENSAYO DE CORTE DE SUELOS COHESIVOS -VELETA Y TORVINE

PROYECTO:

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

FECHA: 17 DE ABRIL DEL 2019

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

OPERADORES: JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER

ENSAYO N°: 1 POZO N°: 1

VELETA

MEDIDA Y FORMA DE VELETA:

N° PERFORACION	PROFUNDIDAD	MAXIMA LECTURA DE TOQUE lbf-pie
1	-0.10 m	5
2	-0.10 m	10
3	-0.10 m	5

TORVINE

MODELO:

N° PERFORACION	PROFUNDIDAD	MAXIMA LECTURA DE TOQUE kg/cm ²
1	0+00	1.18
2	0+00	1.43
3	0+00	1.8

OBSERVACIONES: El material de relleno fue compactado manualmente y alterado con su transporte.

La prueba se realizó como parte del control de los materiales usados en el modelamiento físico a escala del terraplén.

ENSAYO DE CORTE DE SUELOS COHESIVOS -VELETA Y TORVINE

PROYECTO:

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

FECHA: 17 DE ABRIL DEL 2019

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

OPERADORES: JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER

ENSAYO N°: 1 POZO N°: 2

VELETA

MEDIDA Y FORMA DE VELETA:

N° PERFORACION	PROFUNDIDAD	MAXIMA LECTURA DE TOQUE lbf-pie
1	-0.10 m	10
2	-0.10 m	5
3	-0.10 m	10

TORVINE

MODELO: TORVINE R-2KG/CM2

N° PERFORACION	PROFUNDIDAD	MAXIMA LECTURA DE TOQUE kg/cm2
1	0+00	0.5
2	0+00	1.5
3	0+00	1.5

OBSERVACIONES: El material de relleno fue compactado manualmente y alterado con su transporte.

La prueba se realizó como parte del control de los materiales usados en el modelamiento físico a escala del terraplén.

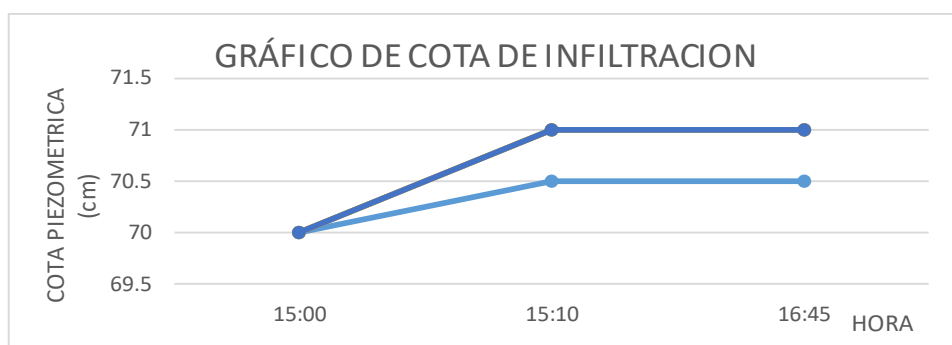
***ANEXO G: DATOS REGISTRADOS EN LOS ENSAYOS DE
INUNDACIÓN DE PROTOTIPOS MODELADOS A ESCALA
REDUCIDA***

ENSAYOS DEL PROTOTIPO 1

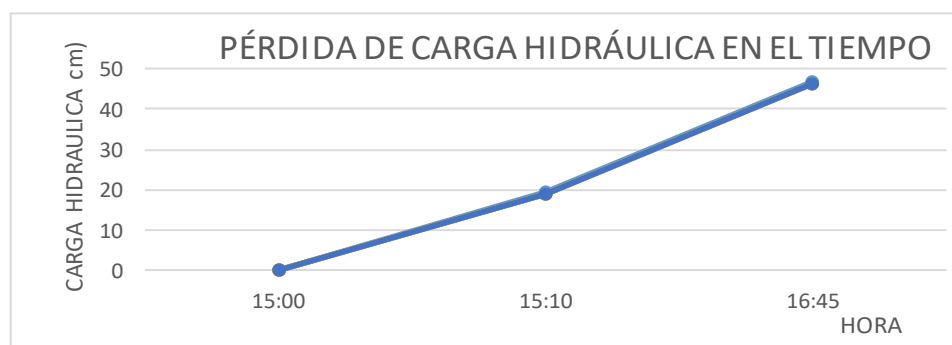
ENSAYO DE INUNDACION N°01-PROTOTIPO 01

PROYECTO:	"USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"					
FECHA:	3 DE MAYO DEL 2019	HORA:	15:10			
PROTOTIPO:	1	POZO N°:	1			
ENSAYO N°:	1 - con espaldón de arcilla	EQUIPO:	WINCHA DE MANO			
RESPONSABLE:	ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA					
OPERADOR:	JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER					
COTA DE INUNDACION MAX:	110	cm				
COTA FONDO DE PIEZOMETROS:	70	cm				

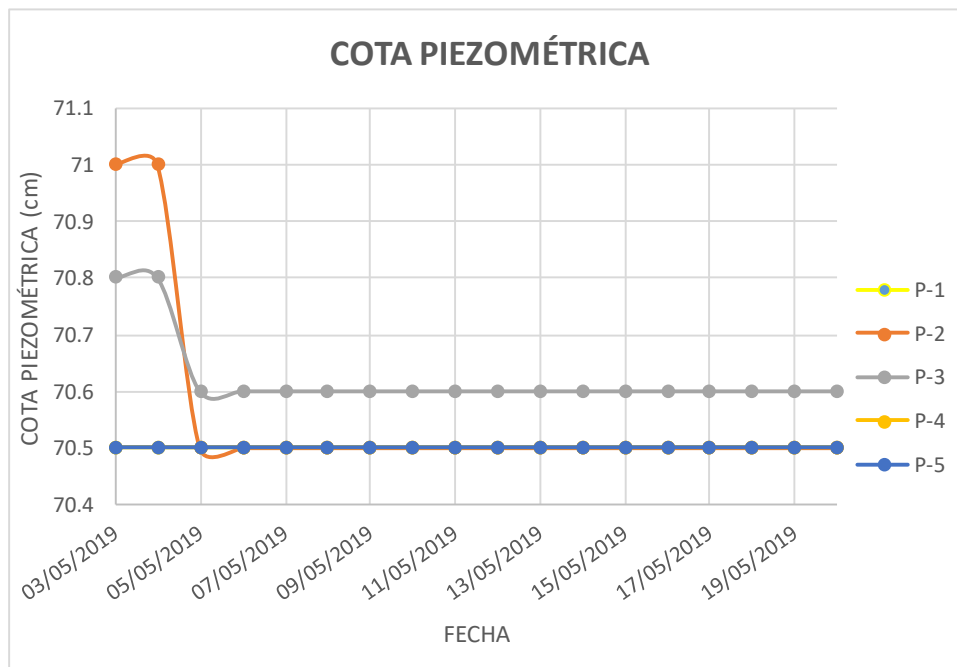
PROCESO DE INUNDACION							
FECHA	HORA	COTA INUNDACION	COTA PIEZOMÉTRICA				
	HORA		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
03/05/2019	15:00	70.00	70	70	70	70	70
03/05/2019	15:10	90.00	70.5	71	71	71	71
03/05/2019	16:45	110.00	70.5	71	71	71	71



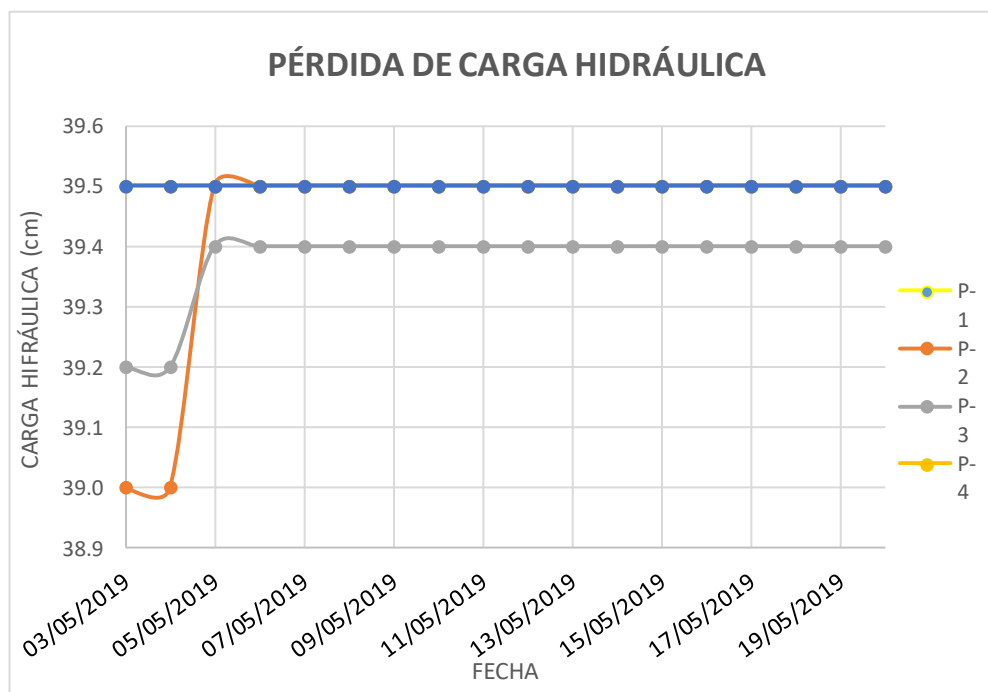
PROCESO DE INUNDACION							
FECHA	HORA	COTA INUNDACION	PERDIDA DE CARGA HIDRUALICA				
	HORA		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
03/05/2019	15:00	70.00	0	0	0	0	0
03/05/2019	15:10	90.00	19.5	19	19	19	19
03/05/2019	16:45	117.50	47.00	46.50	46.50	46.50	46.50



INUNDACIÓN PERMANENTE						
FECHA	COTA INUNDACION	COTA PIEZOMÉTRICA				
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
03/05/2019	110.0	70.5	71	70.8	70.5	70.5
04/05/2019	110.0	70.5	71	70.8	70.5	70.5
05/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
06/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
07/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
08/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
09/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
10/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
11/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
12/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
13/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
14/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
15/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
16/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
17/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
18/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
19/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
20/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
21/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5
22/05/2019	110.0	70.5	70.5	70.6	70.5	70.5



INUNDACIÓN PERMANENTE						
FECHA	COTA INUNDACION	PÉRDIDA DE CARGA HIDRAUÁLICA				
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
03/05/2019	110.0	39.5	39.0	39.2	39.5	39.5
04/05/2019	110.0	39.5	39.0	39.2	39.5	39.5
05/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
06/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
07/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
08/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
09/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
10/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
11/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
12/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
13/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
14/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
15/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
16/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
17/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
18/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
19/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
20/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
21/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5
22/05/2019	110.0	39.5	39.5	39.4	39.5	39.5



ENSAYO DE INUNDACION

PROYECTO: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

FECHA: 24 DE MAYO DEL 2109 HORA: 15:30

PROTOTIPO: 1 POZO N°: 1

ENSAYO N°: 2 - SIN ESPALDON DE ARCILLA EQUIPO: WINCHA DE MANO

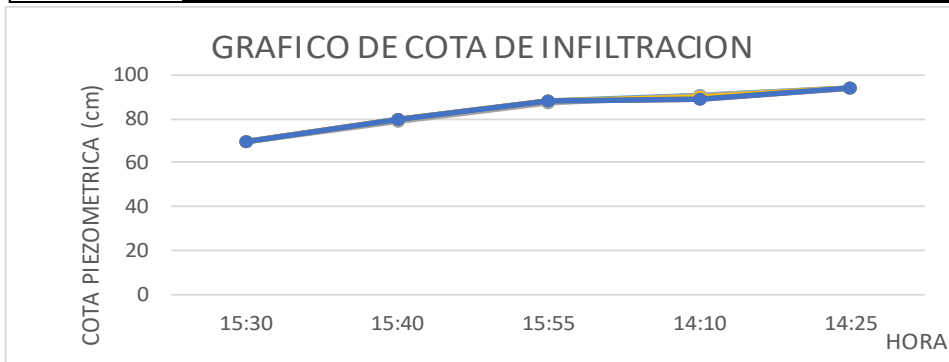
RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

OPERADOR: JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER

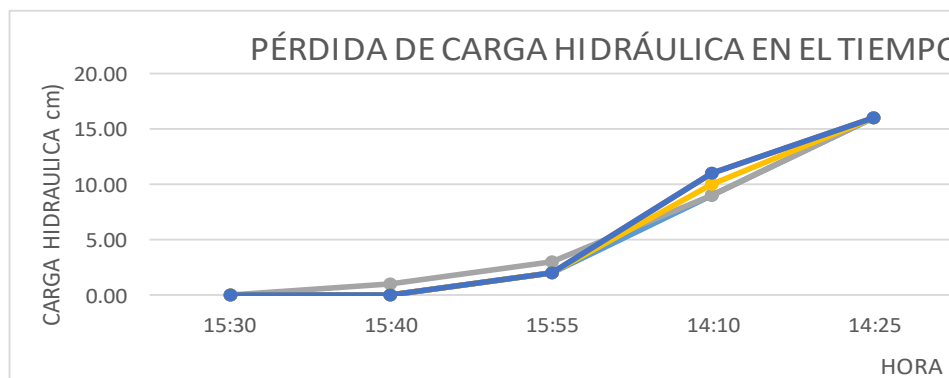
COTA DE INUNDACION MAX: 110 cm

COTA FONDO DE PIEZOMETROS: 70 cm

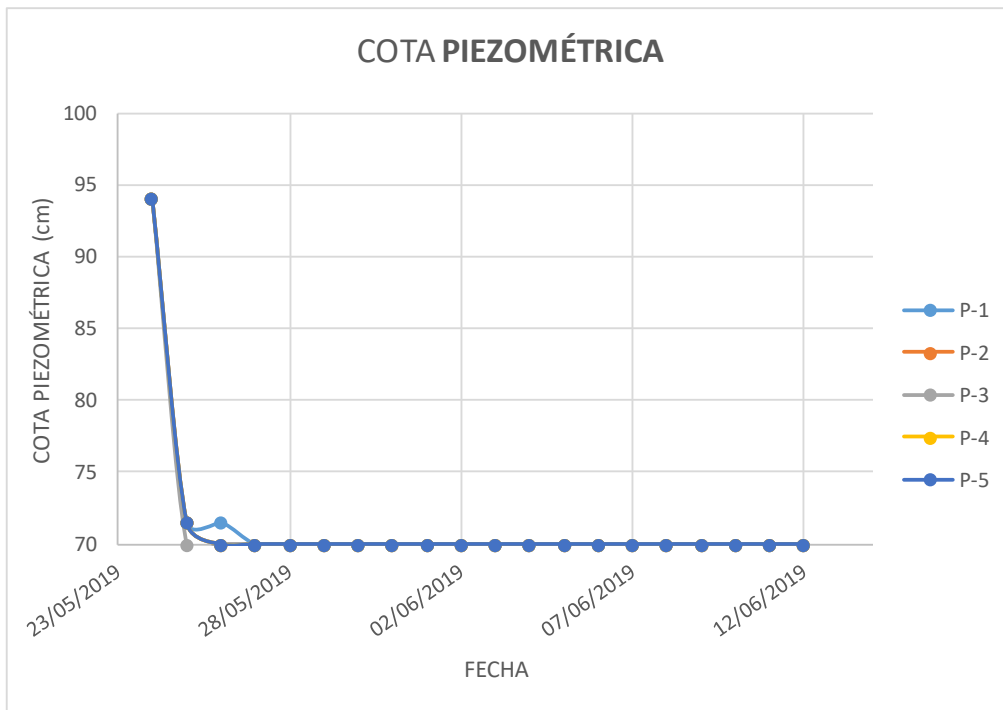
PROCESO DE INUNDACIÓN							
FECHA	HORA HORA	COTA INUNDACION	COTA PIEZOMÉTRICA				
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
24/05/2019	15:30	70.00	70	70	70	70	70
24/05/2019	15:40	80.00	80	80	79	80	80
24/05/2019	15:55	90.00	88	88	87	88	88
24/05/2019	14:10	100.00	91	89	91	90	89
24/05/2019	14:25	110.00	94	94	94	94	94



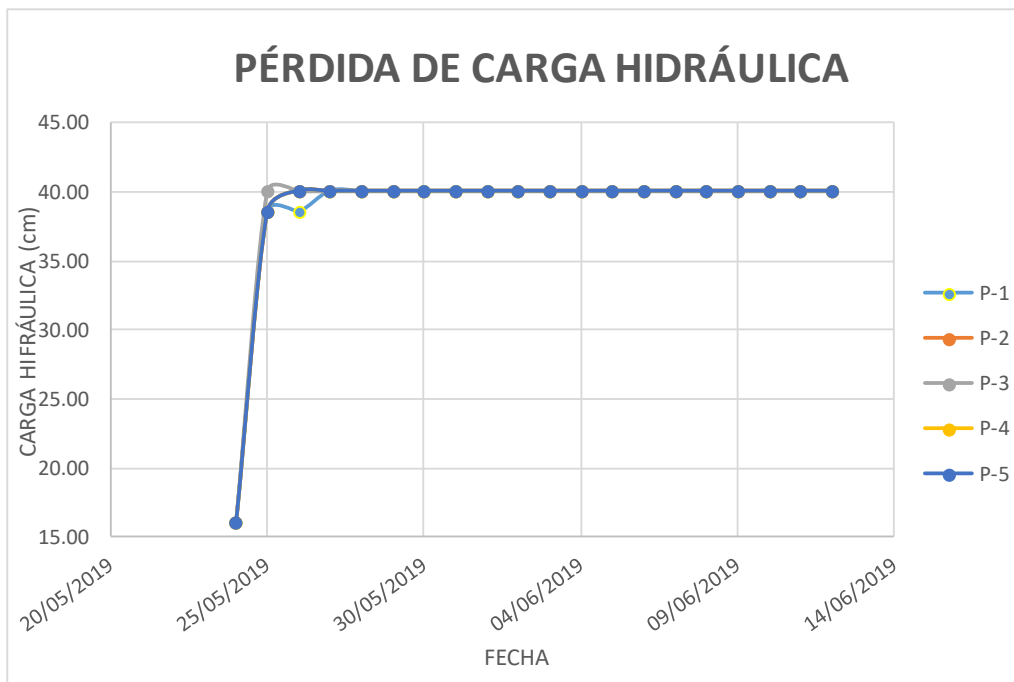
PROCESO DE INUNDACIÓN							
FECHA	HORA HORA	COTA INUNDACIÓN	PERDIDA DE CARGA HIDRUALICA				
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
24/05/2019	15:30	70.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
24/05/2019	15:40	80.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
24/05/2019	15:55	90.00	2.00	2.00	3.00	2.00	2.00
24/05/2019	14:10	100.00	9.00	11.00	9.00	10.00	11.00
24/05/2019	14:25	110.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00



INUNDACIÓN PERMANENTE						
FECHA	COTA INUNDACION	COTA PIEZOMÉTRICA				
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
24/05/2019	110.00	94	94	94	94	94
25/05/2019	110.00	71.5	71.5	70	71.5	71.5
26/05/2019	110.00	71.5	70	70	70	70
27/05/2019	110.00	70	70	70	70	70
28/05/2019	110.00	70	70	70	70	70
29/05/2019	110.00	70	70	70	70	70
30/05/2019	110.00	70	70	70	70	70
31/05/2019	110.00	70	70	70	70	70
01/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
02/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
03/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
04/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
05/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
06/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
07/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
08/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
09/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
10/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
11/06/2019	110.00	70	70	70	70	70
12/06/2019	110.00	70	70	70	70	70



INUNDACIÓN PERMANENTE						
FECHA	COTA INUNDACIO	PÉRDIDA DE CARGA HIDRUÁLICA				
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5
24/05/2019	110.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
25/05/2019	110.00	38.50	38.50	40.00	38.50	38.50
26/05/2019	110.00	38.50	40.00	40.00	40.00	40.00
27/05/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
28/05/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
29/05/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
30/05/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
31/05/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
01/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
02/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
03/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
04/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
05/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
06/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
07/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
08/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
09/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
10/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
11/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
12/06/2019	110.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00



ENSAYOS DEL PROTOTIPO 3

ENSAYO DE INUNDACION									
PROYECTO:	"USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"								
FECHA:	20 DE MAYO DEL 2109			HORA:	08:10				
PROTOTIPO:	3 - sin espaldon			POZO N°:	2				
ENSAYO N°:	1			EQUIPO:	WINCHA DE MANO				
RESPONSABLE:	ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA								
OPERADOR:	JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER								
COTA DE INUNDACION MAX:	79.00								
COTA FONDO DE PIEZOMETROS:	31.50			cm					

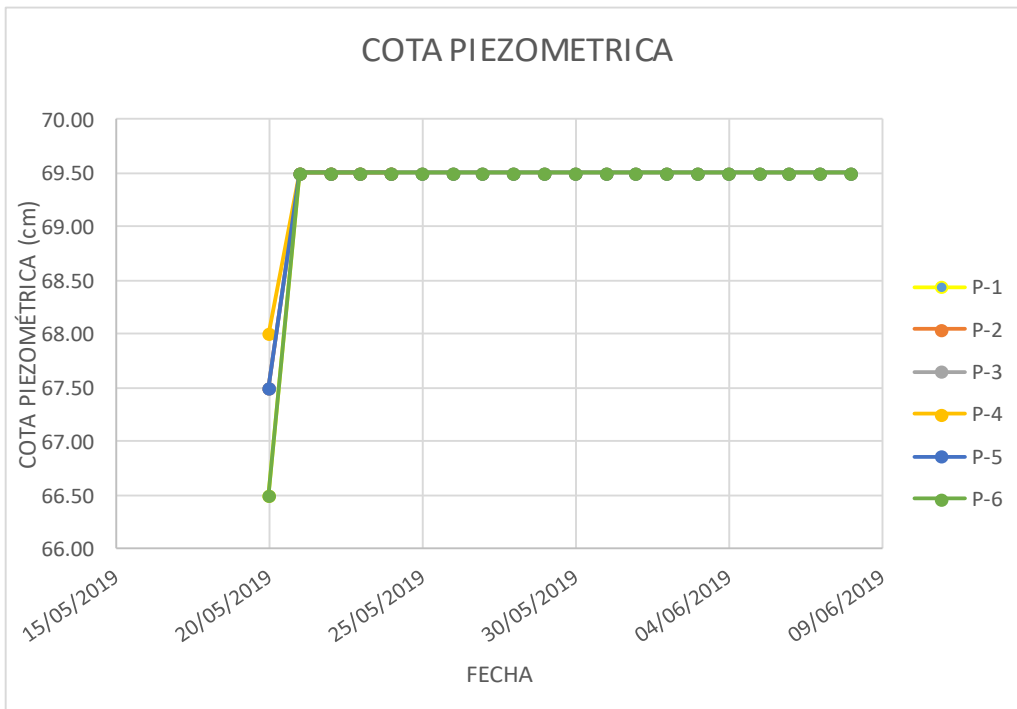
PROCESO DE INUNDACIÓN									
FECHA	HORA HORA	COTA INUNDACION	COTA PIEZOMÉTRICA						
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
20/05/2019	08:10	47.00	32.00	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50	32.50
20/05/2019	08:25	57.00	33.50	33.50	34.50	33.50	33.00	32.50	
20/05/2019	08:40	68.00	37.50	36.50	35.00	36.50	36.50	35.50	
20/05/2019	08:55	70.00	39.50	39.50	36.50	39.50	40.50	39.00	
20/05/2019	09:10	70.00	45.50	44.50	41.50	45.50	44.50	43.50	
20/05/2019	09:25	75.00	58.50	61.50	55.50	55.50	58.50	54.50	
20/05/2019	09:40	79.00	66.50	67.50	67.50	68.00	67.50	66.50	

GRAFICO DE COTA DE INFILTRACION

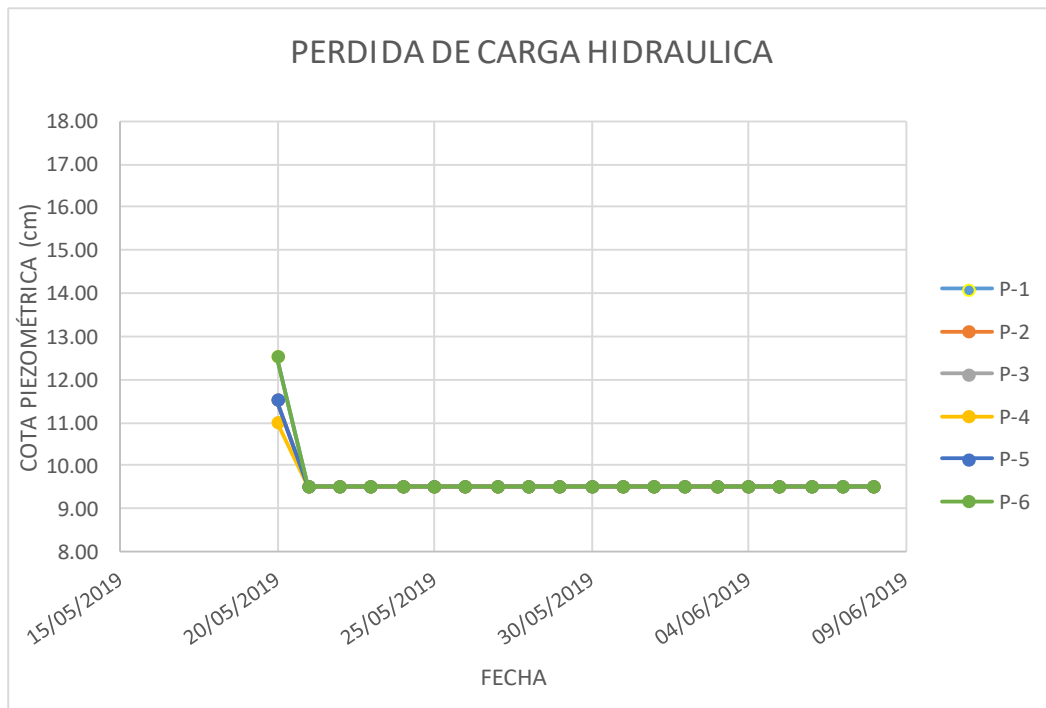
PROCESO DE INUNDACION									
FECHA	HORA HORA	COTA INUNDACION	PERDIDA DE CARGA HIDRAULICA						
			P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6	
20/05/2019	08:10	47.00	15.00	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50	14.50
20/05/2019	08:25	57.00	23.50	23.50	22.50	23.50	24.00	24.50	
20/05/2019	08:40	68.00	30.50	31.50	33.00	31.50	31.50	32.50	
20/05/2019	08:55	70.00	30.50	30.50	33.50	30.50	29.50	31.00	
20/05/2019	09:10	70.00	24.50	25.50	28.50	24.50	25.50	26.50	
20/05/2019	09:25	75.00	16.50	13.50	19.50	19.50	16.50	20.50	
20/05/2019	09:40	79.00	12.50	11.50	11.50	11.00	11.50	12.50	

PERDIDA DE CARGA HIDRAULICA EN EL TIEMPO

INUNDACIÓN PERMANENTE							
FECHA	COTA INUNDACION	COTA PIEZOMETRICA					
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
20/05/2019	79.0	66.50	67.50	67.50	68.00	67.50	66.50
21/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
22/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
23/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
24/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
25/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
26/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
27/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
28/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
29/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
30/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
31/05/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
01/06/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
02/06/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
03/06/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
04/06/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
05/06/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
06/06/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
07/06/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50
08/06/2019	79.0	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50	69.50



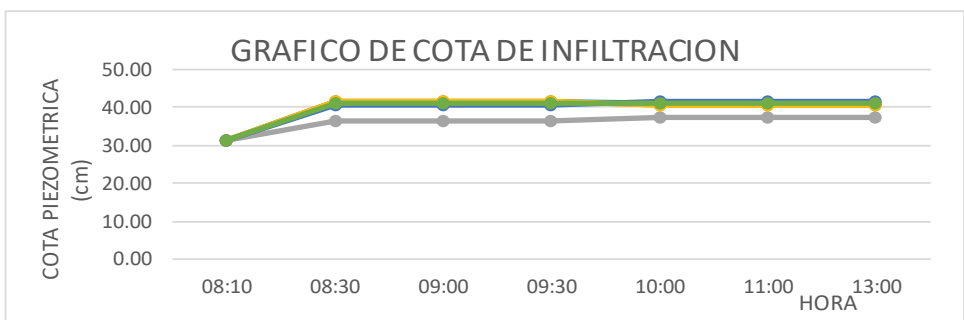
INUNDACIÓN PERMANENTE							
FECHA	COTA INUNDACION	PERDIDA DE CARGA HIDRÁULICA					
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
20/05/2019	79.0	12.50	11.50	11.50	11.00	11.50	12.50
21/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
22/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
23/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
24/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
25/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
26/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
27/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
28/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
29/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
30/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
31/05/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
01/06/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
02/06/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
03/06/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
04/06/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
05/06/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
06/06/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
07/06/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50
08/06/2019	79.0	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50	9.50



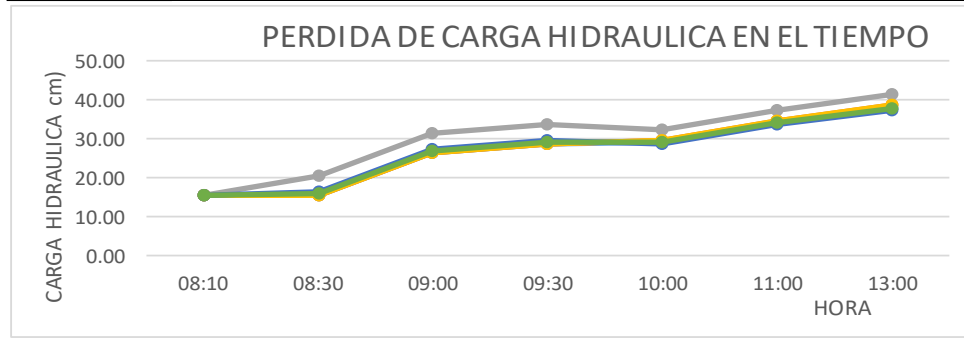
ENSAYO DE INUNDACION

PROYECTO:	"USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"	
FECHA:	09 DE JUNIO DEL 2109	HORA: 08:10
PROTOTIPO:	3 - CON ESPALDON DE ARCILLA	POZO N°: 2
ENSAYO N°:	2	EQUIPO: WINCHA DE MANO
RESPONSABLE:	ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA	
OPERADOR:	JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER	
COTA DE INUNDACION MAX:	79.00	
COTA FONDO DE PIEZOMETROS:	31.50	cm

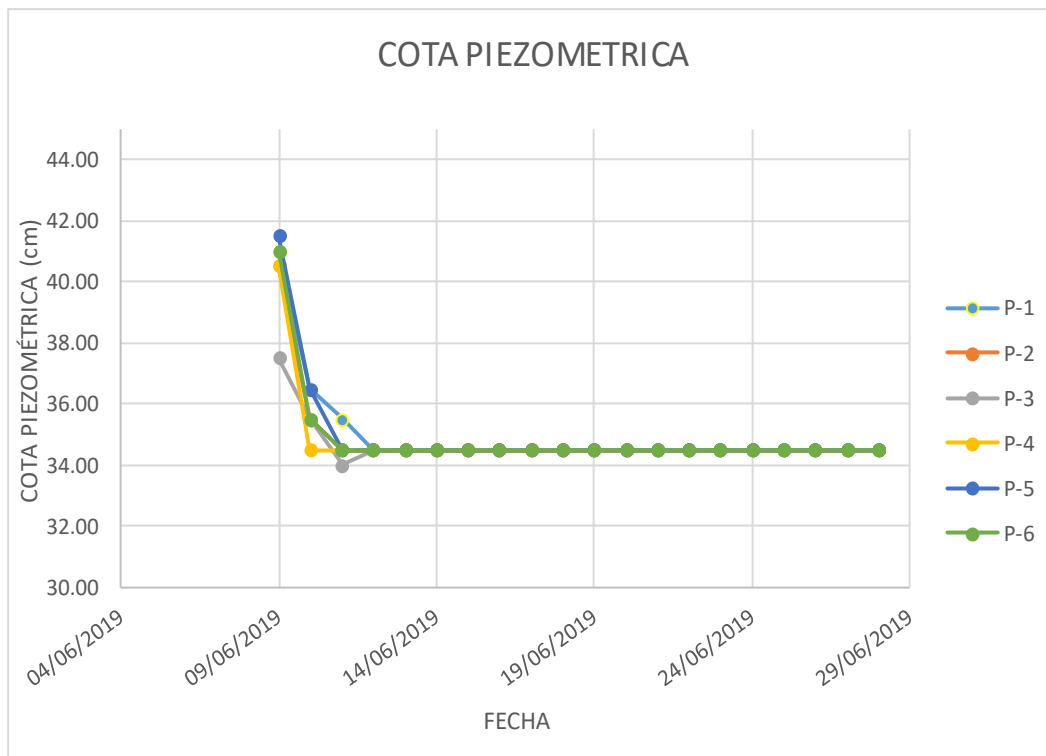
PROCESO DE INUNDACIÓN								
FECHA	HORA	COTA INUNDACIÓN	COTA PIEZOMÉTRICA					
	HORA		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
09/06/2019	08:10	47.00	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50	31.50
09/06/2019	08:30	57.00	41.50	41.50	36.50	41.50	40.50	41.00
09/06/2019	09:00	65.00	41.50	41.50	36.50	41.50	40.50	41.00
09/06/2019	09:30	68.00	41.50	41.50	36.50	41.50	40.50	41.00
09/06/2019	10:00	70.00	41.00	40.50	37.50	40.50	41.50	41.00
09/06/2019	11:00	75.00	41.00	40.50	37.50	40.50	41.50	41.00
09/06/2019	13:00	79.00	41.00	40.50	37.50	40.50	41.50	41.00



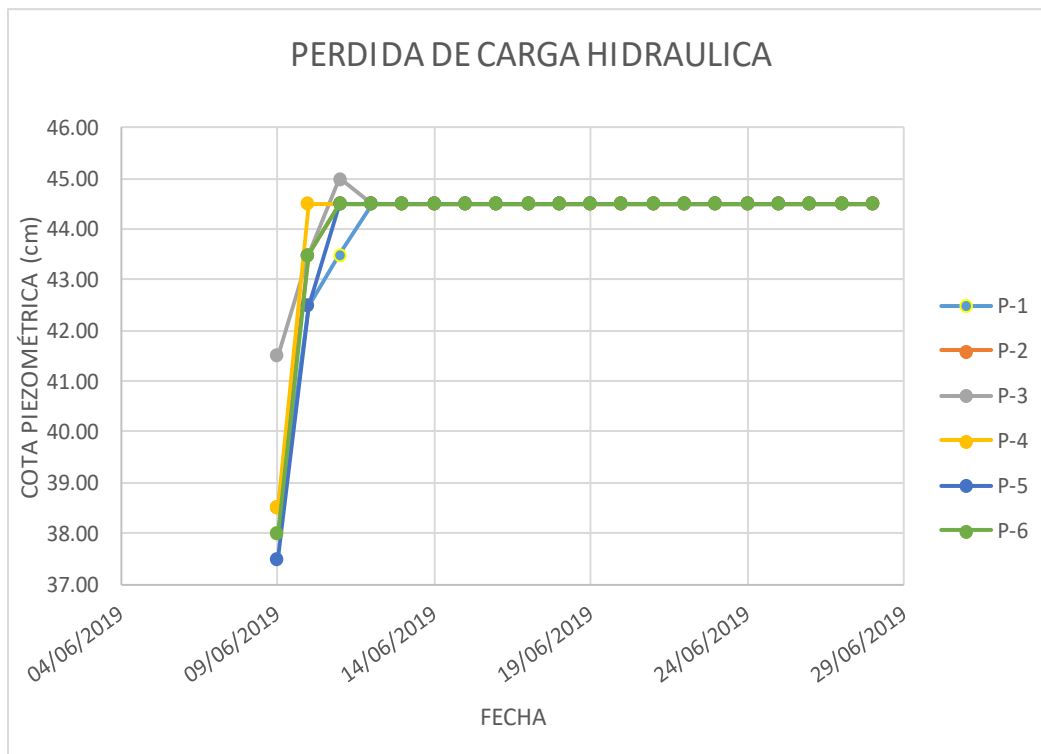
PROCESO DE INUNDACIÓN								
FECHA	HORA	COTA INUNDACIÓN	PERDIDA DE CARGA HIDRAULICA					
	HORA		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
09/06/2019	08:10	47.00	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50	15.50
09/06/2019	08:30	57.00	15.50	15.50	20.50	15.50	16.50	16.00
09/06/2019	09:00	65.00	26.50	26.50	31.50	26.50	27.50	27.00
09/06/2019	09:30	68.00	28.50	28.50	33.50	28.50	29.50	29.00
09/06/2019	10:00	70.00	29.00	29.50	32.50	29.50	28.50	29.00
09/06/2019	11:00	75.00	34.00	34.50	37.50	34.50	33.50	34.00
09/06/2019	13:00	79.00	38.00	38.50	41.50	38.50	37.50	38.00



INUNDACIÓN PERMANENTE							
FECHA	COTA INUNDACION	COTA PIEZOMETRICA					
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
09/06/2019	79.0	41.00	40.50	37.50	40.50	41.50	41.00
10/06/2019	79.0	36.50	35.50	35.50	34.50	36.50	35.50
11/06/2019	79.0	35.50	34.50	34.00	34.50	34.50	34.50
12/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
13/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
14/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
15/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
16/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
17/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
18/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
19/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
20/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
21/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
22/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
23/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
24/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
25/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
26/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
27/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50
28/06/2019	79.0	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50	34.50



INUNDACIÓN PERMANENTE							
FECHA	COTA INUNDACIÓ	PERDIDA DE CARGA HIDRAULICA					
		P-1	P-2	P-3	P-4	P-5	P-6
09/06/2019	79.0	38.00	38.50	41.50	38.50	37.50	38.00
10/06/2019	79.0	42.50	43.50	43.50	44.50	42.50	43.50
11/06/2019	79.0	43.50	44.50	45.00	44.50	44.50	44.50
12/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
13/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
14/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
15/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
16/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
17/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
18/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
19/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
20/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
21/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
22/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
23/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
24/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
25/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
26/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
27/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50
28/06/2019	79.0	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50	44.50



REFERENCIA DE COTAS PARA ENSAYO DE INUNDACION PROTOTIPO 1

PROYECTO: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

FECHA INICI: 29 DE ABRIL DE 2019 FECHA FIN: 6 DE JUNIO DE 2019

PROTOTIPO: 1 POZO N°: 1

ENSAYO N°: 1 EQUIPO: TOPCON 003 ATB-4

RESPONSAB ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

OPERADOR: JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER

CARGA CONTROLADA: INUNDACION VISTA ATRÁS INICIAL: 0.820

VISTA ATRÁS FINAL: 0.795 ERROR DE EQUIPO: -/+ 0.002

PUNTO	VISTA ADELANTE		COTA		VARIACION
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
BM	-	-	100	100	0
1	1.434	1.410	99.386	99.385	0.001
2	1.433	1.409	99.387	99.386	0.001
3	1.43	1.406	99.390	99.389	0.001
4	1.428	1.405	99.392	99.390	0.002
5	1.429	1.405	99.391	99.390	0.001
6	1.432	1.409	99.388	99.386	0.002
7	1.431	1.407	99.389	99.388	0.001
8	1.428	1.405	99.392	99.390	0.002
9	1.427	1.403	99.393	99.392	0.001
10	1.424	1.400	99.396	99.395	0.001
11	1.429	1.405	99.391	99.390	0.001
12	1.43	1.407	99.390	99.388	0.002
13	1.429	1.406	99.391	99.389	0.002
14	1.427	1.403	99.393	99.392	0.001
15	1.423	1.399	99.397	99.396	0.001
16	1.429	1.405	99.391	99.390	0.001
17	1.429	1.405	99.391	99.390	0.001
18	1.428	1.404	99.392	99.391	0.001
19	1.426	1.402	99.394	99.393	0.001
20	1.423	1.399	99.397	99.396	0.001
21	1.431	1.407	99.389	99.388	0.001
22	1.431	1.407	99.389	99.388	0.001
23	1.429	1.405	99.391	99.390	0.001
24	1.424	1.400	99.396	99.395	0.001
25	1.426	1.402	99.394	99.393	0.001

REFERENCIA DE COTAS PARA ENSAYO DE INUNDACION PROTOTIPO 3

PROYECTO:

"USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

FECHA INICI: 29 DE ABRIL DE 2019 FECHA FIN: 6 DE JUNIO DE 2019

PROTOTIPO: 3 POZO N°: 2

ENSAYO N°: 1 EQUIPO: TOPCON 003 ATB-4

RESPONSAB ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

OPERADOR: JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER

CARGA CONTROLADA: INUNDACION VISTA ATRÁS INICIAL: 1.098

VISTA ATRÁS FINAL: 1.055 ERROR DE EQUIPO: -/+ 0.002

PUNTO	VISTA ADELANTE		COTA		VARIACION
	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
BM	-	-	100	100	0
1	1.673	1.629	99.425	99.426	-0.001
2	1.672	1.629	99.426	99.426	0.000
3	1.674	1.629	99.424	99.426	-0.002
4	1.670	1.625	99.428	99.430	-0.002
5	1.670	1.626	99.428	99.429	-0.001
6	1.671	1.628	99.427	99.427	0.000
7	1.674	1.630	99.424	99.425	-0.001
8	1.673	1.629	99.425	99.426	-0.001
9	1.676	1.632	99.422	99.423	-0.001
10	1.674	1.629	99.424	99.426	-0.002
11	1.675	1.632	99.423	99.423	0.000
12	1.676	1.633	99.422	99.422	0.000
13	1.673	1.629	99.425	99.426	-0.001
14	1.673	1.629	99.425	99.426	-0.001
15	1.676	1.632	99.422	99.423	-0.001
16	1.677	1.632	99.421	99.423	-0.002
17	1.673	1.629	99.425	99.426	-0.001
18	1.675	1.632	99.423	99.423	0.000

***ANEXO H: DATOS REGISTRADOS DE LA PRUEBA DE CARGA
A LOS PROTOTIPOS MODELADOS A ESCALA REDUCIDA***

PRUEBA DE CARGA-REGISTRO DE COTAS PARA ASENTAMIENTO

PROYECTO: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE
DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

FECHA: 31 de JULIO DE 2019 HORA: 12:00 AM

PROTOTIPO: 3 POZO N°: 2

ENSAYO N°: 1 EQUIPO: PRENSA HIDRAULICA

RESPONSAB ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO - ING. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

OPERADOR: JUSTININAO AYALA PAUL GIHORGINO - MORI TORRES ROY ROGER

AREA DE CONTACTO: 50 cm²

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO

EJE DE PRUEBA	NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACION MAX REG. (mm)
A	50	100	7.03	1
B	50	100	7.03	1
C	50	100	7.03	1
D	50	100	7.03	1
E	50	100	7.03	1
F	50	100	7.03	1

ESFUERZO DE FALLA POR EJE

	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	FUERZA APLICADA (kg)
A	330	23.20	1160.0655
B	350	24.61	1230.3725
C	350	24.61	1230.3725
D	350	24.61	1230.3725
E	350	24.61	1230.3725
F	350	24.61	1230.3725

***ANEXO I: DATOS REGISTRADOS EN LOS ENSAYOS DE
CARGA ESFUERZO-DEFORMACIÓN DE LOS BLOQUES DE
GEOESPUMA***

GEOESPUMA DENSIDAD 20 Kg/m³ (D-20)



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

PROYECTO:

"USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA: 10:30

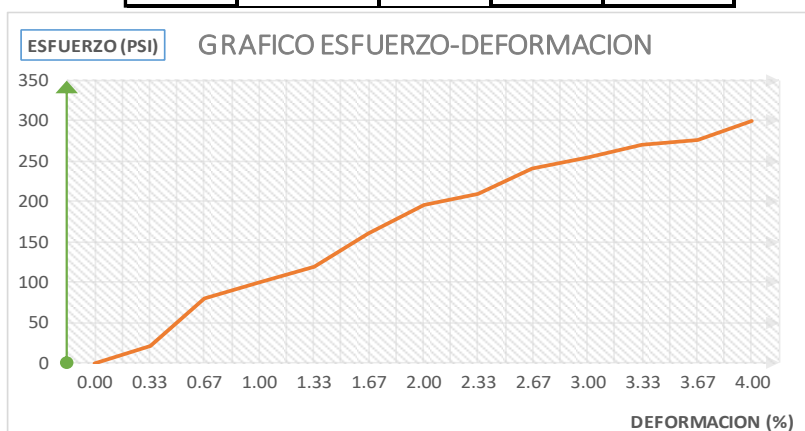
ENSAYO: **1 (4-D20)** EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETRA: ANCHO: 30 cm

LARGO: 30 cm

ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
20.0	1.41	137895.23	1	0.33
80.0	5.62	551580.91	2	0.67
100.0	7.03	689476.14	3	1.00
120.0	8.44	827371.37	4	1.33
160.0	11.25	1103161.83	5	1.67
195.0	13.71	1344478.48	6	2.00
210.0	14.76	1447899.90	7	2.33
240.0	16.87	1654742.74	8	2.67
255.0	17.93	1758164.16	9	3.00
270.0	18.98	1861585.58	10	3.33
275.0	19.33	1896059.39	11	3.67
300.0	21.09	2068428.42	12	4.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				TOTAL
	1	2	3	4	
300.0	5	3	2	2	12

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	16.00	10.00



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

PROYECTO:

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA 10:45

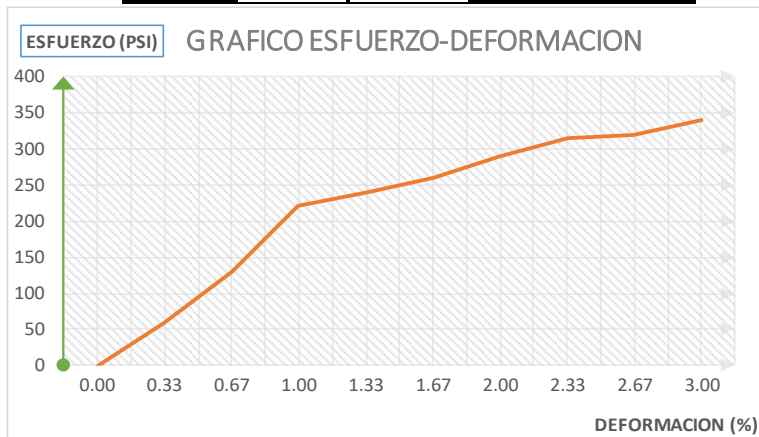
ENSAYO: 2 (4-D20) EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETRA: ANCHO: 30 cm

LARGO: 30 cm

ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
60.0	4.22	413685.68	1	0.33
130.0	9.14	896318.98	2	0.67
220.0	15.47	1516847.51	3	1.00
240.0	16.87	1654742.74	4	1.33
260.0	18.28	1792637.97	5	1.67
290.0	20.39	1999480.81	6	2.00
315.0	22.15	2171849.85	7	2.33
320.0	22.50	2206323.65	8	2.67
340.0	23.90	2344218.88	9	3.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
340.0	2	3	3	1	9

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	12.00	7.00



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

PROYECTO:

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA: 11:30

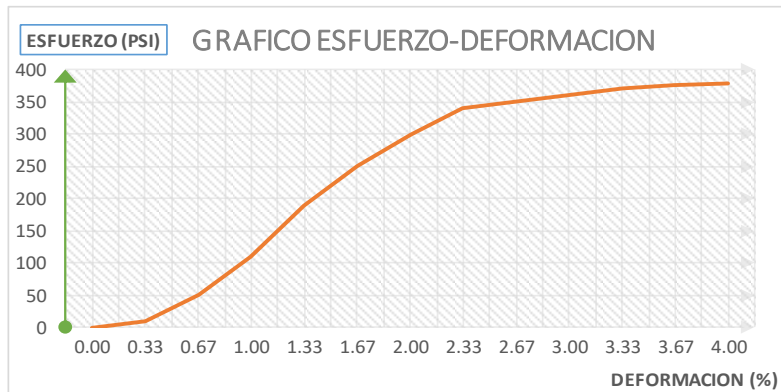
ENSAYO: 3 (4-D20) EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETSRA: ANCHO: 30 cm

LARGO: 30 cm

ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
10.0	0.70	68947.61	1	0.33
50.0	3.52	344738.07	2	0.67
110.0	7.73	758423.76	3	1.00
190.0	13.36	1310004.67	4	1.33
250.0	17.58	1723690.35	5	1.67
300.0	21.09	2068428.42	6	2.00
340.0	23.90	2344218.88	7	2.33
350.0	24.61	2413166.50	8	2.67
360.0	25.31	2482114.11	9	3.00
370.0	26.01	2551061.72	10	3.33
375.0	26.37	2585535.53	11	3.67
380.0	26.72	2620009.34	12	4.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
380.0	4	3	3	2	12

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	13.00	7.00



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

PROYECTO:

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA 11:45

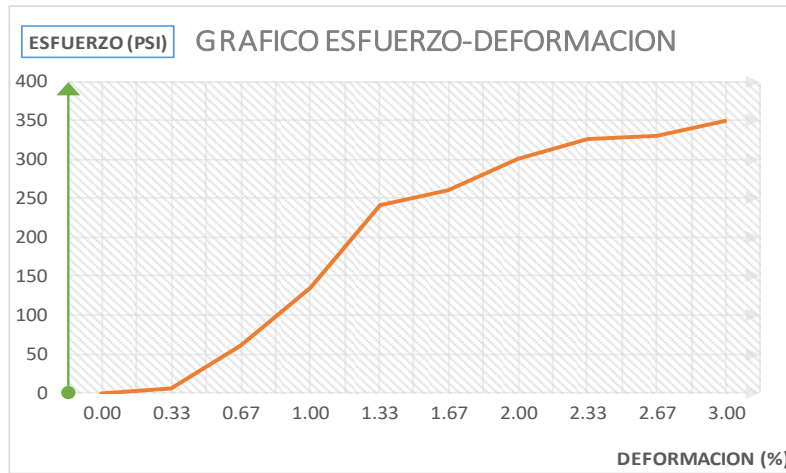
ENSAYO: 4 (4-D20) EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETSRA: ANCHO: 30 cm

LARGO: 30 cm

ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
5.0	0.35	34473.81	1	0.33
60.0	4.22	413685.68	2	0.67
135.0	9.49	930792.79	3	1.00
240.0	16.87	1654742.74	4	1.33
260.0	18.28	1792637.97	5	1.67
300.0	21.09	2068428.42	6	2.00
325.0	22.85	2240797.46	7	2.33
330.0	23.20	2275271.27	8	2.67
350.0	24.61	2413166.50	9	3.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
350.0	3	2	2	2	9

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	17.00	10.00



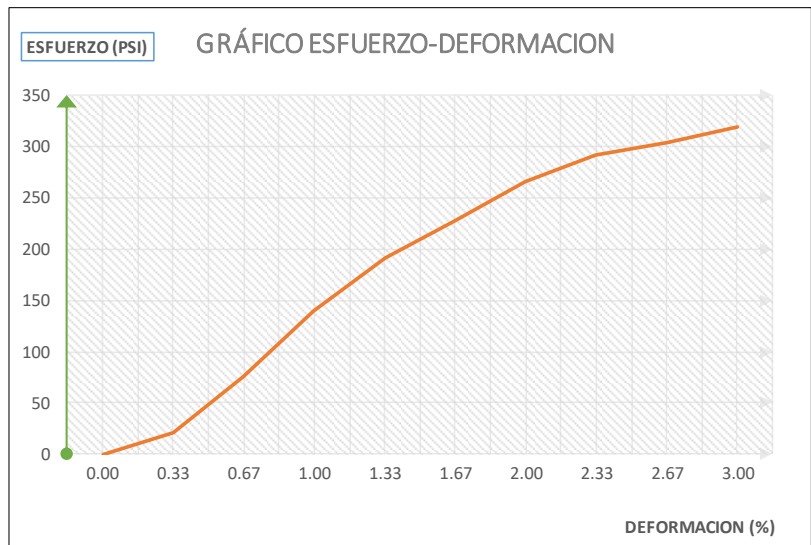
PROYECTO:

PROMEDIO DE LOS RESULTADOS PARA GEOESPUMA D-20

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

ENSAYOS							
N° 1		N° 2		N° 3		N° 4	
(4-D20)		(4-D20)		(4-D20)		(4-D20)	
ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)	ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)	ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)	ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
20.0	0.33	60.0	0.33	10.0	0.33	10.0	0.33
80.0	0.67	130.0	0.67	50.0	0.67	60.0	0.67
100.0	1.00	220.0	1.00	110.0	1.00	130.0	1.00
120.0	1.33	240.0	1.33	190.0	1.33	170.0	1.33
160.0	1.67	260.0	1.67	250.0	1.67	210.0	1.67
195.0	2.00	290.0	2.00	300.0	2.00	240.0	2.00
210.0	2.33	315.0	2.33	340.0	2.33	270.0	2.33
240.0	2.67	320.0	2.67	350.0	2.67	280.0	2.67
255.0	3.00	340.0	3.00	360.0	3.00	290.0	3.00

PROMEDIO (4-D20)	
ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)
0.00	0.00
21.00	0.33
76.00	0.67
139.00	1.00
192.00	1.33
228.00	1.67
265.00	2.00
292.00	2.33
304.00	2.67
319.00	3.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00



GEOESPUMA DENSIDAD 15 Kg/m³ (D-15)



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

"USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO
SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA -
MAYNAS 2019"

PROYECTO:

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

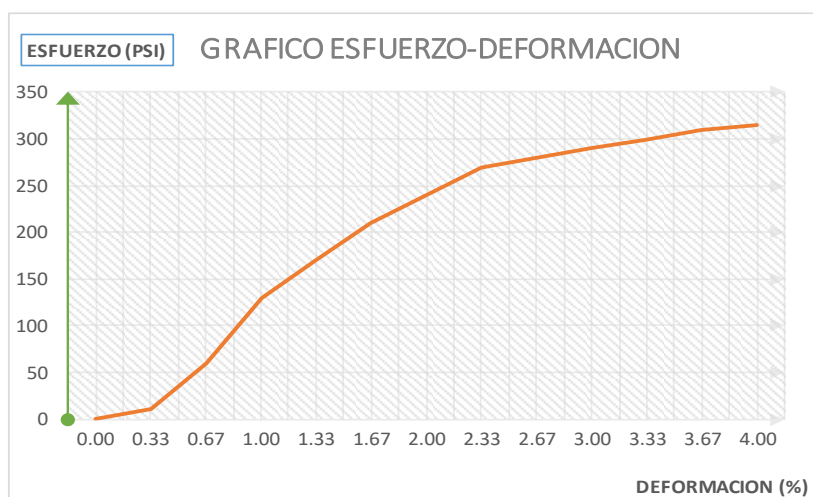
OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA 12:00

ENSAYO: **5 (4-D15)** EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETRA: ANCHO: 30 cm
LARGO: 30 cm
ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
10.0	0.70	68947.61	1	0.33
60.0	4.22	413685.68	2	0.67
130.0	9.14	896318.98	3	1.00
170.0	11.95	1172109.44	4	1.33
210.0	14.76	1447899.90	5	1.67
240.0	16.87	1654742.74	6	2.00
270.0	18.98	1861585.58	7	2.33
280.0	19.69	1930533.20	8	2.67
290.0	20.39	1999480.81	9	3.00
300.0	21.09	2068428.42	10	3.33
310.0	21.80	2137376.04	11	3.67
315.0	22.15	2171849.85	12	4.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
315.0	6	5	2	1	14

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm ²)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	17.00	10.00



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS
“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO
SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA -
MAYNAS 2019”

PROYECTO:

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA 10:15

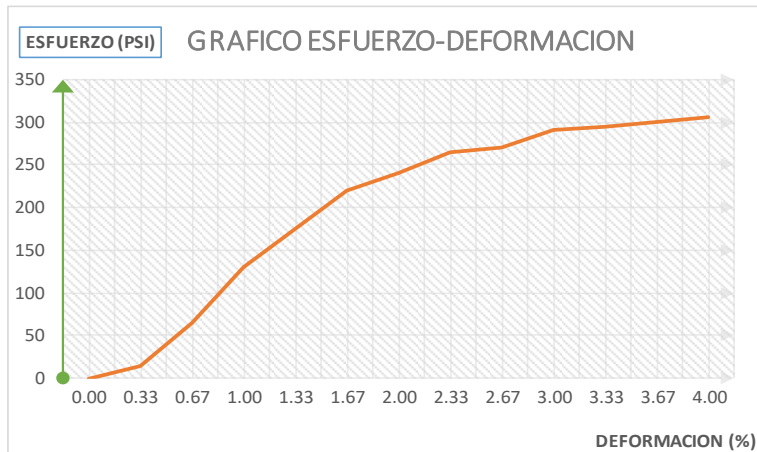
ENSAYO: 6 (4-D15) EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETSRA: ANCHO: 30 cm

LARGO: 30 cm

ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
15.0	1.05	103421.42	1	0.33
65.0	4.57	448159.49	2	0.67
130.0	9.14	896318.98	3	1.00
175.0	12.30	1206583.25	4	1.33
220.0	15.47	1516847.51	5	1.67
240.0	16.87	1654742.74	6	2.00
265.0	18.63	1827111.78	7	2.33
270.0	18.98	1861585.58	8	2.67
290.0	20.39	1999480.81	9	3.00
295.0	20.74	2033954.62	10	3.33
300.0	21.09	2068428.42	11	3.67
305.0	21.44	2102902.23	12	4.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
305.0	5	3	3	1	12

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	16.00	8.00



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

PROYECTO: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

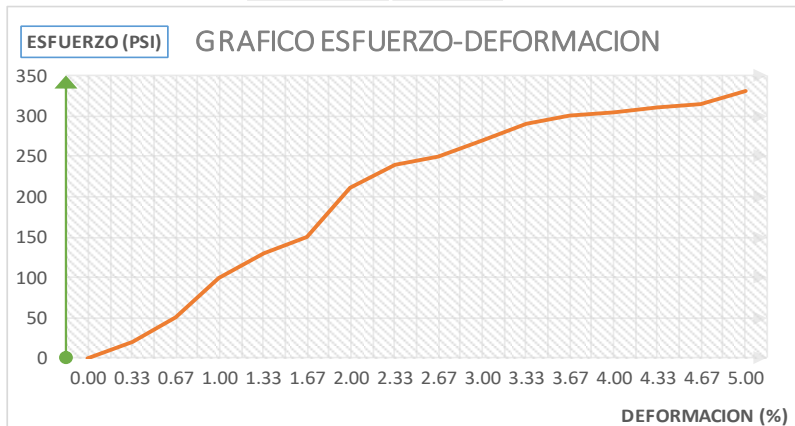
OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA: 11:15

ENSAYO: 7 (4-D15) EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETRA: ANCHO: 30 cm
LARGO: 30 cm
ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
20.0	1.41	137895.23	1	0.33
50.0	3.52	344738.07	2	0.67
100.0	7.03	689476.14	3	1.00
130.0	9.14	896318.98	4	1.33
150.0	10.55	1034214.21	5	1.67
210.0	14.76	1447899.90	6	2.00
240.0	16.87	1654742.74	7	2.33
250.0	17.58	1723690.35	8	2.67
270.0	18.98	1861585.58	9	3.00
290.0	20.39	1999480.81	10	3.33
300.0	21.09	2068428.42	11	3.67
305.0	21.44	2102902.23	12	4.00
310.0	21.80	2137376.04	13	4.33
315.0	22.15	2171849.85	14	4.67
330.0	23.20	2275271.27	15	5.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
330.0	6	3	3	3	15

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	13.00	7.00



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

PROYECTO:

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA 12:15

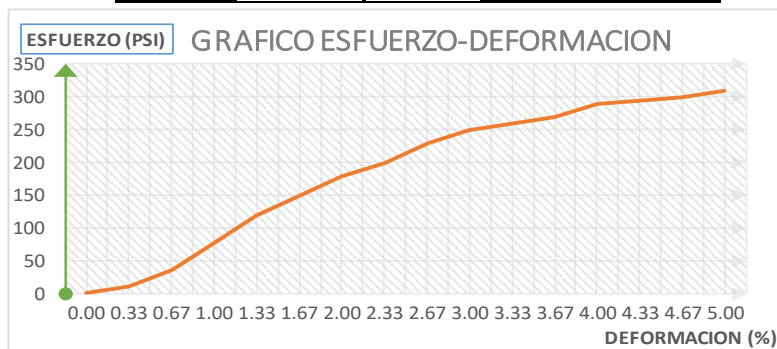
ENSAYO: **8 (4-D15)** EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETSRA: ANCHO: 30 cm

LARGO: 30 cm

ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
10.0	0.70	68947.61	1	0.33
35.0	2.46	241316.65	2	0.67
75.0	5.27	517107.11	3	1.00
120.0	8.44	827371.37	4	1.33
150.0	10.55	1034214.21	5	1.67
180.0	12.66	1241057.05	6	2.00
200.0	14.06	1378952.28	7	2.33
230.0	16.17	1585795.13	8	2.67
250.0	17.58	1723690.35	9	3.00
260.0	18.28	1792637.97	10	3.33
270.0	18.98	1861585.58	11	3.67
290.0	20.39	1999480.81	12	4.00
295.0	20.74	2033954.62	13	4.33
300.0	21.09	2068428.42	14	4.67
310.0	21.80	2137376.04	15	5.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
330.0	6	4	4	3	17

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	20.00	11.00



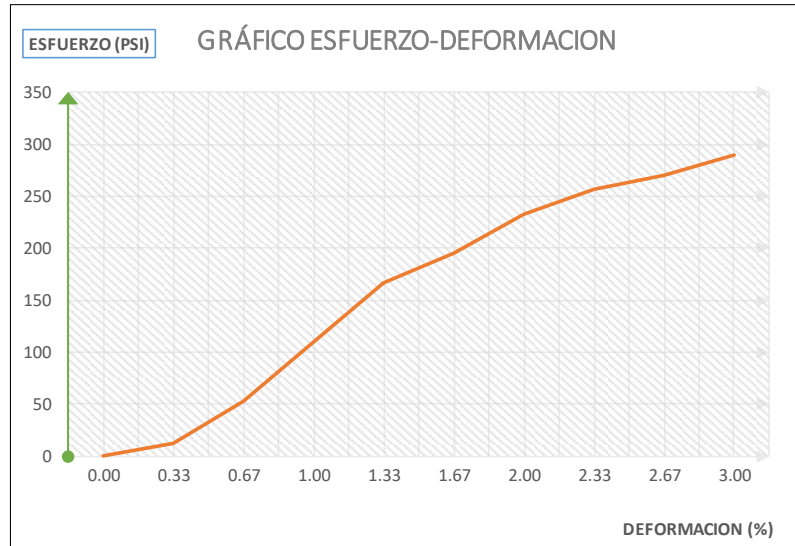
PROYECTO:

PROMEDIO DE LOS RESULTADOS PARA GEOESPUMA D-15

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

ENSAYOS							
N° 5		N° 6		N° 7		N° 8	
(4-D-15)		(4-D15)		(4-D15)		(4-D15)	
ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)	ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)	ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)	ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00	0.0	0.00
5.0	0.33	15.0	0.33	20.0	0.33	10.0	0.33
60.0	0.67	65.0	0.67	50.0	0.67	35.0	0.67
135.0	1.00	130.0	1.00	100.0	1.00	75.0	1.00
240.0	1.33	175.0	1.33	130.0	1.33	120.0	1.33
260.0	1.67	220.0	1.67	150.0	1.67	150.0	1.67
300.0	2.00	240.0	2.00	210.0	2.00	180.0	2.00
325.0	2.33	265.0	2.33	240.0	2.33	200.0	2.33
330.0	2.67	270.0	2.67	250.0	2.67	230.0	2.67
350.0	3.00	290.0	3.00	270.0	3.00	250.0	3.00

PROMEDIO ESFUERZO (4-D15)	
ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)
0.00	0.00
12.50	0.33
52.50	0.67
110.00	1.00
166.25	1.33
195.00	1.67
232.50	2.00
257.50	2.33
270.00	2.67
290.00	3.00
0.00	0.00
0.00	0.00
0.00	0.00



GEOESPUMA DENSIDAD 15 Kg/m3 - 20 Kg/m3



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

PROYECTO: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA: 10:00

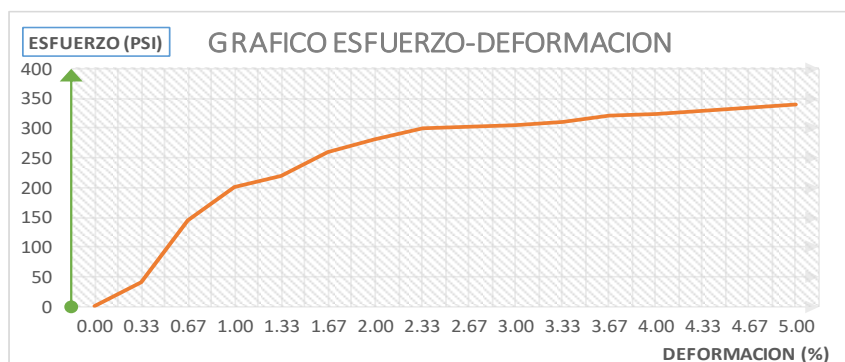
ENSAYO: 9 (2-D20/2-D15) EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETRA: ANCHO: 30 cm

LARGO: 30 cm

ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
40.0	2.81	275790.46	1	0.33
145.0	10.19	999740.41	2	0.67
200.0	14.06	1378952.28	3	1.00
220.0	15.47	1516847.51	4	1.33
260.0	18.28	1792637.97	5	1.67
280.0	19.69	1930533.20	6	2.00
300.0	21.09	2068428.42	7	2.33
303.0	21.30	2089112.71	8	2.67
305.0	21.44	2102902.23	9	3.00
310.0	21.80	2137376.04	10	3.33
320.0	22.50	2206323.65	11	3.67
325.0	22.85	2240797.46	12	4.00
330.0	23.20	2275271.27	13	4.33
335.0	23.55	2309745.07	14	4.67
340.0	23.90	2344218.88	15	5.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
340.0	7	5	2	1	15

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	18.00	9.00



PRUEBA DE CARGA-ESFUERZO DEFORMACION EN CAPAS

PROYECTO:

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

RESPONSABLE: ING. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO

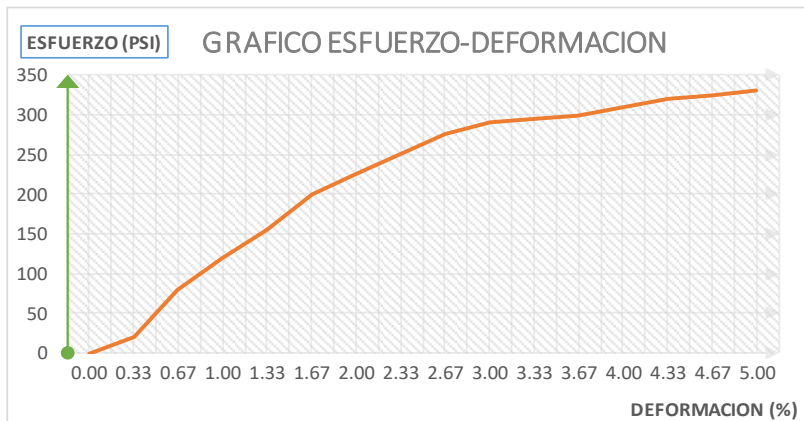
OPERADOR (ES): PAUL JUSTINIANO AYALA - MORI TORRES ROY

FECHA: 26/07/2019 HORA: 11:00

ENSAYO: 10 (2-D20/2-D15) EQUIPO: GATA HUDRÁULICA (20Ton)

DIMENSIONES DE LA MUETRA: ANCHO: 30 cm
LARGO: 30 cm
ALTO: 4 CAPAS - 30 cm

ESFUERZO (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	ESFUERZO (Pa)	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.00	0	0.00
20.0	1.41	137895.23	1	0.33
80.0	5.62	551580.91	2	0.67
120.0	8.44	827371.37	3	1.00
155.0	10.90	1068688.02	4	1.33
200.0	14.06	1378952.28	5	1.67
225.0	15.82	1551321.32	6	2.00
250.0	17.58	1723690.35	7	2.33
275.0	19.33	1896059.39	8	2.67
290.0	20.39	1999480.81	9	3.00
295.0	20.74	2033954.62	10	3.33
300.0	21.09	2068428.42	11	3.67
310.0	21.80	2137376.04	12	4.00
320.0	22.50	2206323.65	13	4.33
325.0	22.85	2240797.46	14	4.67
330.0	23.20	2275271.27	15	5.00



ESFUERZO max (PSI)	DEFORMACION UNITARIA POR CAPAS (mm)				
	1	2	3	4	TOTAL
330.0	5	5	3	2	15

DEFORMACION CON ESFUERZO REPETITIVO				
NUMERO DE REPETICIONES	ESFUERZO max (PSI)	ESFUERZO (Kg/cm2)	DEFORMACION(mm)	
			TOTAL	RECUPERABLE
5	300.00	21.09	18.00	9.00



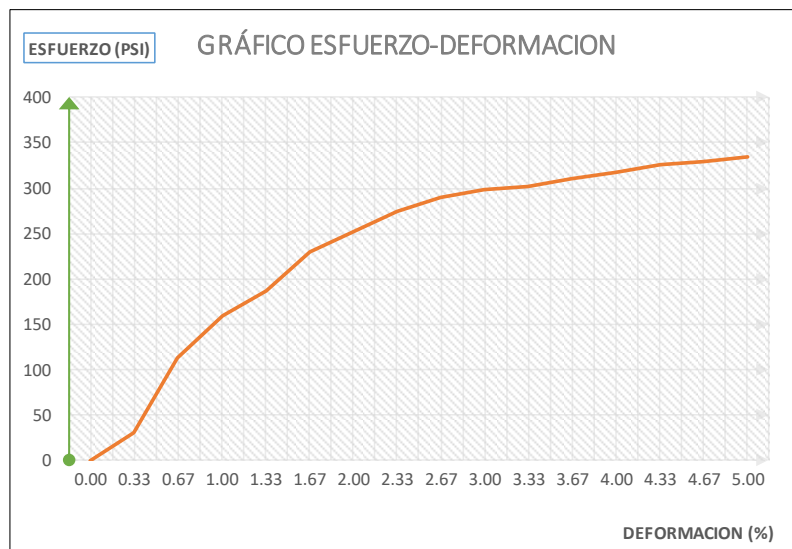
PROYECTO:

PROMEDIO DE LOS RESULTADOS PARA GEOESPUMA D-20/D-15

“USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019”

ENSAYOS			
N° 9		N° 10	
(2-D20/2-D15)		(2-D20/2-D15)	
ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)	ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)
0.0	0.00	0.0	0.00
40.0	0.33	20.0	0.33
145.0	0.67	80.0	0.67
200.0	1.00	120.0	1.00
220.0	1.33	155.0	1.33
260.0	1.67	200.0	1.67
280.0	2.00	225.0	2.00
300.0	2.33	250.0	2.33
303.0	2.67	275.0	2.67
305.0	3.00	290.0	3.00
310.0	3.33	295.0	3.33
320.0	3.67	300.0	3.67
325.0	4.00	310.0	4.00
330.0	4.33	320.0	4.33
335.0	4.67	325.0	4.67
340.0	5.00	330.0	5.00

PROMEDIO ESFUERZO (2-D20/2-D15)	
ESFUERZO (PSI)	DEFORMACION (%)
0.00	0.00
30.00	0.33
112.50	0.67
160.00	1.00
187.50	1.33
230.00	1.67
252.50	2.00
275.00	2.33
289.00	2.67
297.50	3.00
302.50	3.33
310.00	3.67
317.50	4.00
325.00	4.33
330.00	4.67
335.00	5.00



ANEXO J: ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

APU TERRAPLÉN CON RELLENO GRANULAR

1.01	CARTEL DE OBRA EN MADERA DE 3.60 X 2.40 M.					
UND /DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	ecto por : Und	652.05
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	8.0000	22.95	183.60	183.60
PEON	hh	1.00	8.0000	16.39	131.12	131.12
						314.72
Materiales						
CALVOS DE MADERA 3"	kg		0.0400	4.50	0.18	0.18
MADERA SHUMGOS DE 4 X 5 ML. PARA CARTEL DE OBRA	ml		2.0000	30.00	60.00	60.00
MADeRA DURA O SIMILAR DE 2" X 2"	p2		2.4300	3.50	8.51	8.51
GIGANTOGRAFIA	m2		8.6400	30.00	259.20	259.20
						327.89
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	9.44	9.44
						9.44

1.02	CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA					
Und/DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	ecto por : Und	720.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA 1200 LTS.	Und		1.0000	720.00	720.00	720.00
						720.00

1.03	CERCO PERIMETRICO CON MALLA DE SEGURIDAD					
M2 /DIA	MO.	200.0000	EQ.	200.0000	irecto por : m2	7.37
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0400	22.95	0.92	0.92
PEON	hh	1.00	0.0400	16.39	0.66	0.66
						1.57
Materiales						
MADERA DURA O SIMILAR L= 2.00 M.	p2		0.7000	3.50	2.45	2.45
MALLA DE SEÑALIZACION COLOR NARANJA	m2		3.0000	1.10	3.30	3.30
						5.75
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.05	0.05
						0.05

1.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE LOS EQUIPOS					
VIAJE	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	irecto por : m2	500.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE LOS EQUIPOS	viaje		1.0000	500.00	500.00	500.00
						500.00

2.01	LIMPIEZA DE MALEZA EN ZONAS URBANAS					
M2/DIA	MO.	300.0000	EQ.	300.0000	irecto por : m2	1.38
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	3.00	0.0267	16.39	1.31	1.31
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.07	0.07
0.07						

2.02	ELIMINACION DE ELEMNTOS ENTERRADOS					
M2/DIA	MO.	300.0000	EQ.	300.0000	irecto por : m2	1.38
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	3.00	0.0267	16.39	1.31	1.31
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.07	0.07
0.07						

2.03	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO					
M2 /DIA	MO.	500.0000	EQ.	500.0000	irecto por : m2	2.97
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.00	0.0160	22.95	0.37	0.37
PEON	hh	3.00	0.0160	16.39	0.79	0.79
1.15						
Materiales						
ESTACA DE MADERA 2" X 2" L= 0.50 M.	p2		0.1300	3.50	0.46	0.46
PINTURA	gln		0.0010	50.00	0.05	0.05
TIZA	KG		0.1000	4.50	0.45	0.45
0.51						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.03	0.03
TEODOLITO	DIA	1.0000	0.0160	50.00	0.80	0.80
NIVEL AQUOTOMATICO	DIA	1.0000	0.0160	30.00	0.48	0.48
1.31						

2.04	POZA ARTIFICIAL DE 2 X 2 X H= 1.50 M.					
M2 /DIA	MO.	4.0000	EQ.	4.0000	irecto por : m2	33.76
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.00	2.0000	16.39	32.78	32.78
32.78						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.98	0.98
0.98						

2.05		SUB DRENES Y EVACUACION DE AGUA CON BOMBA DE 1 HP				
UND /DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	ecto por : Und	547.38
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.00	17.2800	16.39	283.22	283.22
						283.22
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	14.16	14.16
ELCTROBOMBA 1HP	DIA	1.0000	5.0000	50.00	250.00	250.00
						264.16

3.01		ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN Y SEGURIDAD DE SALUD EN EL TRABAJO				
UND /DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	ecto por : mes	3,000.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
ELABORACION IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN DE SEGURIDAD DE SALU EN EL TRABAJO	kg		10000	3,000.00	3,000.00	3,000.00
						3,000.00

3.02		EQUIPOS DE PROTECCIOI NDIVIDUAL				
UND /DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	ecto por : mes	512.50
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
POLERAS MAGA LARGA	und		15.0000	15.00	225.00	225.00
CASCO DE SEGURIDAD	und		6.0000	20.00	120.00	120.00
RESPIRADOR CONTRA POLVO	und		15.0000	8.00	120.00	120.00
LENTES DE SEGURIDAD	und		5.0000	3.00	15.00	15.00
GUANTES DE COSNTRUCCION	par		8.0000	2.50	20.00	20.00
TAPONES AUDITIVOS	pieza		5.0000	2.50	12.50	12.50
						512.50

3.03		SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD				
UND /DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	irecto por : m2	129.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.00	0.5333	16.39	4.37	8.74
						8.74
Materiales						
CINTA DE SEGURIDAD AMARILLA	und		10000	40.00	40.00	40.00
LETRERO DE SEGURIDQAD	und		2.0000	40.00	80.00	80.00
						120.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.26	0.26
						0.26

3.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD					
GLB/DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	irecto por : m2	3,500.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
CAPACITACION EN ESGURIDAD Y SALUD	golb		10000	3,500.00	3,500.00	3,500.00
						3,500.00

3.05	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE DE EMERGENCIA Y SALUD DURANTE LA OBRA					
GLB/DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	irecto por : m2	244.10
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
CAMILLA RIGIDA	und		10000	144.10	144.10	144.10
BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	und		10000	100.00	100.00	100.00
						244.10

4.01.01	EXCAVACION HASTA EL SUELO DE FUNDACION MAT./ SUELTO / MAQN.					
M3/DIA	MO.	450.0000	EQ.	450.0000	irecto por : m3	5.80
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	0.50	0.0178	18.36	0.16	0.16
PEON	hh	1.00	0.0178	16.39	0.29	0.29
						0.45
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.01	0.01
EXCAVADORA CAT 225 O SIMILAR	hm	1.00	0.018	300.00	5.33	5.33
						5.35

04.02.01	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-2-4 (0)					
	(A) EXTRACION Y APILAMIENTO					
M3/DIA	MO.	120.0000	EQ.	120.0000	irecto por : m3	22.39
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	1.00	0.0667	18.36	1.22	1.22
PEON	hh	1.00	0.0667	16.39	1.09	1.09
						2.32
Materiales						
ARENA 30%	m3		0.3900			
LIGANTE 70%	m3		0.9100			
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.07	0.07
EXCAVADORA 225 O SIILAR	hm	1.00	0.067	300.00	20.00	20.00
						20.07

04.02.01		RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-2-4 (0)				
		(B) MEZCLADO				
M3/DIA		MO. 120.0000		EQ. 120.0000	irecto por : m3	22.39
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	1.00	0.0667	18.36	1.22	1.22
PEON	hh	1.00	0.0667	16.39	1.09	1.09
						2.32
Materiales						
ARENA 30%	m3		0.3900			
LIGANTE 70%	m3		0.9100			
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.07	0.07
EXCAVADORA 225 O SIILAR	hm	1.00	0.067	300.00	20.00	20.00
						20.07

04.02.01		RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-2-4 (0)				
		(C) CARGIO				
M3/DIA		MO. 240.0000		EQ. 240.0000	irecto por : m3	9.51
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	1.00	0.0333	18.36	0.61	0.61
PEON	hh	1.00	0.0333	16.39	0.55	0.55
						1.16
Materiales						
						0.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.02	0.02
CARGADO FRONTAL 950 O SIMILAR	hm	1.00	0.033	250.00	8.33	8.33
						8.36

04.02.01		RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A-2-4 (0)				
		(D) Y TRANSPORTE				
M3/DIA		MO. 120.0000		EQ. 120.0000	irecto por : m3	90.39
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	3.00	0.0667	18.36	3.67	3.67
PEON	hh	1.00	0.0667	16.39	1.09	1.09
						4.76
Materiales						
MATERIAL DE RELLENO A-2-4 INC. CARGIO TRANSP YA MEZCLADO	m3		1.3000	35.00	45.50	45.50
						45.50
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.10	0.10
CAMION VOLQUETE	hm	1.00	0.067	200.00	13.33	13.33
MOTO NIVELADORA 140 G O SIMILAR	hm	1.00	0.067	200.00	13.33	13.33
CSITERNA DE 1800 GLNS.	hm	0.50	0.067	201.00	6.70	6.70
RODILLO 10 TON.	hm	0.50	0.067	200.00	6.67	6.67
						40.13

RESUMEN		
EXTRACCION	A	22.39
MEZCLADO	B	22.39
CARGIO	C	9.51
TRANSPORTE Y COMPACTADO	D	90.39
		144.68

04.02.02		RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A 3				
M3/DIA	MO.	250.0000	EQ.	250.0000	directo por : m3	77.28
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	0.50	0.0320	18.36	0.29	0.29
PEON	hh	1.00	0.0320	16.39	0.52	0.52
						0.82
Materiales						
MATERIAL DE RELLENO A-3 (ARENA GARNULAR) INC. TRANSP	m3		13000	48.00	62.40	62.40
AGUA	m3		0.2500	5.00	1.25	1.25
						63.65
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.02	0.02
MOTO NIVELADORA 140 G O SIMILAR	hm	1.00	0.032	200.00	6.40	6.40
CSITERNA DE 1800 GLNS.	hm	0.50	0.032	200.00	3.20	3.20
RODILLO 10 TON.	hm	0.50	0.032	200.00	3.20	3.20
						12.82

04.03.01		ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE C/MAQUINARIA A DM= 1.00 KM				
M3/DIA	MO.	240.0000	EQ.	240.0000	directo por : m3	14.20
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	0.50	0.0333	18.36	0.31	0.31
PEON	hh	1.00	0.0333	16.39	0.55	0.55
						0.85
Materiales						
						0.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.02	0.02
CAMION VOLQUETE CAP. 15 M3	hm	1.00	0.033	200.00	6.67	6.67
CARGADOR FRONTAL 950 O SIMILAR	hm	1.00	0.033	200.00	6.67	6.67
						13.35

05.01.01		SUELO MEJORADO C+A 1:20 E=0.10				
M2/DIA	MO.	100.0000	EQ.	100.0000	directo por : m2	15.68
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0800	22.95	1.84	1.84
PEON	hh	4.00	0.0800	16.39	5.24	5.24
						7.08
Materiales						
ARENA	m3		0.1110	35.00	3.89	3.89
CEMENTO	bls		0.0900	26.00	2.34	2.34
AGUA	m3		0.0360	5.00	0.18	0.18
						6.41
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.35	0.35
MEZCLADORA 9 P3	hm	1.00	0.080	15.00	1.20	1.20
PLANCHA COMPACTADORA 50 KHW	hm	1.00	0.080	8.00	0.64	0.64
						2.19

05.01.02		MORTERO F'C=175 KG/CM2 PARA VEREDAS ACABASDO Y BRUÑADO				
M2/DIA	MO.	10.0000	EQ.	10.0000	directo por : m3	516.77
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.00	0.8000	22.95	36.72	36.72
OFICIAL	hh	1.00	0.8000	18.16	14.53	14.53
PEON	hh	9.00	0.8000	16.39	118.01	118.01
						154.73
Materiales						
ARENA	hm	1.00	1.200	48.00	57.60	57.60
CEMENTO	hm	1.00	11.000	26.00	286.00	286.00
AGUA	m3		0.360	5.00	1.80	1.80
						345.40
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	4.64	4.64
MEZCLADORA 9 P3	hm	1.00	0.800	15.00	12.00	12.00
						16.64

05.01.03		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDA				
M2/DIA	MO.	10.0000	EQ.	10.0000	directo por : m2	53.48
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.8000	22.95	18.36	18.36
OFICIAL	hh	1.00	0.8000	18.16	14.53	14.53
						32.89
Materiales						
CLAVOS DE 3"	kg		1.200	25.00	4.50	4.50
ALAMBRE N° 8	kg		0.160	25.00	4.50	4.50
MADERA PARA ENCOFRADO (2 USOS)	p2		3.030	3.50	10.61	10.61
						19.61
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.99	0.99
						0.99

05.01.04		JUNTAS DE DILATACION CON A+ ASFT. E= 1" X H= 4"				
ML/DIA	MO.	100.0000	EQ.	100.0000	directo por : ML	9.81
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0800	22.95	1.84	1.84
PEON	hh	5.00	0.0800	6.39	2.56	2.56
						4.39
Materiales						
ARENA GRADAD PARA SFALTO	m3		0.010	50.00	0.50	0.50
ASFALTO RC 250	gln		0.030	15.00	0.45	0.45
LEÑA	m3		0.150	10.00	1.50	1.50
WAIFE	kg		0.050	5.00	0.25	0.25
PETROLEO	gln		0.050	10.00	0.50	0.50
						3.20
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.22	0.22
BLANDONAS	hm	4.00	0.050	10.00	2.00	2.00
BLANDONAS	hm	2.00	0.050	5.00	0.50	0.50
						2.22

05.01.05		CURADO DE VEREDAS VIA HUMEDA (3 VECES AL DIA)				
M2/DIA	MO.	500.00	EQ.	500.00	recto por : M2	1.02
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	100	0.0160	6.39	0.10	0.10
Materiales						
ARENA			0.025	25.00	0.625	0.625
AGUA			0.025	5.00	0.125	0.125
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.00	0.00
ELECTRO BOMBA	hm		0.016	5.00	0.08	0.08
EQUIPO DE ROCIADO	hm		0.016	5.00	0.08	0.08
0.16						

05.02.01		BASE CON MORTERO DE ARENA CEMENTO C+A 1:10 E=0.10 M.				
M2/DIA	MO.	100.00	EQ.	100.00	recto por : M2	18.77
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0800	22.95	1.84	1.84
PEON	hh	5.00	0.0800	16.39	6.56	6.56
8.39						
Materiales						
ARENA			0.125	48.00	6.000	6.000
CEMENTO			0.09	26.00	2.34	2.34
AGUA			0.037	5.00	0.185	0.185
8.53						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.25	0.25
MEZCLADORA 9 P3	hm		0.080	15.00	1.20	1.20
REGLA DE MADERA PESADA	hm		0.080	5.00	0.40	0.40
1.85						

05.02.02		EXCAVACION MANUAL PARA UÑAS DE PAVIMENTO RIGIDO				
M3/DIA	MO.	6.000	EQ.	6.000	irecto por : m3	45.89
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.00	1.3333	16.39	43.71	43.71
43.71						
Materiales						
0.00						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	2.19	2.19
2.19						

05.02.03		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO				
M2/DIA		MO. 24.0000		EQ. 24.0000	irecto por : m2	33.72
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.3333	22.95	7.65	7.65
OFICIAL	hh	1.00	0.3333	18.16	6.05	6.05
						13.70
Materiales						
CLAVOS DE 3"	kg		0.070	4.50	4.50	4.50
ALAMBRE N° 8	kg		0.130	4.50	4.50	4.50
MADERA PARA ENCOFRADO (2 USOS)	p2		3.030	3.50	10.61	10.61
						19.61
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.41	0.41
SIERRA CIRCULAR ELECTRICA 7"	hm		0.333	7.00	2.33	2.33
						0.41

05.02.04		ACERO PARA LISO EN PASADORES LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES				
M2/DIA		MO. 300.0000		EQ. 300.0000	irecto por : m2	4.43
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
OFICIAL	hh	1.00	0.0267	18.16	0.48	0.48
						1.10
Materiales						
ACERO LISO DE Ø 5/8"	kg		0.070	4.00	0.28	0.28
ALAMBRE N° 16	kg		0.050	4.50	0.23	0.23
TUBERIA DE PVC C-10 EN ESPIGAS DE FIJACION	ml		0.700	4.00	2.80	2.80
						3.31
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.03	0.03
SIERRA TRONZADORA PARA ACERO	hm		0.027	10.00	0.27	0.27
						0.03

05.02.05		MORTERO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTOS RIGIDOS				
M2/DIA		MO. 10.0000		EQ. 10.0000	irecto por : m3	569.66
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.00	0.8000	22.95	36.72	36.72
OFICIAL	hh	1.00	0.8000	18.16	14.53	14.53
PEON	hh	8.00	0.8000	16.39	104.90	104.90
						141.62
Materiales						
ARENA	hm	1.00	1.250	48.00	60.00	60.00
CEMENTO	hm	1.00	13.000	26.00	338.00	338.00
AGUA	m3		0.360	5.00	1.80	1.80
						399.80
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	4.25	4.25
MEZCLADORA 9 P3	hm	1.00	0.800	15.00	12.00	12.00
REGLA VIBRATORIA 4 HP	hm	1.00	0.800	15.00	12.00	12.00
						28.25

05.02.06		CURADO DE MORTERO PARA PAVIMENTO RIGIDO VIA HUMEDA (3 VECES A				
M2/DIA	MO. 500.00		EQ. 500.00	recto por : M2		1.34
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.00	0.0160	6.39	0.10	0.10
						0.10
Materiales						
ARENA			0.025	25.00	0.625	0.625
AGUA			0.025	5.00	0.125	0.125
						0.75
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.00	0.00
ELECTRO BOMBA	hm	3.00	0.016	5.00	0.24	0.24
EQUIPO DE ROCIADO	hm	3.00	0.016	5.00	0.24	0.24
						0.48

05.02.07		JUNTAS ASFALTICAS DE CONSTRUCCION Y DILATACION				
ML/DIA	MO. 200.0000		EQ. 200.0000	recto por : ML		7.51
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0400	22.95	0.92	0.92
PEON	hh	5.00	0.0400	6.39	1.28	1.28
						2.20
Materiales						
ARENA GRADADA PARA SFALTO	m3		0.010	50.00	0.50	0.50
ASFALTO RC 250	gln		0.030	15.00	0.45	0.45
LEÑA	m3		0.150	10.00	1.50	1.50
WAIPE	kg		0.050	5.00	0.25	0.25
PETROLEO	gln		0.050	10.00	0.50	0.50
						3.20
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.11	0.11
BLANDONAS	hm	4.00	0.050	10.00	2.00	2.00
						2.11

06.01.00		GEOMALLA UNIAXIAL SUMINISTRO Y COLOCACION				
M2/DIA	MO. 300.0000		EQ. 300.0000	recto por : M2		9.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
PEON	hh	2.00	0.0267	16.39	0.87	0.87
						1.48
Materiales						
GEOMALLA UNIAXIAL	m2		1.050	11.00	8.15	8.15
						8.15
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.04	0.04
						0.04

06.02.00		GEOMALLA BIIAXIAL SUMINISTRO Y COLOCACION				
M2/DIA		MO. 300.0000		EQ. 300.0000	recto por : M2	5.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
PEON	hh	2.00	0.0267	16.39	0.87	0.87
						1.48
Materiales						
GEOMALLA BIAIXIAL	m2		1.050	3.95	4.15	4.15
						4.15
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.04	0.04
						0.04

06.03.00		GEOMALLA MULTIAIXIAL SUMINISTRO Y COLOCACION				
M2/DIA		MO. 300.0000		EQ. 300.0000	recto por : M2	14.22
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
PEON	hh	2.00	0.0267	16.39	0.87	0.87
						1.48
Materiales						
GEOMALLA MULTIAIXIAL	m2		1.050	14.00	12.70	12.70
						12.70
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.04	0.04
						0.04

06.04.00		GEOTEXTIL EN FONDO DE RASANTE SUMINISTRO Y COLOCACION				
M2/DIA		MO. 300.0000		EQ. 300.0000	recto por : M2	5.47
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
PEON	hh	2.00	0.0267	16.39	0.87	0.87
						1.48
Materiales						
GEOTEXTIL MT200	m2		1.050	14.00	3.95	3.95
						3.95
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.04	0.04
						0.04

06.05.00	GEOTEXTI DE SEPARADOR EN RELLENO ESTRUCTURAL DE TERRAPLEN CON FRENTE A LA FACHADA					
M2/DIA		MO. 300.0000		EQ. 300.0000	recto por : M2	5.47
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
PEON	hh	2.00	0.0267	16.39	0.87	0.87
						1.48
Materiales						
GEOTEXTIL MT200	m2		1.050	14.00	3.95	3.95
						3.95
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.04	0.04
						0.04

06.06.00	GEOCELDA EGA PT EN FRENTE A FACHADA DE - TALUDES					
M2/DIA		MO. 300.0000		EQ. 300.0000	recto por : M2	138.35
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
OFICIAL	hh	1.00	0.0267	18.16	0.48	0.48
PEON	hh	8.00	0.0267	16.39	3.50	3.50
						4.10
Materiales						
GRAPAS GALVANIZADAS	und		3.500	0.16	0.56	0.56
GEOCELDA TEXTURA PERFORADA EGA 303 PT DE .5 CM	m2		1.100	70.74	77.81	77.81
T - CLIP	und		1.050	3.10	3.26	3.26
TENDONES DE POLIESTER DE 9.34 KN	rrll		0.035	1500.00	52.50	52.50
						134.13
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.12	0.12
						0.12

07.01.00	LIMPIEZA DE LA OBRA					
M2/DIA		MO. 100.0000		EQ. 100.0000	directo por M2	2.70
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.00	0.0800	16.39	2.62	2.62
						2.62
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.08	0.08
						0.08

APU TERRAPLÉN RELLENO CON GEOESPUMA

01.01.01	CERCO PERIMETRICO CON MALLA DE SEGURIDAD					
M2 /DIA	MO.	200.0000	EQ.	200.0000	directo por : m2	7.37
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0400	22.95	0.92	0.92
PEON	hh	1.00	0.0400	16.39	0.66	0.66
						1.57
Materiales						
MADERA DURA O SIMILAR L= 2.00 M.	p2		0.7000	3.50	2.45	2.45
MALLA DE SEÑALIZACION COLOR NARANJA	m2		3.0000	1.10	3.30	3.30
						5.75
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.05	0.05
						0.05

01.01.02	CARTEL DE OBRA CON BASTIDOR MADERA DE 2" X 2" 3.60 X 2.40 M.					
UND /DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	directo por : m3	652.05
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	8.0000	22.95	183.60	183.60
PEON	hh	1.00	8.0000	16.39	131.12	131.12
						314.72
Materiales						
CALVOS DE MADERA 3"	kg		0.0400	4.50	0.18	0.18
MADERA SHUMGOS DE 4 X 5 ML. PARA CARTEL DE OBRA	ml		2.0000	30.00	60.00	60.00
MADERA DURA O SIMILAR DE 2	p2		2.4300	3.50	8.51	8.51
GIGANTOGRAFIA	m2		8.6400	30.00	259.20	259.20
						327.89
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	9.44	9.44
						9.44

02.01.00	CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE AGUA					
M3/DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	directo por : m3	720.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
CISTERNA DE ALMACENAMIENTO DE	kg		1.0000	720.00	720.00	720.00
						720.00

03.01.01	MOVILIZACION Y DESMOVLIZACION DE LOS EQUIPOS					
VIAJE	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	directo por : m2	500.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
MOVILIZACION Y DESMOVLIZACION DE LOS	viaje		1.0000	500.00	500.00	500.00

03.02.01	LIMPIEZA DE MALEZA EN ZONAS URBANAS					
M2/DIA	MO.	300.0000	EQ.	300.0000	directo por : m2	1.38
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	3.00	0.0267	16.39	1.31	1.31
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.07	0.07
						0.07

03.02.02	ELIMINACION DE ELEMNTOS ENTERRADOS					
M2/DIA	MO.	300.0000	EQ.	300.0000	directo por : m2	1.38
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	3.00	0.0267	16.39	1.31	1.31
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.07	0.07
						0.07

03.02.03	TRAZO NIVELES Y REPLANTEO					
M2 /DIA	MO.	500.0000	EQ.	500.0000	directo por : m2	2.97
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.00	0.0160	22.95	0.37	0.37
PEON	hh	3.00	0.0160	16.39	0.79	0.79
						1.15
Materiales						
ESTACA DE MADERA 2" X 2" l = 0.50 M	p2		0.1300	3.50	0.46	0.46
PINTURA	gln		0.0010	50.00	0.05	0.05
TIZA	KG		0.1000	4.50	0.45	0.45
						0.51
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.03	0.03
TEODOLITO	DIA	1.0000	0.0160	50.00	0.80	0.80
NIVEL AQUOTOMATICO	DIA	1.0000	0.0160	30.00	0.48	0.48
						1.31

03.03.01.01	POZA ARTIFICIAL DE 2 X 2 X H= 1.50 M.					
M2 /DIA	MO.	4.0000	EQ.	4.0000	directo por : m2	33.76
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.00	2.0000	16.39	32.78	32.78
						32.78
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.98	0.98
						0.98

03.03.01.02	SUB DRENES Y EVACUACION DE AGUA CON BOMBA DE					
UND /DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	recto por : Und	547.38
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.00	17.2800	16.39	283.22	283.22
						283.22
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	14.16	14.16
ELCTROBOMBA 1HP	DIA	1.0000	5.0000	50.00	250.00	250.00
						264.16

04.01.00	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACION DEL PLAN Y SEGURIDAD DE SALUD EN EL TRABAJO					
UND /DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	recto por : mes	3,000.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
ELABORACION IMPLEMENTACION Y	kg		1.0000	3,000.00	3,000.00	3,000.00
						3,000.00

04.02.00	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL					
UND /DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	directo por : mes	512.50
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
POLERAS MAGA LARGA	und		15.0000	15.00	225.00	225.00
CASCO DE SEGURIDAD	und		6.0000	20.00	120.00	120.00
RESPIRADOR CONTRA POLVO	und		15.0000	8.00	120.00	120.00
LENTES DE SEGURIDAD	und		5.0000	3.00	15.00	15.00
GUANTES DE COSNTRUCCION	par		8.0000	2.50	20.00	20.00
TAPONES AUDITIVOS	pieza		5.0000	2.50	12.50	12.50
						512.50

04.03.00	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD					
UND /DIA	MO.	15.0000	EQ.	15.0000	directo por : m2	129.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.00	0.5333	16.39	4.37	8.74
						8.74
Materiales						
CINTA DE SEGURIDAD AMARILLA	und		1.0000	40.00	40.00	40.00
LETRERO DE SEGURIDAD	und		2.0000	40.00	80.00	80.00
						120.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.26	0.26
						0.26

04.04.00	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD					
GLB/DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	directo por : m2	3,500.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	golb		1.0000	3,500.00	3,500.00	3,500.00
						3,500.00

04.05.00	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE DE EMERGENCIA					
	Y SALUD DURANTE LA OBRA					
GLB/DIA	MO.	1.0000	EQ.	1.0000	directo por : m2	244.10
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Materiales						
CAMILLA RIGIDA	und		10000	144.10	144.10	144.10
BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS	und		10000	100.00	100.00	100.00
						244.10

05.01.00	EXCAVACION HASTA EL SUELO DE FUNDACION MAT./SUELTO /MA					
M3/DIA	MO.	450.0000	EQ.	450.0000	directo por : m3	5.80
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	0.50	0.0178	18.36	0.16	0.16
PEON	hh	1.00	0.0178	16.39	0.29	0.29
						0.45
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.01	0.01
EXCAVADORA CAT 225 O SIMIL	hm	1.00	0.018	300.00	5.33	5.33
						5.35

05.02.00	EXCAVACION MANUAL PARA PANTALLA DE CONFINAMIENTO F'C1					
M3/DIA	MO.	4.0000	EQ.	4.0000	directo por : m3	33.76
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.00	2.0000	16.39	32.78	32.78
						32.78
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.98	0.98
						0.98

05.03.00	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE C/MAQUINARIA A DM=					
M3/DIA	MO.	320.0000	EQ.	320.0000	directo por : m3	10.65
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	0.50	0.0250	18.36	0.23	0.23
PEON	hh	1.00	0.0250	16.39	0.41	0.41
						0.64
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.01	0.01
CAMION VOLQUETE CAP. 15 M3	hm	1.00	0.025	200.00	5.00	5.00
CARGADOR FRONTAL 950 O SIM	hm	1.00	0.025	200.00	5.00	5.00
						10.01

06.01.01	ENCOFRADO PARA CORTE DE TERRENO VERTICAL H=4.00 CON TABLONES Y PUNTALES DE L= 14.40 M.					
M2 /DIA	MO.	60.0000	EQ.	60.0000	directo por : m2	31.20
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.1333	22.95	3.06	3.06
PEON	hh	1.00	0.1333	16.39	2.19	2.19
						5.24
Materiales						
CLAVOS DE 5"	p2		0.1000	4.50	0.45	0.45
MADERA CORRIENTE O CATAGUA O SIMILAR	p2		4.0000	3.50	14.00	14.00
MADERA REDONDA DE Ø 3"	m		2.2500	5.00	11.25	11.25
						25.70
Equipo						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.26	0.26
						0.26

06.01.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO PARA CONFINAMIENTO (Incluye colocacion + 5% DESPERDICIOS)					
M2/DIA	MO.	300.0000	EQ.	300.0000	irecto por : M2	5.67
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
PEON	hh	2.00	0.0267	16.39	0.87	0.87
						1.48
Materiales						
GEOTEXTIL NT200	m2		1.050	3.95	4.15	4.15
						4.15
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.04	0.04
						0.04

06.01.03		RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A 3				
M3/DIA	MO.	250.0000	EQ.	250.0000	directo por : m3	77.28
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	0.50	0.0320	18.36	0.29	0.29
PEON	hh	1.00	0.0320	16.39	0.52	0.52
						0.82
Materiales						
MATERIAL DE RELLENO A-3 (ARENA GARNULAR) INC. TRANSP	m3		1.3000	48.00	62.40	62.40
AGUA	m3		0.2500	5.00	1.25	1.25
						63.65
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.02	0.02
MOTO NIVELADORA 140 G O SIM	hm	1.00	0.032	200.00	6.40	6.40
CSITERNA DE 1800 GLNS.	hm	0.50	0.032	200.00	3.20	3.20
RODILLO 10 TON.	hm	0.50	0.032	200.00	3.20	3.20
						12.82

06.01.04		MEJORAMIENTO SUELO CEMENTO c:a 1:20 e=0.10m				
M2/DIA	MO.	90.0000	EQ.	90.0000	directo por : m3	21.50
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0889	22.95	2.04	2.04
PEON	hh	8.00	0.0889	16.39	11.66	11.66
						13.70
Materiales						
ARENA	m3		0.0400	48.00	1.92	1.92
CEMENTO PORTLAND 42.5 KG.	bls		0.0900	26.00	2.34	2.34
AGUA	m3		0.3600	5.00	1.80	1.80
						6.06
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.41	0.41
MEZCALDORA 9 P3	hm	1.00	0.089	15.00	1.33	1.33
						1.74

06.02.01		BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NUCLEO (EPS) V= 3.00m x 1.20m x 0.60m (Inc. Colocacion)				
M2/DIA	MO.	480.0000	EQ.	480.0000	directo por : m3	183.04
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.00	0.0167	22.95	0.77	0.77
PEON	hh	8.00	0.0167	16.39	2.19	2.19
						2.95
Materiales						
BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NUCLEO (EPS)	m3		1.0000	180.00	180.00	180.00
						180.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.09	0.09
						0.09

06.02.02	GEOTEXTIL NO TEJIDO PARA CONFINAMIENTOC (Incluye colocacion + 5% DESPERDICIOS)					
M2/DIA	MO.	300.0000	EQ.	300.0000	irecto por : M2	5.43
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0267	22.95	0.61	0.61
PEON	hh	2.00	0.0267	16.39	0.87	0.87
						1.48
Materiales						
GEOTEXTIL NT200	m2		1.050	14.00	3.95	3.95
						3.95
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			10000	0.01	0.01
						0.01

06.02.03	ANCLAJES DE ACERO PARA BLOQUES EPS INCLUYE COLOCACION +5% desperdicio					
KG/DIA	MO.	120.0000	EQ.	120.0000	irecto por : KG	9.35
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.00	0.0667	22.95	3.06	3.06
OFICIAL	hh	1.00	0.0667	18.16	1.21	1.21
PEON	hh	1.00	0.0667	16.39	1.09	1.09
						5.36
Materiales						
ACERO CORRUGADO DE CONTRCCION GARDO 60	kg		1.070	3.50	3.95	3.95
						3.95
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			0.0430	0.00	0.04
						0.04

06.03.01	BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NUCLEO (EPS) V= 3.00m x 1.20m x 0.60m (Inc. Colocacion)					
M2/DIA	MO.	480.0000	EQ.	480.0000	irecto por : m3	183.04
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.00	0.0167	22.95	0.77	0.77
PEON	hh	8.00	0.0167	16.39	2.19	2.19
						2.95
Materiales						
BLOQUES DE POLIESTIRENO EXPANDIDO NUCLEO (EPS)	m3		1.0000	180.00	180.00	180.00
						180.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.09	0.09
						0.09

06.03.02	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO A 3					
M3/DIA	MO.	250.0000	EQ.	250.0000	directo por : m3	65.13
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL CONTROLADOR	hh	1.00	0.0320	18.36	0.59	0.59
PEON	hh	1.00	0.0320	16.39	0.52	0.52
						1.11
Materiales						
MATERIAL DE RELLENO A-3 (ARENA GARNULAR) INC.	m3		1.3000	48.00	62.40	62.40
AGUA	m3		0.2500	0.00	0.00	0.00
						62.40
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.02	0.02
PLANCHA COMPACTADORA	hm	1	0.032	50.0000	1.60	1.60
						1.62

07.01.01	PILOTE DE ACERO Ø4" A-36 Fy=36ksi					
ML/DIA	MO.	50.0000	EQ.	50.0000	directo por : ml	71.42
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPEARIO	hh	1.00	0.1600	22.95	3.67	3.67
PEON	hh	1.00	0.1600	16.39	2.62	2.62
						6.29
Materiales						
PILOTE DE ACERO Ø A-36 F'y 36 Ksi.	m3		1.0000	65.00	65.00	65.00
						65.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.13	0.13
						0.13

07.01.01	TRAZADO Y REFERENCIACION DE EJES PARA HINCADO DE PILOTE					
UND/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000	directo por : und	66.66
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
TOPOGRAFO	hh	1.00	0.4000	22.95	9.18	9.18
PEON	hh	1.00	0.4000	16.39	6.56	6.56
						15.74
Materiales						
TEODOLITO Y TIZA	Dia		1.0000	50.00	50.00	50.00
TIZA	Bolsa		0.1000	4.50	0.45	0.45
						50.45
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.47	0.47
						0.47

07.01.03	HINCADO DE PILOTES CON TRIPODE SPT Y MARTILLO DE 800 KG					
UND/DIA	MO.	20.0000	EQ.	20.0000	recto por : Und	450.00
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Sub Partidas						
TEODOLITO Y TIZA	Und		1.0000	450.00	450.00	450.00
						450.00

07.02.01	ENTIBADO PARA EXCAVACION DE ZANJA H=0.40 m CON TRIPLAY Y					
m2/DIA	MO.	60.0000	EQ.	60.0000	directo por : m2	29.95
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.1333	22.95	3.06	3.06
PEON	hh	1.00	0.1333	16.39	2.19	2.19
						5.25
Materiales						
CLAVOS 5"	Kg		0.1000	4.50	0.45	0.45
MADERA CORRIENTE	P2		4.0000	3.50	14.00	14.00
MADERA REDONDA	MI		2.0000	5.00	10.00	10.00
						24.45
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.26	0.26
						0.26

07.02.02	GEOMALLA BIAXIAL DE SOSTENIMIENTO					
m2/DIA	MO.	500.0000	EQ.	500.0000	directo por : m2	5.41
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OFICIAL	hh	1.00	0.0160	18.16	0.29	0.29
PEON	hh	4.00	0.0160	16.39	1.05	1.05
						1.34
Materiales						
GEOMALLA BIAXIAL	Kg		1.0200	3.95	4.03	4.03
						4.03
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.04	0.04
						0.04

07.02.03		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PANTALLA				
m2/DIA	MO.	40.0000	EQ.	40.0000	directo por : m2	13.97
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00		0.2000	22.95	4.59
PEON	hh	2.00		0.2000	16.39	6.56
						11.15
Materiales						
CLAVOS DE 2" A 4"	Kg			0.1600	4.50	0.72
ALAMBRE NGREO N° 8	P2			0.2600	4.50	1.17
MADERA PARA ENCOFRADO	P2			0.1700	3.50	0.60
						2.49
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	0.33
						0.33

07.02.04		MORTERO f'c=175 kg/cm2 PANTALLA DE CONFINAMIENTO (Incluye				
M3/DIA	MO.	10.0000	EQ.	10.0000	directo por : m3	510.35
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.00		0.8000	22.95	36.72
OFICIAL	hh	1.00		0.8000	18.16	14.53
PEON	hh	8.00		0.8000	16.39	104.90
						156.14
Materiales						
ARENA	M3			1.2000	48.00	57.60
AGUA	M3			0.1840	5.00	0.92
CEMENTO PORTLAND 42.5 KG	BLS			11.0000	26.00	286.00
						344.52
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo				3.0000	4.68
MEZCLADORA 9 P3 TROMPO	hm	1.00		0.8000	6.25	5.00
						9.68

08.01.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO					
m2/DIA	MO.	10.0000	EQ.	10.0000	directo por : m2	52.47
		.				
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.8000	22.95	18.36	18.36
OFICIAL	hh	1.50	0.8000	18.16	21.79	21.79
						40.15
Materiales						
CLAVOS 3"	Kg		0.0700	4.50	0.32	0.32
ALAMBRE	Kg		0.1300	4.50	0.59	0.59
MADERA PARA ENCOFRADO	P3		3.0300	3.50	10.61	10.61
						11.53
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			2.0000	0.80	0.80
						0.80

08.01.02	MORTERO f'c=175 kg/cm2 PANTALLA DE CONFINAMIENTO (Incluye					
M3/DIA	MO.	10.0000	EQ.	10.0000	directo por : m3	510.35
		.				
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.00	0.8000	22.95	36.72	36.72
OFICIAL	hh	1.00	0.8000	18.16	14.53	14.53
PEON	hh	8.00	0.8000	16.39	104.90	104.90
						156.14
Materiales						
ARENA	M3		1.2000	48.00	57.60	57.60
AGUA	M3		0.1840	5.00	0.92	0.92
CEMENTO PORTLAND 42.5 KG	BLS		11.0000	26.00	286.00	286.00
						344.52
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	4.68	4.68
MEZCLADORA 9 P3 TROMPO	hm	1.00	0.8000	6.25	5.00	5.00
						9.68

08.01.03	CURADO DE MORTERO EN VEREDAS						
M2/DIA	MO.	1,000.00	EQ.	500.00	irecto por : M2	0.80	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
PEON	hh	1.00	0.0080	6.39	0.05	0.05	
Materiales							
ARENA			0.025	25.00	0.625	0.625	
AGUA			0.025	5.00	0.125	0.125	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.00	0.00	
ELECTRO BOMBA	hm		0.008	5.00	0.04	0.04	
EQUIPO DE ROCIADO	hm		0.008	5.00	0.04	0.04	

08.01.04	JUNTAS DE DILATACION CON A+ ASFT. E= 1" X H= 4"						
ML/DIA	MO.	120.0000	EQ.	120.0000	irecto por : ML	9.02	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
Mano de Obra							
OPERARIO	hh	1.00	0.0667	22.95	1.53	1.53	
PEON	hh	5.00	0.0667	6.39	2.13	2.13	
Materiales							
ARENA GRADADA PARA SFALTO	m3		0.010	48.00	0.48	0.48	
ASFALTO RC 250	gln		0.030	15.00	0.45	0.45	
LEÑA	m3		0.150	10.00	1.50	1.50	
WAIPE	kg		0.050	5.00	0.25	0.25	
PETROLEO	gln		0.050	10.00	0.50	0.50	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.18	0.18	
BLANDONAS	hm	4.00	0.050	10.00	2.00	2.00	
BLANDONAS	hm	2.00	0.050	5.00	0.50	0.50	
2.18							

08.02.01		BASE CON MORTERO DE ARENA CEMENTO C+A 1:10 E=0.10 M.				
M2/DIA	MO.	100.00		EQ. 100.00	irecto por : M2	18.77
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0800	22.95	1.84	1.84
PEON	hh	5.00	0.0800	16.39	6.56	6.56
						8.39
Materiales						
ARENA			0.125	48.00	6.000	6.000
CEMENTO			0.09	26.00	2.34	2.34
AGUA			0.037	5.00	0.185	0.185
						8.53
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.25	0.25
MEZCLADORA 9 P3	hm		0.080	15.00	1.20	1.20
REGLA DE MADERA PESADA	hm		0.080	5.00	0.40	0.40
						1.85

08.02.02		EXCAVACION MANUAL PARA UÑAS DE PAVIMENTO RIGIDO				
		3				
M3/DIA	MO.	6.000		EQ. 6.000	irecto por : m3	45.89
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.00	1.3333	16.39	43.71	43.71
						43.71
Materiales						
						0.00
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	2.19	2.19
						2.19

08.02.03		ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE PAVIMENTO RIGIDO				
M2/DIA	MO. 60.0000		EQ. 60.0000	directo por : m2		25.25
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.1333	22.95	3.06	3.06
OFICIAL	hh	1.00	0.1333	18.16	2.42	2.42
						5.48
Materiales						
CLAVOS DE 3"	kg		0.070	4.50	4.50	4.50
ALAMBRE N° 8	kg		0.130	4.50	4.50	4.50
MADERA PARA ENCOFRADO (2	p2		3.030	3.50	10.61	10.61
						19.61
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.16	0.16
SIERRA CIRCULAR ELECTRICA	hm		0.133	7.00	0.93	0.93
						0.16

08.02.04		ACERO PARA LISO EN PASADORES LONGITUDINALES Y TRANS				
M2/DIA	MO. 500.0000		EQ. 500.0000	directo por : m2		3.98
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0160	22.95	0.37	0.37
OFICIAL	hh	1.00	0.0160	18.16	0.29	0.29
						0.66
Materiales						
ACERO LISO DE Ø 5/8"	kg		0.070	4.00	0.28	0.28
ALAMBRE N° 16	kg		0.050	4.50	0.23	0.23
TUBERIA DE PVC C-10 EN ESPIGAS DE FIJACION	ml		0.700	4.00	2.80	2.80
						3.31
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.02	0.02
SIERRA TRONZADORA PARA A	hm		0.016	10.00	0.16	0.16
						0.02

08.02.05		MORTERO F'C=210 KG/CM2 PARA PAVIMENTOS RIGIDOS				
M2/DIA	MO.	12.0000	EQ.	12.0000	directo por : m3	541.35
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	2.00	0.6667	22.95	30.60	30.60
OFICIAL	hh	1.00	0.6667	18.16	12.11	12.11
PEON	hh	8.00	0.6667	16.39	87.41	87.41
						118.01
Materiales						
ARENA	hm	1.00	1.250	48.00	60.00	60.00
CEMENTO	hm	1.00	13.000	26.00	338.00	338.00
AGUA	m3		0.360	5.00	1.80	1.80
						399.80
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	3.54	3.54
MEZCLADORA 9 P3	hm	1.00	0.667	15.00	10.00	10.00
REGLA VIBRATORIA 4 HP	hm	1.00	0.667	15.00	10.00	10.00
						23.54

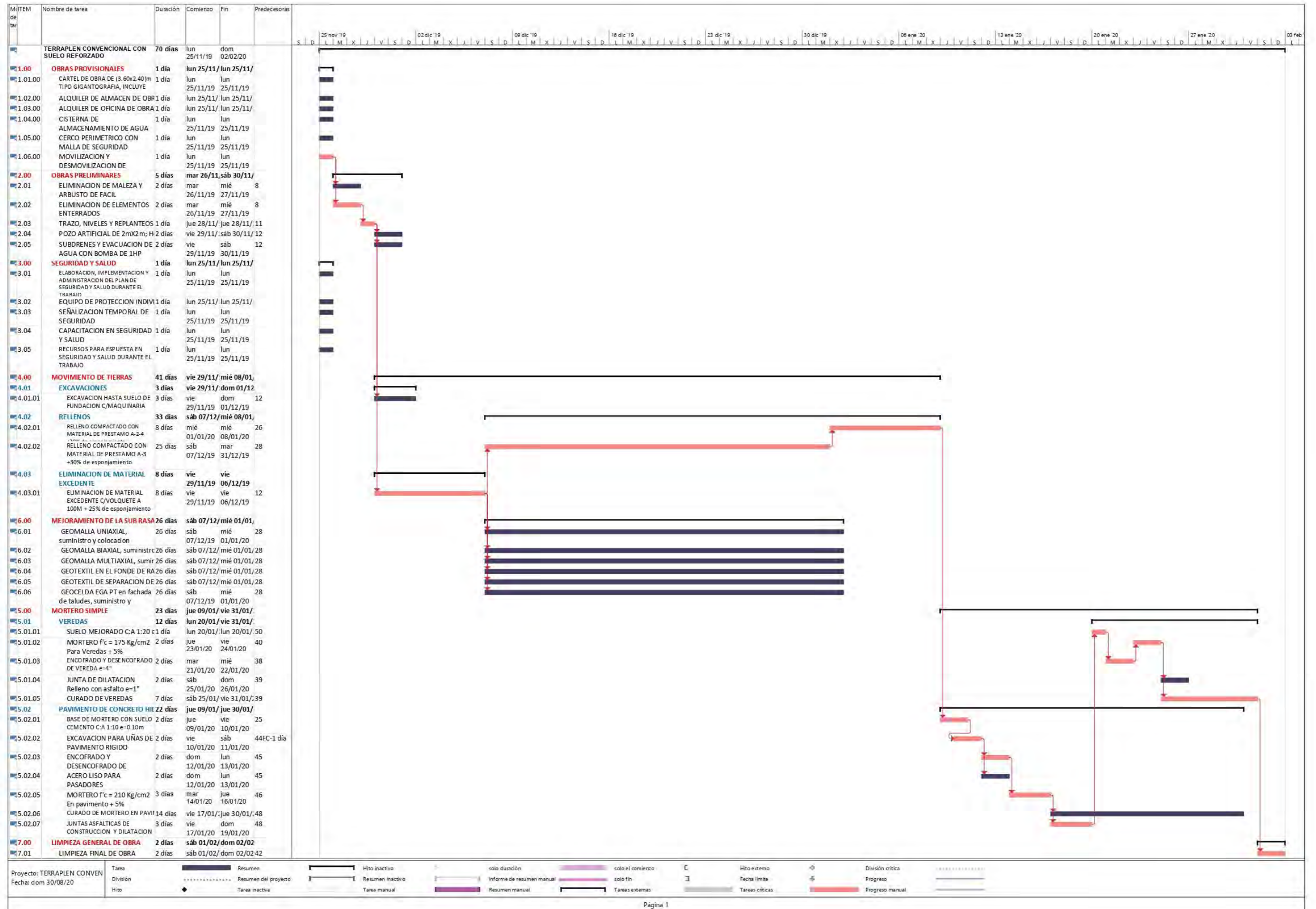
08.02.06		CURADO DE MORTERO PARA PAVIMENTO RIGIDO VIA HUMEDA				
M2/DIA	MO.	500.00	EQ.	500.00	irecto por : M2	1.34
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	1.00	0.0160	6.39	0.10	0.10
						0.10
Materiales						
ARENA			0.025	25.00	0.625	0.625
AGUA			0.025	5.00	0.125	0.125
						0.75
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.00	0.00
ELECTRO BOMBA	hm	3.00	0.016	5.00	0.24	0.24
EQUIPO DE ROCIADO	hm	3.00	0.016	5.00	0.24	0.24
						0.48

08.01.06		JUNTAS ASFALTICAS DE CONSTRUCCION Y DILATACION				
ML/DIA	MO.	200.0000	EQ.	200.0000	directo por : ML	7.51
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
OPERARIO	hh	1.00	0.0400	22.95	0.92	0.92
PEON	hh	5.00	0.0400	6.39	1.28	1.28
						2.20
Materiales						
ARENA GRADUAD PARA ASFALTO	m3		0.010	50.00	0.50	0.50
ASFALTO RC 250	gln		0.030	15.00	0.45	0.45
LEÑA	m3		0.150	10.00	1.50	1.50
WAIPE	kg		0.050	5.00	0.25	0.25
PETROLEO	gln		0.050	10.00	0.50	0.50
						3.20
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			5.0000	0.11	0.11
BLANDONAS	hm	4.00	0.050	10.00	2.00	2.00
						2.11

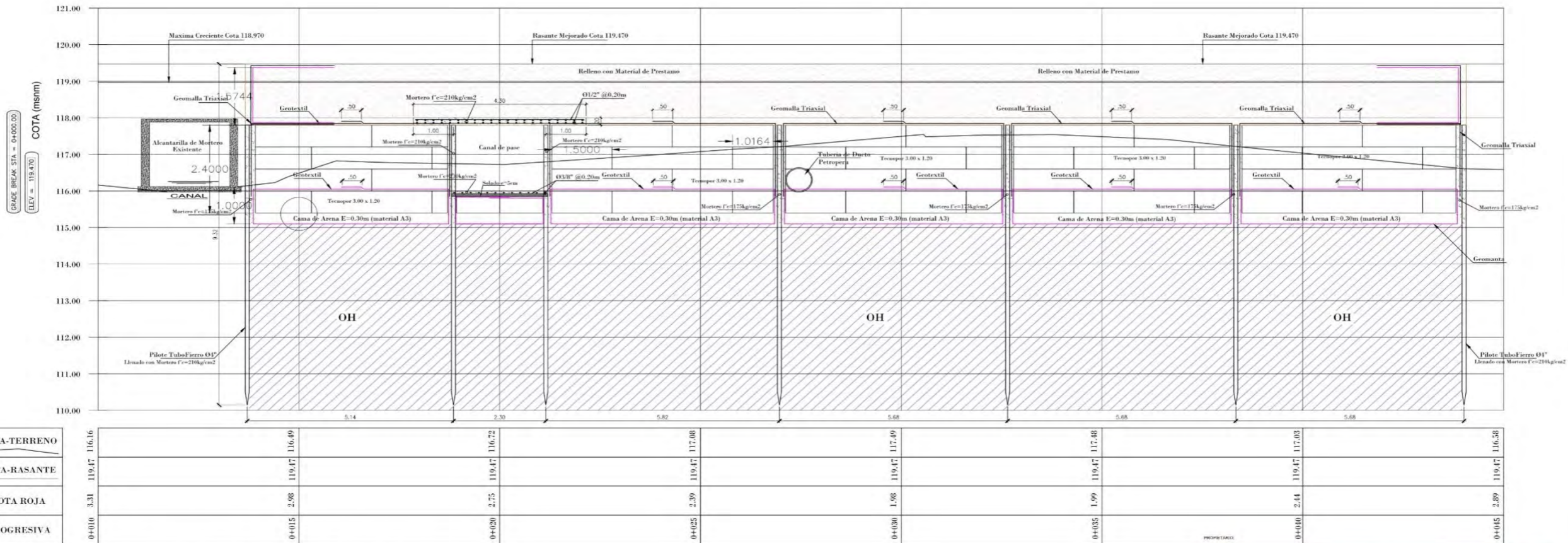
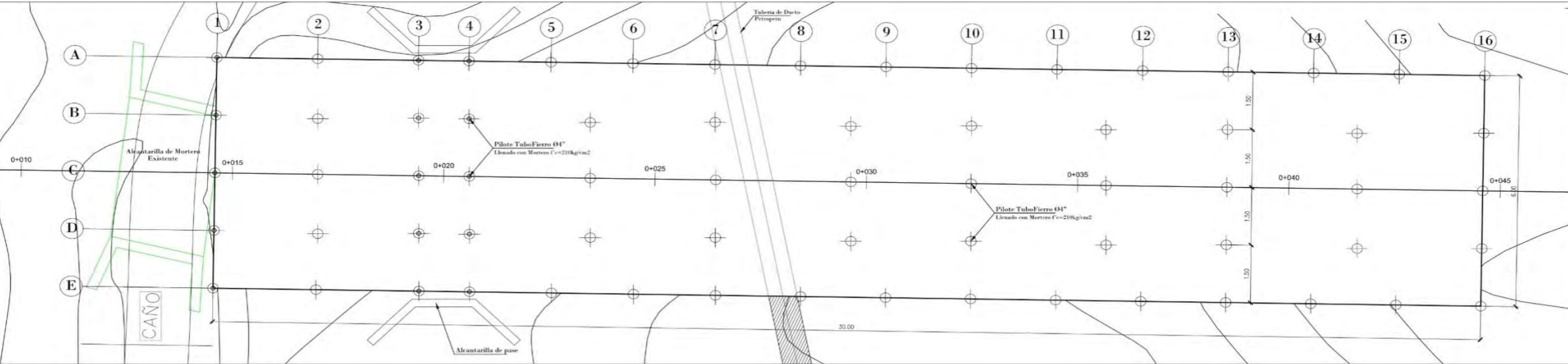
09.01.00		LIMPIEZA DE LA OBRA				
M2/DIA	MO.	100.0000	EQ.	100.0000	directo por M2	2.70
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra						
PEON	hh	2.00	0.0800	16.39	2.62	2.62
						2.62
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%mo			3.0000	0.08	0.08
						0.08

ANEXO K: DIAGRAMA GANTT DE PROGRAMACIÓN

TERRAPLEN CON RELLENO COMENCIONAL DE CANTERA



***ANEXO L: PLANOS DE DISEÑO PRELIMINAR DEL TERRAPLÉN
CON RELLENO DE GEOESPUMA***



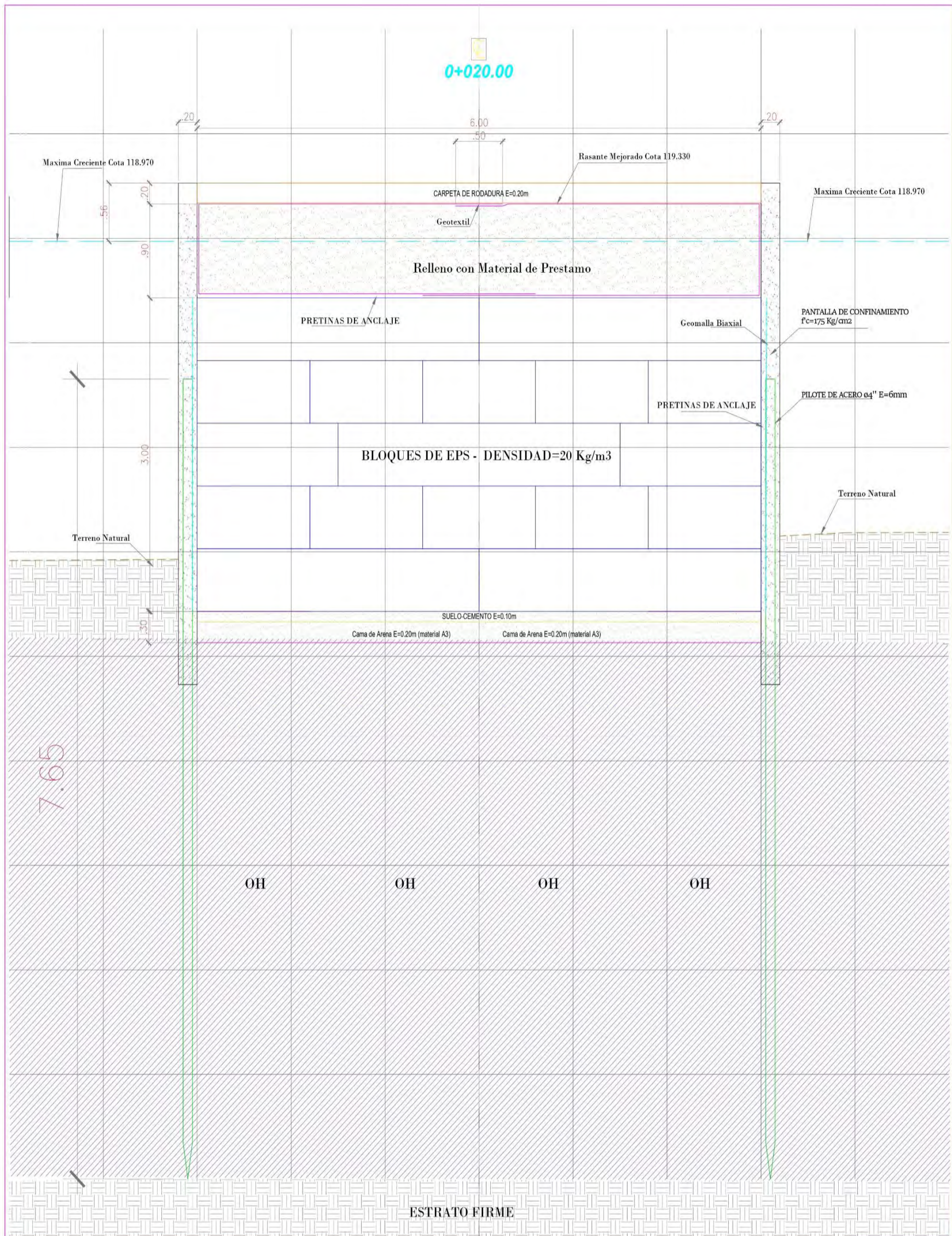
PERFIL LONGITUDINAL PROGRESIVA 0+010 AL 0+045
 Escala Horizontal: 1/50
 Escala Vertical: 1/50

Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019".

PLANO: DISEÑO PRELIMINAR: PLANTA Y PERFIL DE TERRAPLEN CON EPS

Fecha: Noviembre - 2018 | Lugar: PUNCHANA | Región: LORETO
 Diseñado: Segundo Roamir | Puesto: MAYNAS | Estado: INDICADA

Lámina N°: 01
 Código: E-S



CT=118.72
CR=119.53



Proyecto: Desarrollo de un protocolo para el uso de geoespuma como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante en suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto

Lamina N°: 02

PLANO: REFORZAMIENTO Y ESTABILIDAD DE TALUD

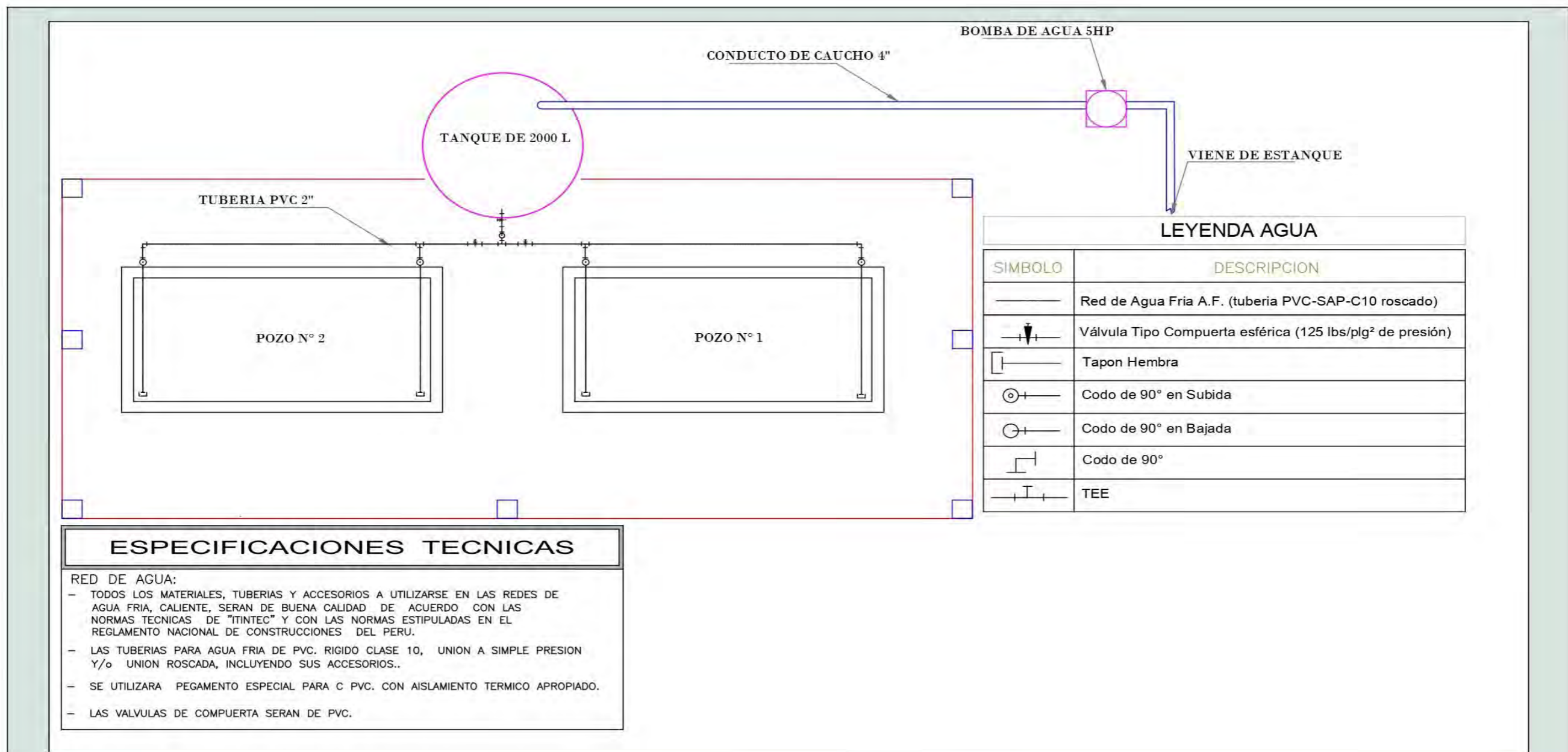
Código: E-S

Especialista: **GEOTECNIA TROPICAL**
AGUIRRE 1013 TLF: 241275
Ing. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO
CIP: 48741

Fecha: Noviembre - 2018
Dist: PUNCHANA
Diseño: Segundo Roamir
Prov: MAYNAS

Región: LORETO
Escala: INDICADA

***ANEXO M: PLANO DE DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA
PARA LOS ENSAYOS DE INUNDACIÓN***



"USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLÉN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019".



Fecha:
MAYO - 2019

Dibujo:
ROY MORI

Escala:
1/50

Ubicación:
San Juan B.-Maynas -Loreto

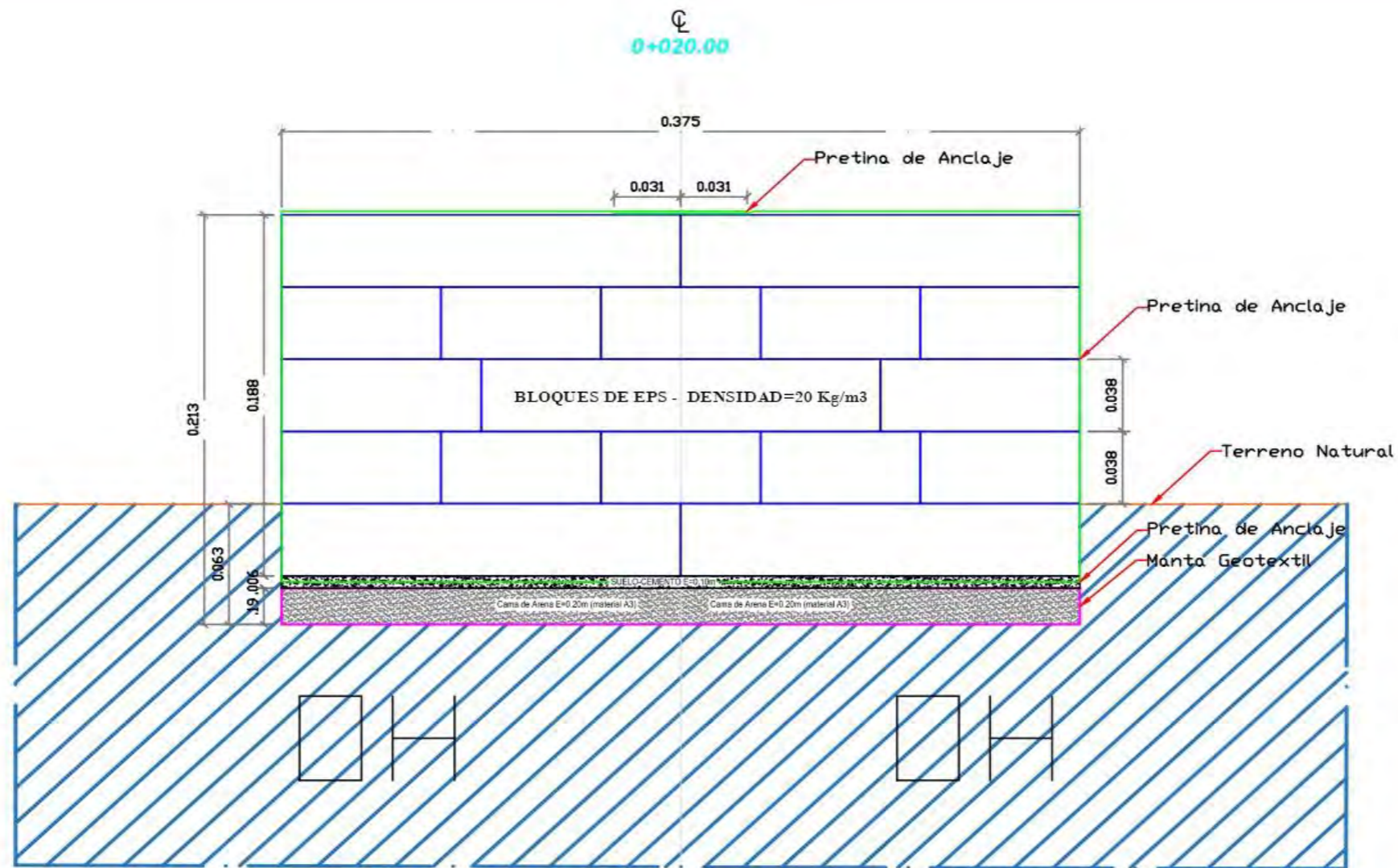
Codigo:
IS -01



Universidad Científica del Perú

Innóvate Perú

***ANEXO N: DISEÑO PARA EL MODELAMIENTO DEL
TERRAPLÉN A ESCALA REDUCIDA 1:16***



Desarrollo de un protocolo para el uso de geoespuma como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante en suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto



Fecha: MAYO - 2019

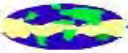
Dibujo: Roy Mori

REFORZAMIENTO Y ESTABILIDAD DE TALUD

Innovate

Dist: PUNCHANA

Región: LORETO

Especialista:  **GEOTECNIA TROPICAL**
AGUIRRE 1013 TLF: 241275
Ing. MIGUEL ANGEL ROBALINO OSORIO
CIP: 48741



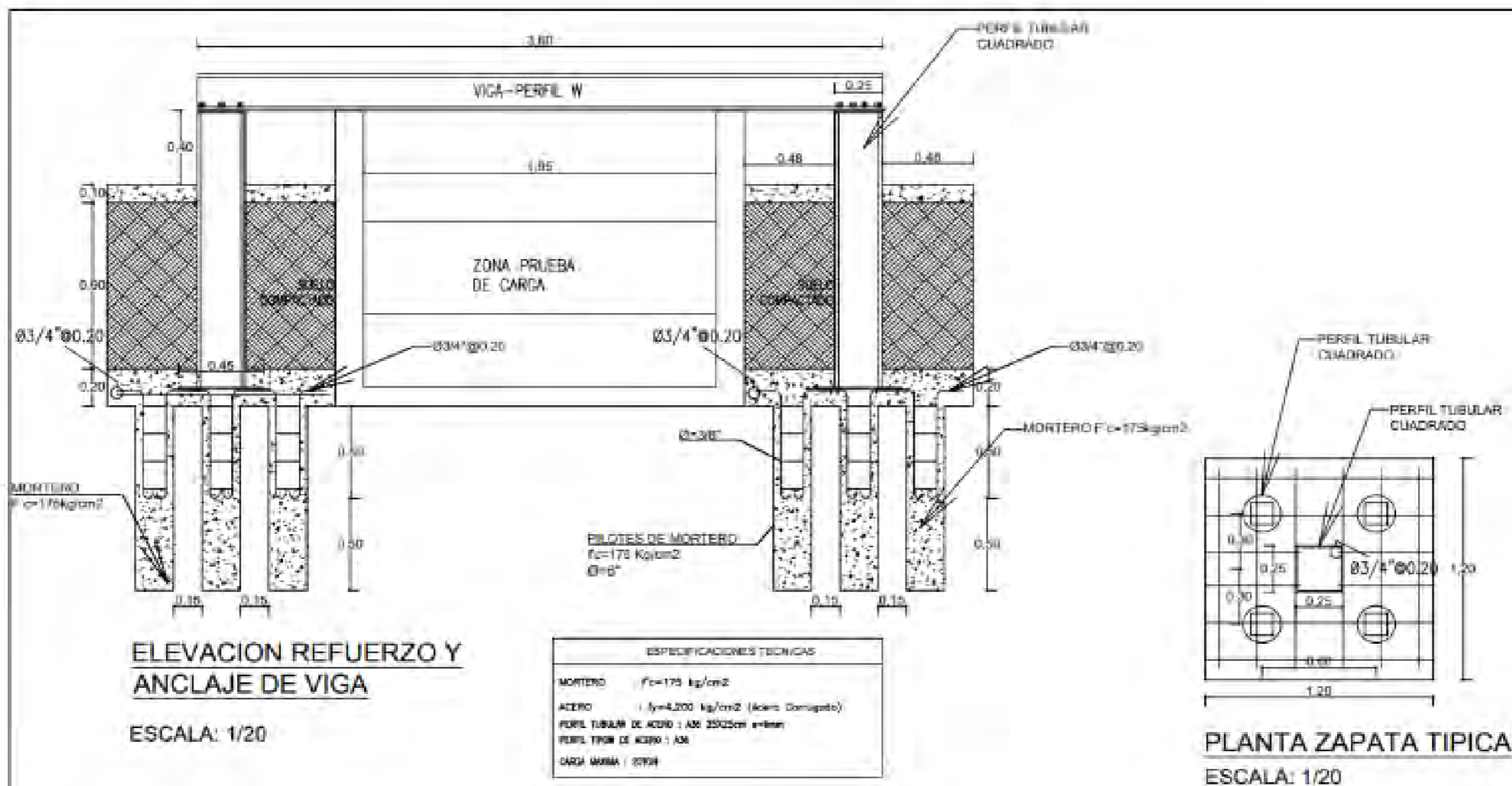
Prov: MAYNAS

Escala: 1/16

Codigo:

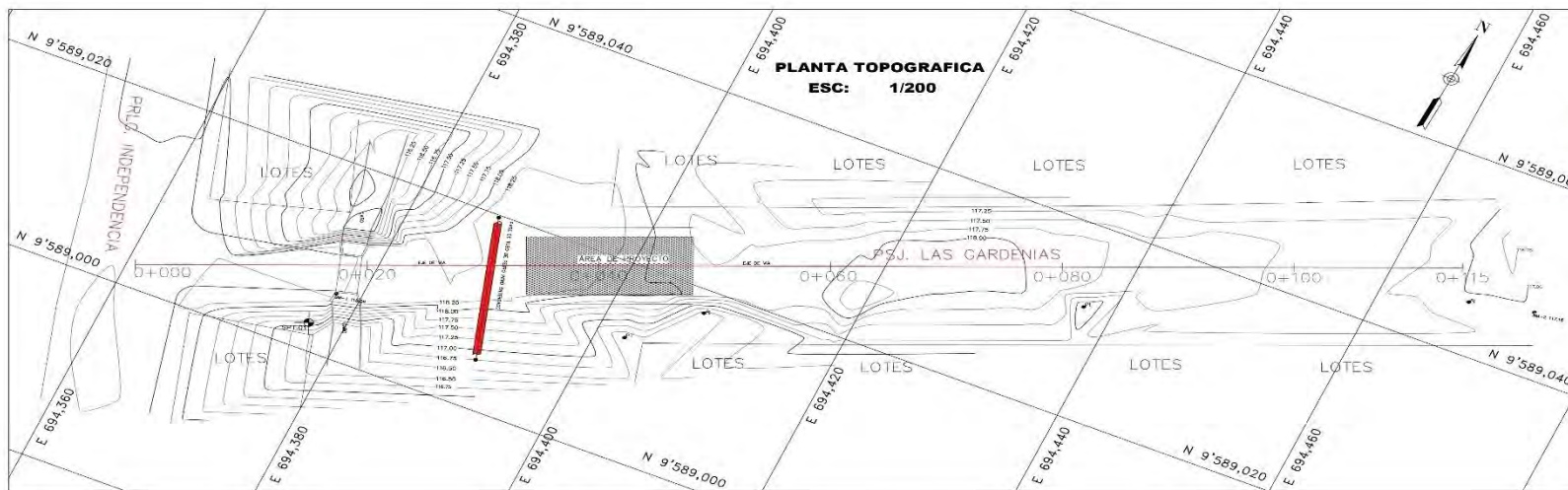
E-S

***ANEXO O: PLANO DE DISEÑO DE PÓRTICO PARA LA
EJECUCIÓN DE LA PRUEBA DE CARGA A LOS PROTOTIPOS
MODELADOS A ESCALA REDUCIDA***



Proyecto: <small>Elaboración de planos de detalle de estructura de concreto armado para la construcción de un edificio de departamentos de 10 pisos en la zona urbana de San Juan Bautista, provincia de Loro.</small>				Fecha: Mayo 2010	Cliente: San Juan Bautista	Código: DEP-01
Nombre: DETALLE ESTRUCTURAL PORTICO		Universidad Tecnológica del Oro		Elaborado: Paul Justiniano	Proje: Mayra	
Consultor:	Aprobado por:	Universidad Tecnológica del Oro		Estado: Indicado	Región: Loro	

***ANEXO P: PLANOS DE EXPEDIENTE PARA EJECUCIÓN DEL
TERRAPLÉN CON RELLENO DE GEOESPUMA***



UBICACIÓN
ESC. 6 E

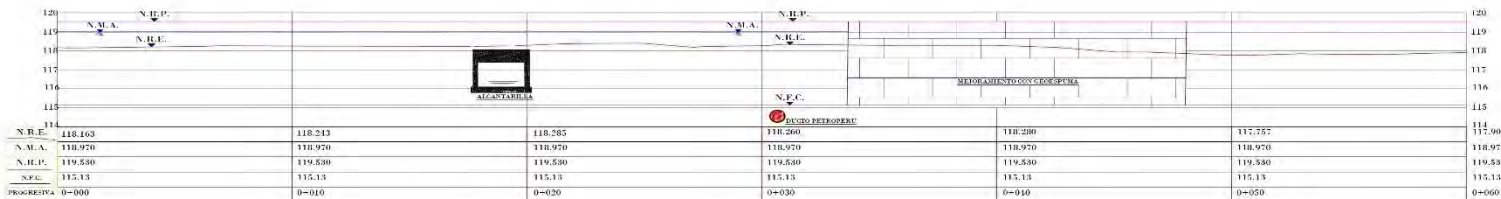


BM			
NO.	DESCRIP.	ELEV.	COORD.
BM-01	958045,773	623,975,872	118,26

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	RD
	CANAL DE DRENAJE
	LÍNEA DE SERVIDOR
	ALBERCA
	ALBERCA DE DRENAJE
	POZOS
	ALBERCA DE DRENAJE
	ALBERCA DE DRENAJE

NOMENCLATURA	
N.R.E.	NIVEL DE REFERENCIA
N.M.A.	NIVEL DE MANEJO DE AGUAS
N.H.P.	NIVEL DE HERRAJE DE PAVIMENTO
N.F.C.	NIVEL DE FUNDACIÓN

PERFIL LONGITUDINAL PROG. 0+000 A 0+060
ESC: 1/100



Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA-MAYNAS 2019".

Plano: **PLANTA Y PERFIL TOPOGRAFICO**

Consultor:

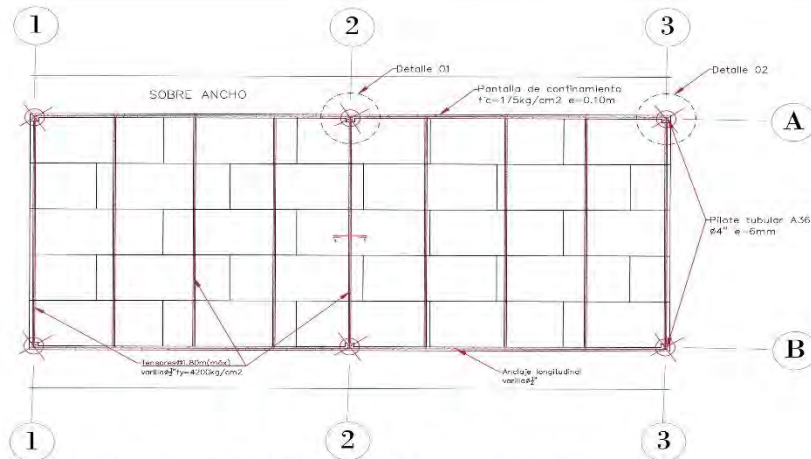
Aprobado por:



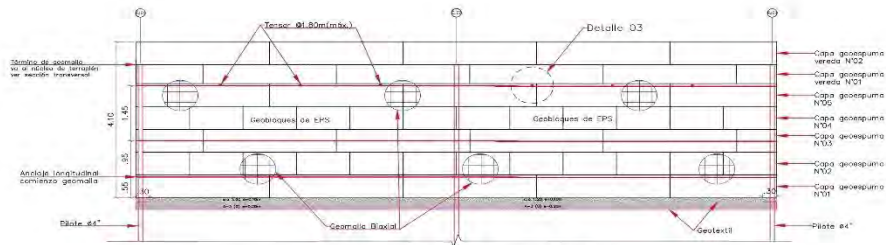
Fecha: Octubre 2019
Dibujo: Roy Mori rogersmori98@gmail.com
Escala: Indicada

Distrito: Punchana
Prov: Maynas
Región: Loreto

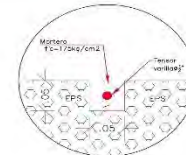
Código: **TP-01**



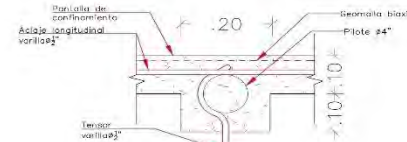
**PLANTA SISTEMA DE ANCLAJE BLOQUES DE GEOSPUMA
CAPA N°05
ESC: 1/50**



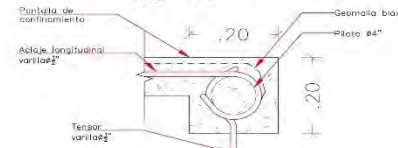
**ELEVACION ESTRUCTURA DE PANTALLA DE CONFINAMIENTO
ESC: 1/50**



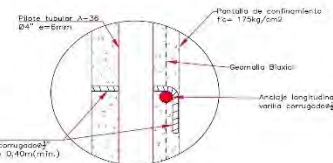
**SECCION X-X
DETALLE RANURA TENSORES
ESC: S/E**



**DETALLE 01
PILOTE - TENSOR
ESC: 1/5**



**DETALLE 02
PILOTE - TENSOR
ESC: 1/5**



**DETALLE 03
TENSOR-ANCLAJE LONGITUDINAL
ESC: S/E**

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
MORTERO	f _c =175 kg/cm ²
ACERO	f _y =4 200 kg/cm ² (Acero Corrugado)
GEOBLOQUE DE EPS	densidad = 20 Kg/m ³
PILOTE TUBULAR DE ACERO	A36 Ø4" e=6mm
SUELO-CEMENTO	e= 1.20
GEOMALLA BIAXIAL: ESFUERZO ULTIMO DE TENSION	ASTM D 6637 20 KN/m
GEOTEXTIL RESISTENCIA A LA TENSION ELONGACION	ASTM D 4832 711W
CAMA DE ARENA	e=0.20m MATERIAL SELECCIONADO A-3

MATERIAL DE RELLENO:	
ARENA DEL TIPO A-300	COMPACTADO EN UNA CAPA QUE ALCANCE UNA DENSIDAD MAXIMA EQUIVALENTE A 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.

GEOMALLA BIAXIAL:	
MATERIAL	POLIPROPILENO
ABERTURA DE MALLA LONGITUDINAL (MD)	38mm
ABERTURA DE MALLA TRANSVERSAL (TD)	36mm
RIGIDEZ FLEXURAL	1,000,000mp-cm

GEOTEXTIL NO TEJIDO:	
MATERIAL	POLIPROPILENO
PERMEABILIDAD	0.30cm/s
TAMANO DE ABERTURA APARENTE(AOB)	0.212mm
RESISTENCIA AL PUNZONAMIENTO	400N

MORTERO:	
RESISTENCIA	f _c = 175kg/cm ²
TIPO DE CEMENTO A USAR	Tipo I, Ico
RELACION AGUA/CEMENTO MAX	0.65

LEYENDA	
	Geoblock EPS
	MORTERO
	ARENA A-300
	GEOMALLA
	GEOTEXTIL

Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

Plano: SISTEMA DE ANCLAJE NUCLEO DE TERRAPLEN

Consultor:

Aprobado por:

Innovate

Universidad Científica del Perú

UCP

ecopor

DRTC

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Fecha: Octubre 2019

Dibujó: Roy Mori rogersmori98@gmail.com

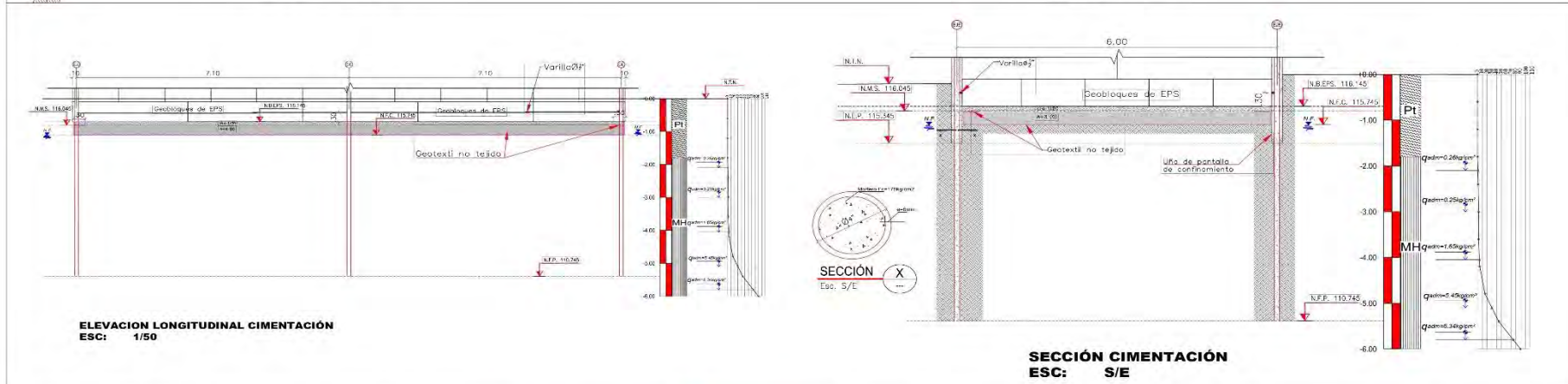
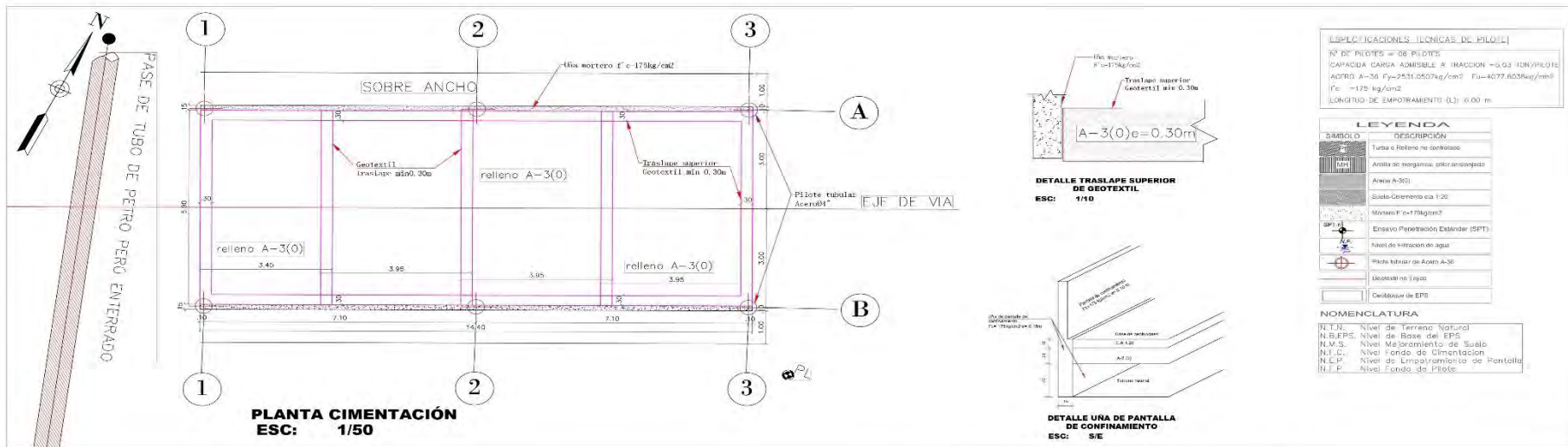
Escala: Indicada

Districto: Punchana

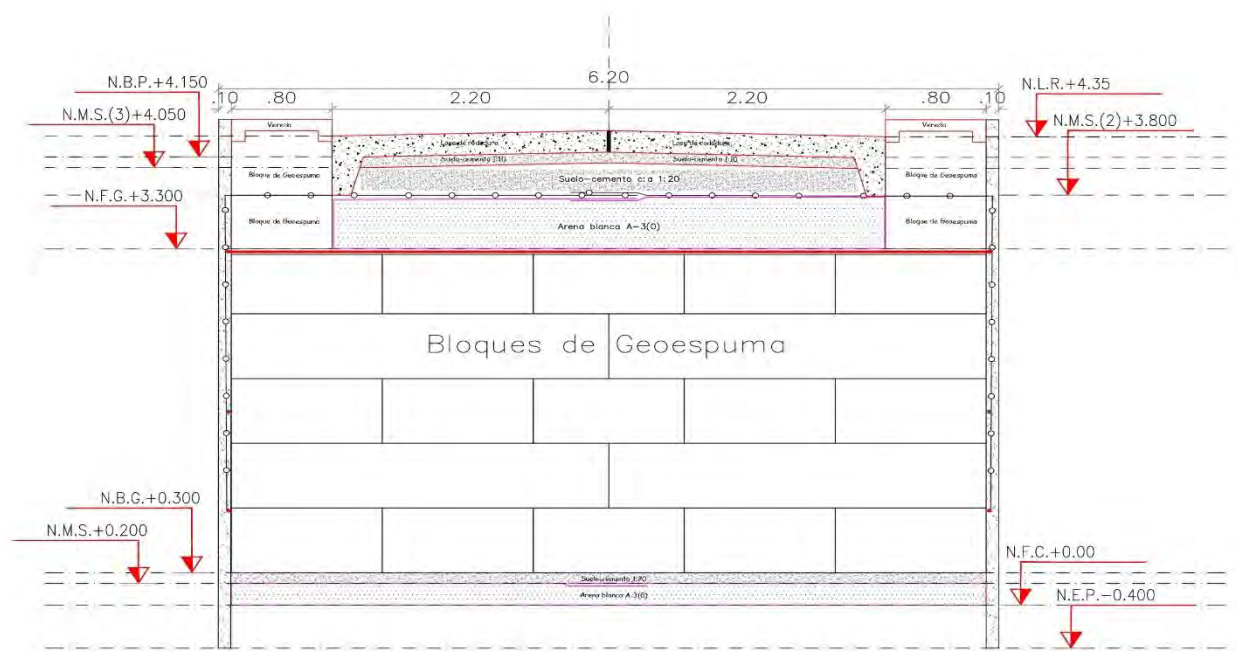
Prov: Maynas

Región: Loreto

Código: SA-01



Proyecto: USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO INHABINDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019 Plano: CIMENTACION TERRAPLEN Consultor:	Innovate Universidad Científica del Perú UCP	ecopor DRTC DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	Fecha: Octubre 2019 Dibujo: Roy Mori rogersmori98@gmail.com Escala: Indicada	Distrito: Punchana Prov: Maynas Región: Loreto	Código: CT-01
---	--	--	---	--	---------------



SECCION TRANSVERSAL TIPICA
ESC: 1/25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Mortero(Pantalla de confinamiento y veredas): f'c=175kg/cm²
 Mortero(Pavimento): f'c=210 kg/cm²
 Asfalto: 3-40 f'c=4,200 kg/cm² (corrugado)
 Bloques de Geoespuma: densidad = 20 kg/m³
 Pilote tubular de acero: A36 04" e=6mm
 Suelo-cemento: c/a 1:20
 Geomalla Biaxial: Esfuerzo ultimo de tension
 ASTM D 6937:20 KN/m
 Geotextil: Resistencia a la tension elongacion
 ASTM D 4832:711N
 Cama de arena: Material seleccionado A-3(0)
 Nota: Nivel de máxima avenida 119.97m.s.n.m.

NOMENCLATURA

N.L.R. Nivel Losa de Rodadura
 N.B.P. Nivel Base de Pavimento
 N.M.S. Nivel Mejoramiento de Suelo
 N.F.G. Nivel Final de Geoespuma
 N.B.G. Nivel Base de Geoespuma
 N.F.C. Nivel Fondo de Cimentación
 N.E.P. Nivel de empotramiento de pantalla de confinamiento

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Geomalla Biaxial
	Geotextil no tejido
	Tensor
	Mortero

Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"
 Plano: SECCION TRANSVERSAL TERRAPLEN CON NUCLEO DE GEOESPUMA
 Consultor:

Innovate
 Universidad Científica del Perú

ecopor

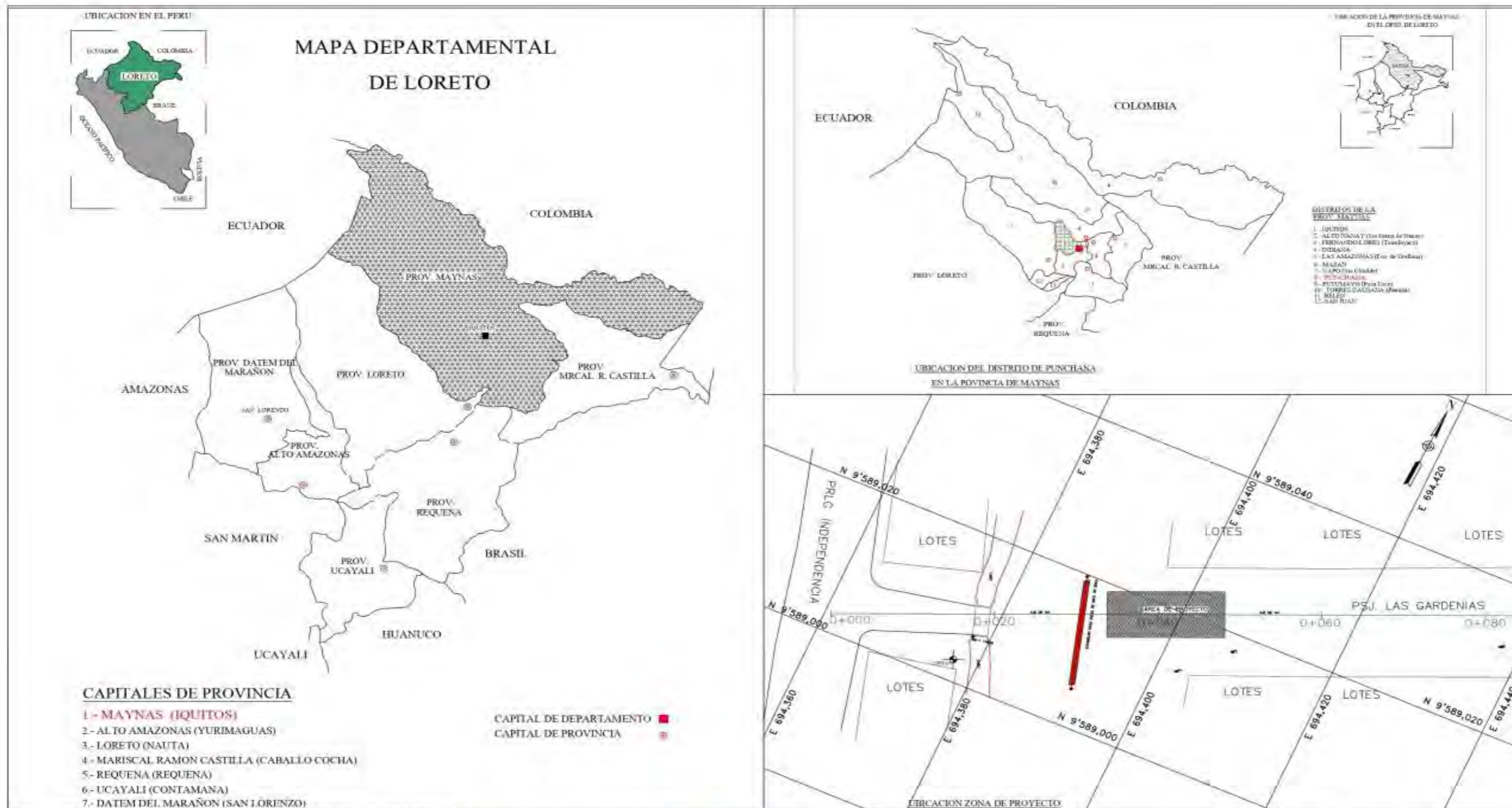
 DRTC
 DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Fecha: Octubre 2019
 Dibujo: Roy Mori rogersmori98@gmail.com
 Escala: Indicada

Distrito: Punchana
 Prov: Maynas
 Región: Loreto

Código: ST-01

***ANEXO Q: PLANOS AS BUILT DEL TERRAPLÉN CON
GEOESPUMA EJECUTADO A ESCALA NATURAL***

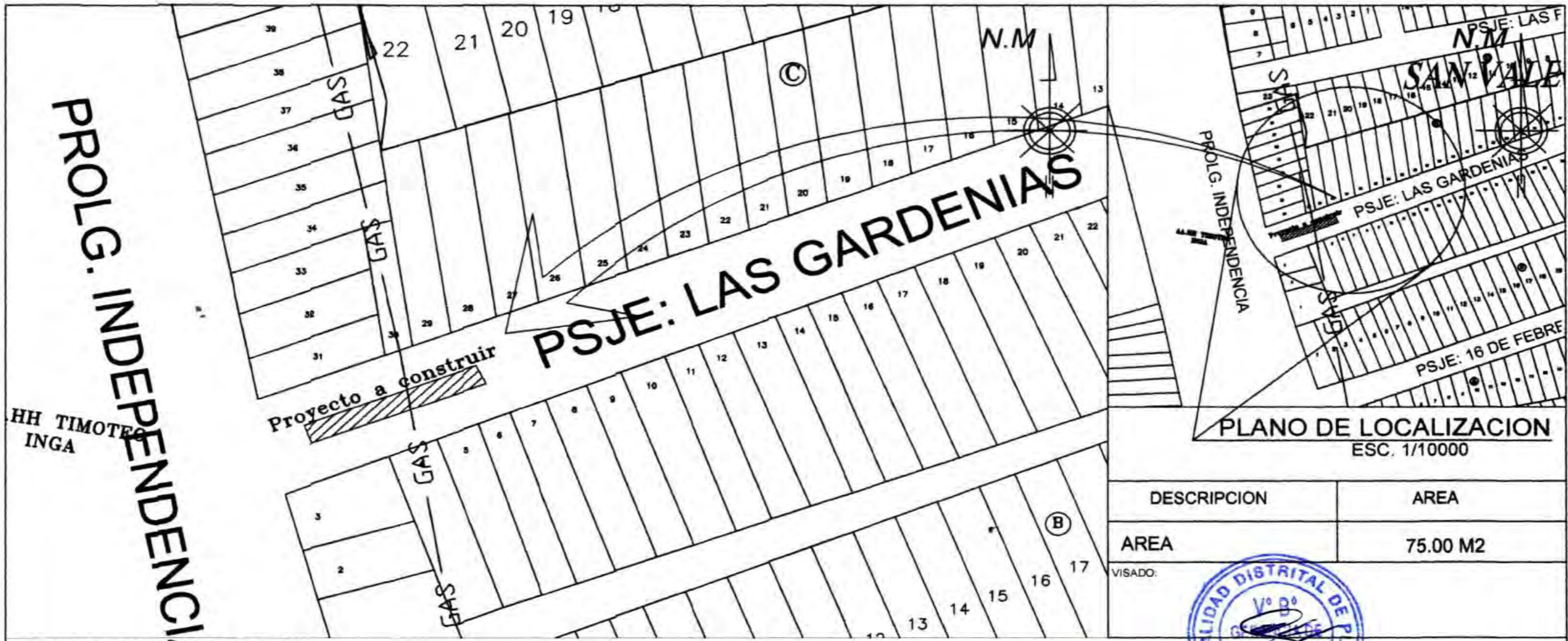


CAPITALES DE PROVINCIA

- 1- MAYNAS (IQUITOS)
- 2- ALTO AMAZONAS (YURIMAGUAS)
- 3- LORETO (NAUTA)
- 4- MARISCAL RAMON CASTILLA (CABALLO COCHA)
- 5- REQUENA (REQUENA)
- 6- UCAYALI (CONTAMANA)
- 7- DATEM DEL MARAÑON (SAN LORENZO)

CAPITAL DE DEPARTAMENTO ■
 CAPITAL DE PROVINCIA ●

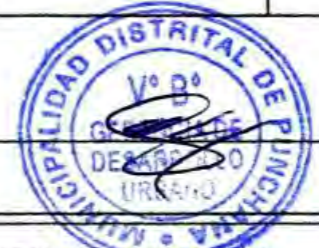
Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA-MAYNAS 2019".				Fecha: Octubre 2019	Distrito: Punchana	Código: U-01
Plano: UBICACIÓN ÁREA DE PROYETO				Dibujo: Roy Mori rogersmori98@gmail.com	Prov: Maynas	
Consultor:				Escala: Indicada	Región: Loreto	



PLANO DE LOCALIZACION
ESC. 1/10000

DESCRIPCION	AREA
AREA	75.00 M2


VISADO:

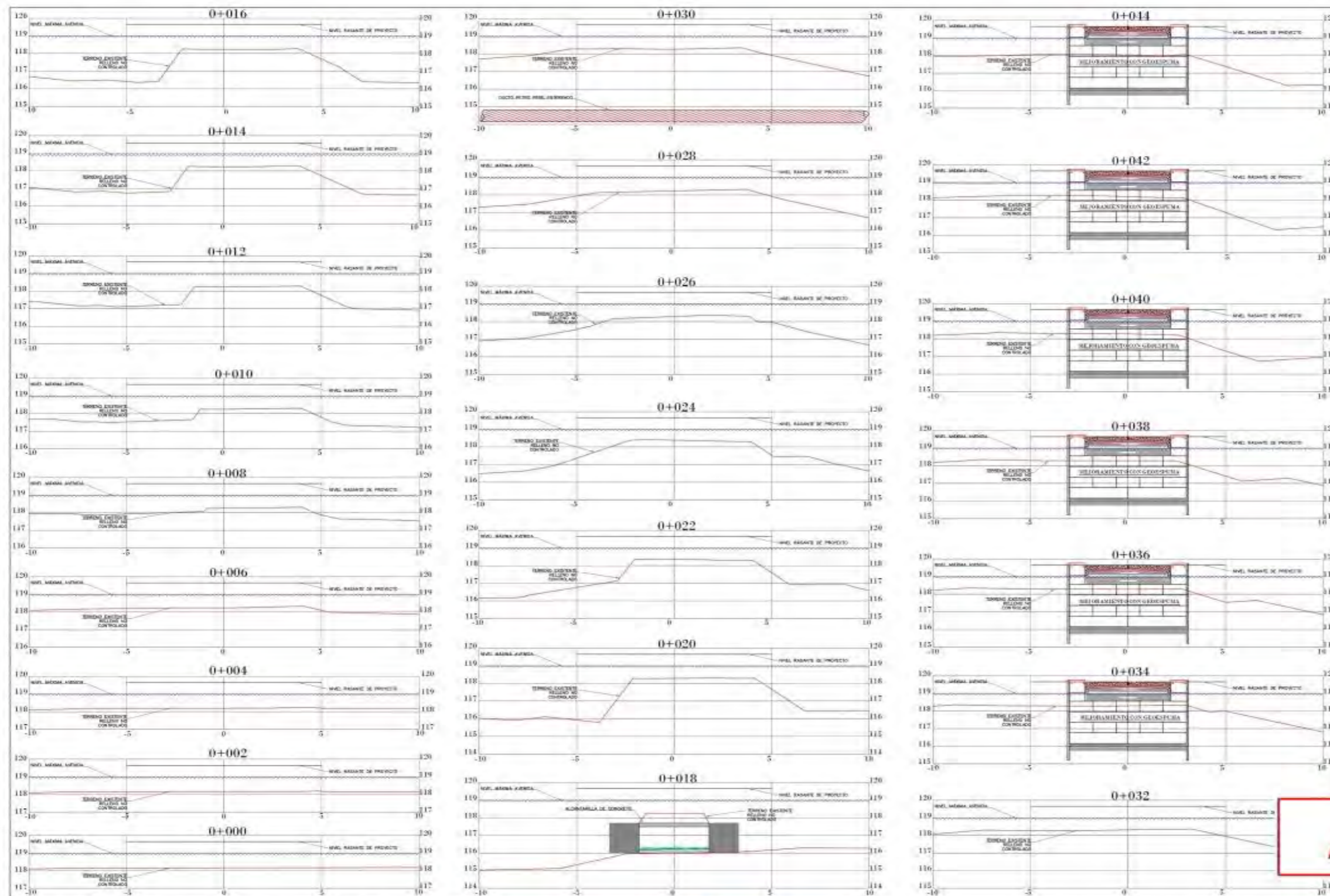


PLANO DE UBICACION :
ESC. : 1/2000

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
—	LIMITE DE ASENTAMIENTO HUMANO
—	LINEA DE POLIDUCTO (PETROPERU)
—	LINEA DE AMBITO DE INFLUENCIA
—	LINEA DE COORDENADAS UTM
	LOTES
(A)	ENUMERACION DE MANZANEO
▨	AMBITO DE INFLUENCIA

 MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUNCHANA UNIDAD FORMULADORA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	
PROY.: "Desarrollo de un protocolo para el uso de geoespuma como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante en suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto"	TIPO PLANO: UL
PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION	ESC.: INDICADA FECHA: SETIEMBRE 2018
DIST.: PUNCHANA	PROV.: MAYNAS
REG.: LORETO	LAMINA N°: 01



UBICACIÓN
ESC: 5E



BM	NORTE	ESE	COTA
BM-01	658543.772	654397.471	17828

LEYENDA	
	SUBGRUPO
	BASE
	PAVIMENTO
	CAJON DE DESAGUE
	ESTRUCTURA DE DESAGUE
	ESTRUCTURA DE DESAGUE
	ESTRUCTURA DE DESAGUE
	ESTRUCTURA DE DESAGUE
	ESTRUCTURA DE DESAGUE
	ESTRUCTURA DE DESAGUE

NOMENCLATURA	
N.E.	NO INCLUIDO
N.M.A.	NO INCLUIDO

**AS - BUILT
ASI CONSTRUIDO**

Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2018"

Plano: **SECCIONES TRANSVERSALES**

Consultor:

Aprobado por: _____

Innovate ecopor

Universidad Científica del Perú

DRTC

DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

Fecha: Diciembre 2019

Dibujó: Roy Mori
rogersmori98@gmail.com

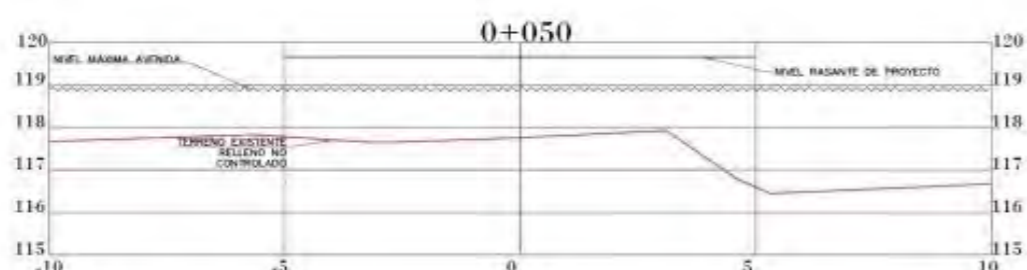
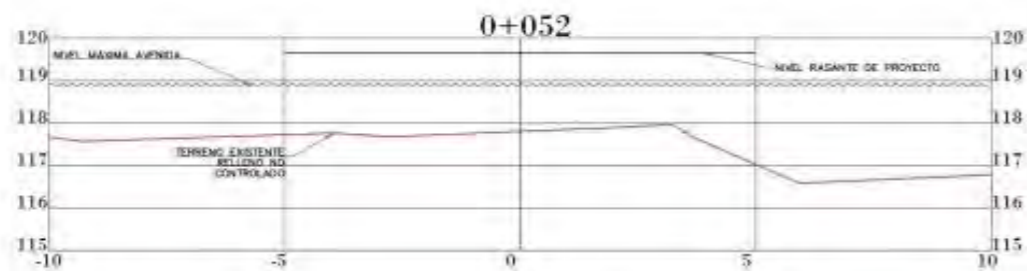
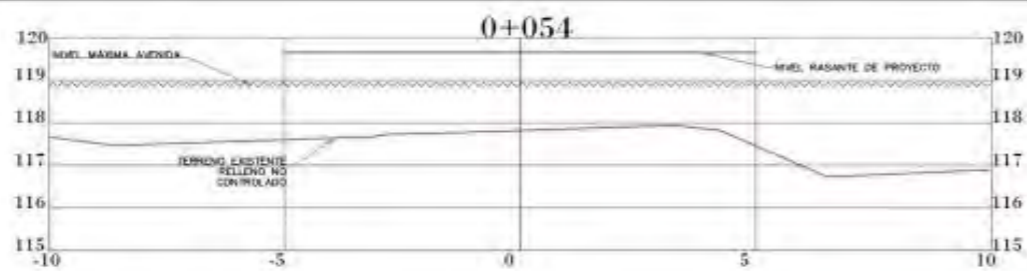
Escala: 1/100

Districto: Punchana

Prov: Maynas

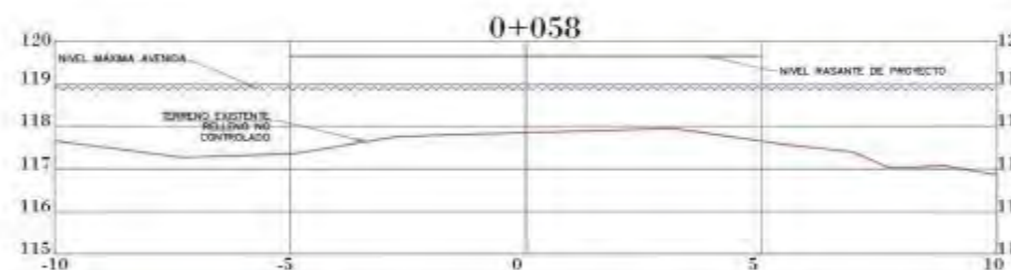
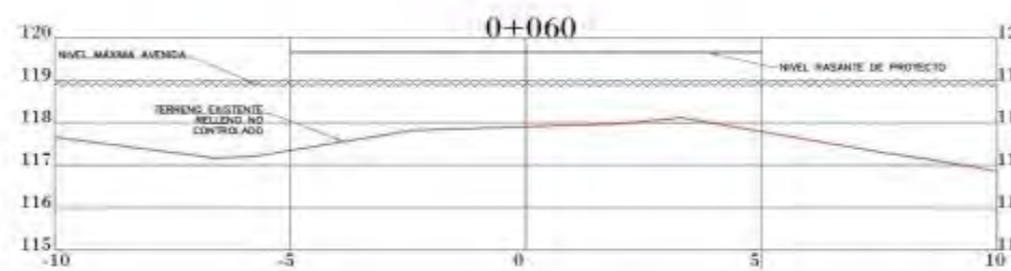
Región: Loreto

Código: **TP-02**



Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+010.00	14.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	11.85	0.00	133.50	0.00	133.50	0.00
0+030.00	7.68	0.00	97.61	0.00	231.11	0.00
0+040.00	10.08	0.00	88.79	0.00	319.90	0.00
0+050.00	13.42	0.00	117.51	0.00	437.41	0.00
0+060.00	9.45	0.00	114.37	0.00	551.78	0.00

**AS - BUILT
ASI CONSTRUIDO**



UBICACIÓN
ESC: S/E



BM			
BM	NORTE	ESTE	COTA
BM-01	9586045.773	694397.473	118.26

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	BM
	CURVA DE NIVEL
	LÍNEA CONT.
	CIMENTACIÓN
	ALICATADO EXISTENTE
	POZO DE LÍNEA
	SECCION VIT
	AREA DE PROYECTO
	DUCTO PERFORADO
	POSTE DE TUBERÍA

N.R.E.	NIVEL DE NIVEL EXISTENTE
N.M.A.	NIVEL DE MÁXIMA AVENIDA

Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

Plano: SECCIONES TRANSVERSALES

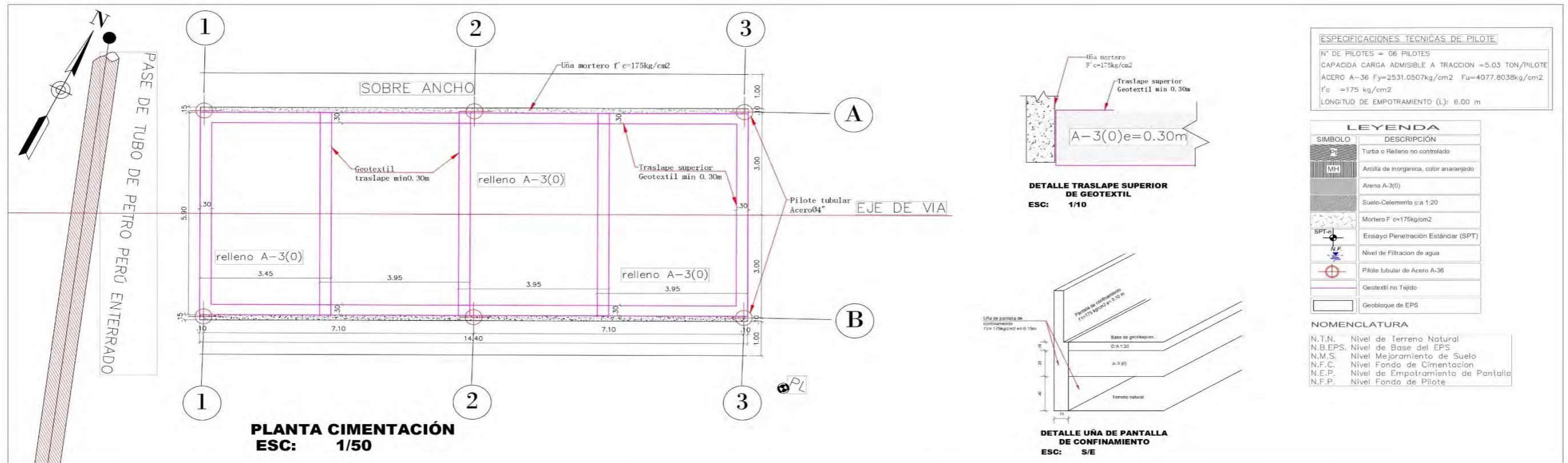
Consultor:

Aprobado por:

Fecha: Diciembre 2019
Dibujo: Roy Mori
rogersmori98@gmail.com
Escala: 1/100

Distrito: Punchana
Prov: Maynas
Región: Loreto

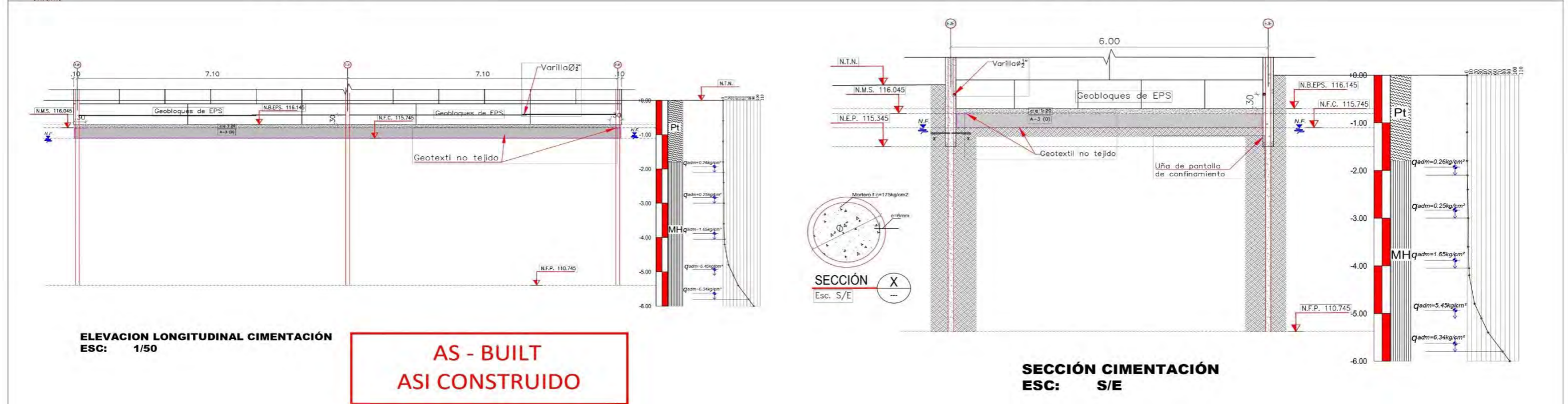
Código: TP-03



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PILOTE	
N° DE PILOTOS =	06 PILOTOS
CAPACIDAD CARGA ADMISIBLE A TRACCIÓN =	5.03 TON/PILOTE
ACERO A-36	Fy=2531.0507kg/cm ² Fu=4077.8038kg/cm ²
f'c =	175 kg/cm ²
LONGITUD DE EMPOTRAMIENTO (L):	6.00 m

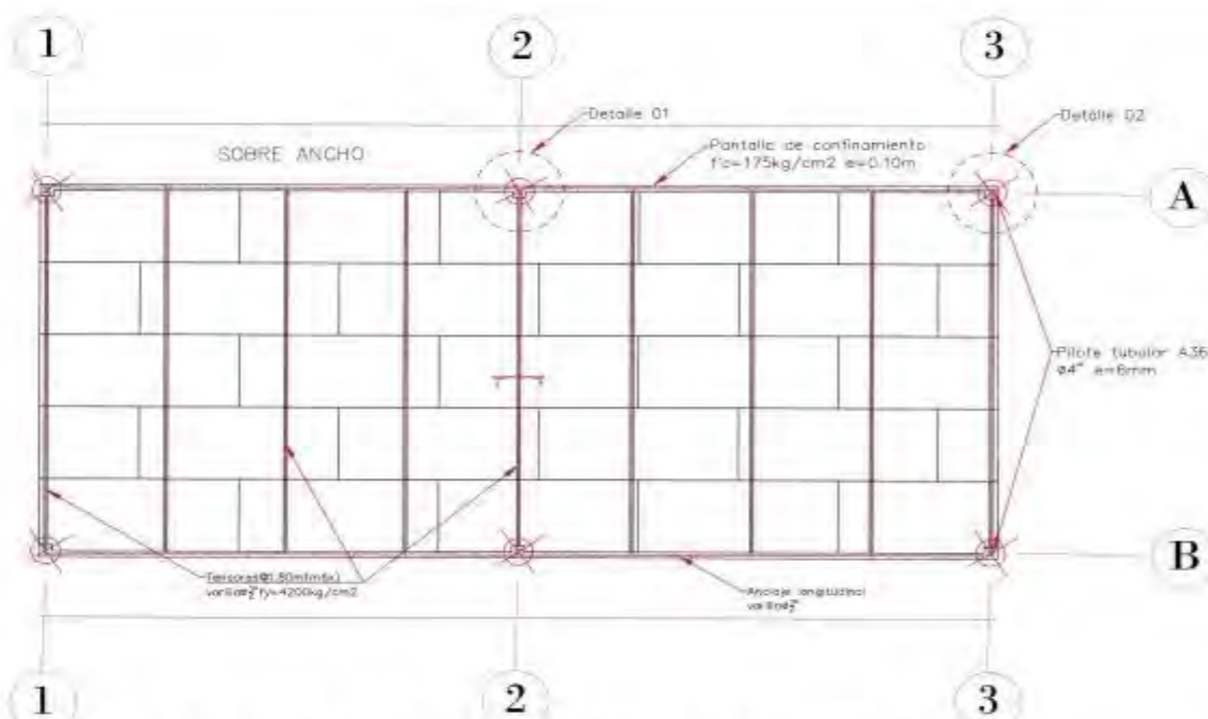
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Symbol]	Turba o Relleno no controlado
[Symbol]	Arcilla de inorgánica, color anaranjado
[Symbol]	Arene A-3(0)
[Symbol]	Suelo-Cemento c:a 1:20
[Symbol]	Mortero F'c=175kg/cm ²
[Symbol]	Ensayo Penetración Estándar (SPT)
[Symbol]	Nivel de Filtración de agua
[Symbol]	Pilote tubular de Acero A-36
[Symbol]	Geotextil no Tejido
[Symbol]	Geobloques de EPS

NOMENCLATURA	
N.T.N.	Nivel de Terreno Natural
N.B.EPS.	Nivel de Base del EPS
N.M.S.	Nivel Mejoramiento de Suelo
N.F.C.	Nivel Fondo de Cimentación
N.E.P.	Nivel de Empotramiento de Pantalla
N.F.P.	Nivel Fondo de Pilote

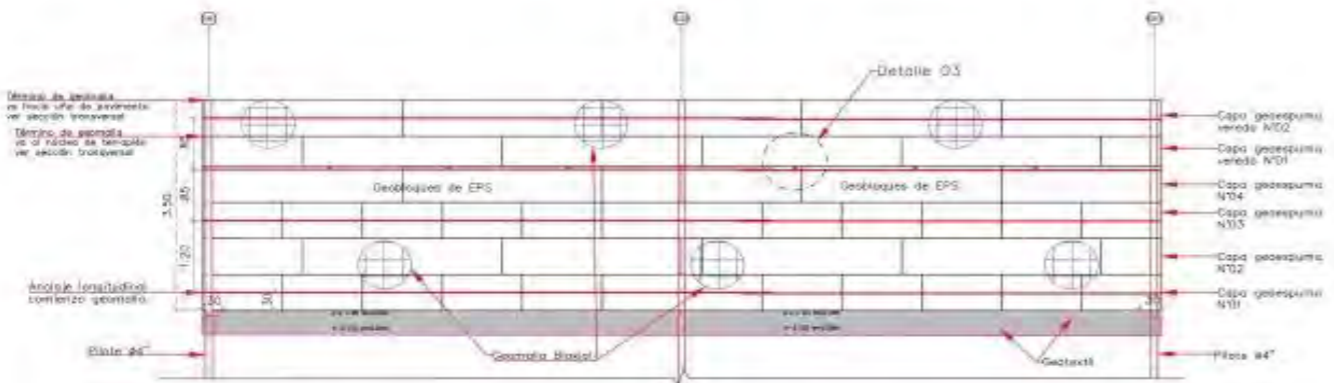


AS - BUILT
ASI CONSTRUIDO

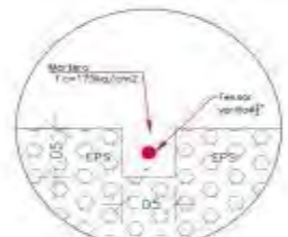
Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019" Plano: CIMENTACION TERRAPLEN Consultor:	Aprobado por:	Innovate Perú Universidad Científica del Perú DRTC DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	Fecha: Diciembre 2019 Dibujo: Roy Mori rogersmori98@gmail.com Escala: Indicada	Distrito: Punchana Prov: Maynas Región: Loreto	Código: <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">CT-01</div>
--	---------------	--	---	--	--



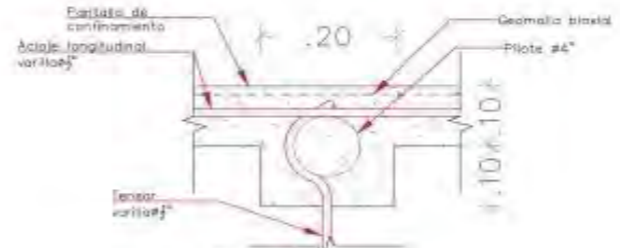
**PLANTA SISTEMA DE ANCLAJE BLOQUES DE GEOESPUMA
CAPA N°04
ESC: 1/50**



**ELEVACION ESTRUCTURA DE PANTALLA DE CONFINAMIENTO
ESC: 1/50**



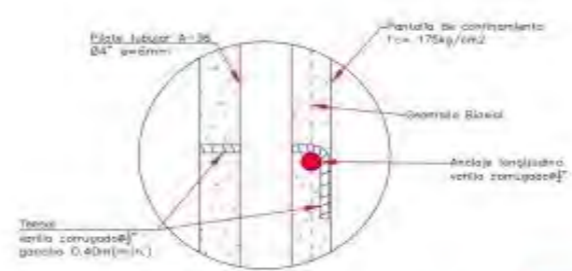
**SECCION X-X
DETALLE RANURA TENSORES
ESC: S/E**



**DETALLE 01
PILOTE - TENSOR
ESC: 1/5**



**DETALLE 02
PILOTE - TENSOR
ESC: 1/5**



**DETALLE 03
TENSOR-ANCLAJE LONGITUDINAL
ESC: S/E**

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
MORTERO:	f _c =175kg/cm ²
ACERO:	f _y =4,200 kg/cm ² (Acero Corrugado)
GEOLÓQUE DE EPS:	densidad = 20 Kg/m ³
PILOTE TUBULAR DE ACERO:	A36 Ø4" e=6mm
SUELO-CEMENTO:	c.a. 1:20
GEOWALLA BIAXIAL:	ESQUEZUZO ULTIMO DE TENSION ASTM D 6637-20 KN/m
GEOTEXTIL:	RESISTENCIA A LA TENSION ELONGACION ASTM D 4852 711N
CAMA DE ARENA:	e=0.35m MATERIAL SELECCIONADO A-3

MATERIAL DE RELLENO:
ARENA DEL TIPO A-3(1) COMPACTADO EN UNA CAPA QUE ALCANCE UNA DENSIDAD MAXIMA EQUIVALENTE A 98% DEL PROCTOR MODIFICADO.

GEOWALLA BIAXIAL	
MATERIAL:	POLIPROPILENO
ABERTURA DE MALLA LONGITUDINAL (MD):	38mm
ABERTURA DE MALLA TRANSVERSAL (TD):	38mm
RIGIDEZ FLEXURAL:	1,000,000mg/cm

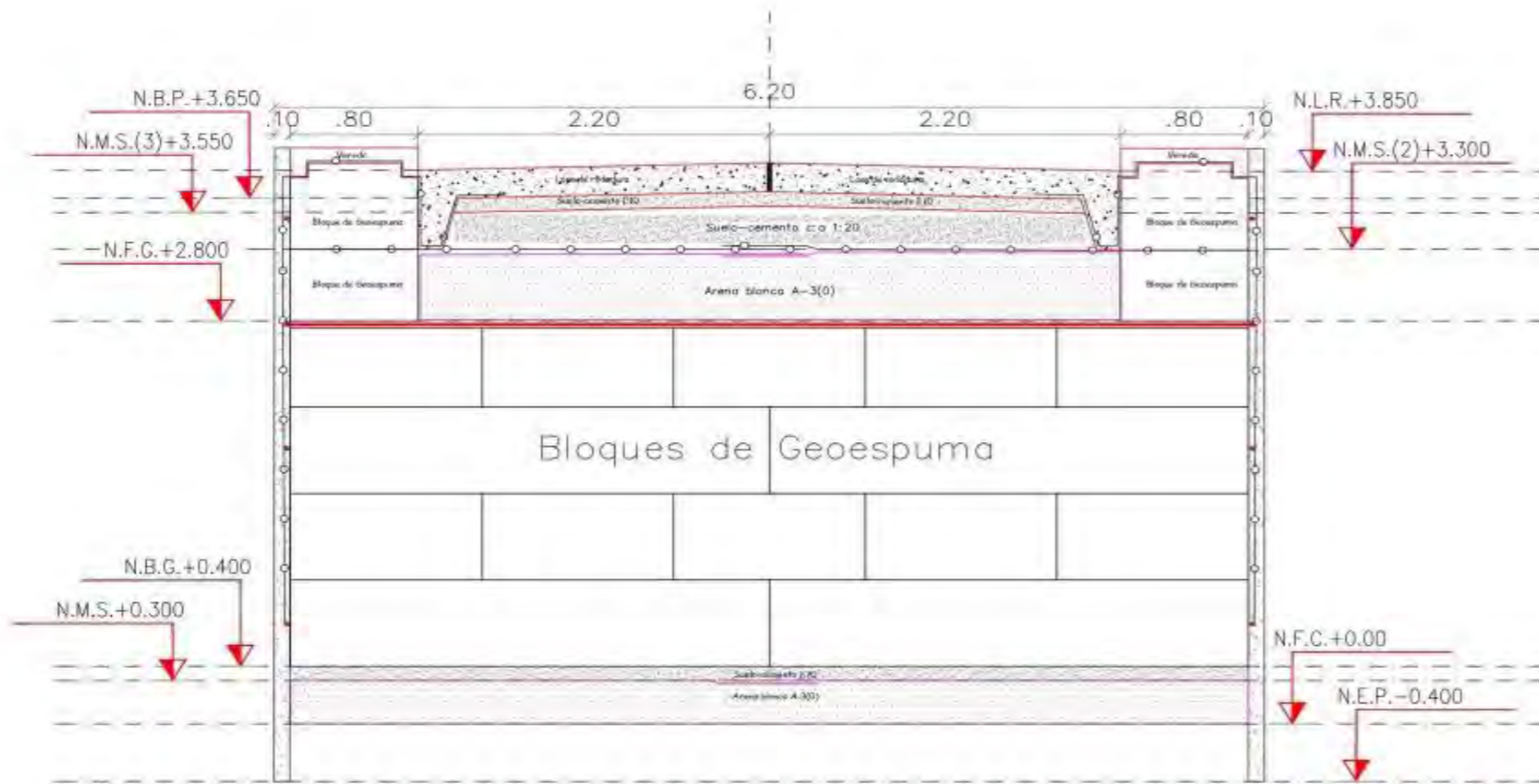
GEOTEXTIL NO TEJIDO	
MATERIAL:	POLIPROPILENO
PERMEABILIDAD:	0.90cm/s
TAMAÑO DE ABERTURA APARENTE (AOB):	0.212mm
RESISTENCIA AL PUNZAMIENTO:	400N

MORTERO:	
RESISTENCIA:	f _c = 175kg/cm ²
TIPO DE CEMENTO A USAR:	Tipo I 60
RELACION AGUA/CEMENTO MAX:	0.65

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCION
[Symbol]	ACEROS REFORZADOS
[Symbol]	MORTERO
[Symbol]	ARENA A-3(1)
[Symbol]	GEOWALLA
[Symbol]	GEOTEXTIL

**AS - BUILT
ASI CONSTRUIDO**

Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019" Plano: SISTEMA DE ANCLAJE NUCLEO DE TERRAPLEN Consultor:	Aprobado por:		Fecha: Diciembre 2019 Dibujo: Roy Mori rogersmori98@gmail.com Escala: Indicada	Distrito: Punchana Prov: Maynas Región: Loreto	Código: SA-01
---	---------------	--	--	--	-----------------------------



SECCION TRANSVERSAL TIPICA
ESC: 1/25

AS - BUILT
ASI CONSTRUIDO

ESPECIFICACIONES TECNICAS

Mortero(Pantalla de confinamiento y varadas): $f_c=175\text{kg/cm}^2$
Mortero(Pavimento): $f_c=210\text{kg/cm}^2$
Acero: $f_y=4,200\text{kg/cm}^2$ (corrugado)
Bloques de Geoespuma: densidad = 20kg/m^3
Pilote tubular de acero: A36 Ø4" e=6mm
Suelo-cemento: c/a 1:20
Geomalla Biaxial: Esfuerzo último de tensión ASTM D 6837-20 KN/m
Geotextil: Resistencia a la tensión elongación ASTM D 4832 :711N
Cama de arena: Material seleccionado A-3(0)
Nota: Nivel de máxima avenida 119.97m.s.n.m.

NOMENCLATURA

N.L.R. Nivel Losa de Rodadura
N.B.P. Nivel Base de Pavimento
N.M.S. Nivel Mejoramiento de Suelo
N.F.G. Nivel Final de Geoespuma
N.B.G. Nivel Base de Geoespuma
N.F.C. Nivel Fondo de Cimentación
N.E.P. Nivel de empotramiento de pantalla de confinamiento

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Geomalla Biaxial
	Geotextil no tejido
	Tensor
	Mortero

Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019"

Plano: SECCION TRANSVERSAL TERRAPLEN CON NUCLEO DE GEOESPUMA

Consultor:

Aprobado por:

Universidad Científica del Perú

Fecha: Diciembre 2019

Dibujo: Roy Mori
rogersmori98@gmail.com

Escala: Indicada

Distrito: Punchana

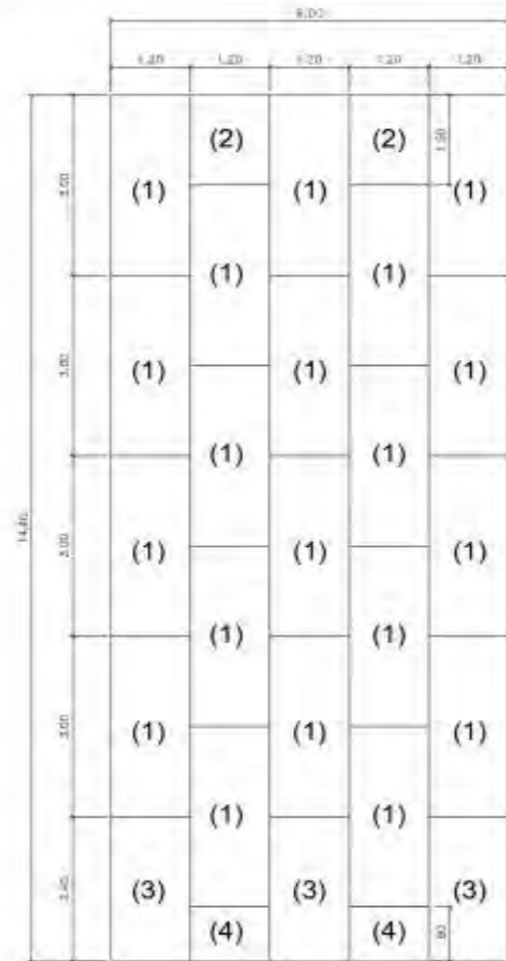
Prov: Maynas

Región: Loreto

Código:

ST-01

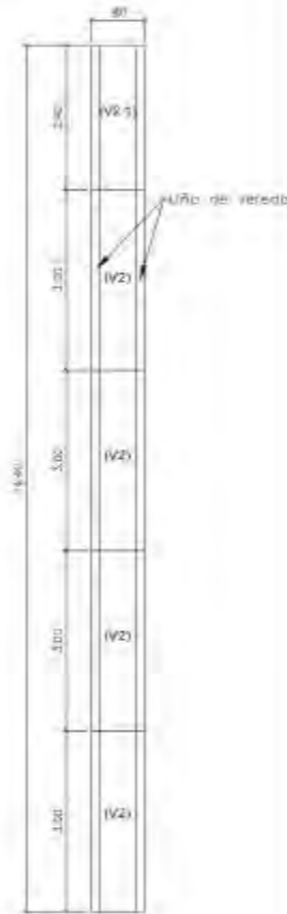
PLANTA - CAPA N°4



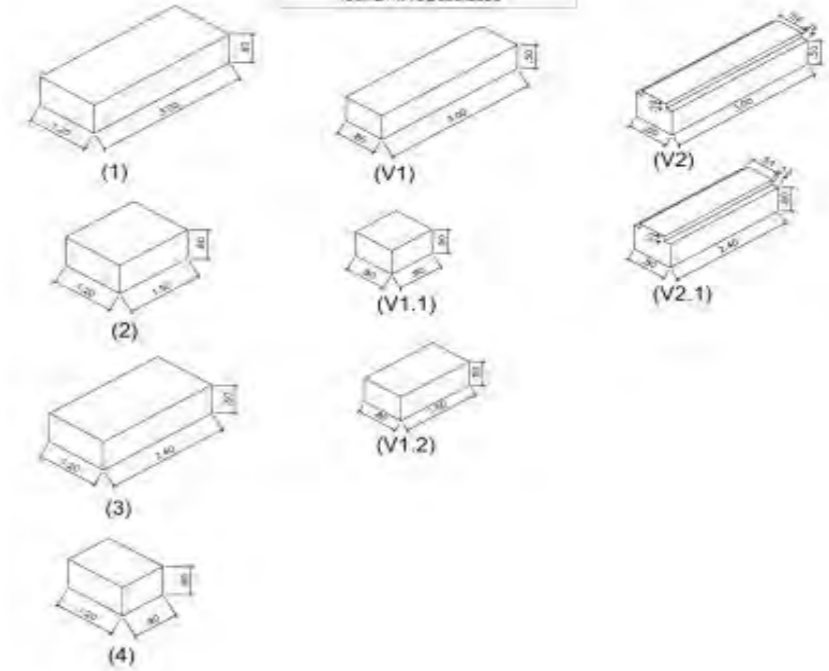
VEREDA - CAPA N°1



VEREDA - CAPA N°2



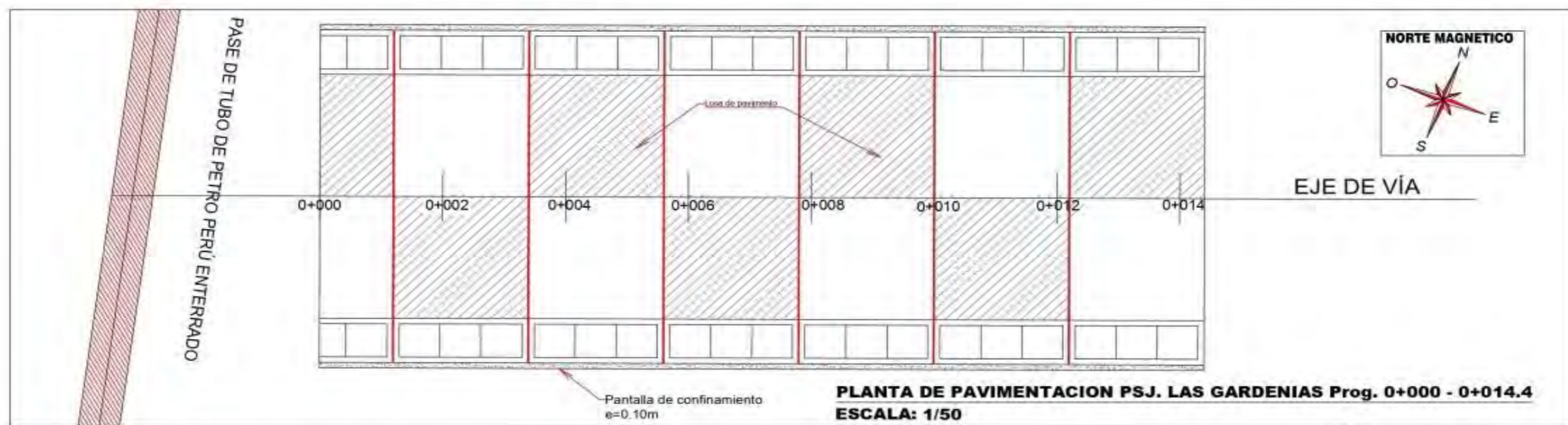
ISOMETRIA DE BLOQUES



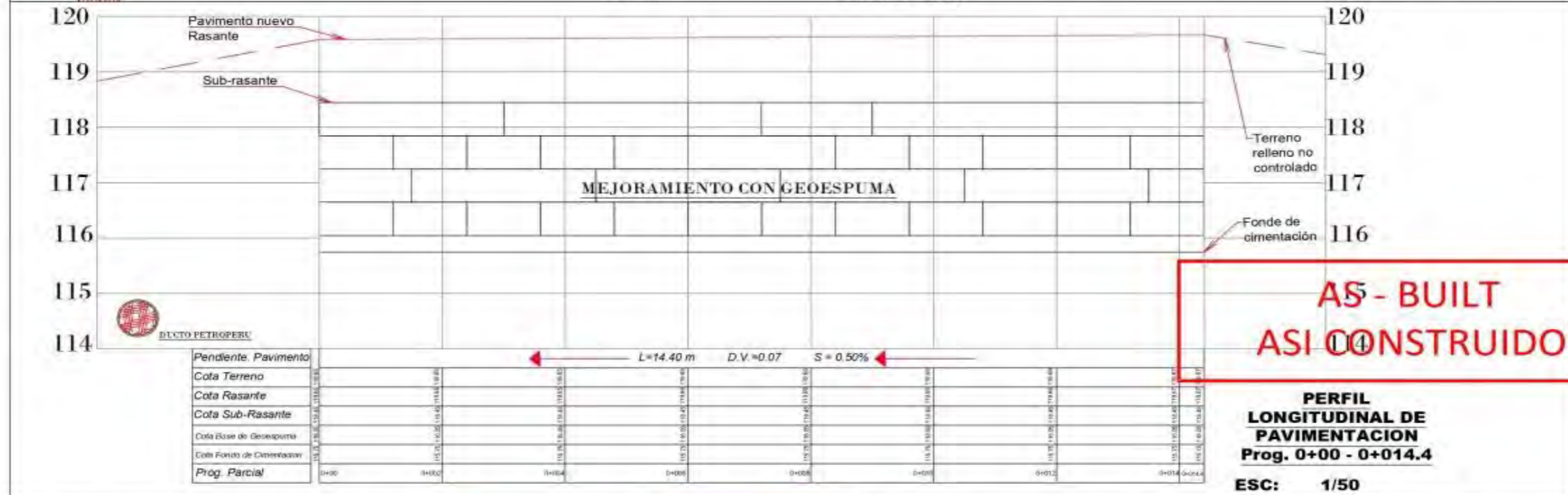
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BLOQUES
 POLIESTIRENO EXPANDIDO D-20 = 20kg/m³
 RESISTENCIA A COMPRESIÓN = 1.602kg/cm² (1570kn)
 RESISTENCIA A TRACCIÓN = 70kg/cm (700kn/m²)
 COHESIÓN = 0.214kg/cm² (214N/m²)
 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA = 4.64°
 (NOTA: EN CASO DE REPLANTEO, LOS BLOQUES PUEDEN SER CONTADOS EN CAMPO.)

**AS - BUILT
 ASI CONSTRUIDO**

Proyecto: "USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019" Plano: DISTRIBUCION PLANTA BLOQUES DE GEOESPUMA Consultor:	Innóvate! Universidad Científica del Perú 	ecopor DRTC DISTRITO GENERAL DE TRANSPORTES Y VEHICULOS	Fecha: Diciembre 2019 Dibujo: Roy Mori rogersmori98@gmail.com Escala: 1/50	Distrito: Punchana Prov: Maynas Región: Loreto	Código: EPS-02
Aprobado por:					



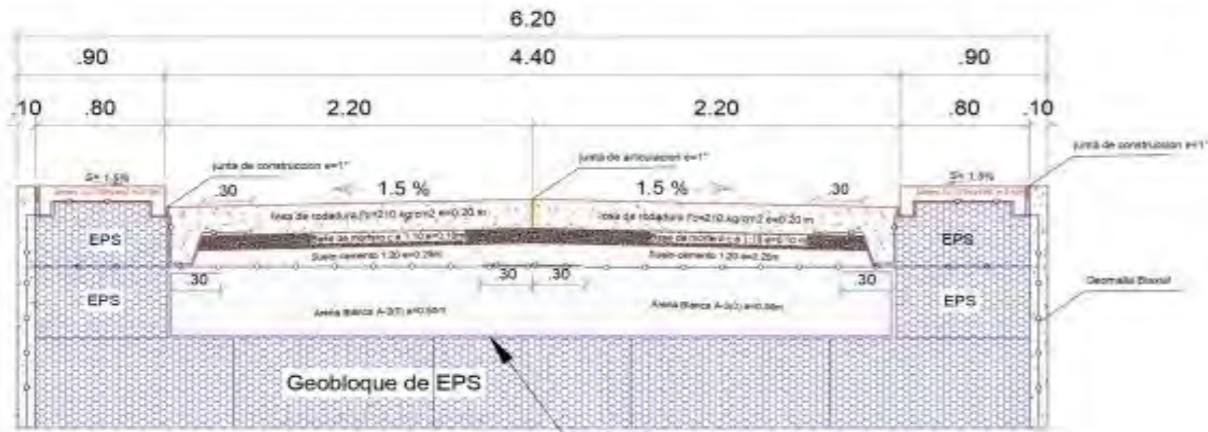
PLANTA DE PAVIMENTACION PSJ. LAS GARDENIAS Prog. 0+000 - 0+014.4
ESCALA: 1/50



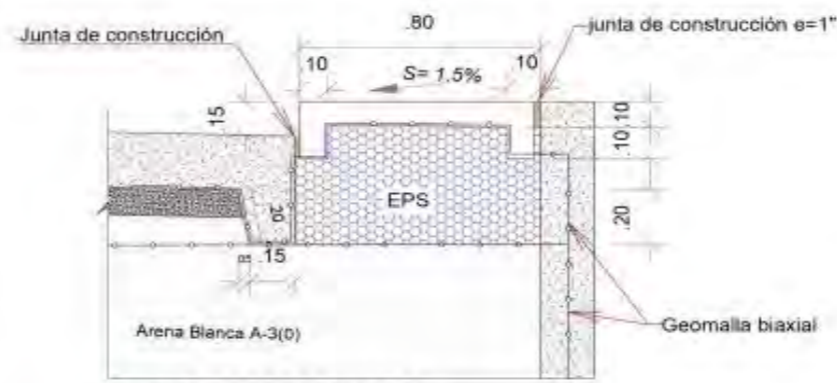
**AS - BUILT
ASI CONSTRUIDO**

PERFIL LONGITUDINAL DE PAVIMENTACION
Prog. 0+00 - 0+014.4
ESC: 1/50

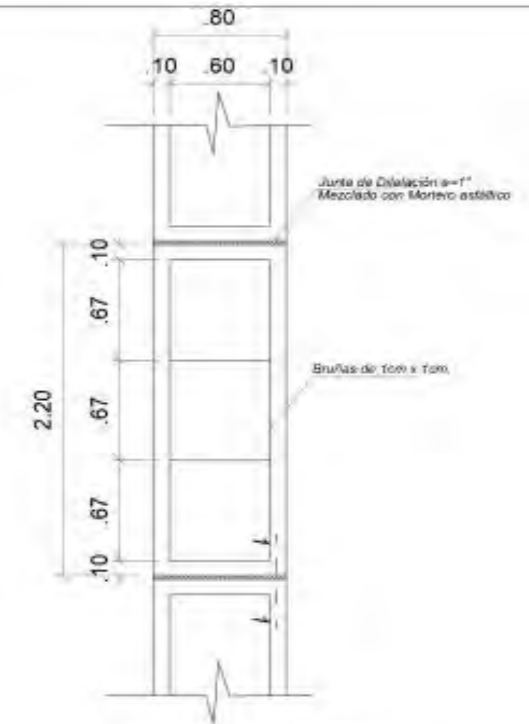
Proyecto: USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019				Fecha: Diciembre 2019	Distrito: Punchana	Código: PP-01
Plano: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL DE PAVIMENTO RIGIDO				Dibujo: Roy Mori rogersmori98@gmail.com	Prov: Maynas	
Consultor:				Escala: Indicada	Región: Loreto	



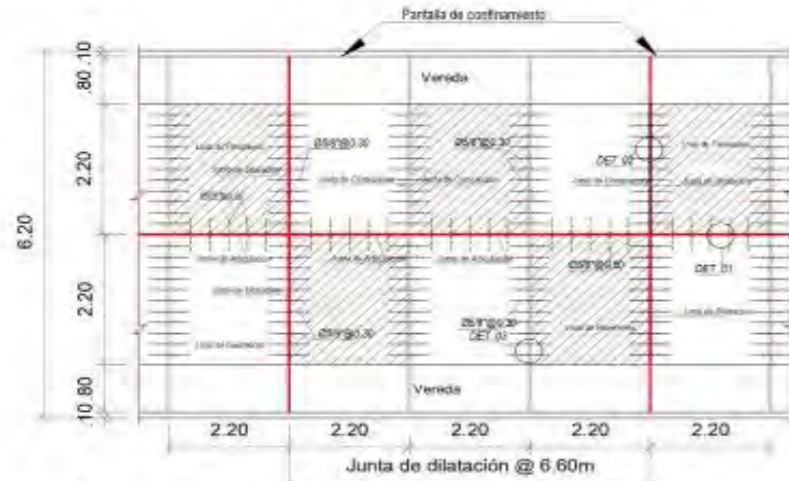
DETALLE TÍPICO DE PAVIMENTO
ESCALA: 1/20



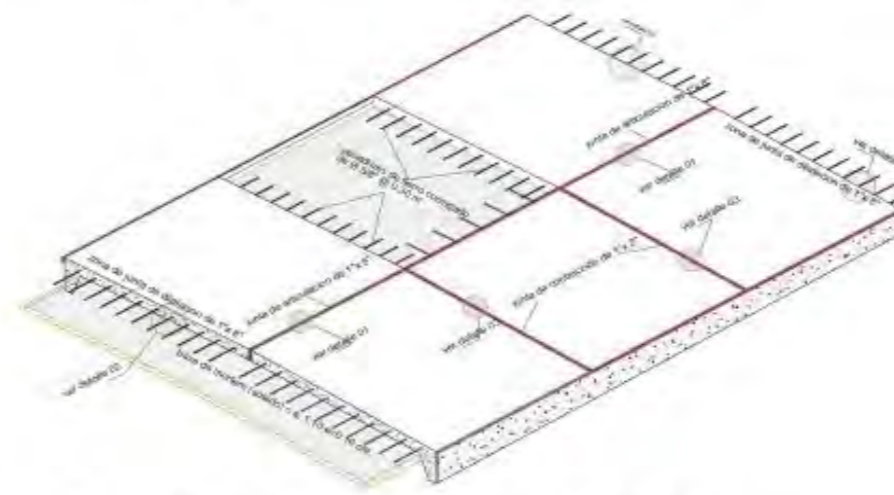
DETALLE DE LOSA-VEREDA
ESCALA: 1/10



PLANTA VEREDA PATONAL
ESCALA: 1/20



PLANTA TÍPICA ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO RÍGIDO
ESCALA: S/E



DETALLE TÍPICO DE PAVIMENTO
ESCALA: S/E



CORTE 1-1 DETALLE JUNTA



DET 01
(Junta Longitudinal de Articulación)
Escala: 1/10

DET 02
(Juntas de Dilatación @ 3 Paños)
Escala: 1/10

DET 03
(Junta de contracción y alabeo transversal)
Escala: 1/10



DETALLE GEOMALLA EN VEREDA
ESCALA: 1/25

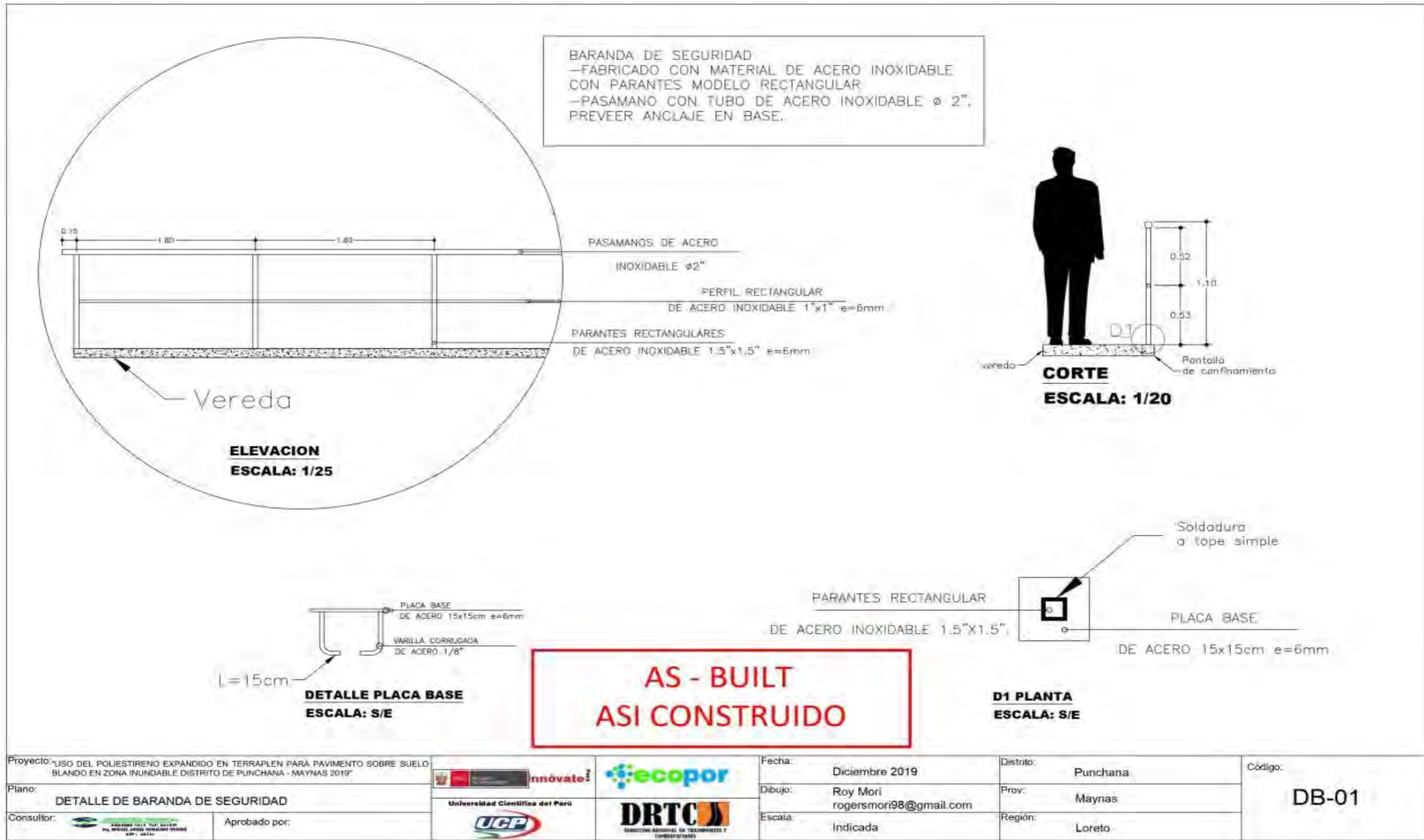
AS - BUILT
ASI CONSTRUIDO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
SEÑALIZACIÓN	CA 1.18
ESPELLO CONVEXO	CA 20050402
PLANTA DE TORNABANDO	CA 115 500 040
ALISEO	CA 115 500 040
ALISEO	CA 400 600 040
EN ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	
León de Indiferencia	11-23 Agpm/m ² m ² 20m
Base Mecánica	CA 115 500 040
Sub Base de lasta compactada	1.20 m ² 20m
Sub Base de lasta	A 200 m ² 20m

Proyecto: USO DEL POLIESTIRENO EXPANDIDO EN TERRAPLEN PARA PAVIMENTO SOBRE SUELO BLANDO EN ZONA INUNDABLE DISTRITO DE PUNCHANA - MAYNAS 2019
 Plano: ESTRUCTURA Y DETALLES DE PAVIMENTO RIGIDO
 Consultor:

Fecha: Diciembre 2019
 Distrito: Punchana
 Dibujo: Roy Mori
 Prov: Maynas
 Email: rogersmori98@gmail.com
 Escala: Indicada
 Región: Loreto

Código: ED-01



ANEXO R: DOCUMENTOS ADMINISTRATIVOS DEL PROYECTO

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Innovate

CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DE PROYECTO

Conste por el presente documento el convenio de Asociación para la ejecución del proyecto "Desarrollo de un protocolo para el uso de geospuma como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante de suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto", celebrado entre ECOPOR S.A.C., con RUC 20567120547, debidamente representado por Guillermo Francisco Pin Lombardi según poder que obra inscrito en la partida electrónica N°11056186 de la oficina Registral de Iquitos, identificado con DNI 08772559, con domicilio legal en Calle las Malvinas s/n – Caserio Rumo Cocha del Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto; Universidad Científica del Perú, con RUC 20103840369, debidamente representado por Juan Remigio Saldaña Rojas, según poder que obra inscrito en la partida electrónica N° 11000318 de la oficina Registral de Iquitos, provincia de Maynas, Región Loreto, identificado con DNI 05254273, con domicilio legal en Av. José Abelardo Quiñones Km 2 5

Las partes convienen en lo siguiente:



CLÁUSULA PRIMERA: OBJETO DEL CONVENIO

Establecer los términos, condiciones y compromisos de las partes para la ejecución de las actividades del proyecto: "Desarrollo de un protocolo para el uso de Geospuma como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante de suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto" en adelante PROYECTO presentado al Concurso de Proyectos de Innovación Empresarial - Categoría 1: Innovación Empresarial Individual, a cargo de la Unidad Ejecutora 004 del Ministerio de la Producción – Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad (PNICP), en adelante Innovate Perú.



El presente Convenio no genera una persona jurídica ni ningún sujeto autónomo de derechos.

CLÁUSULA SEGUNDA: BASE LEGAL

Ley Universitaria No. 30220

Estatuto de la Universidad Científica del Perú – UCP

Decreto Supremo N° 003-2014-PRODUCE

CLÁUSULA TERCERA: DURACIÓN Y VIGENCIA

La vigencia del presente convenio será coincidente con la vigencia del convenio de adjudicación de recursos no reembolsables celebrado por la Entidad Ejecutora con Innovate Perú, por lo que a partir de dicho momento las obligaciones establecidas en el presente Convenio serán exigibles para las partes. En consecuencia, la fecha de inicio del presente Convenio es la que corresponde a la fecha en que cualquiera de las entidades participantes haya realizado un primer depósito en la cuenta corriente del proyecto y la fecha de término será el que corresponda al cierre del proyecto.

CLÁUSULA CUARTA: EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Las partes declaran conocer y encontrarse conformes con el PROYECTO y acuerdan que ECOPOR S.A.C. será responsable directa de su ejecución y en adelante se denominará la Entidad Ejecutora.

1

Las partes acuerdan que la participación de la Universidad Científica del Perú en el PROYECTO se circunscribirá a la asesoría y supervisión en lo referente a los estudios y diseños estructurales y los ensayos y pruebas de laboratorio, siendo éstos ejecutados por profesionales independientes y expertos en dichas áreas.

La Universidad Científica del Perú se compromete a designar a un representante quien acompañará a la entidad ejecutora a realizar la pasantía en el extranjero
La Entidad Ejecutora contará durante la ejecución del PROYECTO con el apoyo de las entidades que suscriben el presente Convenio, a quienes en adelante se les denominará Entidades Asociadas.



Las partes se comprometen a ejecutar el PROYECTO y se obligan a cumplir el tenor de la propuesta técnica y financiera final que será aprobada por Innóvate Perú y que formará parte integrante del Contrato de Adjudicación de Recursos No Reembolsables (RNR).

CLÁUSULA QUINTA: APORTES DE LAS ENTIDADES AL PROYECTO

Las partes acuerdan realizar los siguientes aportes para la ejecución del PROYECTO:



Nombre de la Entidad	Aporte No Monetario	Aporte Monetario
	S/	S/
ECOPOR S.A.C.	23,000.00	60,413.20
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ	29,330.00	0.00
Total	52,330.00	60,413.20

En caso de existir diferencia entre el monto de los aportes detallados en el Contrato de Adjudicación de RNR y el presente Convenio, primara lo establecido en el Contrato de Adjudicación de RNR.

CLÁUSULA SEXTA: OBLIGACIONES DE LAS PARTES

Las partes acuerdan cumplir con las siguientes obligaciones.

1. Realizar el aporte monetario y no monetario oportunamente.
2. Cumplir con los entregables y las actividades previstas en el PROYECTO y la propuesta técnica y financiera final que será aprobada por el Innóvate Perú y que formará parte integrante del Contrato de Adjudicación de RNR, con la calidad y oportunidad requerida por Innóvate Perú.
3. Sostener reuniones periódicas para informar e informarse sobre la ejecución del proyecto y proponer a Innóvate Perú cambios o ajustes al PROYECTO.
4. Remitir al Innóvate Perú oportunamente los informes técnicos y financieros según lo establecido en el Manual Operativo para la Ejecución de Proyectos correspondiente.
5. Dar seguimiento permanente al cumplimiento de las actividades, metas y resultados del proyecto.

- 6 Las partes convienen que los servicios básicos de análisis de suelos serán realizados en la UCP como servicio de terceros.
- 7 Las estancias científicas serán llevadas a cabo por profesionales de ambas partes.



CLÁUSULA SETIMA: REPRESENTANTES DE LAS PARTES ANTE EL PROYECTO

Las partes acuerdan que Guillermo Francisco Pin Lombardi, asumirá el cargo de Coordinador General del PROYECTO y será responsable de mantener informada a las partes sobre su ejecución.

Las partes acuerdan que las coordinaciones sobre el PROYECTO se realizarán a través de las siguientes personas de contacto:



1. Guillermo Francisco Pin Lombardi por ECOPOR S.A.C.
2. Ulises Octavio Ingoín Cabrera por la Universidad Científica del Perú.

CLÁUSULA OCTAVA: CONFIDENCIALIDAD

Las partes se comprometen a no divulgar ni publicar las informaciones científicas o técnicas a las que tengan acceso en el marco del PROYECTO, sin la autorización expresa de las partes.

CLÁUSULA NOVENA: PUBLICACIONES

Las partes se obligan a reconocer a Innovate Perú como la entidad que cofinanció el PROYECTO en toda publicación parcial o total de sus resultados, así como en toda presentación pública que se realice. Esta obligación subsistirá aun luego de finalizado el PROYECTO.

CLÁUSULA DECIMA: EXPLOTACIÓN ECONÓMICA Y DERECHOS DE PROPIEDAD INTELLECTUAL

Las partes acuerdan que el registro de los derechos de propiedad intelectual y la explotación económica de los resultados generados por el PROYECTO se realizará previo acuerdo expreso de las partes y según la distribución que estas acuerden.



Las partes acuerdan que los datos generados como producto de trabajos de tesis de pregrado sean publicables.

Las partes convienen que el acuerdo sobre la distribución de derechos, utilidades u otros que no hayan sido definidos en este Convenio y que puedan generarse por el PROYECTO se realizará antes del cierre del mismo ante Innovate Perú.

CLÁUSULA DECIMO PRIMERA: PROPIEDAD DE EQUIPOS

Las partes acuerdan que la propiedad de los equipos adquiridos con los recursos financieros del PROYECTO serán instalados durante la ejecución del proyecto en las respectivas instituciones, y adjudicados por escrito una vez culminada su ejecución de la siguiente manera:

1. Compresometro-Extensometro para cilindros con transductores lineales de desplazamiento potenciométricos UTC-0313 con un valor estimado de S/6,612.00 soles, quedará en propiedad de la Universidad Científica del Perú.



2. **Mesa de Vibración Método MAX** Probador de densidad STZM-1, con un valor estimado de S/9,5100.00 soles, quedará en de la Universidad Científica del Perú.
3. **Balanza de Banco FG-60KAM**, con un valor estimado de S/ 1,950 .00 soles, quedará en propiedad de la Universidad Científica del Perú.
4. **Motobomba de 13 HP**, con salida de 4" con un valor estimado de S/ 2,500 .00 soles, quedará en propiedad de ECOPOR S.A.C
5. **Pistola fijadora de concreto para EPS**, con un valor estimado de S/2,300 .00 soles, quedará en propiedad de ECOPOR S.A.C
6. **Prensa hidráulica**, con un valor estimado de S/2,850 .00, soles quedará en propiedad de ECOPOR S.A.C.



En el eventual caso de cambio en los equipos a adquirir con los recursos destinados al PROYECTO, las partes acuerdan que el equipo de reemplazo o nuevo sea entregado a la entidad a la que le correspondía el equipo reemplazado o cambiado. Las partes podrán acordar por escrito que el equipo de reemplazo o nuevo sea entregado a una entidad distinta informando a Innóvate Perú del acuerdo.



Las partes se comprometen a suscribir los documentos legales necesarios a fin de formalizar la transferencia de propiedad de los equipos de acuerdo a la distribución acordada en la presente cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA SEGUNDA: IMPACTOS SOCIO AMBIENTALES

Las partes se comprometen a implementar las medidas necesarias para salvaguardar los posibles impactos socio-ambientales que pudiera generar la ejecución del PROYECTO.

Las partes reconocen que, en el eventual caso de daño al medio ambiente por la ejecución del PROYECTO, Innóvate Perú no es ni será responsable directa ni indirectamente por los eventuales daños causados, ni por las faltas administrativas ni de otra índole que se pudiera generar.

Las partes conocen que como parte del PROYECTO se deberá

1. Adoptar las medidas mitigadoras y de control correspondientes en caso de verificarse durante su ejecución posibles o eventuales riesgos ambientales o a la salud humana.
2. Contar con los permisos o autorización e implementar normas ambientales dispuestas por el Sector Público competente que sean necesarias durante la ejecución del PROYECTO.
3. Contar con un plan de medidas de mitigación y/o de control en caso que el desarrollo del proyecto genere riesgos ambientales.
4. Contar con un plan de medidas a adoptar para minimizar futuros impactos negativos en los ecosistemas involucrados con el PROYECTO, de ser necesario.

CLÁUSULA DÉCIMA TERCERA: INCUMPLIMIENTO DEL CONVENIO



En caso que cualquiera de las partes incumpla con las obligaciones que le corresponda en virtud del presente convenio, aquella que se vea perjudicada requerirá a la otra su cumplimiento. De persistir en el incumplimiento, la parte afectada comunicará a innovate Perú para las acciones que correspondan.

El incumplimiento además, generará la pérdida de los derechos de propiedad que pudiera ostentar a futuro sobre cualquier bien o equipo adquirido con recursos no reembolsables de innovate Perú para la ejecución del PROYECTO así como también la pérdida de cualquier titularidad de derechos de propiedad intelectual que surja por la ejecución del PROYECTO.



CLÁUSULA DÉCIMA CUARTA: LEY APLICABLE

El presente Convenio se interpretará de conformidad con las leyes de la República del Perú, las mismas que regirán para determinar los respectivos derechos y obligaciones de la partes.

CLÁUSULA DÉCIMA QUINTA: DOMICILIO COMÚN DE LAS PARTES SUSCRIBIENTES

Las partes acuerdan señalar como domicilio común el siguiente:
Calle las Malvinas s/n – Caserío Rumo Cocha del Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, donde se recibirá toda la correspondencia referida a la ejecución del proyecto denominado "Desarrollo de un protocolo para el uso de geospuma como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante de suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto".

Firmando el presente en señal de conformidad el 22 de Enero del 2018.


Guillermo Francisco Pin Lombardi
DNI 08772559
ECOPOR SAC




Dr. Juan Remigio Saldaña Rojas
DNI 05254273
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ



DESIGNACIÓN DE TESISISTAS DEL PROYECTO



Universidad Científica del Perú

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

Iquitos, 13 de setiembre del 2018

CARTA N° 001- 2018- UIC- PIP/ECOPOR

Señor
Guillermo Francisco Pin Lombardi
CIUDAD.

Asunto: Comunica participación de tesisistas en Ejecución de Proyecto

Ref. : Convenio INNOVATE PERÚ – ECOPOR SAC

De nuestra consideración:

Mediante Convenio N° 263 – INNOVATE PERÚ -PIEC1 – 2008, el Ministerio de la Producción a través del Programa Nacional de Innovación para la Competitividad y Productividad – INNOVATE PERÚ, adjudicó recursos no reembolsables a la empresa ECOPOR S.A.C. para el Proyecto de Innovación Empresarial Categoría 1 referido a “Desarrollo de un Protocolo para el uso de geoespuma como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante de suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la provincia de Maynas, departamento de Loreto”. Este Convenio fue suscrito respaldado en el Convenio de Asociación para la ejecución del proyecto suscrito entre la Entidad Ejecutora ECOPOR SAC y la Entidad Asociada la Universidad Científica del Perú – UCP.

EL Convenio de Asociación para la Ejecución del Proyecto, donde la UCP participa como entidad asociada y ECOPOR SAC como entidad ejecutora, en su Cláusula Séptima definió los Representantes de las Partes ante el proyecto, siendo por la entidad ejecutora el Señor Guillermo Francisco Pin Lombardi y por parte de la UCP el Ingeniero Ulises Octavio Irigoín Cabrera. Según la Cláusula Décima – 2° Párrafo de este Convenio: “Las partes acuerdan que los datos generados como producto de trabajos de tesis de pregrado sean publicables”.

Que, con el ánimo de buscar la participación de los alumnos de pregrado de la Facultad de Ciencias e Ingeniería – Carrera Profesional de Ingeniería Civil, han sido publicados los siguientes temas de interés para la elección como Trabajos de Investigación para Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil; y, los correspondientes equipos de investigación seleccionados por esta coordinación son:

Av. Abelardo Quiñones Km. 2.5 – San Juan Bautista-Iquitos

Teléfono: (065) 26-1092 / 261088



Universidad Científica del Perú

“Año del Diálogo y la Reconciliación Nacional”

CARTA N° 001- 2018- UIC- PIP/ECOPOR


1. Título de la Investigación: “Uso de Poliestireno expandido en terraplenes para pavimentos sobre suelos blandos en zonas inundables de los distritos de Punchana, Belén y San Juan, provincia de Maynas, 2018”.

Tesistas: **Roy Roger Mori Torres**
Paul Gihorgino Justiniano Ayala

Mucho agradeceré correr traslado del presente a INNOVATE PERÚ, para lo que hubiere lugar.

Atentamente,




Ing. ULISES OCTAVIO IRIGOIN CABRERA

DNI N° 10190397

CERTIFICADO PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUNCHANA
GERENCIA DE DESARROLLO URBANO
UNIDAD DE ACONDICIONAMIENTO TERRITORIAL Y CONTROL URBANO

CERTIFICADO DE LIBRE DISPONIBILIDAD

Nº 003-2018-UATyC-GDU-MDP

Visto:

Del EXP. Nº 006167-2018, de fecha 23/09/2018, promovido por la empresa ECOPOR SA. , quien solicita acreditación de Libre Disponibilidad de Terreno para el Proyecto **"DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS DE POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS DEPARTAMENTO DE LORETO"**



La Unidad de Acondicionamiento Territorial y Catastro de la Gerencia de Desarrollo Urbano de la Municipalidad Distrital de Punchana, en mérito a las atribuciones que le confiere la Ley Orgánica de Municipalidades Nº 27972.

CERTIFICA:

La Libre Disponibilidad de terreno tal como se detalla a continuación:

Frente	: Con Prolongación Independencia,	mide 3.00 m
Derecha	: Con el Terreno de terceras personas,	mide 25.00 m
Izquierda	: Con el terreno de terceras personas,	mide 25.00 m
Fondo	: Con Terrenos del AA.HH. San Valentín,	mide 3.00 m

AREA TOTAL: 75.00 m2

PROYECTO : **"DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA EL USO DE GEOESPUMA COMO SUSTITUTO DE MATERIAL DE PRESTAMO PARA EL LEVANTAMIENTO DE RASANTE DE SUELOS DE POCA CAPACIDAD PORTANTE EN ZONAS INUNDABLES EN LA PROVINCIA DE MAYNAS DEPARTAMENTO DE LORETO"**.

LOCALIZACIÓN : Según Plano que forma parte del expediente.

ZONIFICACIÓN : Zona Residencial Densidad Baja Especial (ZR -DB-E)

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada, para los trámites que estime conveniente en la elaboración del expediente técnico del referido proyecto.

Villa Punchana, 18 de setiembre de 2018

Municipalidad Distrital de Punchana

Nicenor Huayano Manchinarí
Gerencia de Desarrollo Urbano



PLANO DE UBICACION :
ESC. : 1/2000

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
—	LIMITE DE ASENTAMIENTO HUMANO
—	LINEA DE POLIDUCTO (PETROPERU)
—	LINEA DE AMBITO DE INFLUENCIA
—	LINEA DE COORDENADAS UTM
—	LOTES
(A)	ENUMERACION DE MANZANEO
	AMBITO DE INFLUENCIA

HH TIMOTEA
INGA

PLANO DE LOCALIZACION
ESC. 1/10000

DESCRIPCION	AREA
AREA	75.00 M2

VISADO:



	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUNCHANA UNIDAD FORMULADORA DE ESTUDIOS Y PROYECTOS	
	PROY.: "Desarrollo de un protocolo para el uso de geoespacia como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante en suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto"	
PLANO: UBICACION Y LOCALIZACION	ESC.: INDICADA	TIPO PLANO: UL
DIST.: PUNCHANA	PROV.: MAYNAS	REG.: LORETO
LAMINA N°: 01		FECHA: SETIEMBRE 2018

CONVENIO DE COOPERACIÓN INVESTIGATIVA

LORETO

DRTC



CONVENIO DE COOPERACIÓN INVESTIGATIVA ENTRE LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES – LORETO Y LA EMPRESA ECOPOR SAC

Conste por el presente convenio de cooperación para la ejecución del proyecto de investigación denominado "Desarrollo de un protocolo para el uso de GEOESPUMA como sustituto de material de préstamo para el levantamiento de rasante en suelos con poca capacidad portante, en zonas inundables en la Provincia de Maynas, Departamento de Loreto", celebrado entre la DIRECCION REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES LORETO DRTCL., con RUC 20408632146, debidamente representado por su Director Regional, Rafael Pezo Diaz, de acuerdo a las facultades conferidas en el Reglamento de Organizaciones y Funciones de la presente entidad, con DNI 05224586, con domicilio legal en Av. Abelardo Quiñones Km. 3.5, del Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, quien procede en virtud de las atribuciones conferidas por la ley N° 29230, que permite la participación de entidades públicas para la suscripción de convenios con entidades privadas y la empresa ECOPOR S.A.C., con RUC 20567120547, debidamente representado por Gerente General, Guillermo Francisco Pin Lombardi según poder que obra inscrito en la partida electrónica N°11056186 de la oficina Registral de Iquitos, identificado con DNI 08772559, con domicilio legal en Calle las Malvinas s/n, Caserío Rumococha del Distrito de San Juan Bautista, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, en los términos y condiciones que se especifican en las cláusulas siguientes.

CLÁUSULA PRIMERA: MARCO LEGAL.

Constitución Política del Perú.

Ley N° 27680, Ley de Reforma Constitucional del Capítulo XIV del Título IV, sobre Descentralización.

Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General, modificada por las Leyes N°s 28032 y 28187.

Ley N° 27783, Ley de Bases de la Descentralización, modificada por las Leyes N°s 27950, 28274 y 28543.

Ley N° 27867, Ley Orgánica de Gobiernos Regionales, modificada por las Leyes N° 27950, 28274, 28926 y 28968.

Ley N° 29230, Ley que impulsa la participación de las entidades privadas.

D.S. N° 034-2008-MTC., Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura de Transportes.

D.S. N° 017-2007-MTC., Reglamento Nacional de Jerarquización de Rutas.

D.S. N° 011-2016-MTC., Clasificador de Rutas del Sistema Nacional de Carreteras del Perú.

CLÁUSULA SEGUNDA: OBJETO

El presente convenio tiene por objeto la ejecución, en la zona inundable del AAHH. San Valentin, en el pasaje Las Gardenias intersección con prolongación Independencia que se encuentra ubicado dentro del municipio de Punchana y cuenta con certificado de libre disponibilidad N° 003-2018-UATyC-MDP para ejecución de obra con fines de investigación emitido por dicha jurisdicción, de un prototipo a escala natural de un tramo de levantamiento de rasante de 14.40 m de largo por 6.00 m de ancho y 3.90 m de altura empleando bloques de GEOESPUMA como sustituto de material de relleno en la ejecución de vías y caminos



LORETO

DRTC



transitables, efectuando una investigación sobre las condiciones técnicas y económicas para la ejecución del mencionado tramo de prueba.

CLÁUSULA TERCERA: FINALIDAD DE LA COOPERACIÓN

El presente convenio de cooperación tiene por objetivo enmarcar y coordinar la actuación de la empresa/Institución y de asesoramientos, intercambios de información y realizaciones, en los campos de la investigación y la tecnología.

Utilizar el producto Geoespuma de ECOPOR, compuesto por un material sintético a base de poliestireno expandible de alta densidad, a través de los diseños que permitan que se emplee dicho producto como sustituto de material de relleno para su uso en vías y caminos transitables.



CLÁUSULA CUARTA: FORMALIZACIÓN

Cada organización podrá proponer a la otra, mediante coordinaciones técnicas, las actividades que crea convenientes y que estén contempladas en el objeto del presente convenio de cooperación.



CLÁUSULA QUINTA: RELACION DE RECURSOS HUMANOS Y MATERIALES

Cada una de las instituciones aportará recursos humanos y materiales al convenio para que se pueda llegar a la meta programada, que es el uso del producto Geoespuma, en un tramo de prueba, ubicado en el municipio de Punchana.

No existirá contraprestaciones económicas, cada institución aportará con materiales, mano de obra, equipos necesarios, evaluaciones y monitores hasta la culminación del tramo de prueba.

CLÁUSULA SEXTA: EQUIPO HUMANO

Por parte de ECOPOR SAC, la persona responsable de la presente colaboración será el Gerente: Guillermo Francisco Pin Lombardi y por parte de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Loreto, la persona responsable de la presente colaboración será la Dirección Ejecutiva de Infraestructura Vial a través del Sub Director de Laboratorio de Suelos y Pavimentos Sr. Mario Chávez López.



CLÁUSULA SEPTIMA: RECURSOS FINANCIEROS

Todas las colaboraciones que representen implicaciones presupuestarias, serán asumidas por ambas partes, y será no dinerario:

La DRTC-L, a través de la Dirección Ejecutiva de Infraestructura Vial, proporcionara los materiales, equipos, mano de obra necesarios para la colocación de los bloques de Geoespuma. Así como los ensayos diversos que se requiere para efectuar la investigación del producto a utilizarse en el relleno de vías transitables.

La empresa ECOPOR SAC, proporcionara el producto denominado Geoespuma, materiales diversos y mano de obra necesarios para la ejecución del proyecto de Investigación.



LORETO
DRTC



CLÁUSULA OCTAVA: PLAZO DEL CONVENIO

El presente convenio de cooperación será vigente desde el momento de su firma hasta la culminación de la investigación del funcionamiento del producto Geospuma, prorrogables previo acuerdo escrito de las partes.

Encontrándose conforme con los términos y condiciones del presente Convenio de Cooperación, las partes lo suscriben en duplicado y en señal de conformidad en la ciudad de Iquitos, a los 18 días del mes de noviembre del 2019.



POR LA DIRECCIÓN REGIONAL
DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES

POR LA EMPRESA
ECOPOR SAC

ING. RAFAEL PEZO DIAZ
Director Regional

GUILLERMO F. PIN LOMBARDI
Gerente General

