

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

“Estudios y diseños de la cimentación de un Galpón de grandes dimensiones construido sobre suelo muy blando”

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

Kiura Ninoska Santamaría Loor

Lenin Omar Veintimilla Espinoza

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2021-1T

## DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a todas las personas que han sido parte de mi formación académica y disciplinaria, pero en especial a mi padre, porque él fue el que me enseñó que la vida no es fácil y que todo lo que queremos lograr cuesta esfuerzo y tiempo. Hoy puedo decir que estos 5 años invertidos tienen su recompensa.

***Kiura Ninoska Santamaría Loor***

# DEDICATORIA

El presente proyecto lo dedico a mis padres que me han apoyado durante todo este largo trayecto y han sido uno de los pilares fundamentales para conseguir la obtención de mi carrera profesional.

A mis hermanos que de igual manera me han apoyado e inspirado para la terminación de este proyecto.

A mi familia en general por estar siempre apoyándome en todas las decisiones que he tomado.

De igual manera dedico este proyecto todos los profesores que me han ayudado a formarme desde mi niñez hasta ahora, amigos y demás conocidos los cuales siempre han confiado en mí durante este largo transcurso de la carrera.

***Lenin Omar Veintimilla Espinoza***

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco en primer lugar a Dios, porque definitivamente él fue el encargado de guiarme desde el inicio hasta hoy durante la carrera, agradezco a mis padres por ser siempre la fuente de inspiración y mi mejor ejemplo para no quedarme estancada y siempre buscar lo mejor para ser mejor cada día. A mis profesores desde el pre hasta la última materia en la que estuve, cada uno fue el encargado de mi formación y de que tenga todos los conocimientos para destacarme como profesional. Un agradecimiento oportuno a la empresa GEOCIMENTOS S.A y a su representante M. Sc. Carlos Grau por darnos la oportunidad de poner en práctica lo aprendido en estos 5 años y apoyarnos en el seguimiento del mismo.

***Kiura Ninoska Santamaría Loor***

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios por guiarme durante toda mi vida. A mis padres, por siempre confiar en mí y apoyarme en todas las etapas de mi vida sin poner en duda ninguna de mis decisiones. A mis hermanos y familia en general, por ayudarme y alentarme a seguir adelante.

De igual manera me gustaría agradecer a los tutores de este proyecto: PhD. Chávez, PhD. Rodríguez, M. Sc. Daza, Arq. Lindao y en especial al M. Sc. Francisco Grau por todas sus recomendaciones y guía durante cada una de las reuniones que se llevaron a cabo durante todo el proyecto para que éste se pueda culminar con éxito.

De la misma manera, quiero agradecer a la empresa Geocimientos S.A y en especial al M. Sc. Carlos Grau por toda su atención e información brindada durante el transcurso de este proyecto, lo cual fue de vital apoyo para la culminación de esta tesis.

***Lenin Omar Veintimilla Espinoza***

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Kiura Ninoska Santamaría Loor y Lenin Omar Veintimilla Espinoza y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



---

Kiura Santamaría Loor



---

Lenin Veintimilla Espinoza

# EVALUADORES

**Ing. Miguel Ángel Chávez, PhD.**

PROFESOR DE LA MATERIA

**Ing. Francisco Grau Sacoto M.Sc.**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

La presente investigación se realizó sobre un terreno de la Av. 25 de Julio en el sur de la ciudad de Guayaquil, sobre el cual, de antemano, gracias al uso del Mapa geológico de la ciudad de Guayaquil se sabe de la existencias de suelos blandos con profundidades de hasta 20m. Por lo cual se propone el análisis de tres alternativas para el mejoramiento masivo de suelo sobre un área total de 4000 m<sup>2</sup> en donde se desarrollará la construcción de un Galpón industrial de 8 Ton/m<sup>2</sup>. Para realizarlo se necesitó tanto datos de ensayos SPT de suelo los cuales fueron proporcionados gracias a la empresa Geocimientos S.A, así como también de una exploración de campo además del uso del programa Settle 3D para la estimación de asentamientos totales tanto de precarga y precarga más drenes, para el diseño de pilotes se utilizó la metodología propuesta por Hewlett y Randolph. Se analizó el periodo de tiempo que se estima llegará cada alternativa a su asentamiento final, además del costo de cada una para analizar si es factible para el cliente. Con los resultados obtenidos tanto de los cálculos y presupuestos se determinó que la alternativa con menor tiempo, así como también menor costo, fue la de Precarga + Drenes, garantizando así las expectativas del cliente, permitiendo una construcción de cimentación superficial, brindando una solución eficaz y rentable.

**Palabras Clave:** Suelos blandos, asentamientos, precarga, drenes, inclusiones rígidas (pilotes).

## **ABSTRACT**

*This research was carried out on a surface of 25 de Julio Avenue in the south of the city of Guayaquil, on which, beforehand, thanks to the use of the geological map of the city of Guayaquil, it is known that there are soft soils with depths of up to 20m. Therefore, the analysis of three alternatives for the massive improvement of soil on a total area of 4000 m<sup>2</sup> where the construction of an industrial warehouse of 8 Ton/m<sup>2</sup> will be developed. In order to do this, data from SPT soil tests were needed, which were provided thanks to the company Geocimientos S.A., as well as a field exploration and the use of the Settle 3D software for the estimation of total settlements of both preload and preload plus drains. For the design of piles, the methodology proposed by Hewlett and Randolph was used. The estimated time period for each alternative to reach its final settlement was analysed, as well as the cost of each alternative in order to analyze whether it is feasible for the client. With the results obtained from the calculations and budgets, it was determined that the alternative with the shortest time, as well as the lowest cost, was the Preloading + Drains, thus guaranteeing the client's expectations, allowing the construction of a superficial foundation, providing an efficient and cost-effective solution.*

*Keywords: Soft soils, settlements, preloading, drains, rigid inclusions (piles).*

# ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	7
RESUMEN .....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE PLANOS .....	XIII
CAPÍTULO 1 .....	1
1.    Introducción .....	1
1.1    Antecedentes .....	1
1.2    Localización.....	3
1.3    Información básica .....	3
1.4    Objetivos .....	4
1.4.1    Objetivo General .....	4
1.4.2    Objetivos Específicos.....	4
1.5    Justificación del problema .....	4
1.6    Marco teórico.....	5
1.6.1    Análisis de riegos geológicos presentes en la ciudad de Guayaquil.....	5
1.6.2    Análisis del riesgo sísmico en la ciudad de Guayaquil .....	6
1.6.3    Geología de la ciudad de Guayaquil. ....	7
1.6.4    Identificación de los suelos presentes en la ciudad de Guayaquil .....	9
1.6.5    Mapa Geológico de Guayaquil .....	11
1.6.6    Asentamientos en suelos blandos.....	12

1.6.7	Técnicas de mejoramiento de suelo.....	13
CAPÍTULO 2 .....		15
2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	15
2.1	Metodología.....	15
2.2	Exploración en campo .....	16
2.2.1	Métodos Indirectos.....	16
2.2.2	Métodos Directos .....	16
2.2.3	Perforaciones o sondeos.....	17
2.2.4	Sondeos a Percusión .....	17
2.2.5	Sondeos a Rotación.....	18
2.3	Ensayos de laboratorio.....	18
2.3.1	Granulometría .....	18
2.3.2	Límites de Atterberg.....	19
2.3.3	Contenido de Humedad .....	20
2.3.4	Consolidación .....	20
2.3.5	Compresión Simple.....	21
2.4	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete.....	21
2.4.1	Condiciones topográficas del sitio .....	21
2.4.2	Campaña de exploración .....	21
2.4.3	Exploración de campo (sondeos) .....	22
2.5	Análisis de alternativas.....	26
2.5.1	Alternativas propuestas.....	26
2.5.2	Selección de alternativa .....	30
CAPÍTULO 3 .....		32
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES.....	32
3.1	Diseños .....	32

3.1.1	Caracterización geotécnica .....	32
3.1.2	Estimación de carga total del Galpón industrial (Proporcionado).....	36
3.1.3	Diseño de alternativas.....	40
CAPÍTULO 4 .....		61
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	61
4.1	Objetivos .....	61
4.1.1	Objetivo General .....	61
4.1.2	Objetivos Específicos.....	61
4.2	Alcance de la Evaluación.....	61
4.3	Línea base ambiental .....	63
4.3.1	Clima.....	63
4.3.2	Suelo.....	64
4.3.3	Medio Biótico .....	64
4.4	Descripción de los métodos constructivos .....	65
4.4.1	Precarga .....	65
4.4.2	Pilotes .....	66
4.5	Valoración de impactos ambientales .....	68
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	76
4.7	Conclusiones .....	77
CAPÍTULO 5 .....		78
5.	PRESUPUESTO.....	78
5.1	Estructura de Desglose de Trabajo.....	79
5.2	Presupuesto Precarga .....	80
5.2.1	Cronograma Valorado .....	80
5.3	Presupuesto Precarga y Drenes.....	81
5.3.1	Cronograma Valorado .....	81

5.4	Presupuesto Pilotes.....	82
5.4.1	Cronograma Valorado.....	82
CAPÍTULO 6.....		83
6.	Conclusiones Y Recomendaciones.....	83
6.1	Conclusiones.....	83
6.2	Recomendaciones.....	84
BIBLIOGRAFÍA.....		86
7.	Bibliografía.....	86
PLANOS Y ANEXOS.....		90
8.	Anexos ensayos.....	90
8.1	Columnas estratigráficas del sondeo.....	90
8.1.1	Sondeo 1.....	90
8.1.2	Sondeo 2.....	91
8.2	Ensayos de Laboratorio Sondeo 1, 2 y 3.....	92
8.3	Esquema Pilotes.....	92
8.4	Planos Finales.....	92
8.5	Presupuesto Precarga.....	93
8.5.1	Presupuesto total para Precarga.....	93
8.5.2	Análisis de Precios Unitarios para Precarga.....	94
8.6	Presupuesto Precarga + Drenes.....	103
8.6.1	Presupuesto total para precarga + drenes.....	103
8.6.2	Análisis de Precios Unitarios para Precarga + Drenes.....	103
8.7	Presupuesto Pilotes.....	115
8.7.1	Presupuesto total Pilotes.....	115
8.7.2	Análisis de Precios Unitarios Pilotes.....	115

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NACE	National Association of Corrosion Engineer
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
SPT	Ensayo Normal de Penetración Estándar
SUCS	Sistema Unificado de Clasificación de Suelos
USCS	Unified Soil Classification System
CPT-CPTU	Ensayos estáticos de cono

## SIMBOLOGÍA

mg	Miligramo
gr	Gramo
kg	Kilogramo
mm	Milímetros
m	Metros
Km	Kilómetros
$C_u$	Coficiente de uniformidad
$C_v$	Coficiente de consolidación vertical
$D_r$	Densidad relativa
$D_s$	Densidad seca
$G_s$	Gravedad específica
IL	Índice de Liquidez
IP	Índice de Plasticidad
LL, WL	Límite Líquido
LP, WP	Límite Plástico
OCR	Relación de preconsolidación
$S_u$	Resistencia al corte no drenada
Mpa	Mega Pascales
KPa	Kilo Pascales
Ton	Toneladas
$Kg/cm^2$	Kilogramos por centímetro cuadrado
$Ton/m^2$	Toneladas por metro cuadrado
$NSPT, N_{60}$	Número de Golpes Ensayo SPT
$T_{200}$	Pasante tamiz #200
W	Contenido de humedad
$w_n$	Humedad natural

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: Google Earth Pro. ....	3
Figura 2. ....	3
Figura 3. Macro-dominios geomorfológicos de Guayaquil: (1) Llanura aluvial ríos Daule y Babahoyo; (2) Llano estuarino-deltaico de la ría Guayas; (3) Cordillera Chongón-Colonche; G= Guayaquil. Fuente: Benítez et al. Estudios Geológicos, 2005. ....	8
Figura 4. Mapa Geológico de la Ciudad de Guayaquil.....	11
Figura 5. Leyenda del Mapa Geológico de la Ciudad de Guayaquil.....	12
Figura 6. Esquema básico del sondeo a percusión. Fuente: R.E. López Menardi, 2003 .....	17
Figura 7. Consolidómetro marca Humboldt.....	20
Figura 8. Realización de ensayo de compresión .....	21
Figura 9. Ubicación sondeos en zona de estudio      Fuente: Google Earth .....	23
Figura 10. Ubicación sondeos en zona de estudio      Fuente: Google Earth .....	23
Figura 11. Resultados del sondeo 2      Fuente: Geocimientos S.A .....	24
Figura 12. Curva Esfuerzo-Relación de vacíos, muestra 8 – profundidad de 7.5 a 8.0 m, sondeo 2      Fuente: Geocimientos S.A.....	25
Figura 13. Mejoramiento del suelo mediante el uso de precarga      Fuente: (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 1985) .....	27
Figura 14. Esquema mejoramiento de suelo precarga y precarga + drenes      Fuente: (terratest, s.f.) .....	28
Figura 15. Representación de efecto de arco      Fuente: (British Standard Institution, 2010).....	29
Figura 16. Esquema de inclusiones rígidas en terreno      Fuente: (Simón, 2012) .....	29
Figura 17. Ubicación del refuerzo del geosintético      Fuente: (Gómez, 2012) .....	30
Figura 18. Caracterización Geotécnica: Humedad (w), Pasante tamiz #200, Índice de plasticidad (IP), Número de golpes del ensayo (N60) Fuente: Autor.....	34

Figura 19. Perfil estatigráfico Zona de estudio	Fuente: Autor.....	35
Figura 20. Mapa para el diseño sísmico	Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC) 2011.....	36
Figura 21. Cálculo de Espectro de Diseño elástico	Fuente: Geoestudios.....	38
Figura 22. Asentamientos tolerables en edificaciones	Fuente; NEC 2015.....	38
Figura 23. Asentamientos tolerables en edificaciones	Fuente; NEC 2015.....	38
Figura 24. Modelo Estructural Típico de Galpones	Fuente: Geoestudios.....	39
Figura 25. Espesores de estratos utilizados	Fuente: Autor.....	40
Figura 26. Espesores de estratos utilizados	Fuente: Autor.....	40
Figura 27. Parámetros de Carga utilizados	Fuente: Autor.....	41
Figura 28. Asentamiento VS Profundidad	Fuente: Autor.....	42
Figura 29. Asentamiento VS Tiempo	Fuente: Autor.....	42
Figura 30. Parámetros de Precarga utilizados	Fuente: Autor.....	43
Figura 31. Asentamientos VS Profundidad	Fuente: Autor.....	44
Figura 32. Asentamiento VS Tiempo	Fuente: Autor.....	44
Figura 33. Parámetros de Precarga utilizados	Fuente: Autor.....	45
Figura 34. Asentamiento VS Profundidad	Fuente: Autor.....	46
Figura 35. Asentamiento Total VS Tiempo	.....	46
Figura 36. Parámetros de Carga utilizados	Fuente: Autor.....	48
Figura 37. Propiedades de drenes instalados	Fuente: Autor.....	49
Figura 38. Vista 2D y 3D de los drenes instalados en sitio	Fuente: Autor.....	49
Figura 39. Asentamiento VS Profundidad	Fuente: Autor.....	50
Figura 40. Asentamiento Total VS Tiempo	Fuente: Autor.....	50
Figura 41. Parámetros de Carga utilizados	Fuente: Autor.....	51
Figura 42. Asentamientos VS Profundidad	Fuente: Autor.....	52
Figura 43. Asentamiento Total VS Tiempo	Fuente: Autor.....	52
Figura 44. Consideraciones del factor de seguridad	Fuente: (Spencer, 1967).....	54
Figura 45. Talud y Cotas para Precarga	Fuente: Autor.....	55
Figura 46. Instalación de Pilotes en zona de estudio	Fuente: Autor.....	59
Figura 47. Vista de pilotes y geomallas instaladas en sitio	Fuente: Autor.....	60
Figura 48. Área de estudio: Avenida 25 de Julio al Sur de la ciudad de Guayaquil	Fuente: Google Earth.....	63
Figura 49. Ejecución de mechas	Fuente: (OTEO & J, 2012).....	65

Figura 50. ETD Precarga Simple Fuente: Autor.....	79
Figura 51. ETD Precarga + Drenes Fuente: Autor.....	79
Figura 52. ETD Pilotes Fuente: Autor.....	80
Figura 53. Cronograma Valorado Precarga Fuente: Autor.....	80
Figura 54. Cronograma Valorado Precarga + Drenes Fuente: Autor.....	81
Figura 55. Cronograma valorado Pilotes Fuente: Autor.....	82
Figura 56. Esquema de diseño de taludes para terraplén en los linderos del terreno Fuente: Autor.....	84

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. CLASIFICACION SIMPLIFICADA DE LOS PRINCIPALES PELIGROS GEOLOGICOS. Fuente: OAS 1993.....	6
Tabla 2. Clasificación de técnicas de mejoramiento de suelo .....	13
Tabla 3. Métodos de mejora de suelo (Sobrier, 2016) .....	14
Tabla 4 Clasificación de materiales por granulometría Fuente: Autor .....	18
Tabla 5 Estado de consistencia de los suelos Fuente: Autor .....	19
Tabla 6. Clasificación de las unidades de construcción por categorías Fuente: NEC 2015 .....	22
Tabla 7. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Fuente: NEC 2015.....	22
Tabla 8. Coordenadas de Ensayos realizados en Zona de estudio Fuente: Geocimientos S.A.....	23
Tabla 9. Matriz de selección de alternativas Fuente: Autor.....	31
Tabla 10. Parámetros Geotécnicos para Settle 3D Fuente: Autor.....	40
Tabla 11. Resumen cálculos obtenidos para Precarga Fuente: Autor.....	47
Tabla 12. Resumen cálculos obtenidos para Precarga + Drenes Fuente: Autor ...	53
Tabla 13. Características capa de reparto Fuente: Autor.....	56
Tabla 14. Resultados obtenidos por el método de Hewlett and Randolph Fuente: Autor.....	58
Tabla 15. Impactos ambientales generados por las alternativas propuestas Fuente: Autor.....	67
Tabla 16 Indicadores Para evaluar grado de riesgo Fuente: Autor .....	69
Tabla 17. Puntaje según el grado de riesgo de las actividades Fuente: Vicente Conesa-Fernández (1997).....	70
Tabla 18. Resumen de resultados Fuente: autor .....	74
Tabla 19. Medidas de mitigación y minimización de impactos Fuente: Autor.....	76

## ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Ubicación de sondeos y perfil estatigráfico
- PLANO 2 Planos Geotécnicos
- PLANO 3 Planos de Precarga y Precarga + drenes.

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El sur de la ciudad de Guayaquil se originó con los asentamientos de los años 70 los cuales se dieron a cabo por diversas movilizaciones donde poblados y personas que migraban de distintas ciudades asentaban sus viviendas donde al principio solo existían haciendas y diferentes zonas agrarias. Para poder identificar el suelo de la zona se utilizó el mapa geológico de Guayaquil en el cual se comprobó que el área de estudio está clasificada como depósitos estuarinos formados por limos, arcillas, arenas y lumaquelas. Existen partes del sur donde sus rellenos fueron hechos totalmente por basura, volviendo un poco inestable al suelo, es por esto que las construcciones hechas en esta parte de la ciudad deben contar siempre con un estudio del suelo previo, verificando la capacidad de la misma. En los últimos años debido a que el puerto marítimo se encuentra en este sector, varias industrias apostaron por ubicar sus bodegas y demás establecimientos por tema de costos, tiempo, etc. Es por esto que nace la idea de este proyecto, el cual buscará dar una solución ajustada a las necesidades de un cliente que desea realizar una construcción en esta locación, en la cual tal y como se pudo comprobar en el mapa geológico además de en los ensayos se ubicará sobre suelos muy blandos. El cliente presenta una necesidad importante, requiere que se efectúe la construcción de sus bodegas en el menor tiempo posible ya que para él mientras más tiempo tome realizarla estaría dejando de producir y por ende afectarían sus ingresos.

### 1.1 Antecedentes

Existen varios problemas que surgen al momento de realizar construcciones en zonas que cuentan con suelos blandos o muy poco resistentes, dichos problemas se pueden presentar tanto al momento de construir carreteras o en las cimentaciones de edificaciones. Históricamente los suelos blandos siempre han sido un problema para la viabilidad de cualquier construcción esto debido a su alta compresibilidad y baja capacidad de carga, sin embargo, son indispensables para las economías de varios países. Según Carles Rúa, los principales puertos de grandes potencias han sido diseñados para una capacidad de carga muy alta por lo que se ha tenido que establecer un estudio de prefactibilidad previo a su diseño. (Rúa, 2006)

Un problema recurrente en diversas edificaciones son los asentamientos producto de la cercanía de unos con los otros, un gran ejemplo de esto son algunos de los Edificios de Santos ubicado en Brasil los cuales desde 1940 han presentado asentamientos e inclinaciones. Estudios realizados en 1985 detallan que debajo de estos se encuentran arcillas muy blandas las cuales Massad las clasificó como arcillas SFL con valores SPT entre 0 y 4. Por debajo de los 20 m y 25 m se encuentran arcillas de transición con valores SPT mayores a 5 golpes. (Camacho, 2020).

En la costa ecuatoriana este problema se ha podido evidenciar a lo largo del tiempo, con el fallo de varias estructuras debido a una mala propuesta de cimentación ya que no se contaba con un estudio previo del suelo en donde se iba a construir, de igual manera no se realizó un correcto mejoramiento del suelo; es por esto que al tratar con suelos blandos se deben tomar las medidas necesarias para evitar dichos problemas. En la zona de estudio, para este caso el Sur de la ciudad de Guayaquil, se han podido observar fallos en las cimentaciones de varios edificios, fallos tales como asentamientos totales o parciales los que generan fisuras claras en las estructuras de los edificios; otro problema recurrente y además visible ante los usuarios son las deformaciones en las vías donde transitan a diario y que además ellos presencian la reparación de las mismas, pero con el pasar de los meses siguen presentando estas fallas, de esto se tiene un claro ejemplo en la Av. 25 de Julio ubicada en Guayaquil donde a diario transeúntes se quejan por las deformaciones que persisten por años en esta vía (Universo, 2021); esto debido a que el suelo de ese lugar es muy blando y cuenta con un nivel freático muy elevado, lo cual se debe principalmente a su ubicación sobre la cual se encuentra el macrodominio geológico la llanura aluvial de los ríos Daule y Babahoyo; el cual provocará estos daños hasta que no se dé una solución permanente o que de igual manera se proponga una solución que conste de periodos más largos para mantenimiento, evitando así grandes costos.

## 1.2 Localización

La zona de estudio se encuentra en la Avenida 25 de Julio, ubicada al Sur de la ciudad de Guayaquil y cuenta con una extensión de 60.000 m<sup>2</sup>.

El área de estudio será de 4.000 m<sup>2</sup> ya que en esta extensión se diseñará la precarga.

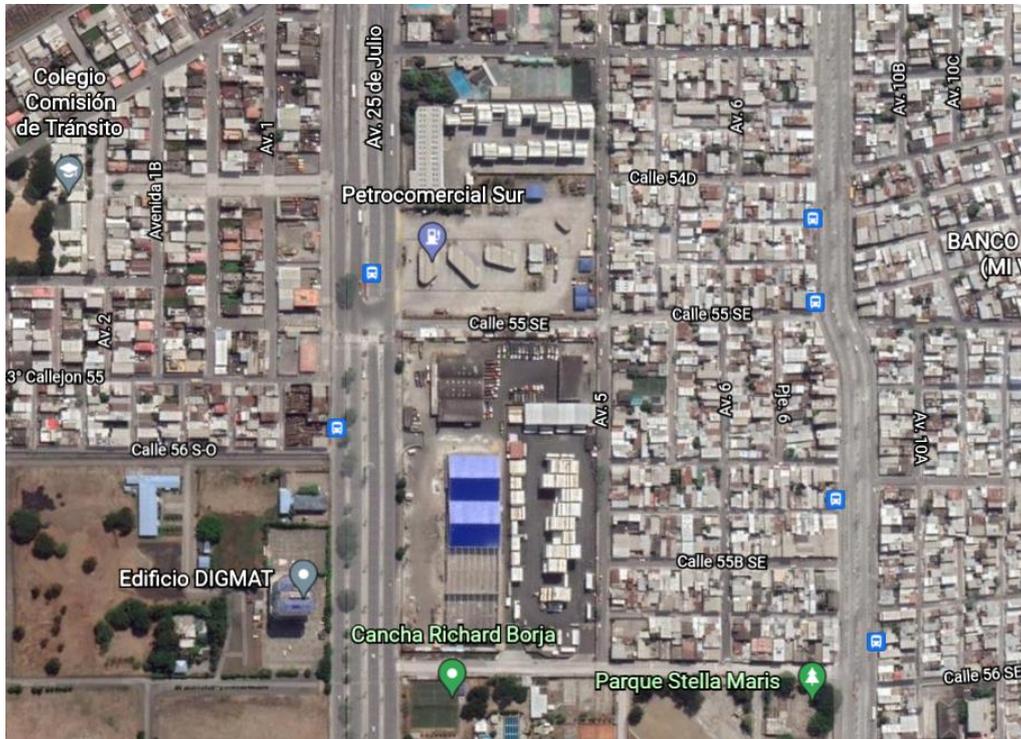


Figura 1. Ubicación del área de estudio. Fuente: Google Earth Pro.

## 1.3 Información básica

La avenida 25 de Julio fue creada en el gobierno del presidente Camilo Ponce Enríquez justo después de firmarse un decreto por emergencia para la construcción del puerto de Guayaquil, esta vía fue y es la que conecta a más del 70% del comercio exterior ecuatoriano y transitan aproximadamente 1440 contenedores al día. Pero esta vía surgió también a raíz de los asentamientos urbanos en el guasmo, lo que genera que este suelo sea muy blando es que muy cerca de él la sedimentación del río Guayas se hace presente por lo que por cierto tiempo estos terrenos tuvieron que ser rellenados con basura producto de los asentamientos ilegales producidos también en el ahora conocido como trinipuerto. (Autoridad Portuaria de Guayaquil, s.f.)

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Determinar cuál será la mejor opción para mejorar las características geotécnicas del suelo blando en la zona de estudio, sobre el cual se desarrollará la construcción de un galpón industrial de 8 Ton/m<sup>2</sup>.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

1. Plantear y Analizar cuál de las opciones de solución entre precarga, precarga + drenes y pilotes, es la mejor solución en cuestiones de tema tiempo, costos y rentabilidad para el cliente.
2. Calcular los asentamientos totales que sufrirá la estructura de acuerdo a la carga total estimada a través del programa Settle 3D para cada una de las alternativas propuestas.
3. Realizar los planos arquitectónicos y estructurales de cada una de las alternativas propuestas.
4. Analizar que la solución elegida cumpla con todos los parámetros ambientales determinados.

## **1.5 Justificación del problema**

Por todas las razones mencionadas anteriormente, en la actualidad se han propuesto varias soluciones con la finalidad de mejorar las propiedades del suelo y proporcionar así un mejor escenario al momento de construir la cimentación de los edificios, soluciones que van desde el uso de precarga sobre el terreno hasta la utilización de inyecciones de lechadas expansivas para consolidar el suelo.

En la presente investigación, basados en las condiciones del suelo mostradas en el mapa geológico de la ciudad de Guayaquil así como también en los ensayos que se realizarán en la zona de estudio, se evaluarán las mejores opciones posibles a implementar para el diseño de la cimentación de la estructura propuesta, lo cual contribuirá como ejemplo para futuras construcciones que se realicen en el sector, así como también en lugares que cuenten con características geológicas similares a la ciudad de Guayaquil.

## **1.6 Marco teórico**

### **1.6.1 Análisis de riesgos geológicos presentes en la ciudad de Guayaquil.**

La ciudad de Guayaquil, capital de la provincia del Guayas, principal puerto del país y ciudad más grande del Ecuador, posee un movimiento socioeconómico muy grande, el cual con el pasar de los años va en aumento, lo que ha generado que en dicha ciudad se concentren la mayoría de industrias importantes del país, abarcando así un total del 41% de las industrias en el país (eltelegrafo, 2018), lo cual a su vez conlleva a su vez con un crecimiento incontrolado de la ciudad (eluniverso, 2018). Dicho crecimiento poblacional afecta directamente al ecosistema existente, lo cual se ha podido observar a lo largo del tiempo con estudios realizados a lo largo de la ciudad, en específico las afectaciones que se han venido realizando a lo largo del Estero Salado el cual es uno de los principales recursos naturales de la región (Paladines Ojeda, 2016, pág. 8), es por esto y muchas mas evidencias que es necesario la creación de Plan Ambiental el cual considere la zonificación de áreas sensibles tanto ante sismos como deslizamientos e inundaciones; es allí en ese plan en donde se consideran los riesgos geológicos presentes en la ciudad de Guayaquil.

Al momento de hablar de riesgos geológicos es necesario recalcar que estos se producen de manera natural, sin embargo, la actividad humana puede agravarlos convirtiéndolos así en riesgos inducidos, actividades tales como la deforestación, contaminación hídrica, actividad minera, y demás agravan de manera significativa los riesgos geológicos. En la actualidad una de las principales razones del aumento del riesgo geológico en el mundo es la urbanización masiva poco planificada, la cual ha provocado un deterioro tanto en regímenes hidráulicos como en la desestabilización de pendientes provocando así deslizamientos peligrosos para la vida de la población (Los Riesgos Geológicos, s.f). Dentro de los principales riesgos geológicos se pueden describir los siguientes acontecimientos, así como también los peligros que estos podrían causar (OAS, 1993):

**Tabla 1. CLASIFICACION SIMPLIFICADA DE LOS PRINCIPALES PELIGROS GEOLOGICOS. Fuente: OAS 1993.**

<b>Eventos geológicos</b>	<b>Peligros que pueden ocasionar</b>
<b>Terremotos</b>	• Sacudimiento del terreno
	• Fallamiento en superficie
	• Deslizamiento y licuefacción <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Avalanchas</li> <li>○ Flujos rápidos del suelo</li> <li>○ Caída de rocas</li> </ul>
	• Tsunamis
<b>Erupciones Volcánicas</b>	• Caída de tefra y proyectiles balísticos
	• Fenómenos piroclásticos
	• Lanares (flujos de lodo) e inundaciones.
	• Flujos de lava y domos
	• Gases venenosos

En la ciudad de Guayaquil, de los peligros geológicos descritos anteriormente, se pueden suscitar los sismos, los cuales a su vez pueden provocar deslizamientos e inundaciones; es por esto que se han desarrollado estudios los cuales llevaron al desarrollo del Manual Práctico para la Caracterización Geológica, Geotécnica y Sísmica de la Ciudad de Guayaquil, el cual ayudará en la investigación a identificar la composición geológica de toda la ciudad así como también su reacción ante sismos para fines no solo de diseño sísmico si no que de igual manera para la regulación urbana y no urbana (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2011).

### **1.6.2 Análisis del riesgo sísmico en la ciudad de Guayaquil**

A lo largo de los años en el Ecuador se han suscitado más de 97 sismos destructivos, se puede destacar de entre los más recientes y conocidos el ocurrido el 16 de abril del 2016 en Manabí y Esmeraldas, de igual manera se puede recalcar como ejemplo el sismo ocurrido en 1906 en la provincia de Esmeraldas el cual es catalogado como uno de los sismos con mayor magnitud en el mundo el cual llegó a ser de 8.8 en la escala de Richter (Instituto Geofísico, igepon.edu.ec, 2012).

Estos sismos se generan principalmente debido a que el Ecuador se encuentra en la zona de colisión entre la placa de Nazca y la sudamericana, las cuales al momento de colisionar generan esfuerzos que se van acumulando hasta liberarse en el sistema de subducción de las placas produciendo sismos (Instituto Geofísico, sf.).

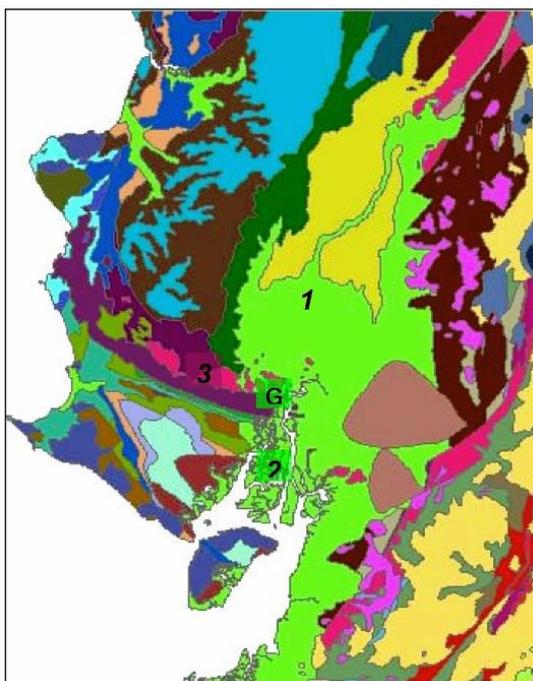
Es por lo explicado anteriormente que la ciudad de Guayaquil se encuentra considerada dentro del alto riesgo sísmico, razón por la cual el Municipio de Guayaquil en conjunto con universidades tales como La Universidad Católica y la Secretaría para reducción de Desastres Naturales de las Naciones Unidas han desarrollado proyectos como RADIUS o “Risk Assessment tools for Diagnosis of Urban areas Seismic disasters” (Okazaki Kenji, 2002) o de igual manera el Manual Práctico para la Caracterización Geológica, Geotécnica y Sísmica de la Ciudad de Guayaquil mencionado anteriormente; los cuales además de contribuir a un análisis de la vulnerabilidad sísmica de la ciudad cuentan con información muy importante tal y como lo es la zonificación sísmica, amenaza geológica, clasificación de propiedades del suelo local, análisis de respuesta dinámica del suelo, interacción suelo-estructura, la cual es de vital importancia para el desarrollo de futuros proyectos de planificación urbana y demás dentro de la ciudad.

### **1.6.3 Geología de la ciudad de Guayaquil.**

Del Manual Práctico para la Caracterización Geológica, Geotécnica y Sísmica de la Ciudad de Guayaquil se obtiene el mapa geológico, en el cual se indica que existen tres macro-dominios geológicos los cuales según Benítez et al. (2005) son:

- La llanura aluvial de los ríos Daule y Babahoyo
- El complejo deltaico-estuarino de la ría Guayas
- Las colinas de la Cordillera Chongón-Colonche.

En la siguiente figura se identificarán cada uno de los macro-dominios descritos anteriormente:



**Figura 3. Macro-dominios geomorfológicos de Guayaquil: (1) llanura aluvial ríos Daule y Babahoyo; (2) llano estuarino-deltaico de la ría Guayas; (3) Cordillera Chongón-Colonche; G= Guayaquil. Fuente: Benítez et al. Estudios Geológicos, 2005.**

### **1.6.3.1 La llanura aluvial de los ríos Daule y Babahoyo**

Abarca los sectores de los municipios de Samborondón, Durán y el NE del área metropolitana de Guayaquil. Los aspectos geomorfológicos identificados en esta llanura son:

- Llanura de inundación parcial: Constituyen la mayor parte de la llanura aluvial, en ella a causa de las inundaciones producidas en la época lluviosa se depositan limos y arcillas orgánicas.
- Causes fluviales, islas y bancos: Formados principalmente por la sedimentación provocada por los ríos Daule y Babahoyo, están constituidos por bancos arenosos y limo-arcillosos.
- Meandros abandonados: Constituyen una zona demográfica muy baja la cual se ha ido rellenando con el pasar de los años debido al desarrollo de construcciones en la zona, construcciones tales como la ciudadela Samanes, Guayacanes y Saucés.

### **1.6.3.2 El Complejo Deltaico-Estuarino del estuario de la ría Guayas**

Abarca los sectores que van desde los cerros del Carmen, Santa Ana y Durán hacia el sur hasta su extremo meridional separado de la isla Puná, constituido principalmente por bosque de manglar y canales de agua salobre. Los aspectos geomorfológicos identificados por (Benítez S. , 1975) son:

- Canal distributivo principal constituido por el estuario Guayas: Se ubican en dirección N-S, constituido principalmente por ambientes aluviales y estuarino-deltaico, de igual manera se pueden identificar materiales arenosos y zonas limo-arcillosas esto debido a las corrientes de marea.
- El malecón natural: Ubicado desde el pie del cerro Santa Ana hacia el Sur, conocido principalmente como la “Península de Guayaquil”, es aquí en donde se inició el desarrollo de la ciudad.
- Los canales e islas del “Estero Salado”: formado principalmente por un sistema de sedimentación activo en donde su principal elemento formador es el bosque de manglar.

### **1.6.3.3 Las colinas de la Cordillera de Chongón-Colonche**

Abarca principalmente las zonas que van desde el Noroeste hasta el Oeste de la ciudad, constituido por rocas antiguas del Paleoceno y del Cretáceo sometidas a continuos procesos de erosión, según (Mite, 1989) se pueden identificar tres dominios:

- Dominio estructural (estructuralmente guiado): formado por calizas y lutitas silíceo-calcáreas.
- Dominio erosivo: constituido por las rocas de las Formaciones Piñón y Cayo.
- Dominio acumulativo: formado por acumulaciones de conos de deyección, coluviales, aluviales y depósitos lacustres generados principalmente por la erosión en la zona.

### **1.6.4 Identificación de los suelos presentes en la ciudad de Guayaquil**

En la ciudad de Guayaquil existe la combinación de varios ambientes geológicos, razón por la cual la diversidad de los suelos es muy grande; geológicamente se han podido identificar dentro de la ciudad suelos residuales, transportados, coluviales, coluviales-aluviales, aluviales y deltáicos (GEOESTUDIOS S.A, 2015).

#### **1.6.4.1 Suelos Residuales**

La característica principal de estos suelos es que provienen de la meteorización de la roca, no son transportados de su ubicación y mantienen ciertas características principales de la roca a la cual provienen (Cabrera Rivera, 2007). En el caso de la ciudad de Guayaquil existen varias zonas con estos suelos; los que van desde los cerros de Durán y el Oeste de la ciudad se identifican principalmente con un color rojo ladrillo y con un espesor variable de entre 1 y 3 m; los que se desarrollan en los horizontes del cayo pueden presentar las características de suelo arcilloso-orgánico negro, arcilla limo-arenosa, arcillas verdosas clorhídricas y bentoníticas, esto dependiendo de la zona del Cayo en que se encuentren.

#### **1.6.4.2 Suelos transportados**

Conocidos también como suelos alóctonos, a diferencia de los residuales se forman lejos de la roca madre (Duque Escobar & Escobar Potes, 2002). En la ciudad de Guayaquil se identifican tanto suelos de material grueso como arenisca de grano grueso y se pueden observar tanto en la zona de Mapasingue como en la Ave. Las Aguas.

#### **1.6.4.3 Suelos Coluviales**

Usualmente tienen apariencia de conos, son acumulaciones locales sin mucho transporte, se ubican principalmente al pie de las colinas más altas (Ayala, s.f). En la ciudad de Guayaquil se los identifica como arcillas principalmente de un color rojizo, duras al tacto en condiciones secas y plásticas en condiciones húmedas.

#### **1.6.4.4 Suelos Coluviales-Aluviales**

Ubicados principalmente en los cauces o pies de las colinas debido al proceso de erosión (GEOESTUDIOS S.A, 2015). En Guayaquil se los puede observar en las colinas de los Ceibos y se los identifica principalmente como suelos de grano heterogéneo que pueden ser arcillas, limos, arenas y restos de conglomerado anguloso.

#### **1.6.4.5 Suelos Aluviales**

A diferencia de los suelos Coluviales han sido transportados y conforman terrazas mucho más apreciables (Ayala, s.f). En Guayaquil conforman principalmente la zona de Daule y Babahoyo.

#### **1.6.4.6 Suelos Deltáicos**

Son suelos los cuales han sido transportados y depositados por un conjunto de canales; en la ciudad estos se formaron gracias a los canales que conectan la ría Guayas con el Golfo de Guayaquil (GEOESTUDIOS S.A, 2015).

### 1.6.5 Mapa Geológico de Guayaquil

Gracias a las investigaciones realizadas anteriormente por (Benítez, Álvarez, Vera, & Mera, 2005) además de contar con la recopilación de varios estudios y ensayos realizados a lo largo de la ciudad de Guayaquil con el apoyo de varias empresas y universidades involucradas en el desarrollo del Manual Práctico para la Caracterización Geológica, Geotécnica y Sísmica de la Ciudad de Guayaquil, en el 2015 se logró realizar la actualización del Mapa Geológico de Guayaquil, el cual se presenta continuación:

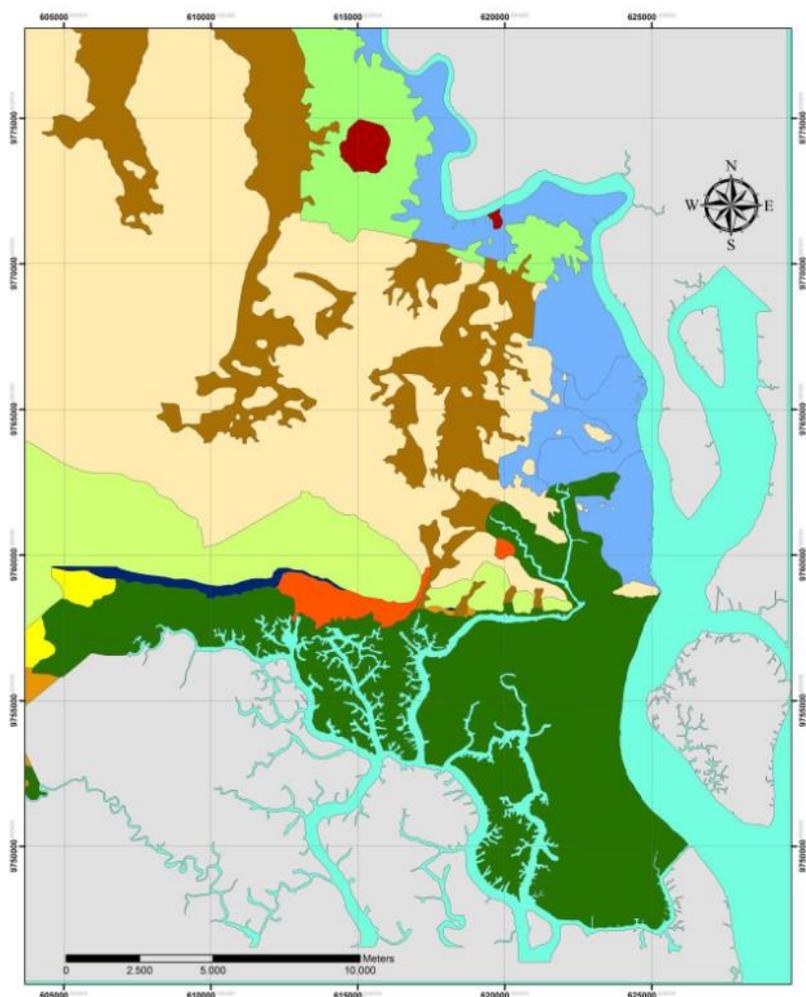


Figura 4. Mapa Geológico de la Ciudad de Guayaquil



**Figura 5. Leyenda del Mapa Geológico de la Ciudad de Guayaquil**

### 1.6.6 Asentamientos en suelos blandos

Los asentamientos usualmente generados por la deformación del suelo provocada debido a las cargas transmitidas por la cimentación, se pueden traducir en desplazamientos o giros de la estructura los cuales de ser considerables pueden provocar graves consecuencias tales como agrietamientos y fisuras sobre dicha estructura. Estos se pueden generar ya sea debido a la implementación de una construcción o por la modificación de las características del suelo (GEOSEC, sf); y se dividen en dos categorías:

- Asentamiento elástico o también llamado inmediato
- Asentamiento por consolidación

El asentamiento elástico se produce durante o después de realizada la construcción de la estructura, mientras que el asentamiento por consolidación es aquel que se produce durante el tiempo en que se construye la estructura, la suma de estos dos asentamientos es conocida como asentamiento total. (Braja, 2012).

Estos asentamientos se ven influenciados en gran parte debido a las características del suelo presente sobre la zona en que se desee construir, y en especial si son suelos blandos los cuales agravan aún más dichos asentamientos debido a su baja capacidad portante, su alta compresibilidad y su tendencia al flujo lateral (Piqueras, 2021); razón por la cual al tratar con suelos blandos es necesario el uso de un tratamiento especial sobre el suelo para mejorar sus características.

### 1.6.7 Técnicas de mejoramiento de suelo.

Nos referimos a mejoramiento de suelo como la manera de proceder en los procesos constructivos sobre terreno natural para que se adapte a la infraestructura deseada, usualmente son necesarios cuando se tienen suelos blandos. A continuación, se presenta la Tabla.2 la cual presenta la clasificación las técnicas de mejoramiento de suelo, así como también la Tabla.3 en la cual se describe brevemente algunas de las diferentes técnicas que se pueden aplicar para mejorar el suelo de una zona, cabe recalcar que para un tipo de suelo pueden existir varias soluciones para poder estabilizarlo y lograr seguridad en la infraestructura.

**Tabla 2. Clasificación de técnicas de mejoramiento de suelo**

**Fuente: (Espinoza Rodriguez & Torres Delgado, 2019)**

<b>Refuerza</b>	<b>Mejora</b>	<b>Tratamiento</b>
Columnas de Grava	Compactación dinámica	Suelo-cemento
Soil nailing	Drenaje	Adiciones de cal
Micropilotes	Precarga	Adiciones de ceniza volante
Jet grouting	Electro-ósmosis	Congelamiento
Anclajes	Inyecciones de compactación	Tratamiento térmico
Geosintéticos	Explosivos	Vitrificación
Refuerzos con fibras	Compactación superficial	
Columnas de cal	Bioteología	
Inclusiones rígidas		
Tierra medicamente estabilizada		

**Tabla 3. Métodos de mejora de suelo (Sobrier, 2016)**

<b>METODOS</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Sustitución y/o desplazamiento del terreno</b>	Operaciones habituales de excavación y sustitución de capas superficiales. Una operación usual es la inclusión de elementos rígidos que en un caso extremo son los pilotes o columnas de suelo-cemento
<b>Reducción de humedad</b>	Construcción de zanjas o pozos además de las precargas o la electro-ósmosis. Agotamiento o depresión del nivel freático
<b>Refuerzo del suelo</b>	Tales como la compactación dinámica (DC/ RIC), vibro-compactación, vibro-sustitución (se indican en general suelos cohesivos con resistencia al corte sin drenaje ( $s_u$ ) de 15 a 50 kPa) o vibro-desplazamiento ( $s_u=30-60$ kPa)
<b>Adición de cemento o cal</b>	Diferenciados entre inyección (Jet grouting) y mezcla (soil mixing)
<b>Térmicos</b>	Calor o frío, con limitaciones en la efectividad, importante influencia de la permeabilidad, problemas por su reversibilidad lo que involucra al factor tiempo y con costes elevados
<b>Instalación de Geosintéticos</b>	En este ámbito las opciones son numerosas: geogrid, geotextiles, geomallas o geomembranas. Las propiedades más destacables son garantizar la impermeabilidad y su condición de refuerzo por lo que su aplicación es prácticamente global como complemento a otras técnicas como el control de erosión, filtro, mejora del refuerzo o distribución de las cargas, etc.

# CAPÍTULO 2

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 Metodología

La metodología aplicada en este proyecto se dividió en tres fases, cada una ejecutada al terminar todas las actividades necesarias en la fase predecesora.

La primera fase consistió el reconocimiento del lugar del proyecto, recolección de información geotécnica existente en la zona, realización de ensayos de suelo: en campo y en laboratorio. Entre los ensayos in situ se ejecutaron el Ensayo de Penetración Estándar (SPT) a través de dos sondeos con columnas estratigráficas, necesario para obtener una estimación de la resistencia y el perfil estratigráfico del suelo. Los ensayos de laboratorio incluyeron: humedad, granulometría, límites de Atterberg, compresión simple, y consolidación, todos ellos sirvieron para la determinación de las características de las propiedades del suelo, y determinar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales. Todos los ensayos se ejecutaron de acuerdo a la normativa internacional American Society for Testing and Materials (ASTM) que los rige, y tomando en cuenta las consideraciones que exige las Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2015.

La segunda fase comenzó con los resultados de los ensayos de laboratorio y de campo, con esta información se plantearon cinco alternativas para el mejoramiento del suelo blando de la zona del proyecto, cuatro geotécnicas y una no geotécnica, para su posterior evaluación en una matriz de selección de alternativas y elección de la opción más viable en función de costo-tiempo, además de funcionamiento para los intereses del cliente.

La fase final consistió en el diseño de cada una de las alternativas propuestas para el diseño de la cimentación del Galpón, así como la elaboración del presupuesto y cronograma de la ejecución del mejoramiento del suelo y posterior construcción de la cimentación.

## **2.2 Exploración en campo**

La exploración en campo es el punto de partida de cualquier proyecto dentro de la ingeniería civil, una exploración del subsuelo marca una línea base del proyecto y brinda información fundamental para los diseños que requiera el proyecto. Se conocen dos tipos de exploración en campo, por métodos directos y métodos indirectos.

### **2.2.1 Métodos Indirectos**

Los métodos indirectos, también llamados ensayos geofísicos, son ensayos que se realizan en la superficie del terreno, y permiten proyectar los resultados obtenidos en la profundidad del suelo, con el objetivo de determinar propiedades físicas del suelo o roca.

Los métodos más usados son los siguientes:

1. Método Sísmico
2. Método Eléctrico
3. Método Gravimétrico
4. Método Radiométrico
5. Método Magnético

### **2.2.2 Métodos Directos**

Los métodos directos permiten una interacción real con muestras del suelo a través de perforaciones o pozos que se realizan en campo, este método permite la ejecución de ensayos in situ.

Los métodos directos más comunes en la práctica son los siguientes:

1. Calicatas o pozos a cielo abierto
2. Perforaciones o sondeos

A través de las muestras obtenidas en campo se obtiene un parámetro geotécnico del suelo estudiado, estas muestras son evaluadas en laboratorios por medio de ensayos con el objetivo de elaborar una columna estratigráfica por cada sondeo o pozo realizado.

Las muestras obtenidas en campo se clasifican en alteradas e inalteradas.

1. Muestras alteradas: Se refiere a muestras que han sido modificadas por la manipulación en su extracción.
2. Muestras inalteradas: Se refiere a muestras que conservan mejor sus propiedades originales debido a su forma de extracción. (Ramos, 2004)

### 2.2.3 Perforaciones o sondeos

Las perforaciones o sondeos geotécnicos permiten la estratificación del suelo por medio de las muestras de suelo obtenidas en el proceso, se realizan de con perforadora manual o mecánica bajo los siguientes criterios:

1. Diámetro pequeño (51 a 102 mm)
2. Muestras alteradas
3. Muestras inalteradas
4. Muestras de agua
5. Estimación del nivel freático
6. Realización de ensayos in situ (SPT)
7. Obtención de muestras de suelo resistente

Los sondeos se clasifican en sondeos a rotación y percusión, su uso depende de las características del terreno y de los objetivos de la exploración en campo. Sin embargo, generalmente se usa una combinación de ambos.

### 2.2.4 Sondeos a Percusión

También conocidos como sondeos a golpeo debido a que utilizan la caída de un martillo desde una determinada altura, aprovechando la energía potencial, generando el efecto de golpeo en el suelo con el muestreador como se aprecia en la Figura.6.



Figura 6. Esquema básico del sondeo a percusión. Fuente: R.E. López Menardi, 2003

Dependiendo del tipo de muestra que requiera la exploración en campo se utilizan dos tipos de ensayos: sistemas a presión para muestras inalteradas a través de un tubo shelby; ensayo de penetración estándar (SPT), el más usado y que proporciona muestras alteradas. (Departament of the US Army, Corps of Engineering, 1988).

### 2.2.5 Sondeos a Rotación

Se utiliza comúnmente en suelos más duros y de mayor resistencia o rocas, debido a que el muestreador utilizado llamado Barril cuenta con un extremo donde se coloca una broca diamantada. La tubería del equipo de sondeo puede ser de diferentes diámetros.

## 2.3 Ensayos de laboratorio

Son los ensayos que se realizan con las muestras alteradas e inalteradas obtenidas de la exploración de campo, con el objetivo de determinar propiedades físicas del suelo como humedad, plasticidad, entre otros, y para clasificar el suelo de acuerdo al tamaño de sus partículas.

### 2.3.1 Granulometría

El procedimiento de este ensayo consiste en vaciar la muestra de suelo en diferentes tamices con diámetro de malla definido (desde 75 mm hasta 0.075 mm). Cada tamiz se pesa para registrar la cantidad de material retenido, y elaborar la curva de distribución granulométrica, con la finalidad de clasificar el tipo de suelo como se aprecia en la tabla siguiente.

**Tabla 4 Clasificación de materiales por granulometría Fuente: Autor**

<b>Geo-material</b>	<b>Tamiz pasante</b>	<b>Tamiz retiene</b>
Grava	3" (75 mm)	Nº4 (4.75 mm)
Arena gruesa	Nº4 (4.75 mm)	Nº10 (2.00 mm)
Arena media	Nº10 (2.00 mm)	Nº40 (0.425 mm)
Arena fina	Nº40 (0.425 mm)	Nº200 (0.075 mm)
Finos (limos y arcillas)	Nº200 (0.075 mm)	-

Las partículas de suelo mayores a 0.075 mm (Tamiz #200) se determinan por tamizados; las partículas menores por ensayo de Hidrómetro. (ASTM C136)

### 2.3.2 Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg, también conocidos como límites de consistencia, permiten determinar las fronteras de los estados de consistencia de un suelo fino, en base a su humedad. Los estados son los siguientes.

**Tabla 5 Estado de consistencia de los suelos Fuente: Autor**

Estado	Descripción
Estado Líquido	Con propiedades y apariencias de una suspensión
Estado Plástico	El suelo se comporta plásticamente
Estado Semisólido	Con apariencia de sólido, pero con disminución del volumen al secarse
Estado Sólido	El volumen del suelo no varía con el secado

Los límites entre los estados son expresados en porcentaje de humedad:

1. Límite líquido (LL, WL) Frontera entre estado líquido y plástico
2. Límite plástico (LP, WP) Frontera entre estado plástico y semisólido

También se obtienen parámetros como:

- Índice de Plasticidad (IP): Rango del contenido de agua donde el suelo se comporta plásticamente

$$IP = WL - WP$$

- Índice de Liquidez (IL): Relación de humedad – plasticidad, si  $IL \leq 1$ , el suelo se considera subconsolidado o normalmente consolidado.

$$IL = \frac{W_n - WP}{IP}$$

(ASTM D4318)

### 2.3.3 Contenido de Humedad

La finalidad de este ensayo es medir la cantidad de agua presente en una muestra obtenida en su estado natural. La muestra se pesa antes y después de ser colocada en un horno a  $110 \pm 5$  °C, durante 16 horas a peso constante. El contenido de humedad se obtiene a partir de la siguiente fórmula (ASTM C566-97, 2004):

$$W\% = \frac{wh - ws}{ws - r}$$

Donde:

- W: humedad en porcentaje
- Wh: muestra natural + masa del recipiente
- Ws: muestra seca + masa del recipiente
- r: masa del recipiente

### 2.3.4 Consolidación

Se realiza con una muestra inalterada que es colocada en un anillo entre dos piedras porosas en la cazuela del consolidómetro. Se aplica una carga a la muestra que incrementa gradualmente en un periodo de 24 horas o más, hasta que toda el agua contenida en la muestra sea drenada y por lo tanto no haya deformación. Este ensayo actúa por compresión y recompresión, y muestra la curva edométrica. (ASTM D-2435)



Figura 7. Consolidómetro marca Humboldt

Fuente: Pinzuar.com

### **2.3.5 Compresión Simple**

En este ensayo se aplica una fuerza axial a la muestra hasta llevarla al fallo para medir su resistencia, se utiliza una máquina multiusos (figura 7). El tipo de falla depende del estado del suelo y de sus contenidos, y pueden ser: falla frágil, falla semi-frágil, y falla plástica.



**Figura 8. Realización de ensayo de compresión**

**Fuente: (Pinargote, 2016)**

## **2.4 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete**

### **2.4.1 Condiciones topográficas del sitio**

Mediante la exploración de campo se pudo constatar que el terreno sobre el cual se desarrollará el proyecto no presenta cambios significativos de nivel.

### **2.4.2 Campaña de exploración**

Según el capítulo de Geotecnia y Cimentación de la Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SEC-GC (2015), se establece tanto el número mínimo de sondeos, así como también la profundidad de estos de acuerdo a la estructura por niveles que se desee diseñar, tal y como se puede observar en la Tabla.6 Y Tabla.7.

**Tabla 6. Clasificación de las unidades de construcción por categorías**

Fuente: NEC 2015

Clasificación	Según los niveles de construcción	Según las cargas máximas de servicio en columnas (kN)
Baja	Hasta 3 niveles	Menores de 800
Media	Entre 4 y 10 niveles	Entre 801 y 4 000
Alta	Entre 11 y 20 niveles	Entre 4 001 y 8 000
Especial	Mayor de 20 niveles	Mayores de 8 000

**Tabla 7. Número mínimo de sondeos y profundidad por cada unidad de construcción Fuente: NEC 2015**

CATEGORÍA DE LA UNIDAD DE CONSTRUCCIÓN (Véase en la sección 2.5)			
Baja	Media	Alta	Especial
Profundidad Mínima de sondeos: 6 m.	Profundidad Mínima de sondeos: 15 m.	Profundidad Mínima de sondeos: 25 m.	Profundidad Mínima de sondeos: 30 m.
Número mínimo de sondeos: 3	Número mínimo de sondeos: 4	Número mínimo de sondeos: 4	Número mínimo de sondeos: 5

Para este caso al saberse previamente que los suelos de la zona son muy blandos esto gracias al Mapa Geológico de la ciudad de Guayaquil, la profundidad de los ensayos a realizar será mayor a la establecida por la norma.

### 2.4.3 Exploración de campo (sondeos)

Los sondeos fueron realizados por la empresa Geocimientos, se ejecutaron dentro del área de estudio con el objetivo de obtener el perfil estratigráfico del suelo, se realizaron un total de 3 ensayos de los cuales el primero tuvo una profundidad de 30.50 m (S1) y los demás tuvieron una profundidad de 12 metros (S2-S3).



**Figura 10. Ubicación sondeos en zona de estudio Fuente: Google Earth**

	<b>Zona: 17 M</b>	
<b>Ensayos</b>	<b>Coordenada N</b>	<b>Coordenada E</b>
<b>SPT 1</b>	9749535.00 m S	622470.00 m E
<b>SPT 2</b>	9749508.00 m S	622451.00 m E
<b>SPT 3</b>	9749564.00 m S	622482.00 m E

**Tabla 8. Coordenadas de Ensayos realizados en Zona de estudio**

**Fuente: Geocimientos S.A**

Las columnas estratigráficas de los sondeos presentaron resultados similares. El nivel freático se encuentra a dos metros de profundidad. En el primer sondeo, se evidenció que existe un relleno de 3.5 m de profundidad con arena arcillosa de compacidad densa a muy densa, de color café claro. En los siguientes diez metros se encontró arcillas de alta plasticidad de consistencia muy blanda, con una diferencia de colores; de 2 a 4 metros de profundidad estas arcillas tienen un color gris amarillento, en los metros restantes un color gris verdoso. La segunda columna estratigráfica de sondeo mostró que el relleno de arena se encuentra a 1.70 m del nivel de la superficie; luego hay arcillas de alta plasticidad de consistencia blanda hasta los 12.0 m de sondeo.

 <p><b>LABORATORIO DE MATERIALES PERFORACIONES Y SONDEOS DISEÑOS</b></p> <p>Dirección : Km. 5½ Vía a Daule Mapasingue Oeste Av. 7ma #448, Guayaquil, EC Teléfonos: 5014438 - 5028591 - 2013480 email: info@geocimientos.com</p>		<b>NOMENCLATURA</b> ω Humedad Natural LL Limite Líquido LP Limite Plástico IP Índice Plástico γ Peso Unitario qu Resistencia Compr. Simple qu (rem) Resistencia Compr. Remoldeado ε Deformación qu pen Resistencia Penetrómetro Su, Tor Resistencia Torvane N Número de Golpes Nco Número de Golpes (Corregido)		<b>SIMBOLOGÍA</b> RELLENO ++++++++ GRAVA  ARENA  LIMO  ARCILLA  TURBA  NIVEL FREÁTICO 		<b>OBRA :</b> Bodegas 8 Ton/m2 <b>UBICACIÓN:</b> Av. 25 de Julio - Cdda. Las Brisas. <b>SONDEO:</b> 1 <b>SOLICITANTE:</b> Ing. Carlos Grau <b>REVISADO POR:</b> Ing. Francisco Grau <b>FECHA:</b> 01/07/2021 <b>NIVEL FREÁTICO:</b> 2,00 m. <b>COORDENADAS:</b> 17M 622451 E 9749508 S <b>OBSERVACIONES:</b>																				
		<b>PROF (m)</b> <b>CAMBIO DE ESTRATO</b> <b>DESCRIPCIÓN DE MATERIAL</b> <b>ESTRATIG.</b> <b>MUESTRA</b> <b>SUCS</b> <b>ω %</b> <b>GRANULOMETRÍA (PASANTE)</b> <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> <b>γ</b> <b>qu</b> <b>qu (rem)</b> <b>ε %</b> <b>qu pen</b> <b>Su, Tor</b> <b>SPT</b> #   PROFUNDIDAD   #   #4   #10   #40   #200   LL   LP   IP   T/m³   T/m³   T/m³   %   T/m²   T/m²   N   Nco																								
1		RELLENO: ARENA arcillosa, de compactación densa a muy densa, de color café claro.		1	0,50 a 1,00	SC	7	69	57	43	33	30	19	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50-50-50 (100)	75
2	2,20			2	1,50 a 2,00	SC	8	77	63	53	48	30	18	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28-27-27 (54)	41
3		ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda, color gris amarillento.		3	2,50 a 3,00	CH	70	100	98	98	97	96	38	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-1-2 (3)	2
4	4,00			4	3,50 a 4,00	CH	63	80	64	63	63	89	35	53	1,71	1,00	-	15,00	0,7	-	-	-	-	-	-	-
5		ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a blanda, color gris verdoso.		5	4,50 a 5,00	CH	56	100	100	100	87	51	26	25	1,44	1,95	-	11,10	15,0	-	-	-	-	-	-	-
6			6	5,50 a 6,00	CH	75	100	100	100	97	60	29	32	1,53	3,39	-	7,30	11,7	-	-	-	-	-	-	-	-
7			7	6,50 a 7,00	CH	75	100	100	99	98	71	34	37	1,40	0,70	-	12,90	0,6	-	-	-	-	-	-	-	-
8			8	7,50 a 8,00	CH	89	100	100	100	99	66	32	34	0,15	2,64	-	1,70	1,5	-	-	-	-	-	-	-	-
9			9	8,50 a 9,00	CH	85	100	100	99	84	56	29	28	1,42	4,35	-	6,00	13,3	-	-	-	-	-	-	-	-
10			10	9,50 a 10,00	CH	94	100	100	100	98	68	33	35	1,27	2,94	-	10,80	1,4	-	-	-	-	-	-	-	-

IR-ING-007 Versión: 01

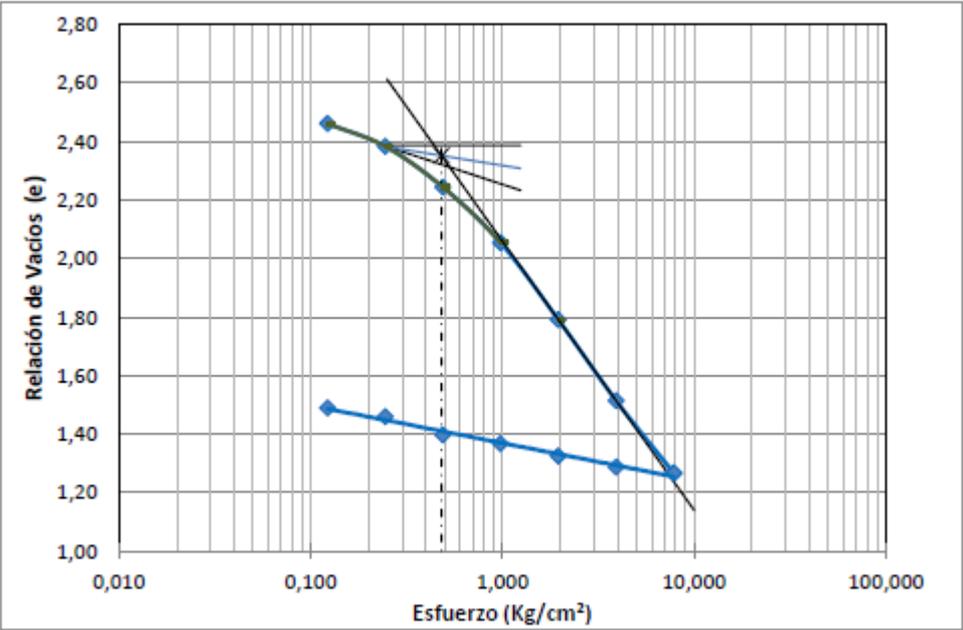
 <p><b>LABORATORIO DE MATERIALES PERFORACIONES Y SONDEOS DISEÑOS</b></p> <p>Dirección : Km. 5½ Vía a Daule Mapasingue Oeste Av. 7ma #448, Guayaquil, EC Teléfonos: 5014438 - 5028591 - 2013480 email: info@geocimientos.com</p>		<b>NOMENCLATURA</b> ω Humedad Natural LL Limite Líquido LP Limite Plástico IP Índice Plástico γ Peso Unitario qu Resistencia Compr. Simple qu (rem) Resistencia Compr. Remoldeado ε Deformación qu pen Resistencia Penetrómetro Su, Tor Resistencia Torvane N Número de Golpes Nco Número de Golpes (Corregido)		<b>SIMBOLOGÍA</b> RELLENO ++++++++ GRAVA  ARENA  LIMO  ARCILLA  TURBA  NIVEL FREÁTICO 		<b>OBRA :</b> Bodegas 8 Ton/m2 <b>UBICACIÓN:</b> Av. 25 de Julio - Cdda. Las Brisas. <b>SONDEO:</b> 1 <b>SOLICITANTE:</b> Ing. Carlos Grau <b>REVISADO POR:</b> Ing. Francisco Grau <b>FECHA:</b> 01/07/2021 <b>NIVEL FREÁTICO:</b> 2,00 m. <b>COORDENADAS:</b> 17M 622451 E 9749508 S <b>OBSERVACIONES:</b>																				
		<b>PROF (m)</b> <b>CAMBIO DE ESTRATO</b> <b>DESCRIPCIÓN DE MATERIAL</b> <b>ESTRATIG.</b> <b>MUESTRA</b> <b>SUCS</b> <b>ω %</b> <b>GRANULOMETRÍA (PASANTE)</b> <b>LÍMITES DE ATTERBERG</b> <b>γ</b> <b>qu</b> <b>qu (rem)</b> <b>ε %</b> <b>qu pen</b> <b>Su, Tor</b> <b>SPT</b> #   PROFUNDIDAD   #   #4   #10   #40   #200   LL   LP   IP   T/m³   T/m³   T/m³   %   T/m²   T/m²   N   Nco																								
11		ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a medio firme, color gris verdoso.		11	10,50 a 11,00	CH	98	100	100	100	99	95	40	55	1,51	1,03	-	11,60	1,6	-	-	-	-	-	-	-
12		<u>Fin del Sondeo</u>		12	11,50 a 12,00	CH	86	100	99	99	89	67	29	39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2-4-3 (7)	7

IR-ING-007 Versión: 01

Figura 11. Resultados del sondeo 2 Fuente: Geocimientos S.A

Los ensayos en laboratorio fueron realizados a partir de los sondeos en campo, tomando muestras de 50 cm cada metro de excavación, estas muestras son alteradas y sirven para ensayos de caracterización del suelo como: Análisis granulométrico (ASTM-D1140), determinación de humedad (ASTM-D2216) y límites de Atterberg (ASTM-D4318). Los resultados de estos ensayos se mostrarán en Anexos.

También se realizaron ensayos de laboratorio con muestras inalteradas; para el primer sondeo se tomaron 8 muestras para el ensayo de compresión simple (ASTM-D2166), y 10 en el segundo sondeo. Se realizaron ensayos de consolidación con dos muestras en el segundo sondeo y una en el tercero, consiguiendo la curva de esfuerzo – relación de vacíos del suelo.



**Figura 12. Curva Esfuerzo-Relación de vacíos, muestra 8 – profundidad de 7.5 a 8.0 m, sondeo 2 Fuente: Geocimientos S.A**

Los resultados de estos ensayos sirvieron para el posterior cálculo de asentamientos a través del uso del programa Settle 3D y obtención de parámetros para el diseño de la cimentación para el galpón.

## **2.5 Análisis de alternativas**

En esta sección se describirá la formulación de cada una de las diferentes alternativas de solución del problema, la descripción y selección de la mejor alternativa. Además, se indicarán las restricciones que tiene el proyecto, para escoger la mejor alternativa.

### **2.5.1 Alternativas propuestas**

A continuación, se presentarán las alternativas propuestas para solucionar el problema, alternativas que van desde las no geotécnicas hasta las geotécnicas, de las cuales se evaluará en conjunto con el cliente para determinar cuál es la más conveniente.

#### **2.5.1.1 Soluciones no geotécnicas**

En esta alternativa se propone el uso de soluciones no geotécnicas, las cuales son el no construir en el sitio debido a las condiciones del suelo blando, proponiendo así la búsqueda de otro terreno que no se encuentre en el sur de la ciudad esto debido a que como ya se explicó anteriormente dicha zona cuenta con suelos muy blandos y con un nivel freático superficial, o de igual manera otra solución no geotécnica se podrían redimensionar las cargas del Galpón a construir, aliviando la construcción y con ello evitar posibles asentamientos que se presentarían al momento de desarrollar el proyecto. Estas alternativas son las menos viables para el cliente debido a que este no cuenta con otro terreno en otra zona de Guayaquil y de igual manera no se podría redimensionar las cargas del Galpón debido a que el cliente lo necesita para actividades específicas de bodega y no se podría aplicar dicha solución.

#### **2.5.1.2 Soluciones geotécnicas**

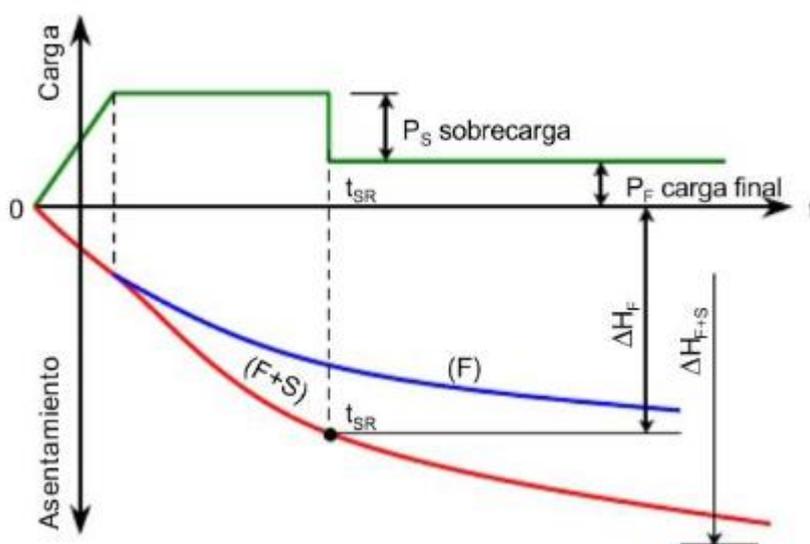
##### **2.5.1.2.1 Remoción parcial o total del suelo**

En esta alternativa se propone la técnica de mejoramiento de suelo la cual se basa en la remoción parcial del suelo que se encuentra sobre la zona a construir; se sabe que esta es viable en depósitos de hasta 3-4 metros de espesor de suelo blando. Las ventajas que ofrece este método son que propone una mejora inmediata del suelo ya que se reemplaza todo el suelo existente en la zona por uno de mejores propiedades geotécnicas, de igual manera es fácil de implementar debido a que se cuenta con la maquinaria necesaria para su desarrollo y se requiere de menos instrumentación geotécnica en comparación con otras soluciones. Las desventajas de este método son que el transporte de materiales según la disponibilidad de algún otro terreno podría llevar

mucho tiempo, de igual manera se necesitaría de volúmenes muy altos de material los cuales suelen ser escasos o muy costosos.

#### 2.5.1.2.2 Sobrecarga temporal o precarga

Esta alternativa se basa en aplicar la técnica de mejoramiento de suelo precarga en la zona de estudio la cual se basa en la construcción de un terraplén sobre el terreno en donde se construirá, dicho terraplén debe constar con una carga de entre un 20% a 30% mayor a la de diseño, por lo cual para este caso al ser un Galpón de 8 Ton/m<sup>2</sup> se propone utilizar una precarga de entre 10 Ton/m<sup>2</sup> y 11 Ton/m<sup>2</sup> acelerando así la consolidación del terreno y permitiendo así aumentar su resistencia en un menor tiempo al esperado, lo cual permite obtener menores asentamientos al momento de construir la estructura.



**Figura 13. Mejoramiento del suelo mediante el uso de precarga**

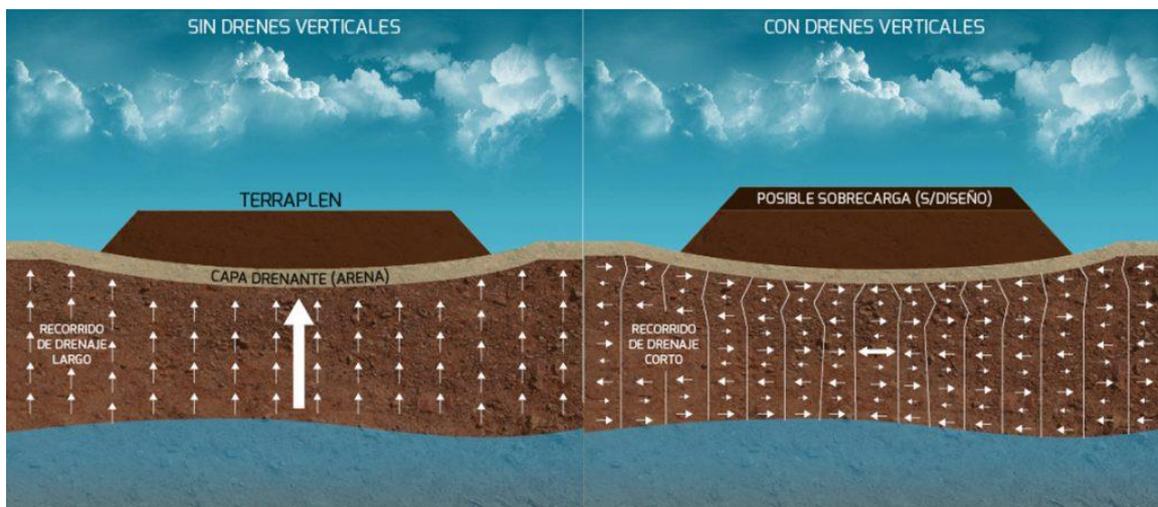
**Fuente: (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées, 1985)**

Este método es muy factible en la zona de estudio ya que la maquinaria utilizada en esta alternativa es muy factible de conseguir, y los instrumentos geotécnicos a utilizar son placas de asentamientos y un control topográfico por lo que es más simple que la mayoría de métodos existentes. Las desventajas de este método son que es muy complicado definir el tiempo de precarga que se utilizará esto debido a que el cálculo del  $C_v$  in situ es muy difícil de determinar, y de igual manera se necesita de altos volúmenes de material.

### 2.5.1.2.3 Uso de Drenes Verticales o Geodrenes

Esta alternativa es similar a la presentada anteriormente solo que cuenta con el uso de drenes o geodrenes los cuales permiten acelerar el proceso de asentamientos por consolidación radial. Esta solución permite ya sea reducir la altura de la precarga a utilizar, reduciendo así costos de material, así como también reducir los tiempos en comparación a la precarga sin drenes y se logra un incremento de la resistencia al corte no drenado de arcillas. Las desventajas de este método es que en comparación con la precarga sin drenes es mucho más costoso, de igual podría crear asentamientos diferenciales contiguo a áreas donde no se implementaron drenes.

A continuación, en la Fig. se puede observar una comparativa de entre el uso de precarga sin drenes y con drenes.



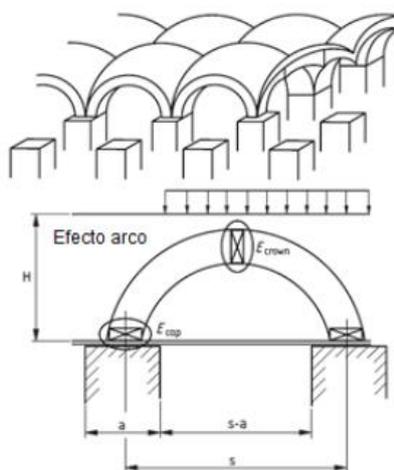
**Figura 14. Esquema mejoramiento de suelo precarga y precarga + drenes**

**Fuente: (terratest, s.f.)**

### 2.5.1.2.4 Implementación de Pilotes

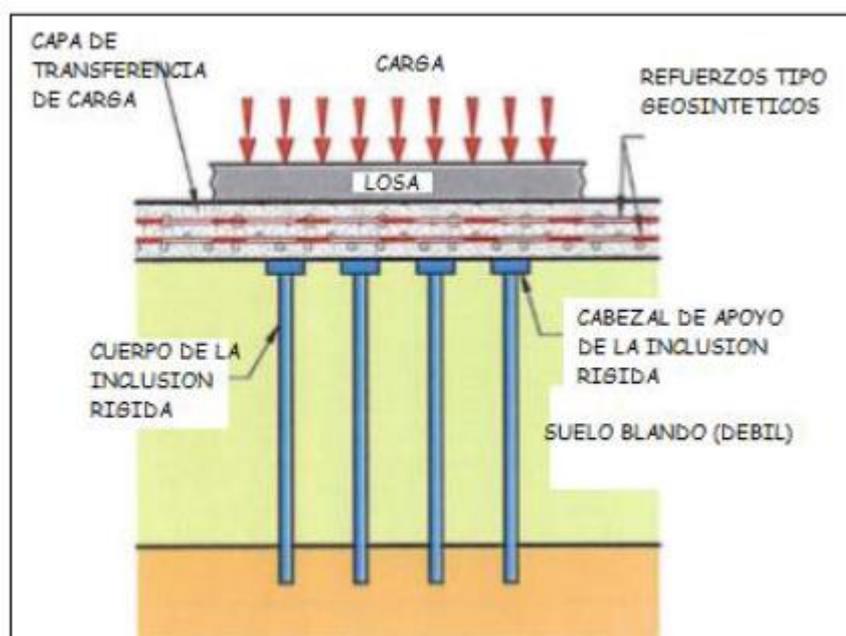
Este método se encuentra dentro de la clasificación de inclusiones rígidas, es utilizado usualmente al momento de realizar la cimentación de lugares que cuentan con rellenos muy grandes, así como también en lugares que cuentan con suelos blandos (por lo cual es factible en la zona de estudio). Su objetivo principal es minimizar los asentamientos garantizando así la estabilidad de la estructura a construir. ( Espinoza Rodriguez & Torres Delgado, urp.edu.pe, 2019). El principal método desarrollado para esta solución es el propuesto por Hewlett y Randolph en año de 1998, en el cual a través de diversos ensayos identificaron que en la capa de reparto se forma un efecto de arco, dicho efecto transmite directamente las cargas del peso de la estructura hacia los pilotes; dicho efecto

con el pasar de los años y diversos ensayos fue idealizado en un efecto de cúpulas semiesféricas las cuales descansan sobre los pilotes tal y como se puede observar a continuación.



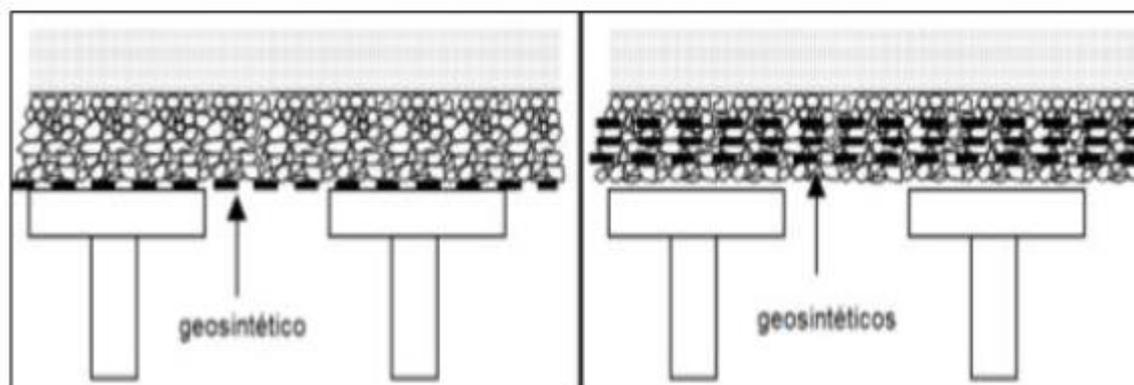
**Figura 15. Representación de efecto de arco**  
**Fuente: (British Standard Institution, 2010)**

Su funcionamiento es parecido a la de un pilote de desplazamiento con el extra de que sobre este se encuentra compactado un material granular el cual es el encargado de realizar la transferencia de carga hacia los pilotes y que además cuenta con el refuerzo de un material geosintético que permite un aumento de las cargas hacia las inclusiones (pilotes), tal y como se puede observar en la Fig. mostrada a continuación:



**Figura 16. Esquema de inclusiones rígidas en terreno**  
**Fuente: (Simón, 2012)**

De igual manera cabe recalcar que para mejorar la eficiencia en el reparto de cargas desde el material granular compactado hacia las inclusiones se puede contar con uno o varios niveles de material geosintético, a continuación, en la Fig. se puede observar distintas formas de ubicar el geosintético dentro del material granular:



**Figura 17. Ubicación del refuerzo del geosintético Fuente: (Gómez, 2012)**

### **2.5.2 Selección de alternativa**

Para seleccionar alguna de las alternativas propuestas anteriormente se tomarán en cuenta factores tales como el funcionamiento que proponga dicha solución para que la técnica de mejoramiento de suelo a usar cumpla los parámetros geotécnicos para el correcto diseño de la cimentación de la construcción, de igual manera se evaluará el costo de la solución, ya que como se sabe usualmente este suele ser uno de los grandes agravantes al momento de desarrollar proyectos relacionados con la ingeniería civil, y de igual manera se espera evaluar que la solución sea factible para el cliente en relación costo-tiempo, también se evaluará el impacto ambiental que tenga la solución ya que este de igual manera con el pasar de los años se ha vuelto de vital importancia en el desarrollo de proyectos, finalmente se evaluará la factibilidad que proponga la alternativa ya que como se presentó anteriormente, existen algunas que en la ciudad de Guayaquil no se podrían desarrollar de una manera correcta.

Para la selección de la o las alternativas de solución a proponer se procede a la realización de una matriz de selección en la cual se evaluará con una puntuación en donde se establece una escala ordinal con números del 1 al 10, en donde 1 es nada favorable y 10 totalmente favorable; con lo cual al final de evaluar cada una de las alternativas la que mayor puntuación tenga será la seleccionada a estudiar con una mayor profundidad para su correcto desarrollo.

**Tabla 9. Matriz de selección de alternativas Fuente: Autor**

<b>FACTORES</b>	<b>Soluciones no Geotécnicas</b>	<b>Remoción del terreno</b>	<b>Precarga</b>	<b>Uso de drenes</b>	<b>Pilotes</b>
<b>Funcionamiento</b>	5	6	9	10	9
<b>Costo</b>	5	7	8	6	5
<b>Impacto Ambiental</b>	10	8	8	8	8
<b>Factibilidad</b>	3	5	9	9	9
<b>Total</b>	23	26	34	33	31

Obtenidos los resultados en la matriz, comparando cada una de las alternativas propuestas con relación a los parámetros antes explicados, se concluye que las alternativas a seleccionar para el desarrollo del proyecto serán el uso de precarga, precarga + drenes y pilotes sobre el terreno, para el mejoramiento de las propiedades del suelo, para posterior diseño de la cimentación del Galpón deseado.

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

### 3.1 Diseños

#### 3.1.1 Caracterización geotécnica

Realizados los ensayos de laboratorio, se procede a revisar el registro de cada una de las perforaciones realizadas, con las cuales se pudo determinar cada uno de los estratos de suelo existentes en la zona de estudio, además de presentar los parámetros de cada uno de los estratos, con los cuales posteriormente se analizará el comportamiento del suelo para las condiciones de carga que se requiere en el presente proyecto.

Se elaboró un perfil estatigráfico de la zona de estudio el cual se lo puede observar en la Figura.8, además se realizó la caracterización geotécnica en donde se detallan cada una de las propiedades del suelo, en donde se constató que el nivel freático en la zona de estudio se encuentra a una profundidad de 2 metros sobre el nivel del suelo.

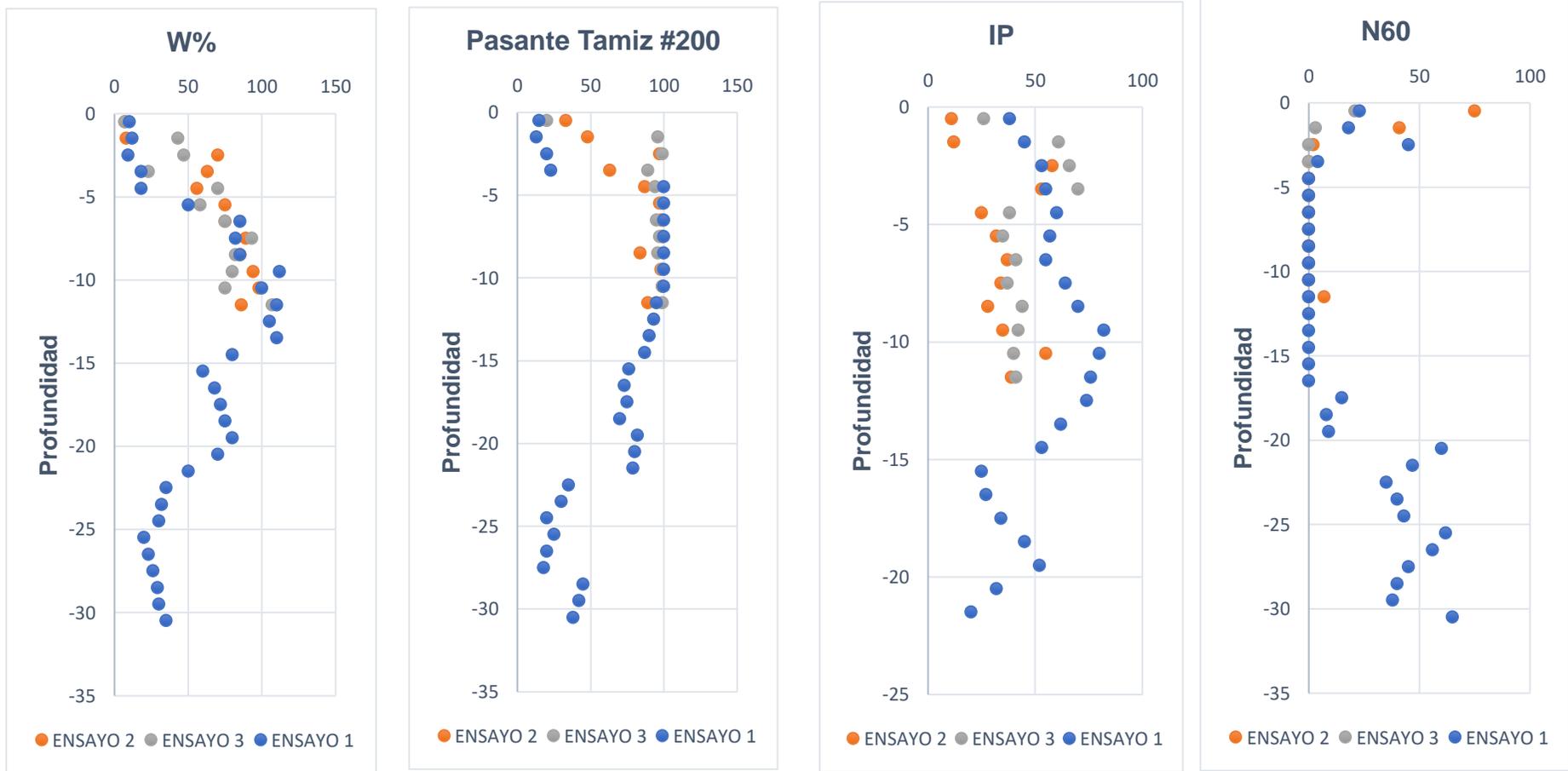
Generalizando el perfil estatigráfico se puede constatar que el estrato superficial que en este caso es relleno esto debido a las condiciones del Sur de la ciudad de Guayaquil como ya se explicó anteriormente se identifica una arena arcillosa (SC) de compacidad densa de aproximadamente ( $N_{60}: 15 \text{ golpes}$ ) cuya profundidad varía de entre 0 a 3.8 m, con una humedad promedio de ( $w: 9.9 \%$ ) la cual al ser este el estrato superficial no puede ser tomada como la humedad real del estrato del suelo.

Bajo este material se encuentra la presencia de arcillas de alta plasticidad (CH) de consistencia generalmente blanda y muy blanda de promedio ( $N_{60}: 4 \text{ golpes}$ ) cuya profundidad va desde los 3.8 m hasta los 12 m aproximadamente, en donde sus valores de humedad van desde el 56% a 98%, con un índice de plasticidad (IP) que varía de entre 35% hasta el 60%, con un material pasante del Tamiz #200 de un 95% aproximadamente.

Continuando con la descripción del perfil estatigráfico se encuentra de igual manera que en el anterior con la presencia de arcillas de alta plasticidad (CH) pero en este caso con una consistencia media de promedio ( $N_{60}: 10 \text{ golpes}$ ) cuya profundidad va desde los 12 m hasta los 18.5 m aproximadamente, en donde sus valores de humedad varían de entre el 55% hasta el 80%, con un índice de plasticidad (IP) que va desde el

30% hasta el 55%, con un material pasante del Tamiz #200 de un 80% aproximadamente.

Finalmente se identifica un estrato conformado por arena limosa (SM) de consistencia compacta de promedio ( $N_{60}$ : 55 *golpes*), cuya profundidad va desde los 18.5 m hasta los 30.5 m. Su resistencia al esfuerzo cortante no drenado ( $S_u$ ) varía de entre los 30 KPa a 45 KPa, cuyo índice de plasticidad (IP) se encuentra entre el 20% al 50%, con un material pasante del Tamiz #200 de entre un 20% al 40%.



**Figura 18. Caracterización Geotécnica: Humedad (w), Pasante tamiz #200, Índice de plasticidad (IP), Número de golpes del ensayo (N60)**

**Fuente: Autor**

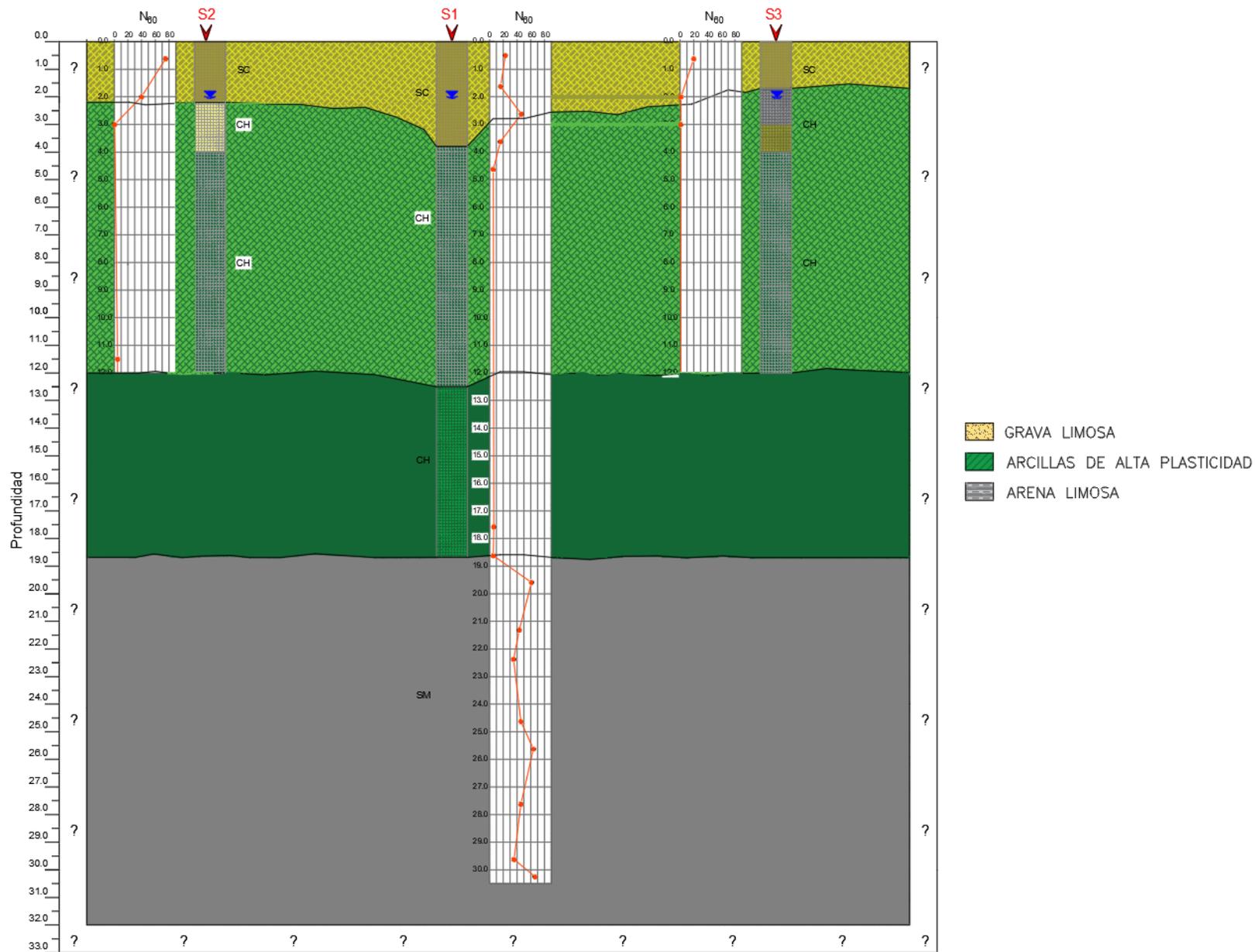


Figura 19. Perfil estatigráfico Zona de estudio Fuente: Autor

### 3.1.2 Estimación de carga total del Galpón industrial (Proporcionado).

#### 3.1.2.1 Zonificación sísmica

La zona de estudio se encuentra ubicada en el cantón Guayaquil de la provincia del Guayas, la cual según el capítulo de Peligro Sísmico de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (Sección 3.1), corresponde a la Zona Sísmica V, con caracterización del peligro sísmico "Alta", y que posee un valor de  $Z = 0.40$  g. Este valor proviene de un estudio que considera fundamentalmente los resultados de los estudios de peligro sísmico del Ecuador actualizados al año 2015. (Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC), 2015)

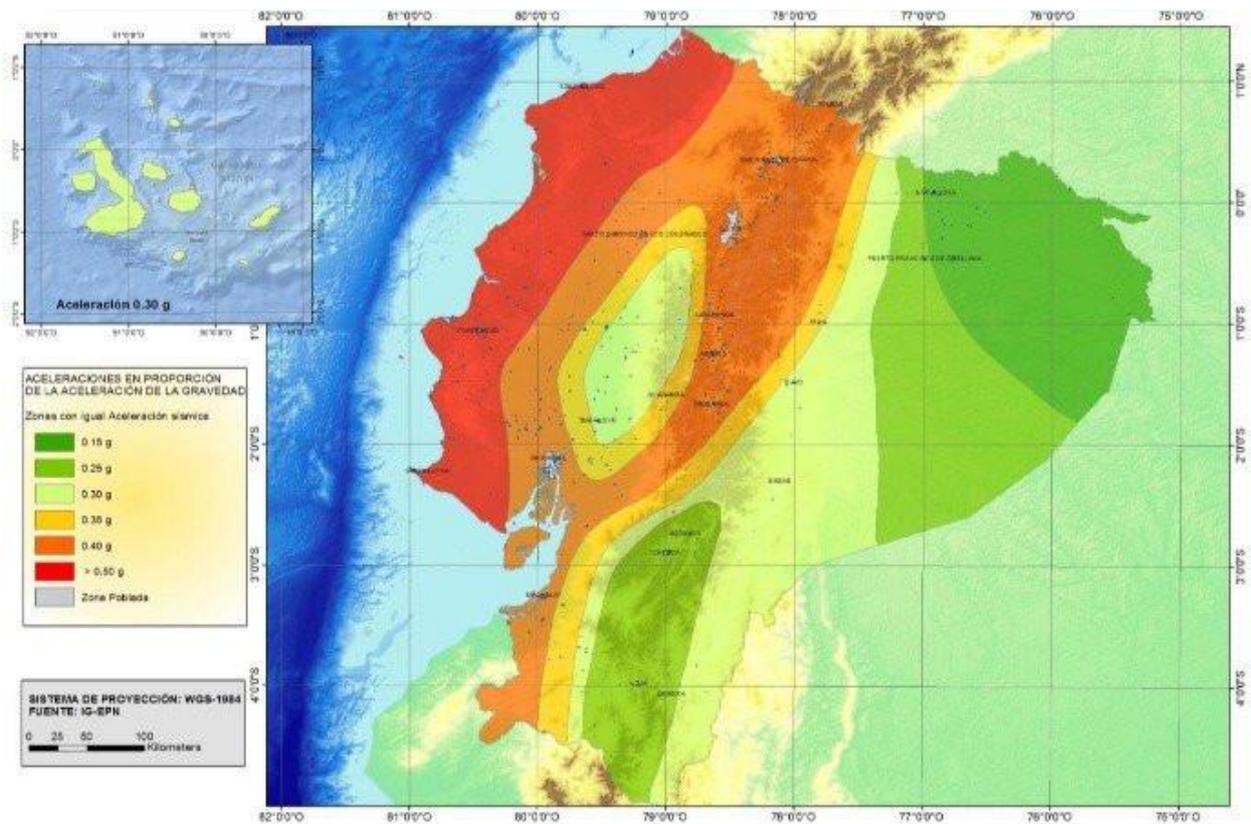


Figura 20. Mapa para el diseño sísmico

Fuente: Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC) 2011

### **3.1.2.2 Análisis por licuación de suelos**

Para que este fenómeno pueda suceder es necesario que los estratos identificados presentes en el suelo cuenten con las características de: suelos granulares saturados (bajo el nivel freático), de baja densidad relativa y con bajo contenido de finos, con condición de carga no drenada, entre otras.

Bajo estas condiciones e identificados las características del suelo presente en la zona de estudio, estos no cuentan con las propiedades descritas anteriormente por lo que no existe el riesgo de que este fenómeno suceda.

### **3.1.2.3 Clasificación del perfil de suelo en el sitio**

Según la Norma Ecuatoriana de la construcción se identifican seis tipos de perfil de suelo, según parámetros correspondientes a los 30 m o superiores, clasificados desde la A (perfil de roca competente) hasta la F (suelos licuables, arcillas sensitivas, arcillas orgánicas, arcillas de muy alta plasticidad, etc).

Tal y como se describió anteriormente se realizaron sondeos de hasta 30.5 metros de profundidad desde el nivel de terreno, por lo cual según el tipo de perfil de suelo identificado en la zona de estudio y la Sección 3.2 de la NEC-2015, el suelo se encuentra catalogado como tipo de perfil "E".

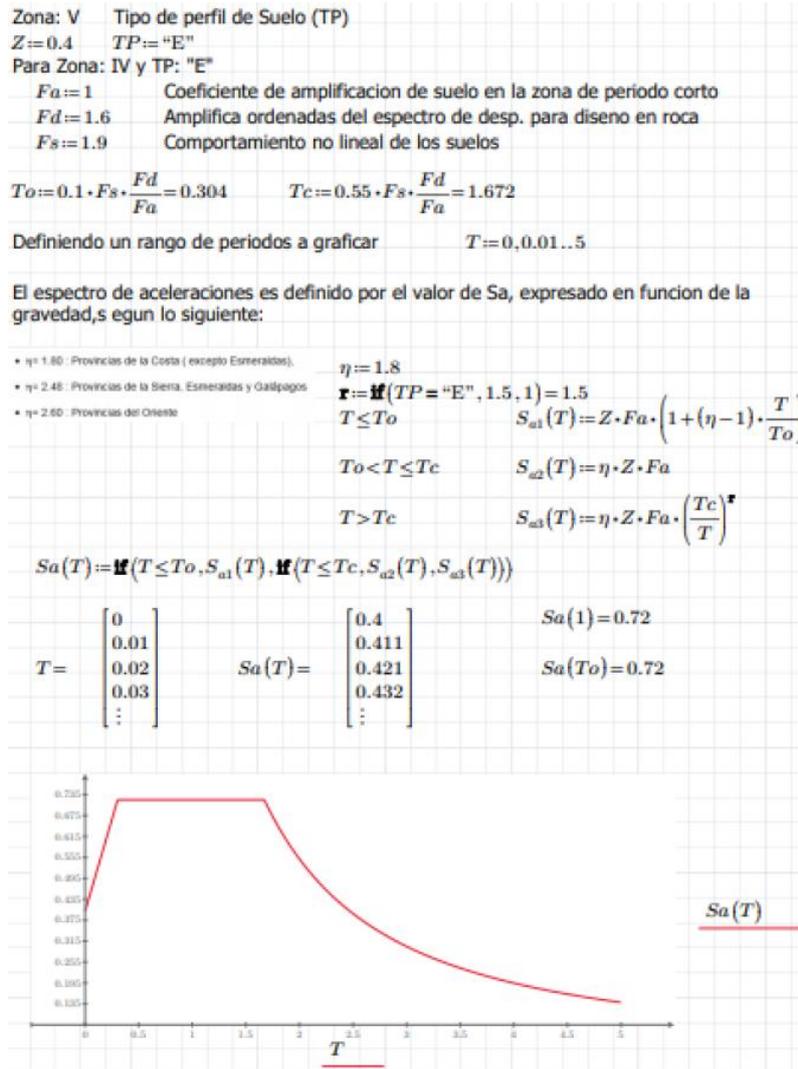


Figura 21. Cálculo de Espectro de Diseño elástico  
 Fuente: Geoestudios

### 3.1.2.4 Modelo estructural del Galón y carga total estimada

#### 6.3.4. Asentamientos tolerables para las edificaciones

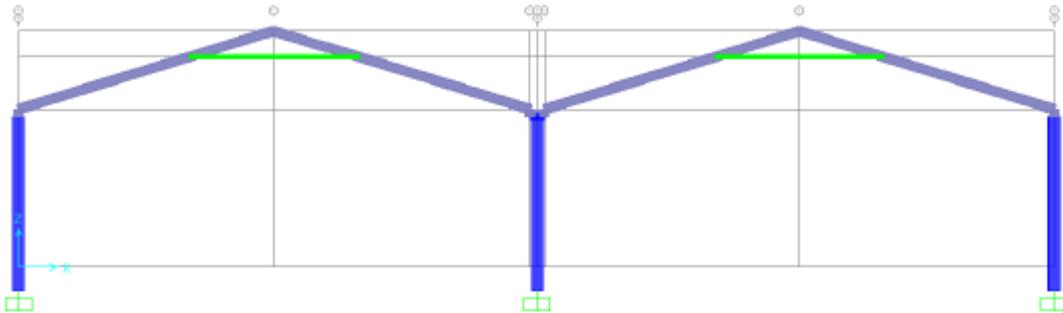
En términos del asentamiento promedio total que experimente la cimentación de una estructura durante un lapso de 25 años:

- Se considera las cargas muertas de servicio y 50% de cargas vivas máximas.
- Para construcciones aisladas 20 cm.
- Para construcciones entre medianeros 10 cm.

NOTA: siempre y cuando no se afecten la funcionalidad de conducciones de servicios y accesos a la construcción.

Figura 22. Asentamientos tolerables en edificaciones Fuente; NEC 2015

A continuación, se calcula la descarga producida por la superestructura, tomando en cuenta lo estipulado en la sección 6.3.4 de la NEC-2015 Geotecnia y Cimentaciones.



**Figura 24. Modelo Estructural Típico de Galpones Fuente: Geoestudios**

$$\text{Reacción Muerta } D = 18.78 \text{ Tonnef}$$

$$\text{Reacción Viva } L = 14.03 \text{ Tonnef}$$

$$\text{Reacción Superestructura} = 18.08 + 0.5 (14.03) = 25.80 \text{ Tonnef}$$

$$\text{Esfuerzo Superestructura} = 25.80 \text{ Tonnef} \div (3.90 \text{ m} \times 7.8 \text{ m}) = 0.85 \text{ Tonnef/m}^2$$

$$\text{Esfuerzo Superestructura} = 8.34 \text{ KPa}$$

$$\text{Esfuerzo de Contacto} = 69.8 \text{ KPa} + 8.34 \text{ KPa} = 78.14 \text{ KPa}$$

$$\text{Esfuerzo de Contacto} \approx 8 \text{ Ton/m}^2$$

*Nota: Se seleccionó dicho esfuerzo de contacto de acuerdo a la carga máxima que almacenarán los galpones.*

### 3.1.3 Diseño de alternativas

Obtenido el perfil estatigráfico y determinadas las características de cada uno de los estratos identificados en el suelo presente en la zona de estudio, así como también la carga total estimada de la estructura, se procede con el diseño de cada una de las alternativas propuestas como mejoramiento del suelo.

En la Tabla.7 se describe cada uno de los parámetros utilizados en el software Settle 3D para el diseño de cada una de las alternativas propuestas.

**Tabla 10. Parámetros Geotécnicos para Settle 3D Fuente: Autor**

Parámetro	$\gamma$	$E_s$	$C_c$	$C_r$	$e_o$	OCR	$C_v$
Suelo	$KN/m^3$	KPa					$m^2/d$
Arena (Relleno)	20	40000					
Arcilla 1	14.5		0.9	0.1	3.28	1.25	0.133
Arcilla 2	15.5		0.88	0.11	2.27	1.15	0.133
Arcilla 3	16		0.74	0.1	2.27	1	0.133
Arena	20	60000					

En la Figura 17 Se puede observar los espesores de los estratos considerados en el diseño.



**Figura 25. Espesores de estratos utilizados Fuente: Autor**

### 3.1.3.1 Cálculo de Asentamientos totales

A continuación, se presentan los cálculos de los asentamientos totales producidos en el terreno por la carga estimada de la estructura.

Cabe recalcar que el área de la estructura es de 4000 m<sup>2</sup> este cuenta con una longitud total de 100m y un ancho de 40m.

Rectangle Properties

Length (m): 100

Width (m): 40

Angle from X axis: 0

Load Properties

Load Type: Flexible

Pressure (kPa): 78.45  Variable: Define...

Force (kN): 1  Mx (kN.m): 0  My (kN.m): 0

Depth (m): 0

Installation stage: Stage 1 = 0 d

Advanced staging

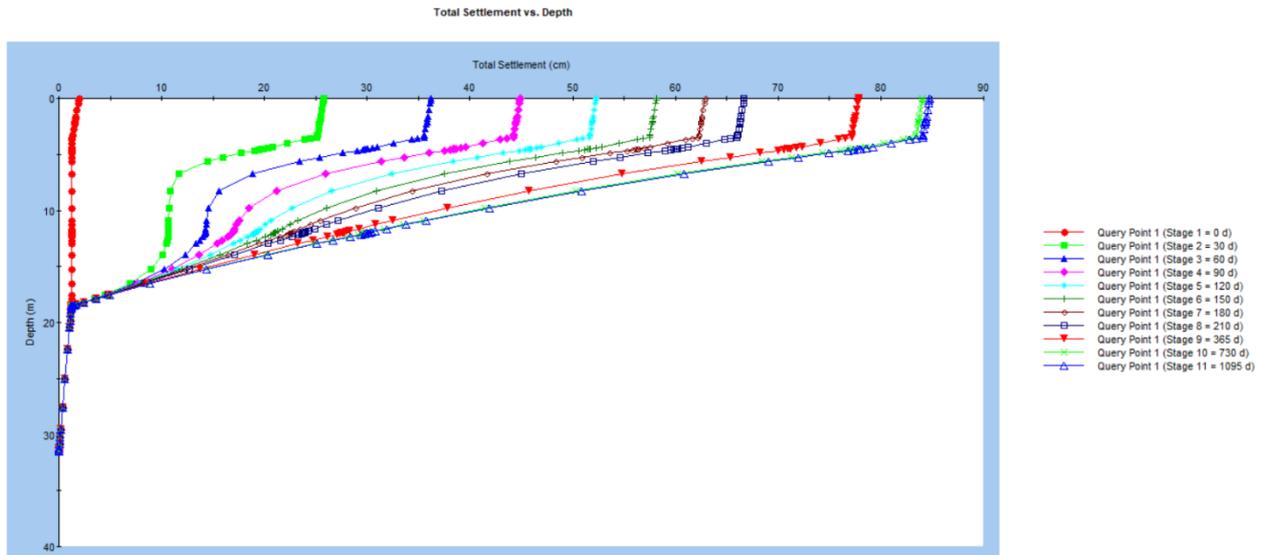
Display Properties OK Cancel

**Figura 27. Parámetros de Carga utilizados**

**Fuente: Autor**

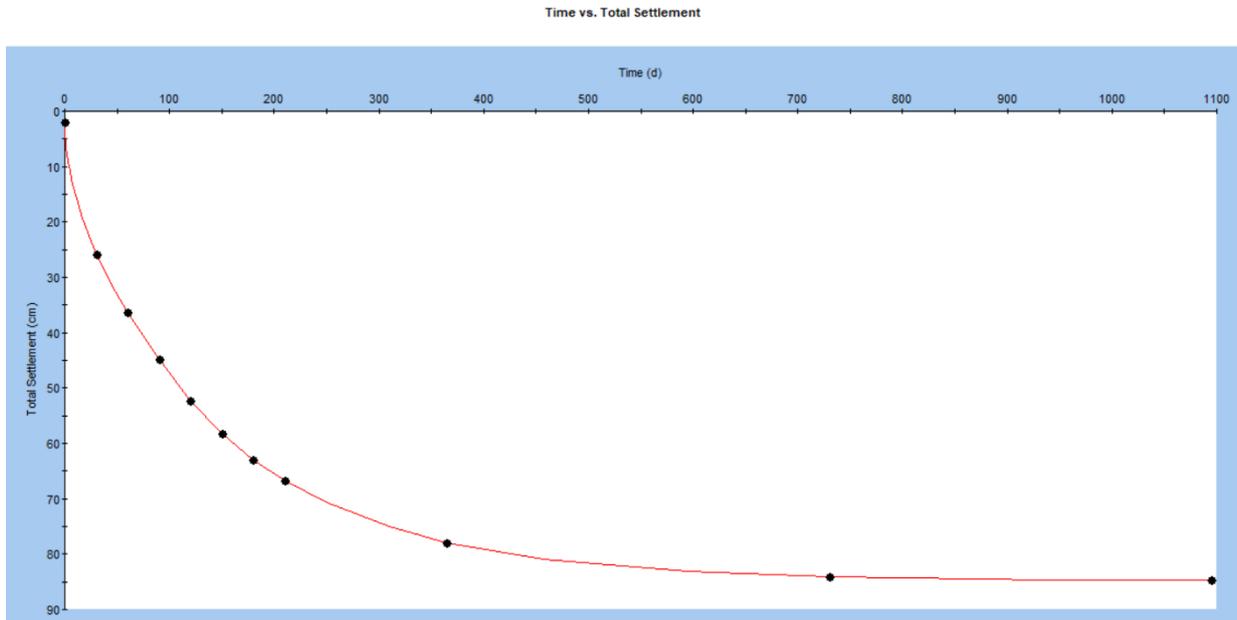
De acuerdo a los parámetros de carga utilizados y las propiedades del suelo expuestas anteriormente se procede a calcular los asentamientos que se producirían debido a la estructura.

A continuación, se presenta la gráfica de asentamientos vs profundidad.



**Figura 28. Asentamiento VS Profundidad Fuente: Autor**

A continuación, se puede observar el tiempo total en que toma que se den el 100% de los asentamientos.



**Figura 29. Asentamiento VS Tiempo Fuente: Autor**

- Los asentamientos totales se dan en un tiempo de 3 años.
- En un periodo de 25 años se tiene un asentamiento total de 84.9 cm.
- Al año se dan aproximadamente el 90% de los asentamientos con un total de 76.4 cm.

### 3.1.3.2 Diseño de Precarga

A continuación, se presentan los cálculos de los asentamientos totales producidos en el terreno por la precarga estimada de la estructura.

#### 3.1.3.2.1 Carga 1.2% mayor a la del Galpón

Cabe recalcar que en este caso se analiza una precarga de un 20% mayor a la carga esperada por lo que se tiene que:

$$Carga_{precarga} = 1.2 \text{ Esfuerzo de Contacto}$$

$$Carga_{precarga} = 1.2 (78.45 \text{ KPa})$$

$$Carga_{precarga} = 94.14 \text{ KPa}$$

Rectangle Properties

Length (m): 100

Width (m): 40

Angle from X axis: 0

Load Properties

Load Type: Flexible

Pressure (kPa): 94.14  Variable: Define...

Force (kN): 1  Mx (kN.m): 0  My (kN.m): 0

Depth (m): 0

Installation stage: Stage 1 = 0 d

Advanced staging

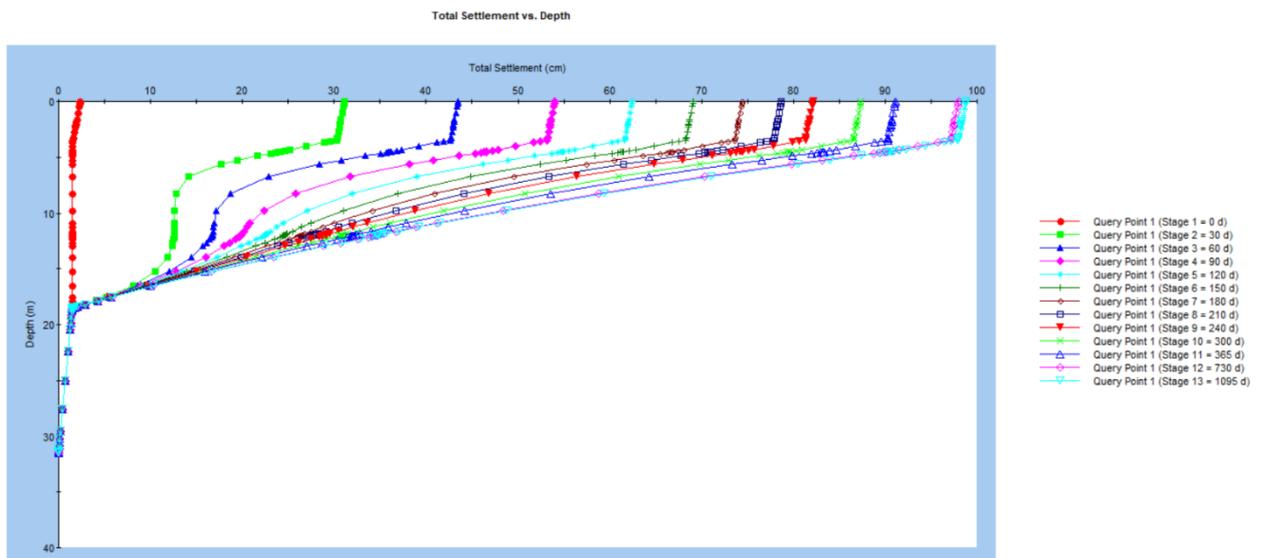
Display Properties OK Cancel

**Figura 30. Parámetros de Precarga utilizados**

**Fuente: Autor**

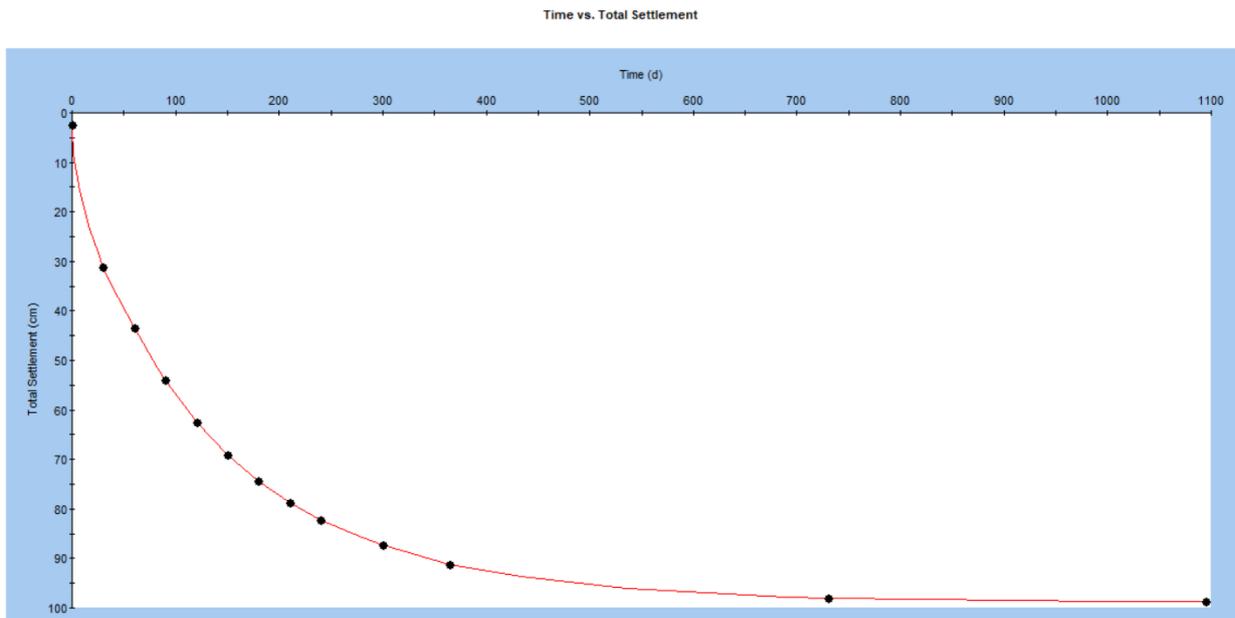
De acuerdo a los parámetros de carga utilizados y las propiedades del suelo expuestas anteriormente se procede a calcular en qué tiempo se alcanzarían los asentamientos totales de la estructura; con lo cual en el programa se procede a observar en qué mes se producen asentamientos de 76.4 cm y 84.9 cm.

A continuación, se presenta la gráfica de asentamientos vs profundidad.



**Figura 31. Asentamientos VS Profundidad Fuente: Autor**

A continuación, se puede observar el tiempo total en que toma que se den el 100% de los asentamientos.



**Figura 32. Asentamiento VS Tiempo Fuente: Autor**

Como resumen de precarga se puede indicar que:

- Los asentamientos totales en comparación a la carga del Galpón se dan en un tiempo de 9 meses (270 días).
- Se tiene un asentamiento total de 85 cm.
- En los 6-7 meses (193 días) se dan aproximadamente el 90% de los asentamientos con un total de 76.4 cm.

### 3.1.3.2.2 Carga 1.3% mayor a la del Galpón

Cabe recalcar que en este caso se analiza una precarga de un 30% mayor a la carga esperada por lo que se tiene que:

$$Carga_{precarga} = 1.3 \text{ Esfuerzo de Contacto}$$

$$Carga_{precarga} = 1.3 (78.45 \text{ KPa})$$

$$Carga_{precarga} = 101.98 \text{ KPa}$$

Edit Load

Rectangle Properties

Length (m): 100

Width (m): 40

Angle from X axis: 0

Load Properties

Load Type: Flexible

Pressure (kPa): 101.98  Variable: Define...

Force (kN): 1 Mx (kN.m): 0 My (kN.m): 0

Depth (m): 0

Installation stage: Stage 1 = 0 d

Advanced staging

Display Properties OK Cancel

Figura 33. Parámetros de Precarga utilizados

Fuente: Autor

De acuerdo a los parámetros de carga utilizados y las propiedades del suelo expuestas anteriormente se procede a calcular en qué tiempo se alcanzarían los asentamientos totales de la estructura; con lo cual en el programa se procede a observar en qué mes se producen asentamientos de 76.4 cm y 84.9 cm.

A continuación, se presenta la gráfica de asentamientos vs profundidad.

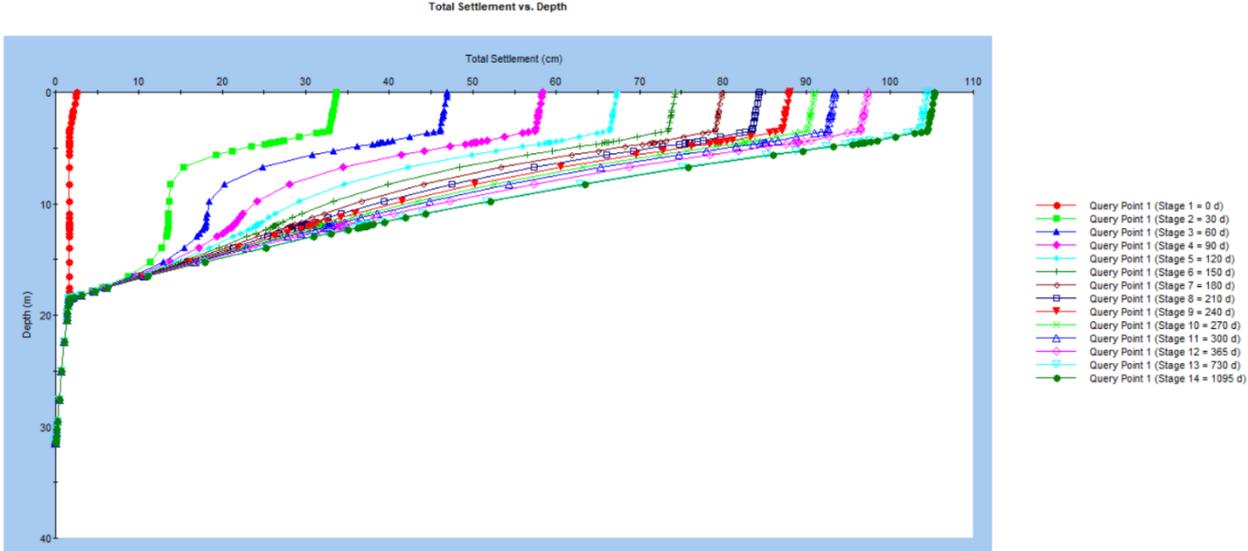


Figura 34. Asentamiento VS Profundidad Fuente: Autor

A continuación, se puede observar el tiempo total en que toma que se den el 100% de los asentamientos.

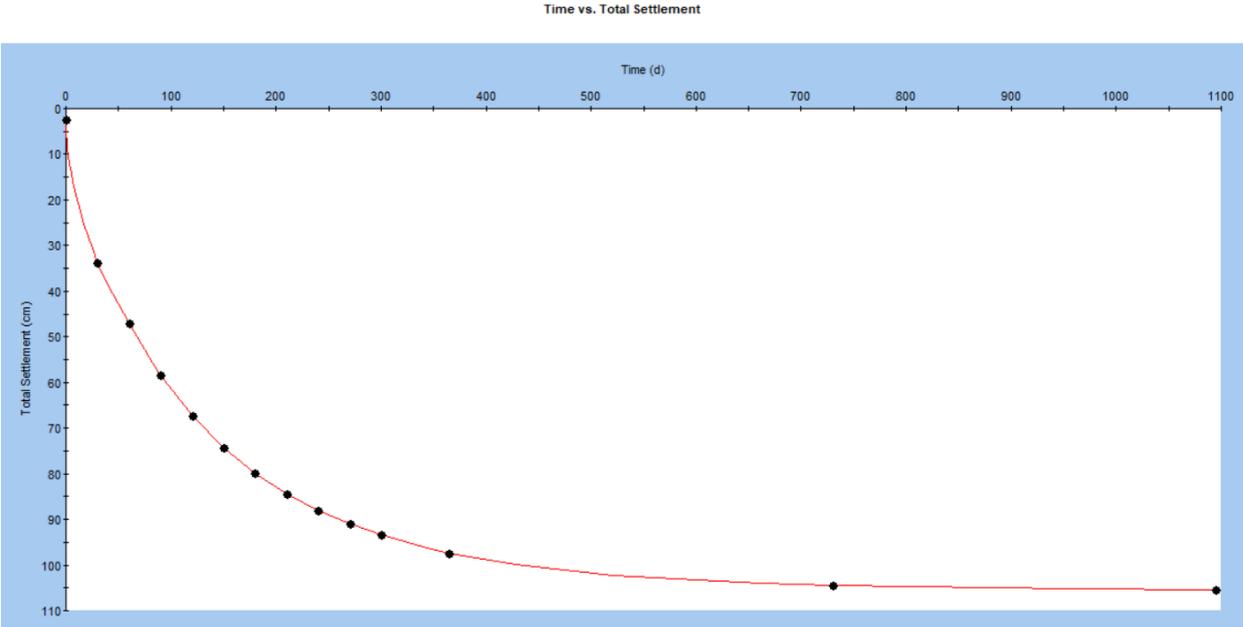


Figura 35. Asentamiento Total VS Tiempo

Como resumen de precarga se puede indicar que:

- Los asentamientos totales en comparación a la carga del Galpón se dan en un tiempo de 7-8 meses (214 días).
- Se tiene un asentamiento total de 84.9 cm.
- En los 5-6 meses (161 días) se dan aproximadamente el 90% de los asentamientos con un total de 76.5 cm.

### 3.1.3.2.3 Comparativa

A continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos para cada carga propuesta, para con esta elegir la mejor opción de carga a utilizar.

**Tabla 11. Resumen cálculos obtenidos para Precarga Fuente: Autor**

<b>Carga utilizada (KN)</b>	<b>Días a esperar</b>
94.14	270
101.98	214

De igual manera se procede a calcular la altura que debería tener el terraplén para lograr cada una de las cargas propuestas, teniendo en cuenta que se utilizará un material con un peso específico de  $\gamma = 2 \text{ Ton}/\text{m}^3$ , con lo cual se tiene que:

$$94.14 \text{ KN} = 9.60 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

$$H_{1.2} = \frac{9.60 \text{ Ton}/\text{m}^2}{2 \text{ Ton}/\text{m}^3}$$

$$H_{1.2} = 4.8 \text{ m.}$$

$$94.14 \text{ KN} = 10.40 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

$$H_{1.3} = \frac{10.40 \text{ Ton}/\text{m}^2}{2 \text{ Ton}/\text{m}^3}$$

$$H_{1.3} = 5.2 \text{ m.}$$

Con lo cual teniendo en cuenta la diferencia de altura entre el uso de la precarga usando 1.2 y 1.3 la carga estimada además de comparar los tiempos de cada uno, se concluye que la mejor opción de éstas será el uso de la precarga con 1.2 la carga estimada.

Esto debido a que el tiempo de espera en comparación con la carga de 1.3 se igualaría en el momento de construcción del terraplén, además de que este aumento de altura igualmente influenciaría directamente en un aumento de los costos del proyecto.

### 3.1.3.3 Diseño de Precarga + Drenes

Al igual que en la precarga se utilizará una carga de tanto 1.2-1,3% mayor a la estimada por la estructura.

#### 3.1.3.3.1 Precarga + Drenes con 1.2% carga mayor a la del Galpón.

A continuación, se presentan los cálculos de los asentamientos totales producidos en el terreno por la carga estimada de la estructura.

Rectangle Properties

Length (m): 100

Width (m): 40

Angle from X axis: 0

Load Properties

Load Type: Flexible

Pressure (kPa): 94.14  Variable: Define...

Force (kN): 1

Depth (m): 0

Installation stage: Stage 1 = 0 d

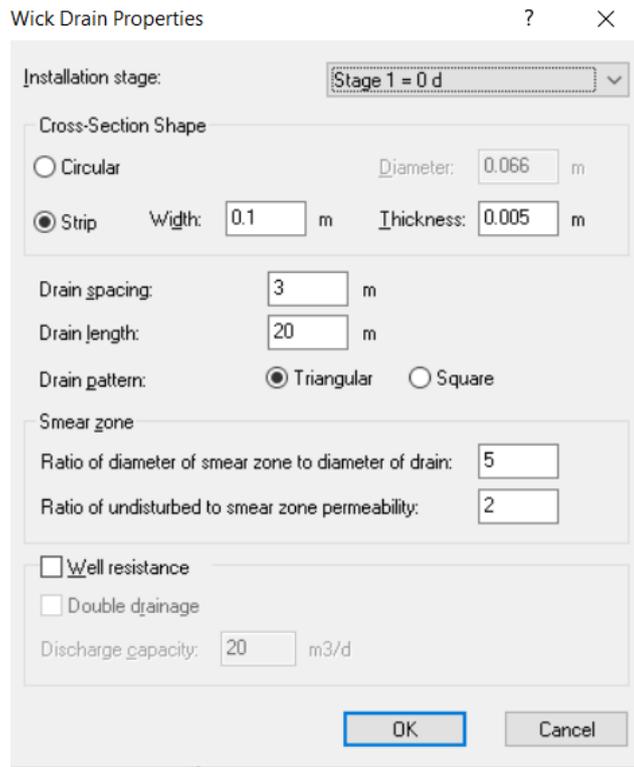
Advanced staging

Display Properties OK Cancel

**Figura 36. Parámetros de Carga utilizados**

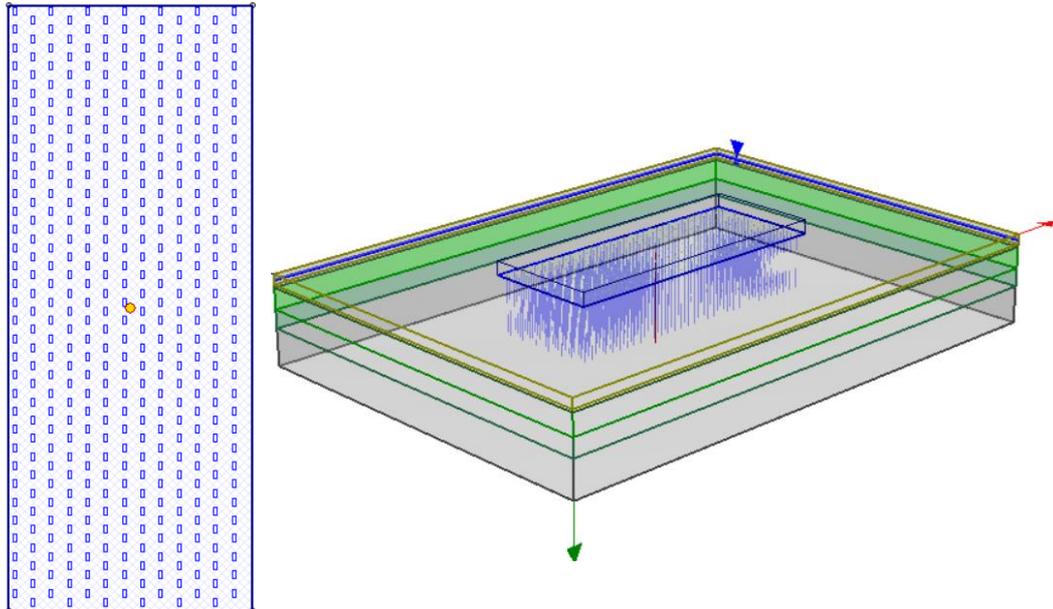
**Fuente: Autor**

A continuación, en la Fig.10 se presentan las propiedades de los drenes a instalar. Para este caso se destaca que estos constarán con una profundidad de 20 m y serán instalados dentro de la zona de estudio para este caso los 400 m<sup>2</sup> mencionados en la disposición conocida como tresbolillo.



**Figura 37. Propiedades de drenes instalados**

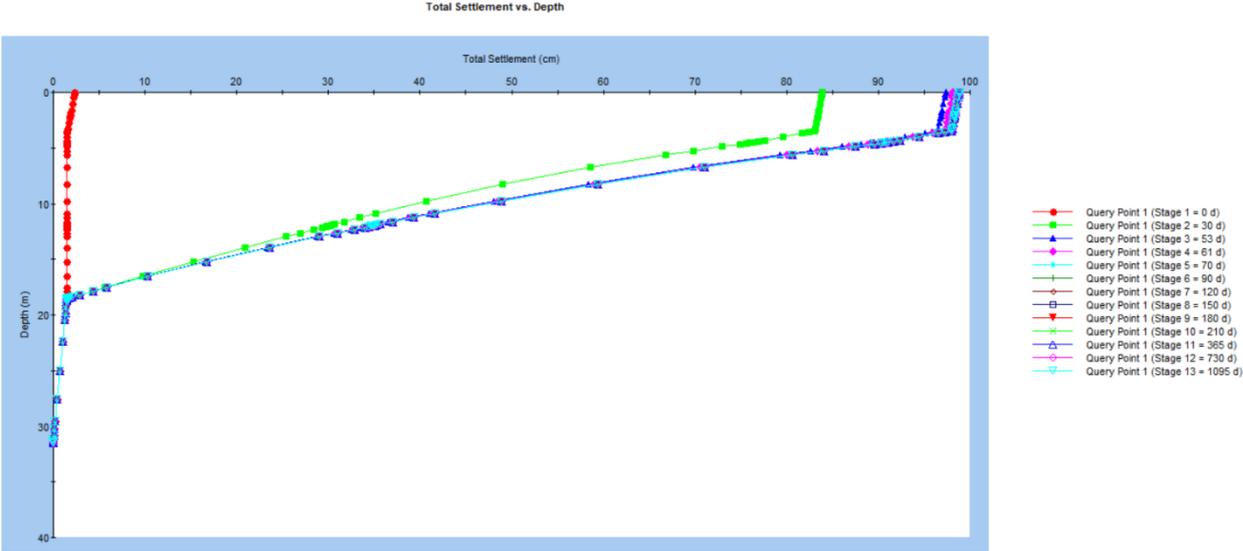
**Fuente: Autor**



**Figura 38. Vista 2D y 3D de los drenes instalados en sitio** Fuente: Autor

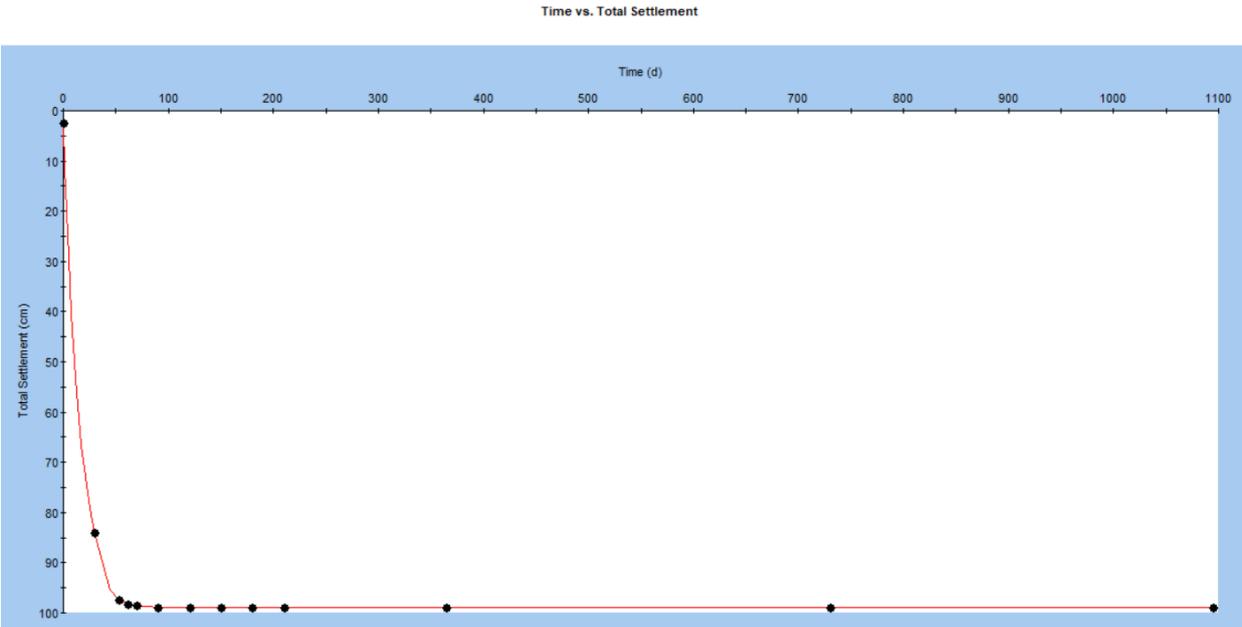
Al igual que en la precarga y de acuerdo a los parámetros de carga utilizados y las propiedades del suelo expuestas anteriormente se procede a calcular los asentamientos que se producirían debido a la estructura. Los cuales según el programa serán de un máximo de 84.9 cm en un tiempo total de 3 años.

A continuación, se presenta la gráfica de asentamientos vs profundidad.



**Figura 39. Asentamiento VS Profundidad Fuente: Autor**

A continuación, se puede observar el tiempo total en que toma que se den el 100% de los asentamientos.



**Figura 40. Asentamiento Total VS Tiempo Fuente: Autor**

Como resumen se puede indicar que:

- Los asentamientos totales en comparación a la carga normal de la estructura se dan en un tiempo de 28 días.
- Se tiene un asentamiento total de 85.7 cm.
- A los 23 días se dan aproximadamente el 90% de los asentamientos con un total de 76.6 cm.

### 3.1.3.3.2 Precarga + Drenes con 1.3% carga mayor a la del Galpón.

A continuación, se presentan los cálculos de los asentamientos totales producidos en el terreno por la carga estimada de la estructura.

The image shows a software dialog box titled "Edit Load". It is divided into several sections:

- Rectangle Properties:** Includes "Length (m): 100" and "Width (m): 40". There is also an "Angle from X axis:" field set to 0 with a small diagram showing a coordinate system.
- Load Properties:** "Load Type:" is set to "Flexible". "Pressure (kPa):" is 101.98. There are checkboxes for "Variable:" (unchecked) and "Force (kN):" (checked). "Force (kN):" is 1, "Mx (kN.m):" is 0, and "My (kN.m):" is 0.
- Depth (m):** Set to 0.
- Installation stage:** Set to "Stage 1 = 0 d".
- Advanced staging:** An unchecked checkbox.
- Buttons:** "Display Properties", "OK", and "Cancel".

**Figura 41. Parámetros de Carga utilizados**

**Fuente: Autor**

Para este caso cabe recalcar que la disposición de los drenes será igual a la presentada en la sección anterior.

Al igual que en la precarga y de acuerdo a los parámetros de carga utilizados y las propiedades del suelo expuestas anteriormente se procede a calcular los asentamientos que se producirían debido a la estructura. Los cuales según el programa serán de un máximo de 84.9 cm en un tiempo total de entre 2 y 3 años.

A continuación, se presenta la gráfica de asentamientos vs profundidad.

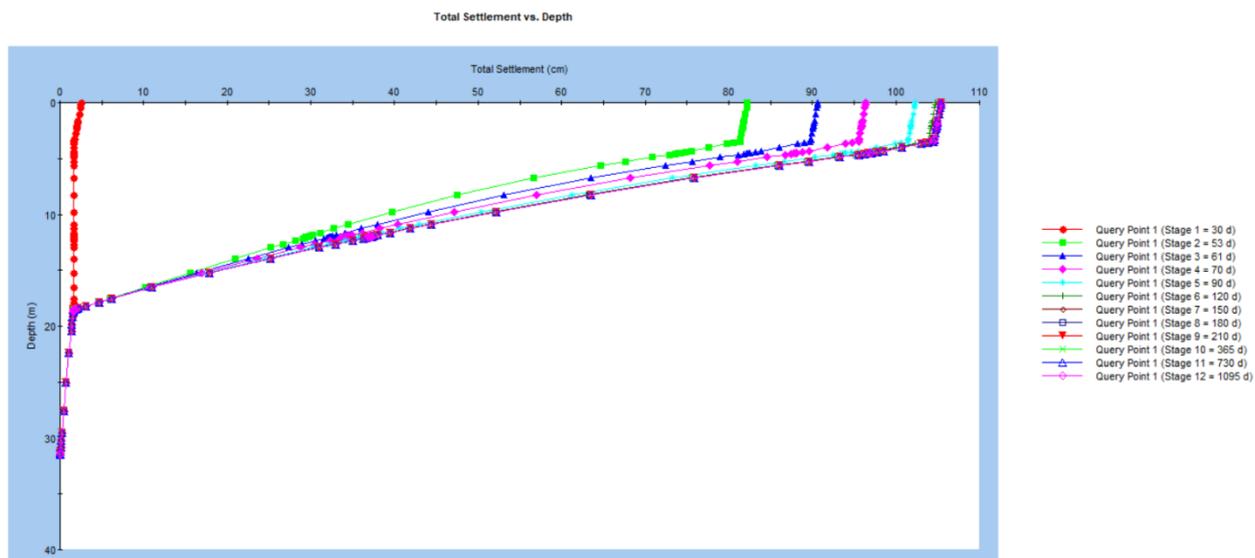


Figura 42. Asentamientos VS Profundidad Fuente: Autor

A continuación, se puede observar el tiempo total en que toma que se den el 100% de los asentamientos.

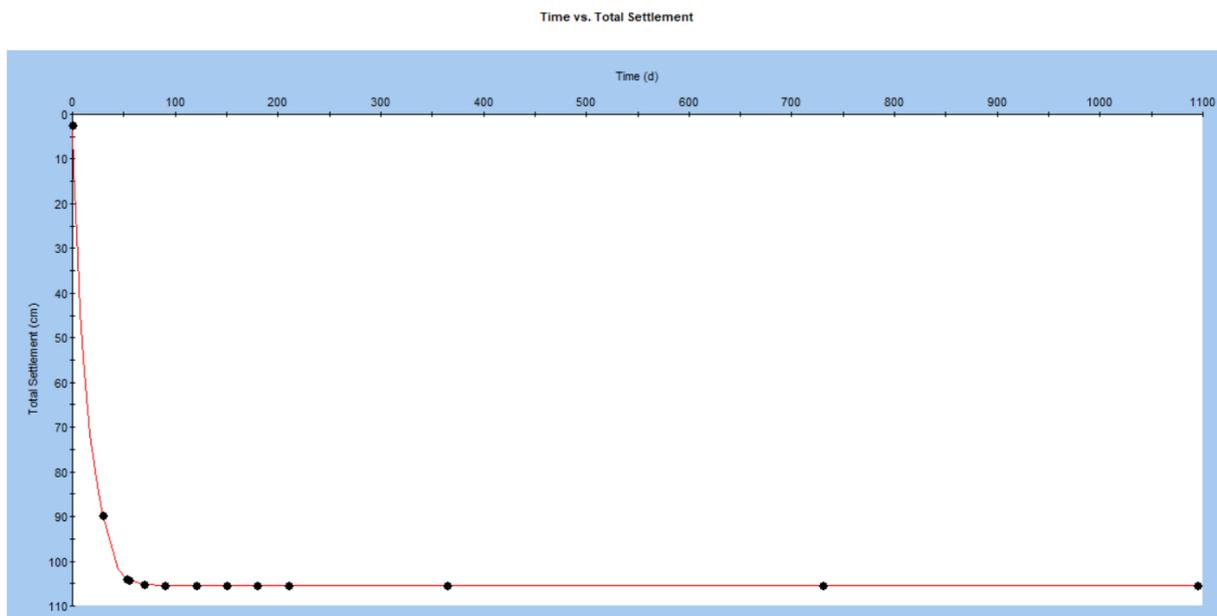


Figura 43. Asentamiento Total VS Tiempo Fuente: Autor

Como resumen se puede indicar que:

- Los asentamientos totales en comparación a la carga normal de la estructura se dan en un tiempo de 23 días.
- Se tiene un asentamiento total de 85.4 cm.
- A los 20 días se dan aproximadamente el 90% de los asentamientos con un total de 77.8 cm.

### 3.1.3.3 Comparativa

A continuación, se presenta una tabla resumen de los resultados obtenidos para cada carga propuesta, para con esta elegir la mejor opción de carga a utilizar.

**Tabla 12. Resumen cálculos obtenidos para Precarga + Drenes Fuente: Autor**

<b>Carga utilizada (KN)</b>	<b>Días a esperar</b>
94.14	28
101.98	23

De igual manera se procede a calcular la altura que debería tener el terraplén para lograr cada una de las cargas propuestas, teniendo en cuenta que se utilizará un material con un peso específico de  $\gamma = 2 \text{ Ton}/\text{m}^3$ , con lo cual se tiene que:

$$94.14 \text{ KN} = 9.60 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

$$H_{1.2} = \frac{9.60 \text{ Ton}/\text{m}^2}{2 \text{ Ton}/\text{m}^3}$$

$$H_{1.2} = 4.8 \text{ m.}$$

$$94.14 \text{ KN} = 10.40 \text{ Ton}/\text{m}^2$$

$$H_{1.3} = \frac{10.40 \text{ Ton}/\text{m}^2}{2 \text{ Ton}/\text{m}^3}$$

$$H_{1.3} = 5.2 \text{ m.}$$

Con lo cual teniendo en cuenta la diferencia de altura entre el uso de la precarga usando 1.2 y 1.3 la carga estimada además de comparar los tiempos de cada uno, se concluye que la mejor opción de éstas será el uso de la precarga con 1.2 la carga estimada.

Esto debido a que el tiempo de espera en comparación con la carga de 1.3 se igualaría en el momento de construcción del terraplén, además de que este aumento de altura igualmente influenciaría directamente en un aumento de los costos del proyecto.

### 3.1.3.4 Análisis de estabilidad del Talud para Precarga y Precarga + Drenes.

En este caso al proponerse la misma altura de terraplén para cada una de las soluciones expuestas se realizará un solo análisis el cual servirá para ambos casos.

Se procede a analizar el talud propuesto para la construcción del terraplén con la finalidad de evitar fallas por deslizamiento a través del programa Geoslope.

Dicha falla por deslizamiento según el modelo matemático de equilibrio límite considera tanto fuerzas cortantes como normales y constantes, además de considerar un equilibrio tanto de fuerzas como de momentos. Razón por la cual el factor de seguridad mínimo es aquel en el cual convergen tanto las soluciones de equilibrio de fuerzas como la de los momentos. Dicha afirmación se puede observar en la Figura.40. (Spencer, 1967)

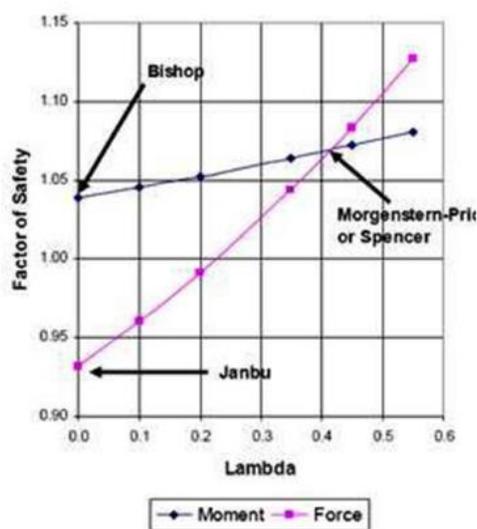
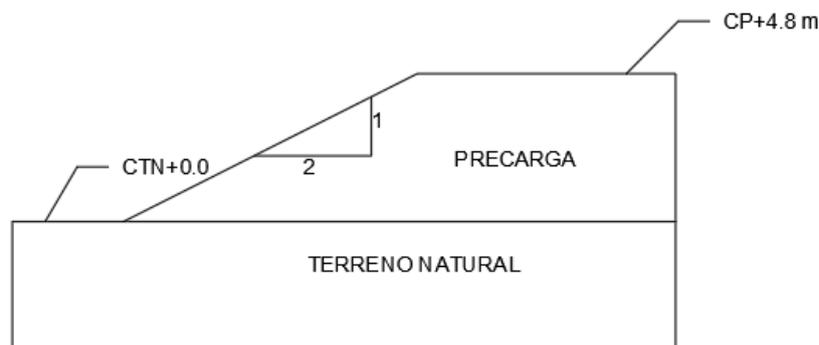


Figura 44. Consideraciones del factor de seguridad

Fuente: (Spencer, 1967)

Para este caso se ha propuesto un talud con una pendiente de 2:1 la cual garantiza un factor de seguridad de aproximadamente 1.8, con el cual se cumple con lo determinado por la NEC-15, la cual nos determina que como mínimo se debe determinar un factor de seguridad de 1.2.

*Factor de seguridad propuesto: 1.8 > Factor de seguridad NEC – 15: 1.2*



**Figura 45. Talud y Cotas para Precarga Fuente: Autor**

*En donde:*

*CTN = Cota del terreno natural*

*CP = Cota del terraplén propuesto*

### **3.1.3.5 Diseño de Pilotes**

Para el diseño de los pilotes sobre el terreno se utilizará la metodología propuesta por Hewlett y Randolph para inclusiones rígidas.

#### **3.1.3.5.1 Cálculo de altura mínima de capa de reparto**

$$H \geq 0.7 (s - a)$$

*En donde:*

*s = distancia entre los ejes de los pilotes (inclusiones)*

*a = ancho de la cabeza del pilote (capitel)*

*H = altura de capa de reparto*

Para el diseño de los pilotes se propone una separación de 3 m entre los ejes de los pilotes, así como también una sección cuadrada de 0,3 x 0,3 m de lado, con un ancho de capiteles de 1,1 m y con una profundidad de 25 m.

Con lo cual se tiene que:

$$H \geq 0.7 (3 - 1.1)$$

$$H \geq 1.33 \text{ m}$$

### 3.1.3.5.2 Cálculo de altura crítica de capa de reparto

$$H_{crit} = 1.4 (s - a)$$

$$H_{crit} = 1.4 (3 - 1.1)$$

$$H_{crit} = 2.66 \text{ m}$$

### 3.1.3.5.3 Elección altura de capa de reparto

$$1.33 \leq H \leq 2.66$$

$$H = 2.1 \text{ m}$$

### 3.1.3.5.4 Características capa de reparto

En este caso se propone el uso de una capa de reparto con un peso específico similar al propuesto en la precarga el cual es de  $\gamma = 2 \text{ Ton}/\text{m}^3$  y un ángulo de fricción interna de  $35^\circ$ .

**Tabla 13. Características capa de reparto Fuente: Autor**

Características Capa de reparto	
Ángulo de Fricción Interno ( $\varphi$ )	$35^\circ$
Peso específico ( $\gamma$ )	$2 \text{ Ton}/\text{m}^3$
Cohesión ( $c$ )	0
Altura ( $H$ )	2,1 m

### 3.1.3.5.5 Eficiencia de coronación de arco y en cabeza de inclusión.

$$E_{crow} = 1 - \left[ 1 - \left( \frac{a}{s} \right)^2 \right] (A - AB - C)$$

En donde:

$$A = \left( 1 - \frac{a}{s} \right)^{2(K_p - 1)}$$

$$B = \frac{s}{\sqrt{2H}} \left( \frac{2K_p - 2}{2K_p - 3} \right)$$

$$C = \frac{s - a}{\sqrt{2H}} \left( \frac{2K_p - 2}{2K_p - 3} \right)$$

En donde:

$E_{crow}$  = eficiencia en clave de cupula

$H$  = altura de la capa de reparto

$a$  = ancho de la cabeza de inclusion

$s$  = separacion entre ejes de inclusiones

$$K_p = \text{coeficiente de empuje pasivo} = \frac{1 + \sin(\varphi)}{1 - \sin(\varphi)}$$

Al aumentar la altura de la capa de reparto se producirá una transferencia de carga hacia la zona crítica de los pilotes (inclusiones); en donde la eficiencia de dicha formación de efecto de arco será:

$$E_{cap} = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

En donde:

$$\beta = \frac{2K_p}{(K_p + 1) \left(1 + \frac{a}{s}\right)} \left[ \left(1 - \frac{a}{s}\right)^{-K_p} - \left(1 + K_p \left(\frac{a}{s}\right)\right) \right]$$

### 3.1.3.5.6 Cálculo de tracción en el refuerzo del geosintético

Para el cálculo de la tensión sobre el geosintético se utilizará la eficiencia de arco mínima, esto debido a que la carga a soportar por el geosintético será máxima.

$$W_T = \frac{s(ff_s\gamma H + f_q w_s)}{s^2 - a^2} (1 - E_{min}) s^2$$

En donde:

$E_{min}$  = mínimo entre  $E_{crow}$  y  $E_{cap}$

La carga lineal vertical equivalente genera la tracción del geosintético por unidad de longitud, la cual se determina mediante la siguiente ecuación.

$$T_{rp} = \frac{W_T(s - a)}{2a} \sqrt{1 + \frac{1}{6\varepsilon}}$$

En donde:

$T_{rp}$  = fuerza de tracción por unidad de longitud

$W_T$  = Carga vertical distribuida sobre el geosintético

$\varepsilon$  = tensión en el geosintético

### 3.1.3.5.7 Tabla resumen

**Tabla 14. Resultados obtenidos por el método de Hewlett and Randolph Fuente: Autor**

HEWLETTE AND RANDOLPH METHOD			
Input parameters			
Pile cap size [if circular, use: $a = \sqrt{(1/4 * \pi * d^2)}$ ]	$a$	1,1	m
Height embankment	$H$	2,1	m
pile spacing between adjacent piles	$s$	3	m
Unit weight	$\gamma$	20	kN/m <sup>3</sup>
Surcharge load	$w_s$	78,45	kPa
Cohesion	$c$	0	kPa
Internal friction angle	$\phi'_p$	35	deg
Secant stiffness	$J$	4000	kN/m
Calculated of the arching efficiency			
Passive earth pressure coefficient	$K_p$	3,69	-
Coefficient A	$A$	0,09	-
Coefficient B	$B$	1,24	-
Coefficient C	$C$	0,79	-
Coefficient $\beta$	$\beta$	3,50	-
Efficiency at the top of the arch (crow)	$E_{crow}$	33,8	%
Efficiency at the pile cap	$E_{cap}$	77,8	%
Minimum value of Efficiency	$E_{min}$	0,34	-
Pressure acting under surface of the dome	$\sigma_i$	92,17	kN/m <sup>2</sup>
Calculated tension on the reinforcement			
Maximum distributed load at the GR strips	$W_T$	188,94	kN/m
Determination of the maximum tension in the reinforcement			
inputted max strain in the reinforcement	$\varepsilon_{max}$	0,02616	-
Tension in the reinforcement	$T_{rp,max}$	443,01	kN/m

$$\#Geomallas = \frac{T_{rp,max}}{T_{rp,geomalla}} = \frac{443,01}{113}$$

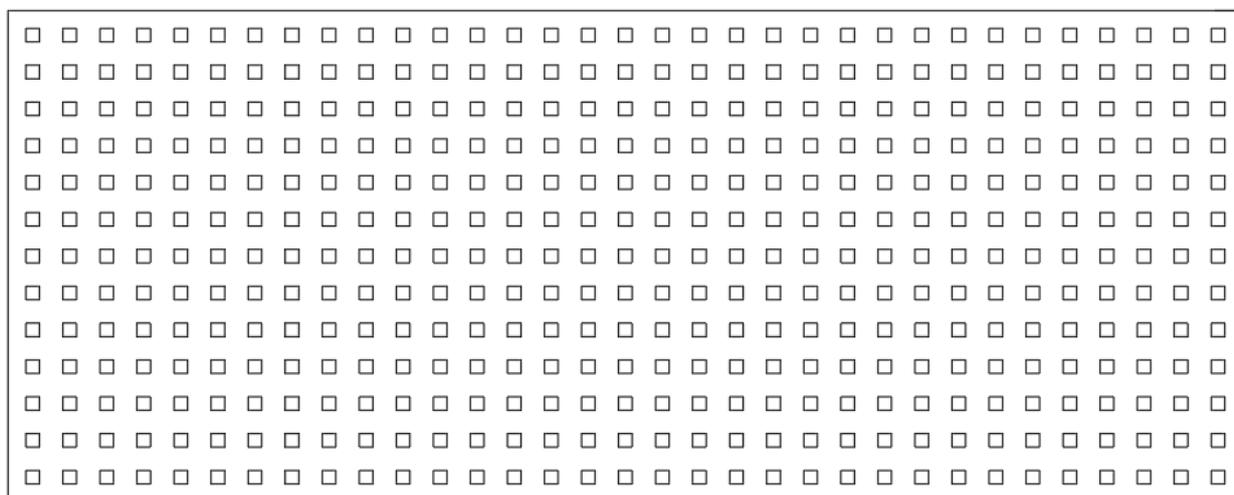
$$\#Geomallas = 3,92 \approx 4$$

En donde:

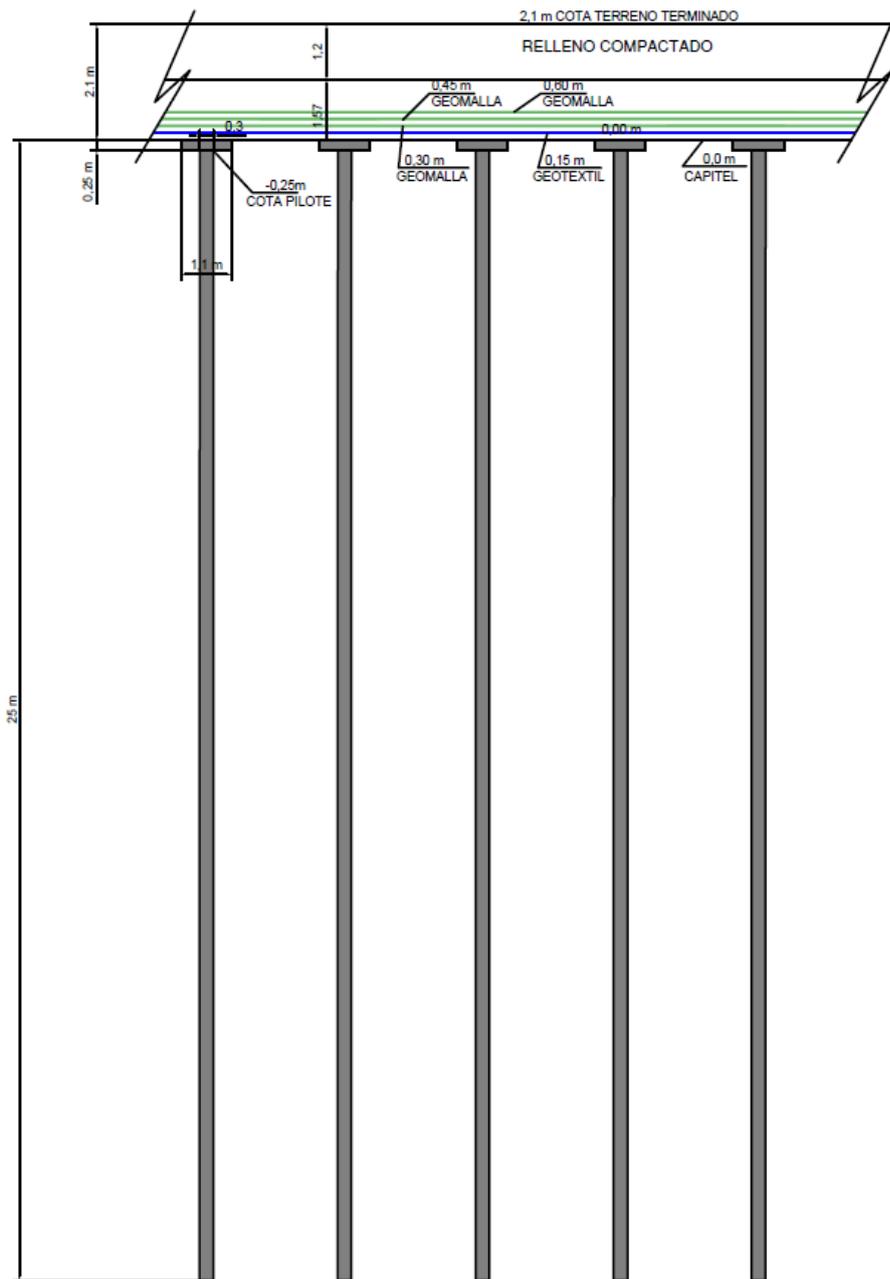
$T_{rp,geomalla}$  = tensión máxima en el geosintético

### 3.1.3.5.8 Esquema instalación de pilotes en sitio

En este caso al estar separados 3 m cada uno con una profundidad de 25 m se cuenta con un total de 429 pilotes distribuidos equitativamente a lo largo de los 4000m<sup>2</sup> de la zona de estudio.



**Figura 46. Instalación de Pilotes en zona de estudio Fuente: Autor**



**Figura 47. Vista de pilotes y geomallas instaladas en sitio**

**Fuente: Autor**

# CAPÍTULO 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Objetivos

#### 4.1.1 Objetivo General

Realizar la evaluación de impacto ambiental del sistema constructivo para la cimentación de un Galpón de grandes dimensiones sobre suelo muy blando.

#### 4.1.2 Objetivos Específicos

- Analizar cada uno de los métodos constructivos de las alternativas propuestas, detallando cada una de las actividades que se desarrollarán para identificar así los impactos ambientales que éstas producirían.
- Realizar un análisis de ciclo de vida de cada una de las alternativas.
- Determinar qué alternativa propuesta es la mejor desde el punto de vista ambiental.
- Identificar sitios de préstamo de suelo que cuenten con los debidos permisos ambientales para minimizar el impacto asociado al uso de estos materiales.

### 4.2 Alcance de la Evaluación

El alcance de esta evaluación de impacto ambiental abarca una revisión de los impactos ambientales generados por las actividades relacionadas a cada uno de los métodos de mejoramiento de suelo propuestos como alternativas de solución al cliente del proyecto. Estas actividades son el resultado de un conjunto de procesos constructivos in situ, debido a esto, el enfoque de esta evaluación es determinar la alternativa propuesta que genere el menor impacto ambiental posible y que esta información sea utilizada por el cliente en su selección final.

La evaluación de los impactos ambientales del proyecto del Galpón no es parte del alcance de este trabajo. Según la Norma ISO 14040: “el Análisis de Ciclo de Vida es una técnica para determinar los aspectos ambientales e impactos potenciales asociados a un producto: compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del sistema, evaluando los impactos ambientales potenciales asociados a esas entradas y salidas, e interpretando los resultados de las fases de inventario e impacto en relación con los

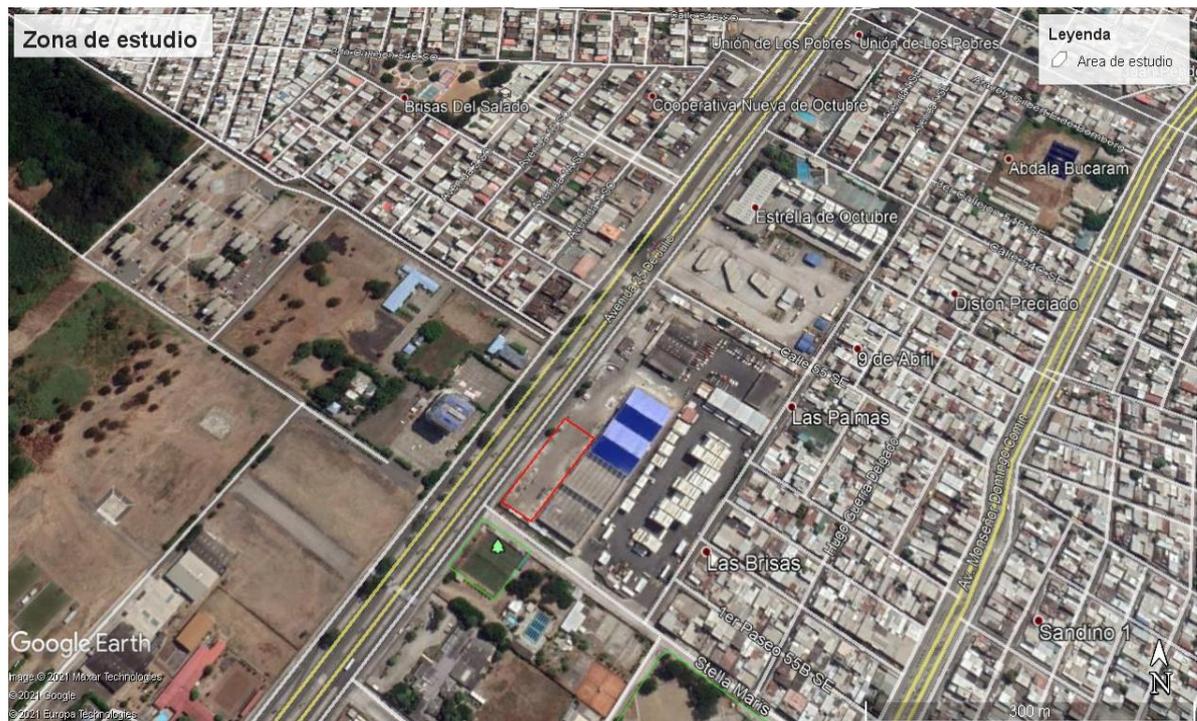
objetivos del estudio” (UPC, 2014). Por lo tanto, el enfoque de evaluación de impacto ambiental será la de un análisis de ciclo de vida (ACV) en el que se identificarán y evaluarán los impactos de cada una de las alternativas en sus distintas fases de su ciclo de vida. Sin embargo, la valoración de los impactos será cualitativa por lo que este ACV se considera de tipo simplificado.

El presente proyecto busca dar una solución ajustada a las necesidades de un cliente que desea realizar una construcción en el Sur de la ciudad de Guayaquil en una zona donde predomina la industria, sin embargo, en dicha locación los suelos que predominan son muy blandos y con un nivel freático superficial, razón por la cual nace la problemática de este proyecto. Para solucionar dicho inconveniente se espera mejorar las propiedades geotécnicas del suelo en la zona para lo cual se propondrán tres métodos de mejoramiento de suelo de los cuales se espera funcionen de manera correcta y afecten al medio ambiente lo menos posible o de ser posible no generen un impacto ambiental.

Las alternativas propuestas son las siguientes:

- Precarga
- Precarga más drenes
- Pilotes

La finalidad de estas alternativas es reducir los asentamientos sobre la estructura final; cada propuesta consta con un método constructivo distinto, sin embargo, comparten ciertas actividades, para lo cual se espera determinar el impacto que dichas actividades puedan ocasionar en el medio ambiente en la zona de estudio y evaluar cómo se podrían reducir dichos impactos; determinando así cuál de los métodos propuestos es el más amigable hablando en términos de medio ambiente. A continuación, se muestra la zona de estudio:



**Figura 48. Área de estudio: Avenida 25 de Julio al Sur de la ciudad de Guayaquil**

**Fuente: Google Earth**

### **4.3 Línea base ambiental**

#### **4.3.1 Clima**

Debido a su ubicación cerca de la línea ecuatorial, la ciudad de Guayaquil cuenta con un clima tropical cálido y húmedo siendo considerada una de las ciudades más cálidas del Ecuador, en donde a lo largo del año sus temperaturas son constantes y se puede diferenciar claramente una estación lluviosa y una seca. Su temperatura media anual es de 25,6° C. Durante los meses de invierno entre julio y octubre su temperatura mínima varía en promedio los 20° C y 23° C el mes de marzo y durante los meses de enero, marzo, abril las temperaturas máximas tienen un promedio de entre 31/32 ° C, y 29° C en el mes de julio.

La ejecución del método seleccionado de mejoramiento de suelo debería realizarse considerando la estación climática seca debido a que la zona cuenta con un nivel freático superficial, que afecta directamente a las actividades de mejoramiento de suelo. Se

pueden presentar problemas de inundación o de alta humedad del suelo en procesos de compactación, entre otras situaciones.

#### **4.3.2 Suelo**

El sur de la ciudad de Guayaquil debido a su cercanía con la sedimentación del río Guayas generó que el suelo en la zona de estudio sea muy blando, de igual manera sobre este terreno se encuentra el macrodominio geológico la llanura aluvial de los ríos Daule y Babahoyo lo que provoca que el suelo de ese lugar sea muy blando y cuente con un nivel freático muy elevado (GEOESTUDIOS S.A, 2015). A través del uso del mapa geológico de Guayaquil se puede comprobar que el área de estudio está clasificada como depósitos estuarinos formados por limos, arcillas, arenas y lumaquelas. Existen partes del sur donde sus rellenos fueron hechos totalmente por basura, volviendo un poco inestable al suelo, es por esto que las construcciones hechas en esta parte de la ciudad deben contar siempre con un estudio del suelo previo, verificando la capacidad de la misma; en dichos estudios se ha podido evidenciar que en la zona se cuenta con suelos blandos de una profundidad de hasta 20 metros.

#### **4.3.3 Medio Biótico**

Alrededor de la zona de ejecución del proyecto no se identificó zonas extensas de bosque, ni zonas protegidas.

Se realizó una descripción en aspectos de flora y fauna identificadas en la zona durante la visita de campo, además de las especies más representativas, debido a que existen especies de flora y fauna de baja importancia para la conservación biológica, que en su mayoría son especies colonizadoras, comunes en ambientes alterados.

En la visita efectuada con una duración de dos horas aproximadas, la vegetación de la zona del proyecto se caracteriza por una homogeneidad de especies herbácea, es decir, zonas con arbustos de baja altura. Además, el recorrido de campo indica que la zona es altamente influenciada por la actividad humana, existiendo escasa diversidad de flora ornamental, en jardines y patios de viviendas.

Con respecto a la fauna del sector, de las observaciones realizadas in situ y el recorrido a lo largo del área alrededor del proyecto, se detectaron lagartijas e insectos como moscas y mosquitos. Tampoco se detectaron especies de aves migratorias ni nichos

ecológicos ya que no se encontró evidencia de anidación, debido a ser un área altamente intervenida por viviendas y reducido número de árboles.

#### 4.4 Descripción de los métodos constructivos

En esta sección se identificarán cada una de las distintas actividades en los métodos constructivos presentes en cada una de las alternativas propuestas, y que son susceptibles de causar impactos ambientales.

##### 4.4.1 Precarga

Etapa de preparación de sitio. - En esta etapa se tiene como posibles actividades con un riesgo ambiental la limpieza y desbroce del terreno para la preparación de la etapa de construcción. En esta etapa se utiliza maquinaria pesada que recoge escombros o limpia la capa superficial de suelo orgánico. Entre los impactos potenciales se encuentra la generación de polvo.

Etapa de desalojo. – En esta etapa se debe tener en cuenta la salida del equipo pesado que se utilizó al momento de realizar el terraplén. Es importante mencionar que una vez que se cumpla el tiempo estimado para la disminución de los asentamientos del suelo (mejoramiento), la precarga se quitará y será reutilizada dentro de las posteriores actividades de construcción del galpón.

Esta alternativa en cuanto a la preparación de sitio y etapa de construcción es similar a la alternativa de precarga. Además, se destaca la etapa de instalación de los drenes la cual va desde situar la máquina del emplazamiento, confirmando que tanto la mecha como el vástago sean los adecuados con el tipo de suelo que se tiene; luego se introduce el vástago en conjunto con la mecha hasta la profundidad establecida en los cálculos; finalmente se extrae el vástago. A continuación, se muestra una imagen en donde se resume el proceso constructivo de precarga + drenes:

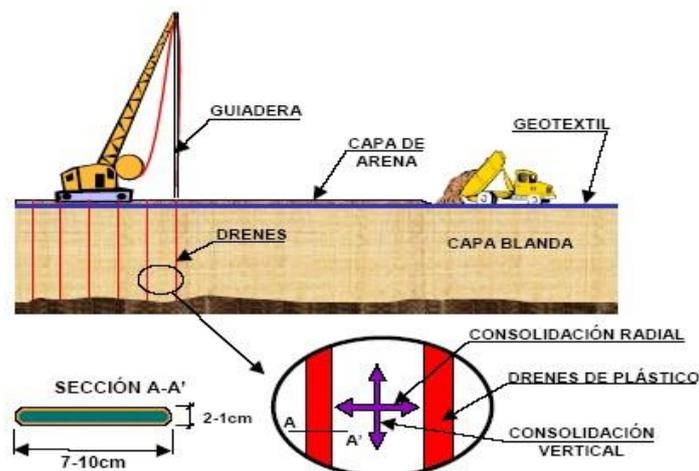


Figura 49. Ejecución de mechas Fuente: (OTEO & J, 2012)

Etapa de desalojo. – En esta etapa la principal actividad a destacar es el desalojo tanto de las maquinarias utilizadas para el terraplén, así como también la maquinaria utilizada para la instalación de los drenes verticales.

Debido a que este método brinda una alteración mínima del terreno, una limpieza del emplazamiento y un transporte y acopio poco significativo, al instalar los drenes no se producen lodos.

Al igual que sucede con la alternativa anterior, la precarga será reutilizada.

#### **4.4.2 Pilotes**

Etapa de preparación de sitio. – Esta etapa se desarrolla de manera similar a las dos alternativas anteriores, donde se requiere la limpieza y desbroce del terreno, que implica la maquinaria y equipo necesario para su ejecución.

Etapa de construcción. – En esta etapa como actividad principal se resalta la hincada de los pilotes en el sitio y lo que este conlleva tanto como la maquinaria necesaria para la hincada de los pilotes, así como también el lugar de donde se encargarán los pilotes prefabricados y el material con el que éstos serán construidos.

Etapa de desalojo. – En esta etapa la actividad que se puede resaltar es la salida del equipo de la hincada de los pilotes, así como la limpieza del sitio al finalizar las actividades. Uno de los asuntos ambientales más importantes tiene relación con la selección del material de relleno a ser utilizado tanto en la precarga como en la precarga + drenes. Este debe ser movilizad desde una cantera que se encuentre con permisos habilitados por la entidad reguladora, en este caso Ministerio del Ambiente en conjunto con el GAD Municipal. Dentro de la zona de estudio no se encuentran viviendas cerca por lo que no habría una contaminación expuesta a algún ser humano, pero sí se deben tener precauciones al momento de la precarga ya que esto generará el desprendimiento de polvo y desechos que puedan afectar al medio ambiente.

Se elaboró una matriz de evaluación de impacto ambiental con las actividades mencionadas en el ítem anterior para cada alternativa propuesta.

**Tabla 15. Impactos ambientales generados por las alternativas propuestas Fuente: Autor**

<b>Precarga</b>			
<b>Fases del proyecto</b>	<b>Actividades</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto</b>
<b>Preparación</b>	Desbroce y limpieza del terreno	Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Erosión del suelo y pérdida de cobertura vegetal
<b>Construcción</b>	Elaboración de terraplén	Calidad del suelo	Cambios en las características del suelo: disminución de vacíos, aumento de densidad del suelo debajo del terraplén
	Movilización de material	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el lugar de construcción del terraplén
<b>Abandono del sitio</b>	Desalojo de equipo pesado	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el proceso de retiro de maquinaria pesada del sitio de obra
<b>Precarga + drenes (Se detallan las actividades, aspectos ambientales e impactos adicionales [En rojo] que se producen con esta alternativa, que es muy similar a la anterior de Precarga)</b>			
<b>Fases del proyecto</b>	<b>Actividades</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto</b>
<b>Preparación</b>	Desbroce y limpieza del terreno	Igual que en precarga	Igual que en precarga
<b>Construcción</b>	<b>Instalación de drenes</b>	<b>Calidad del suelo</b>	<b>Perforación del suelo para instalación de drenes, aumento en la densidad del suelo</b>
	Elaboración de terraplén	Igual que en precarga	Igual que en precarga
	Movilización de material	Igual que en precarga	Igual que en precarga

<b>Abandono del sitio</b>	Desalojo de equipo pesado	Igual que en precarga	Igual que en precarga
<b>Pilotes</b>			
<b>Fases del proyecto</b>	<b>Actividades</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto</b>
<b>Preparación</b>	Desbroce y limpieza del terreno	Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Erosión del suelo y pérdida de cobertura vegetal
<b>Construcción</b>	Hincado de pilotes	Calidad del suelo	Alteración de la calidad del suelo debido a la penetración de pilotes
	Movilización de material	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el lugar de construcción del terraplén
<b>Abandono del sitio</b>	Desalojo de equipo pesado	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el proceso de retiro de maquinaria pesada del sitio de obra

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

Con el propósito de identificar los impactos ambientales en el desarrollo del proyecto civil descrito, se utilizó una matriz de valoración de impactos ambientales, utilizando la metodología perteneciente a Vicente Conesa-Fernández (1997), cabe destacar que esta metodología permite evaluar la naturaleza del impacto, es decir, impactos positivos y negativos de las actividades implícitas en el proyecto civil. Sin embargo, en este análisis solo se consideran impactos negativos, es por ello que no se aplica un signo a cada valoración. A continuación, se detalla la ecuación usada en la matriz:

$$Imp = Mg * T$$

$$Mg = E + I + Du + D + R + Ia$$

$$T = S * P$$

En donde:

Imp: Importancia del impacto

E: Extensión o área de influencia del impacto

I: Intensidad o grado probable de destrucción

Du: Duración o tiempo entre la acción y la aparición del impacto  
 D: Desarrollo o permanencia del efecto provocado por el impacto  
 R: Recuperación o reversibilidad  
 Ia: Interacción  
 S: Severidad  
 P: Probabilidad de ocurrencia

La evaluación de la matriz se realiza por cada actividad de la fase del proyecto que involucre un posible impacto negativo, se le asigna un valor según la escala de cada una de las variables de la matriz, como se detalla en la siguiente tabla

**Tabla 16 Indicadores Para evaluar grado de riesgo Fuente: Autor**

Severidad	Positivo (1)	Medio (2)	Negativo (3)
Probabilidad de ocurrencia	Muy poco probable (1)	Poco probable (2)	Cierto (3)
Extensión	Puntual (0)	Parcial (1)	Alta (2)
Intensidad	Baja (0)	Moderada (1)	Alta (2)
Duración	Corto plazo (0)	Medio plazo (1)	Permanente (2)
Desarrollo	Largo plazo (0)	Medio plazo (1)	Inmediato (2)
Recuperación	Reversible (0)	Mitigable (1)	Irreversible (2)
Interacción	Simple (0)	Acumulativo (1)	Sinérgico (2)

Como se aprecia en la tabla anterior, el grado de riesgo aumenta de izquierda a derecha, es decir, actividades que causan un mayor impacto tiene una alta extensión de alcance, una alta intensidad cuando ocurren, y un nivel de recuperación irreversible, por ejemplo. También se destaca que las dos primeras filas multiplican sus valores y las restantes se suman, por lo que el nivel de riesgo depende mucho más de las dos primeras variables. La metodología de Conesa-Fernández también introduce una clasificación del grado de riesgo, asignándole puntajes según la magnitud del riesgo, e indica las acciones de mitigación necesarias para cada tipo de riesgo.

**Tabla 17. Puntaje según el grado de riesgo de las actividades Fuente: Vicente Conesa-Fernández (1997)**

<b>Grado de riesgo</b>	<b>Puntaje IMP</b>	<b>Acciones para tomar según el grado de riesgo</b>
No significativo	≤6	No requiere acción.
Bajo	7 a 12	El grado de riesgo es tolerable. Y No requiere controles adicionales. Si requiere monitoreo operativo, para asegurar que se mantengan los controles existentes.
Medio	13 a 24	Requiere planificar medidas para reducir el grado de riesgo o mantenerlo bajo control (ej. Definir Procedimientos, planes de acción).
Alto	25 a 75	Tomar medidas para reducir el grado de riesgo en forma inmediata
Intolerable	≥76	El trabajo NO DEBE empezar ni continuar hasta que el riesgo se haya reducido, con la implementación de una medida de mitigación.

Se procedió a calificar cada actividad descrita en la sección 1.6.

				Identificación de Impactos ambientales para este estudio																				Valoración							
				Severidad (S)	Probabilidad de Ocurrencia (P)		(T)	Extensión (E)			Intensidad (I)		Duración (Du)		Desarrollo (D)		Recuperación (R)		Interacción (Ia)		(Mg)	(Imp)									
				Precarga																											
Fases del proyecto	Actividades	Aspecto Ambiental	Impacto	Positivo	Medio	Negativo	Muy poco probable	Poco probable	Cierto	T=S*P	Puntual	Parcial	Alta	Baja	Moderada	Alta	Corto plazo	Medio plazo	Permanente	Largo plazo	Medio plazo	Inmediato	Reversible	Mitigable	Irreversible	Simple	Acumulativo	Sinérgico	E+I+Du+D+R+Ia	Imp=Mg*T	
Preparación	Desbroce y limpieza del terreno	Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Erosión del suelo y pérdida de cobertura vegetal		2			2		4		1			1		0					2			2	0				6	24
Construcción	Elaboración de terraplén	Calidad del suelo	Cambios en las características del suelo	1					3	3	0				1		0					1	0				1		3	9	
	Movilización de material	Calidad del aire	Emisión de material particulado			3	1			3		1			1		0					2			2	0			6	18	
Abandono del sitio	Desalojo de equipo pesado	Calidad del aire	Emisión de material particulado			3	1			3		1			1		0					2			2	0			6	18	





A continuación, se presenta la siguiente tabla resumen con la valoración y el riesgo asociado a las distintas fases de cada una de las alternativas propuestas.

**Tabla 18. Resumen de resultados Fuente: autor**

	<b>Fases del proyecto</b>	<b>Actividades</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>Valoración</b>	<b>Riesgo</b>
<b>Precarga</b>	Preparación	Desbroce y limpieza del terreno	Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Erosión del suelo y pérdida de cobertura vegetal	24	Medio
	Construcción	Elaboración de terraplén	Calidad del suelo	Cambios en las características del suelo: disminución de vacíos, aumento de densidad del suelo debajo del terraplén	27	Alto
		Movilización de material	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el lugar de construcción del terraplén		
	Abandono del sitio	Desalojo de equipo pesado	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el proceso de retiro de maquinaria pesada del sitio de obra	18	Medio
<hr/>						
	<b>Fases del proyecto</b>	<b>Actividades</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto</b>	<b>Valoración</b>	<b>Riesgo</b>
<b>Precarga + drenes</b>	Preparación	Desbroce y limpieza del terreno	Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Erosión del suelo y pérdida de cobertura vegetal	24	Medio

	Construcción	Instalación de drenes	Calidad del suelo	Perforación del suelo para instalación de drenes, aumento en la densidad del suelo	39	Alto
		Elaboración de terraplén	Calidad del suelo	Cambios en las características del suelo: disminución de vacíos, aumento de densidad del suelo debajo del terraplén		
		Movilización de material	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el lugar de construcción del terraplén		
	Abandono del sitio	Desalojo de equipo pesado	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el proceso de retiro de maquinaria pesada del sitio de obra	18	Medio

	Fases del proyecto	Actividades	Aspecto Ambiental	Impacto	Valoración	Riesgo
<b>Pilotes</b>	Preparación	Desbroce y limpieza del terreno	Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Erosión del suelo y pérdida de cobertura vegetal	24	Medio
	Construcción	Hincado de pilotes	Calidad del suelo	Alteración de la calidad del suelo debido a la penetración de pilotes	53	Alto
		Movilización de material	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el lugar de construcción del terraplén		
	Abandono del sitio	Desalojo de equipo pesado	Calidad del aire	Emisión de material particulado en el proceso de retiro de maquinaria pesada del sitio de obra	18	Medio

#### 4.6 Medidas de prevención/mitigación

En este caso cabe destacar que como se puede observar en la Tabla.3 las actividades poseen un riesgo medio y alto para lo cual según las recomendaciones se requiere planificar medidas para reducir su grado de riesgo.

En función del riesgo del impacto ambiental por cada actividad, se procedió a elaborar las medidas de mitigación, las cuales se detallan a continuación:

**Tabla 19. Medidas de mitigación y minimización de impactos Fuente: Autor**

<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Actividades</b>	<b>Impacto</b>	<b>Medidas de mitigación y minimización de impactos</b>
Remoción de cobertura vegetal y eliminación de maleza	Desbroce y limpieza del terreno	Erosión del suelo y pérdida de cobertura vegetal	Retirar escombros, y realizar desalojo de desechos periódicos
Calidad del suelo	Elaboración de terraplén (de donde se saca el material)	Cambios en las características del suelo	-El material a usar en la precarga será de una cantera cercana al Cerro Blanco esto gracias a su cercanía con la zona además de que dichas canteras cuentan con los debidos permisos ambientales. - Uso del material de relleno del terraplén en etapas posteriores.
Calidad del aire	Movilización de material	Emisión de material particulado	Verificar el uso de mascarillas al momento tanto de recolección del material como de descarga.
Calidad del aire	Desalojo de equipo pesado	Emisión de material particulado	-Cubrir con una lona la volqueta de desalojo del material. -Verificar que los trabajos no se terminen en horas pico para así evitar la acumulación tráfico en el sector.

Calidad del suelo	Instalación de drenes	Cambios en las características del suelo	Control del proceso de instalación de drenes con maquinaria pesada, estableciendo que se cumpla con la normativa.
Calidad del suelo	Hincado de pilotes	Alteración de la calidad del suelo debido a la penetración de pilotes	-Utilización de materiales amigables con el medio ambiente como por ejemplo el uso de cementos especiales de HOLCIM los cuales se ha comprobado cuentan con las debidas comprobaciones ambientales. -Control en el proceso de hincado de pilotes.

#### 4.7 Conclusiones

- El mejoramiento del suelo tiene un efecto positivo en la calidad de este, por tal razón cualquiera de las tres alternativas propuestas beneficiará a largo plazo sus características.
- Se analizó cada uno de los métodos constructivos presentes en cada una de las alternativas propuestas y se logró identificar cada uno de los impactos que estos generarían sobre el terreno.
- Se logró realizar un análisis de ciclo de vida cualitativo de cada una de las alternativas propuestas para el desarrollo del proyecto.
- Las tres alternativas se califican como “amigables” con el medio ambiente, esto debido a que se puede reducir considerablemente su impacto con las debidas medidas expuestas anteriormente; sin embargo, de acuerdo a los resultados de la valoración de impactos ambientales, la alternativa que menos impacto causa y que puede ser mitigada con mayor facilidad es la **precarga**.
- Se comprobó que las canteras que se desarrollan en el sector del Cerro Blanco son las más apropiadas para la construcción del terraplén esto debido a su cercanía con la zona, así como también que las que se encuentran en funcionamiento cuentan con los debidos permisos ambientales.

# CAPÍTULO 5

## 5. PRESUPUESTO

Dentro de los presupuestos generales los valores unitarios se han tomado de los valores estipulados por distintas entidades del estado, por ende, son costos mínimos o aproximados del mercado actual, otros datos fueron dados por la entidad contratante, GEOCIMIENTO S.A ya que poseen una base de datos de algunos rubros.

Se podrá observar dentro de los 3 presupuestos el rubro “MEDIDA DE CONTROL AMBIENTAL” en donde se ha detallado el alquiler de una batería sanitaria y el control para polvo ya que es nuestra manera de cuidar al personal y proteger de una manera al medio ambiente. Adicional se dispuso la elección de una cantera ubicada a 15 km aproximados de la obra la cual es en vía a la costa, la distancia entre punto y punto es estimada según GPS.

Cada presupuesto consta de costos indirectos generales los cuales están dados por:

- Gastos Generales (6%)

En este caso se contempla solamente los gastos administrativos de personal de obra y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ Gastos generales de op. Oficina central} = \frac{\text{Gasto anual de la oficina en obra}}{\text{Costo directo total de la obra}} \times 100$$

Dentro de gastos anual de oficina en obra tenemos al residente de obra el cual tiene una remuneración anual de \$19.000 aproximadamente.

- Utilidad (4%)

Dentro de la utilidad se debe contemplar la utilidad neta, el impuesto sobre la utilidad y margen por variaciones e imprevistos y esta debe ser calculado sobre la suma de los costos directos de la obra.

En este caso nuestra justificación de una utilidad baja se da debido al riesgo económico bajo y alta competencia ya que existen muchas empresas ofertando estos servicios.

- Otros Gastos Indirectos (10%)

Para este caso contemplamos solamente gastos administrativos y generales de oficina y el porcentaje se lo obtiene mediante la siguiente expresión:

$$\% \text{ Gastos generales de op. Oficina central} = \frac{\text{Gasto anual de la oficina central}}{\text{Volumen anual de contratación}} \times 100$$

El gasto anual de oficina se relaciona con los sueldos de cada trabajador, por ejemplo, en nuestro proyecto el gerente general tiene una remuneración anual de \$48.000 y así cada caso diferente.

## 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo

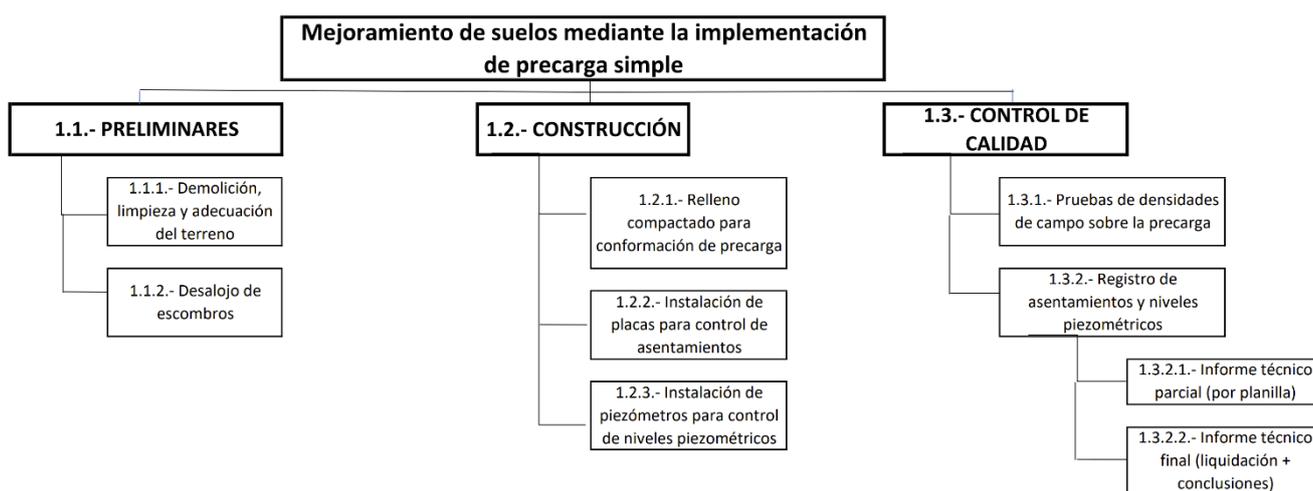


Figura 50. ETD Precarga Simple Fuente: Autor

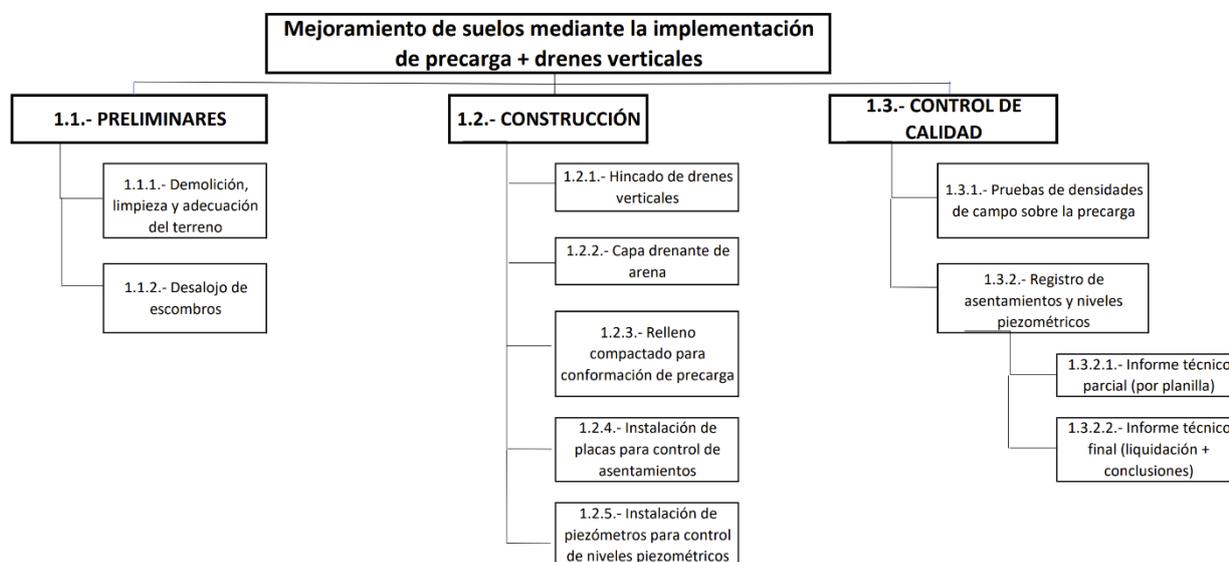
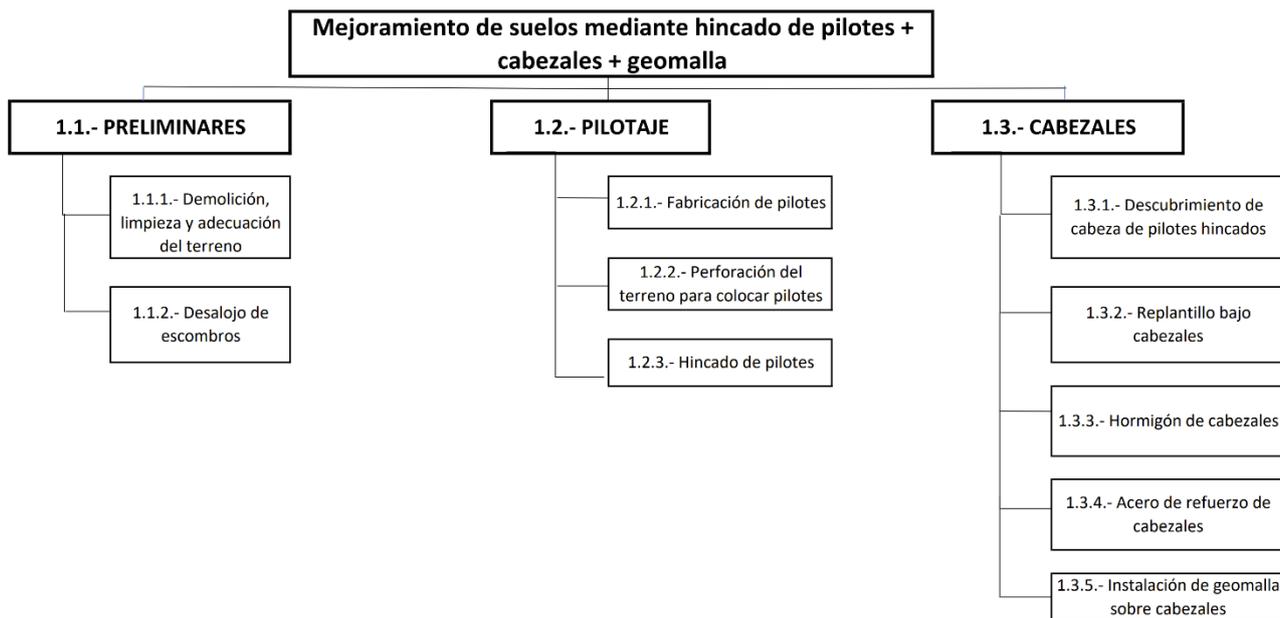


Figura 51. ETD Precarga + Drenes Fuente: Autor



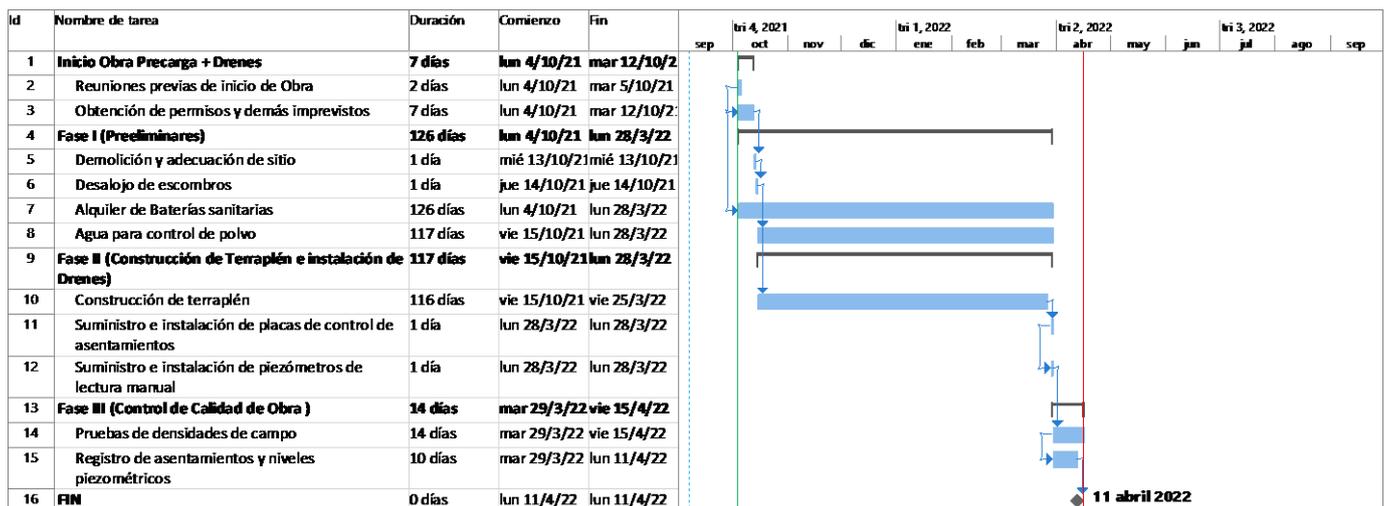
**Figura 52. ETD Pilotes Fuente: Autor**

## 5.2 Presupuesto Precarga

Para la construcción de la precarga se ha tomado el área de 4000 m<sup>2</sup> y se ha restado el 10% para obtener el área útil obteniendo así 3600 m<sup>2</sup> con los cuales se multiplicó por la altura de relleno 4.8 m mostrada en el plano de la parte de anexos. Dentro de estos rubros se ha agregado la instalación de placas de control de asentamientos además de la instalación de piezómetros de lectura manual con los que se podrá obtener un control de calidad en obra y por ende registro de los asentamientos.

El presupuesto total para este método es de \$ **324,138.45** y el desglose de los mismos se encuentra en Anexos.

### 5.2.1 Cronograma Valorado



**Figura 53. Cronograma Valorado Precarga Fuente: Autor**

### 5.3 Presupuesto Precarga y Drenes

Para la construcción de la precarga se debe aplicar lo mismo que el punto 5.1, es decir se toman los 3600 m<sup>2</sup> de área útil y se los multiplica por la altura de relleno 4.8 m. Para el hincado de drenes verticales se usarán de 20 m cada uno y según el plano 13x33 obtendremos 429 drenes, adicional se debe cotizar la capa drenante de arena bajo la precarga que será hasta donde finalicen los drenes y tendrá un espesor asumido de 30 cm.

El presupuesto total para este método es de **\$ 415,618.38** y el desglose se encuentra en Anexos.

#### 5.3.1 Cronograma Valorado

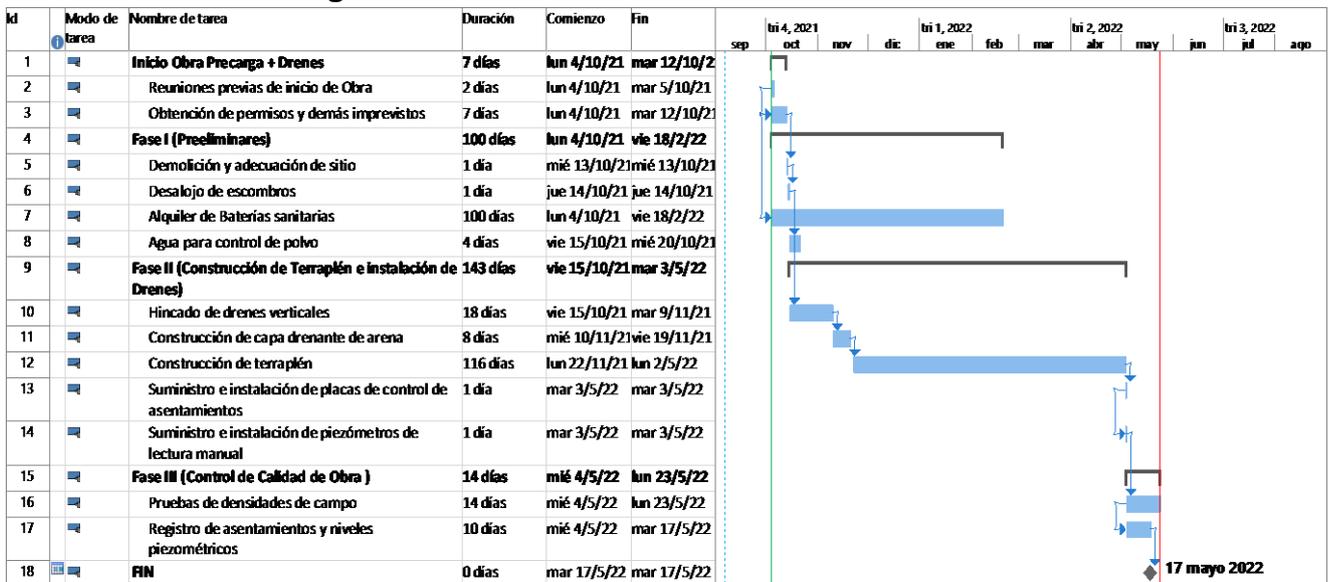


Figura 54. Cronograma Valorado Precarga + Drenes Fuente: Autor

## 5.4 Presupuesto Pilotes

Para este caso tendremos dos partes importantes a cotizar, la de el pilotaje y los cabezales, todo dependerá de la altura de los pilotes y la cantidad de los mismos. Para el caso de pilotaje tendremos pilotes prefabricados de hormigón armado y la perforación del terreno para el posterior hincado. Para los cabezales se tendrá un replantillo de hormigón de  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  y un acero de refuerzo de cabezales  $Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , es importante mencionar que se deberá colocar una geomalla de menor tracción 0.6

El presupuesto total para este método es de **\$1 635, 211. 33** y el desglose se encuentra en Anexos.

### 5.4.1 Cronograma Valorado

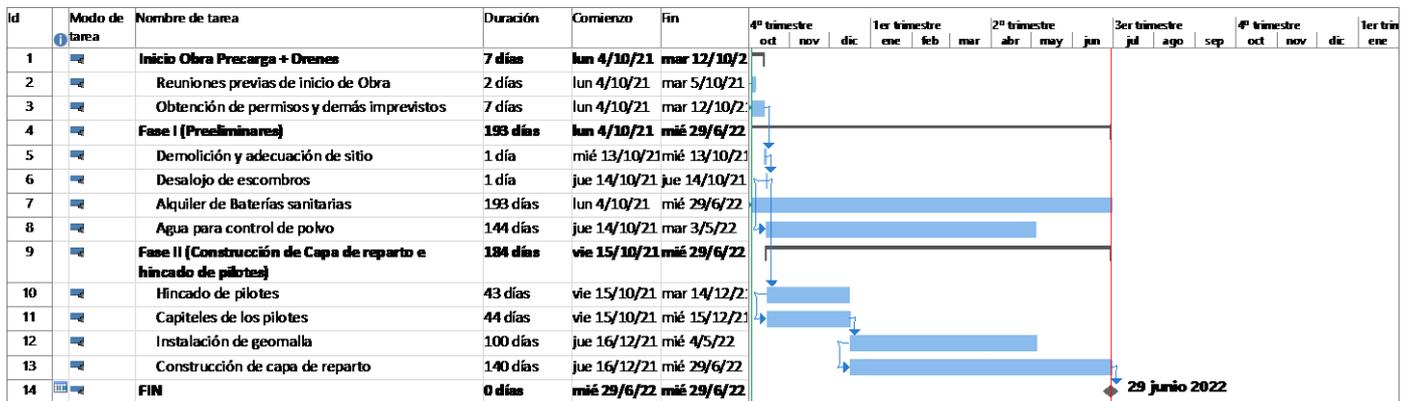


Figura 55. Cronograma valorado Pilotes Fuente: Autor

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 6.1 Conclusiones

Se identificó que el perfil de suelo presente en la zona de estudio del proyecto se encuentra conformado principalmente por un relleno superficial consecuente de estratos arcillosos de alta compresibilidad hasta los 18.5 m de profundidad los cuales son la principal razón de por qué se generan grandes asentamientos en esta zona.

De igual manera se logró identificar la existencia de un estrato arenoso (SM) a partir de los 18.5 m hasta los 30.5 m de consistencia compacta de promedio (N60: 55 golpes).

Se estimó que la carga total del Galpón (8 Ton/m<sup>2</sup>) produce asentamientos de hasta 85 cm los cuales según la NEC-15 no son admisibles para este tipo de estructura razón por la cual se procedió con el diseño de las técnicas de mejoramiento de suelo presentadas anteriormente.

Se determinó que la mejor opción de altura de terraplén tanto para precarga como precarga + drenes es de 4.8 m la cual garantiza en un tiempo adecuado que se produzcan el 100% de los asentamientos estimados por la estructura.

El presupuesto total para la solución de precarga es de **\$324,138.45** y se tardaría un tiempo aproximado de 15 (9 espera - 6 construcción) meses en completar todo el proceso constructivo.

El presupuesto total para la solución de precarga + drenes este es de **\$415,618.38** y se tardaría un tiempo aproximado de 8 (1 espera – 7 construcción) meses en completar todo el proceso constructivo.

El presupuesto total para la solución de pilotes este es de **\$1 635,211.33** y se tardaría un tiempo aproximado de 8 meses en completar todo el proceso constructivo

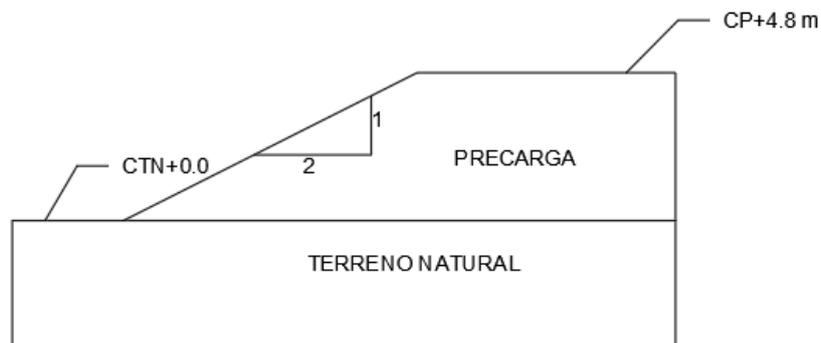
Se determina que la mejor opción para el cliente en relación tiempo-costos-funcionamiento es la opción de precarga + drenes la cual en un tiempo corto en comparación a las demás cumple con todos los requisitos necesarios para mejorar las características del suelo presente en la zona.

## 6.2 Recomendaciones

Para la construcción del terraplén para precarga se recomienda que el material cuente con las siguientes características:

- Tamaño medio de partículas: 3 cm
- Tamaño máximo de agregado: 10 cm
- Pasante del Tamiz #200 menor al 10%
- Peso Volumétrico 20 KN/m<sup>3</sup>.
- Finos con índice plástico menor al 12%
- Finos con límite líquido menor al 15%
- Densidad de compactación mayor al 80% de la máxima del ensayo Próctor
- Modificado
- Humedad igual a la óptima del mismo ensayo Próctor modificado +/- 2%
- Capas de compactación máximo de 25 cm de material suelto

En la zona cercana a los límites del terreno se recomienda construir los taludes 2:1 para el terraplén propuesto, tal y como se muestra a continuación:



**Figura 56. Esquema de diseño de taludes para terraplén en los linderos del terreno**

**Fuente: Autor**

De igual manera se recomienda llevar a cabo un control de asentamientos mediante equipos topográficos durante el primer año de operación del Galpón que se construirá, para verificar los asentamientos estimados y analizar diferentes posibilidades de alturas de productos.

Se debe tener en cuenta que al momento de construir el terraplén debe ser regado mediante el tractor y que dicha maquinaria infiere en un grado de compactación de aproximadamente el 80%.

Se tiene que tener muy en cuenta que al momento de conseguir los asentamientos calculados se debe proceder con el retiro de la precarga solamente hasta la cota del terreno establecida, dicho costo se tiene que tener muy en cuenta al momento de calcular los costos referenciales.

Se recomienda que el material retirado de la precarga sea utilizado en otros proyectos con la problemática similar a la establecida en este proyecto, contribuyendo así en con el medio ambiente, así como también en una reducción de costos considerable.

Al momento de considerar las opciones se tomó en cuenta que la empresa pierde un estimado de 72 000 dólares mensuales por el no uso de sus bodegas (Galpón Industrial) razón por la cual la opción de drenes fue la que mejor se adaptaba a las condiciones del cliente. Actualmente en la ciudad de guayaquil, se tienen ingresos mensuales aproximados de entre 50K y 80K por utilidad de bodega por lo cual soluciones como la encontrada en este proyecto contribuirían a un gran avance en mejoramientos de suelos en corto tiempo, aportando directamente con la economía de este sector productivo. Por lo cual se recomienda seguir la metodología utilizada en este proyecto para futuros casos similares en lugares en donde se cuente con características similares de suelo.

Aplicada la solución de precarga + drenes se recomienda la construcción de una cimentación superficial para el Galpón industrial, la cual cuente con un ancho de zapata (B) de 3.9 m y un desplante (Df) de 0.75 m, esto debido a que los asentamientos generados por la estructura luego de la solución serán mínimos.

De igual manera se recomienda una reconfiguración y compactación del material sobre el cual se construirán los cimientos, seguido de la colocación de un replantillo de aproximadamente 15 cm antes de la construcción de la cimentación. Este material deberá cumplir como material de mejoramiento según lo especificado en las normas pertinentes.

# BIBLIOGRAFÍA

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Espinoza Rodriguez, C. E., & Torres Delgado, C. M. (2019). *urp.edu.pe*. Obtenido de [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2928/CIV\\_T030\\_46118416-T%20%20%20TORRES%20DELGADO%20CHRISTIAN%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2928/CIV_T030_46118416-T%20%20%20TORRES%20DELGADO%20CHRISTIAN%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- ASTM C136. (s.f.). *Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates*. ASTM Compass. Obtenido de <https://www.astm.org/Standards/C136>
- ASTM C566-97. (2004). *Historical Standard: Estándar Método de ensayo para medir el contenido total de humedad en agregados mediante secado*. ASTM Compass.
- ASTM D-2435. (s.f.). *Métodos de Prueba Estándar para Propiedades de Consolidación Unidimensional de Suelos Usando Incrementos de Carga 1*. ASTM Compass.
- ASTM D4318. (s.f.). *Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils*. ASTM Compass.
- Ayala, L. (s.f.). *explorock.com*. Obtenido de <https://www.explorock.com/clasificacion-de-los-depositos-sedimentarios/>
- Benítez, S. (1975). *Morfología y sedimentos superficiales del Golfo de Guayaquil*.
- Benítez, S., Álvarez, V., Vera, X., & Mera, W. (2005). *Investigación y estudio del comportamiento dinámico del subsuelo y microzonificación sísmica de la ciudad de Guayaquil, ESTUDIO GEOLÓGIC*. Guayaquil.
- Braja, D. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones*. México D.F: 7a.
- British Standard Institution. (2010). *BS 8006-1: 2010: Code of Practice for Strengthened/Reinforced Soils and Other Fills*.
- Cabrera Rivera, T. B. (2007). *uchile.cl*. Obtenido de [http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/cabrera\\_tr/html/index-frames.html](http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2007/cabrera_tr/html/index-frames.html)
- Camacho, A. (2020). *INFORME FINAL - EDIFICIO DE SANTOS DE BRASIL*.
- Department of the US Army, Corps of Engineering. (1988). *Engineering and Design-Geotechnical Investigations: Penetration Resistance Test and Sampling with a Split-Barrel Sampler*.
- Duque Escobar, G., & Escobar Potes, C. (2002). *Mecánica de los Suelos I*.

eltelegrafo. (28 de Mayo de 2018). *eltelegrafo*. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/economia/4/industrias-desarrollo-guayas-ecuador>

eluniverso. (10 de Agosto de 2018). *eluniverso*. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/guayaquil/2020/08/08/nota/7935072/poblacion-guayaquil-crecimiento-comercio-independencia/>

Espinoza Rodriguez, C. E., & Torres Delgado, C. M. (2019). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA EL MEJORAMIENTO DE SUELOS FINOS CON FINES DE CIMENTACIÓN, POR MEDIO DE*. Obtenido de [urp.edu.pe](http://urp.edu.pe): [https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2928/CIV\\_T030\\_46118416-T%20%20%20TORRES%20DELGADO%20CHRISTIAN%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2928/CIV_T030_46118416-T%20%20%20TORRES%20DELGADO%20CHRISTIAN%20MARTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

GEOESTUDIOS S.A. (2015). *MANUAL PRÁCTICO PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOTÉCNICA Y SÍSMICA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*.

GEOSEC. (sf). *geosec.es*. Obtenido de <https://www.geosec.es/mejora-de-terreno/asentamiento-del-terreno/>

Gómez, R. (2012). *Inclusiones Rígidas – Análisis comparativo de los Métodos Analíticos*. Obtenido de <https://www.researchgate.net/publication/273123713>

Guayaquil, A. P. (s.f.). *Autoridad Portuaria de Guayaquil*. Obtenido de Historia del Puerto: <http://www.puertodeguayaquil.gob.ec/historia-del-puerto/>

INEC. (2017). *ecuadorencifras.gob.ec*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/guayaquil-en-cifras/>

Instituto Geofísico. (30 de Enero de 2012). *igepn.edu.ec*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/servicios/noticias/575-terremoto-de-esmeraldas-de-1906-uno-de-los-sismos-m%C3%A1s-grandes-la-historia>

Instituto Geofísico. (sf.). *igepn.edu.ec*. Obtenido de <https://www.igepn.edu.ec/component/fsf/?view=faq&catid=2>

Laboratoire Central des Ponts et Chaussées. (1985). *Amélioration des sols de fondation*. Paris.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2011). *Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC)*.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). *Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC)*.

- Mite, M. (1989). *Mapa geomorfológico de Guayaquil a escala 1:20.000*.
- OAS. (1993). *Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado*.
- Okazaki Kenji, V. C. (2002). *RADIUS, Risk Assessment Tools for Diagnosis of Urban Areas against Seismic Disasters*.
- OTEO, C., & J, O. (2012). Innovaciones recientes en el campo de la mejora y refuerzo del terreno. *Revista de Obras Públicas*, 19-32.
- OTEO, C., & OTEO J. (2012). Innovaciones recientes en el campo de la mejora y refuerzo del terreno. *Revista de Obras Públicas*, 19-32.
- Paladines Ojeda, C. I. (2016). *Plan de rehabilitación urbana en asentamientos aledaños Estero Salado, el caso del estudio del Estero Puerto Lisa sector centro-este*. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11034>
- Pinargote, P. G. (2016). *Mejoramiento masivo del suelo mediante precarga*. Samborondón: UEES.
- Piqueras, V. Y. (2021). *upv.es*. Obtenido de <https://victoryepes.blogs.upv.es/tag/suelos-blandos/>
- Ramos, E. L. (2004). *Geología General y de México*. México: Trillas.
- Rúa, C. (2006). *Los Puertos en el transporte marítimo*. Obtenido de Universitat Politecnica de Catalunya: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/289/8.%20Rua.pdf>
- S.A, G. (2015). *MANUAL PRÁCTICO PARA LA CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOTÉCNICA Y SÍSMICA DE LA CIUDAD DE GUAYAQUIL*.
- s.f. (s.f.). *Los Riesgos Geológicos*. Obtenido de construmatica: [https://www.construmatica.com/construpedia/Los\\_Riesgos\\_Geol%C3%B3gicos](https://www.construmatica.com/construpedia/Los_Riesgos_Geol%C3%B3gicos)
- Simón, B. (2012). ASIRI NATIONAL PROJECT. En *Recommendations for the desing, construction and control of rigid inclusion ground improvements* (pág. 20).
- Sobrier, J. S. (2016). *Disciplina Técnica: Geología aplicada y Geotecnia*.
- Spencer, E. (1967). A method of analysis of the stability of embankments assuming parallel inter-slice. *Géotechnique*.
- terratest. (s.f.). *terratest*. Obtenido de <https://www.terratest.cl/tecnologia-mechas-drenantes.html>
- Universo, E. (2021). Baches se multiplican en Guayaquil y motivan la utilización del lote de reserva de asfalto.

UPC. (2014). *Análisis De Ciclo de Vida*. Obtenido de [https://portal.camins.upc.edu/materials\\_guia/250504/2013/Analisis%20del%20Ciclo%20de%20Vida.pdf](https://portal.camins.upc.edu/materials_guia/250504/2013/Analisis%20del%20Ciclo%20de%20Vida.pdf)

# PLANOS Y ANEXOS

## 8. ANEXOS ENSAYOS

### 8.1 Columnas estratigráficas del sondeo

#### 8.1.1 Sondeo 1

PROF (m)		CAMBIO DE ESTRATO	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	ESTRATIG	#	PROFUNDIDAD	SUCS	ω	%	# 4	# 10	# 40	# 200	LL	LP	IP	γ	QU	QU <sub>rem</sub>	ε	QU <sub>rem</sub>	Su. Tor	SPT	
																	T/m <sup>3</sup>	T/m <sup>3</sup>	T/m <sup>3</sup>	%	T/m <sup>2</sup>	T/m <sup>2</sup>	N	N <sub>60</sub>
1			RELLENO: ARENA arcillosa, de compacidad densa a muy densa, de color café claro.		1	0,50 a 1,00	SC	7	69	57	43	33	30	19	11	-	-	-	-	-	-	-	50-50-50 (100)	75
2	2,20				2	1,50 a 2,00	SC	8	77	63	53	48	30	18	12	-	-	-	-	-	-	-	28-27-27 (54)	41
3			ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda, color gris amarillento.		3	2,50 a 3,00	CH	70	100	98	98	97	96	38	58	-	-	-	-	-	-	-	2-1-2 (3)	2
4	4,00				4	3,50 a 4,00	CH	63	80	64	63	63	89	35	53	1,71	1,00	-	15,00	0,7	-	-	-	-
5					5	4,50 a 5,00	CH	56	100	100	100	87	51	26	25	1,44	1,95	-	11,10	15,0	-	-	-	-
6			ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a blanda, color gris verdoso.		6	5,50 a 6,00	CH	75	100	100	100	97	60	29	32	1,53	3,39	-	7,30	11,7	-	-	-	-
7					7	6,50 a 7,00	CH	75	100	100	99	98	71	34	37	1,40	0,70	-	12,90	0,6	-	-	-	-
8					8	7,50 a 8,00	CH	89	100	100	100	99	66	32	34	0,15	2,64	-	1,70	1,5	-	-	-	-
9					9	8,50 a 9,00	CH	85	100	100	99	84	56	29	28	1,42	4,35	-	6,00	13,3	-	-	-	-
10					10	9,50 a 10,00	CH	94	100	100	100	98	68	33	35	1,27	2,94	-	10,80	1,4	-	-	-	-

PROF (m)		CAMBIO DE ESTRATO	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		SUCS	ω %	GRANULOMETRÍA (PASANTE)				LÍMITES DE ATTERBERG			γ	qu	qu <sub>rem</sub>	ε %	qu <sub>rem</sub>	Su. Tor	SPT	
					#	PROFUNDIDAD			# 4	# 10	# 40	# 200	LL	LP	IP	T/m <sup>3</sup>	T/m <sup>2</sup>	T/m <sup>2</sup>		T/m <sup>2</sup>	T/m <sup>2</sup>	N	N <sub>60</sub>
11			ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a medio firme, color gris verdoso.		11	10,50 a 11,00	CH	98	100	100	100	99	95	40	55	1,51	1,03	-	11,60	1,6	-	-	-
12			<u>Fin del Sondeo</u>		12	11,50 a 12,00	CH	86	100	99	99	89	67	29	39	-	-	-	-	-	-	2-4-3 (7)	7

IR-ING-007 Versión: 01

## 8.1.2 Sondeo 2

PROF (m)		CAMBIO DE ESTRATO	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		SUCS	ω %	GRANULOMETRÍA (PASANTE)				LÍMITES DE ATTERBERG			γ	qu	qu <sub>rem</sub>	ε %	qu <sub>rem</sub>	Su. Tor	SPT	
					#	PROFUNDIDAD			# 4	# 10	# 40	# 200	LL	LP	IP	T/m <sup>3</sup>	T/m <sup>2</sup>	T/m <sup>2</sup>		T/m <sup>2</sup>	T/m <sup>2</sup>	N	N <sub>60</sub>
1			RELLENO: ARENA arcillosa, de compacidad media, de color café claro.		1	0,50 a 1,00	SC	7	61	44	29	20	43	18	26	-	-	-	-	-	-	17-11-17 (28)	21
2		1,70	ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia blanda a medio firme, color gris oscuro.		2	1,50 a 2,00	CH	43	99	98	97	96	89	28	61	-	-	-	-	-	-	2-2-2 (4)	3
3		3,00	ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda, color café.		3	2,50 a 3,00	CH	47	100	100	99	99	95	29	66	1,57	7,78	-	4,80	16,7	-	-	-
4		4,00	ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda, color café.		4	3,50 a 4,00	CH	23	95	91	90	89	98	28	70	1,48	0,70	-	3,10	1,3	-	-	-
5			ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a medio firme, color gris verdoso.		5	4,50 a 5,00	CH	70	100	100	100	94	66	28	38	1,60	3,04	-	15,00	1,8	-	-	-
6				6	5,50 a 6,00	CH	58	100	100	100	99	64	29	35	35	1,58	6,31	-	4,70	1,4	-	-	-
7				7	6,50 a 7,00	CH	75	100	100	100	95	75	34	41	41	1,50	1,86	-	15,00	0,9	-	-	-
8				8	7,50 a 8,00	CH	93	100	100	99	97	69	32	37	37	1,58	1,70	-	15,00	1,4	-	-	-
9				9	8,50 a 9,00	CH	82	100	100	100	96	78	33	44	44	1,41	5,77	-	4,90	0,7	-	-	-
10			10	9,50 a 10,00	CH	80	100	100	100	99	76	34	42	42	2,23	1,62	-	15,00	0,7	-	-	-	

IR-ING-007 Versión: 01

 <p><b>GEOCIMIENTOS</b> Consultoría en Ingeniería Civil</p> <p><b>LABORATORIO DE MATERIALES PERFORACIONES Y SONDEOS DISEÑOS</b></p> <p>Dirección : Km. 5½ Vía a Daule Mapasingue Oeste Av. 7ma #448, Guayaquil, EC Teléfonos: 5014438 - 5028591 - 2013480 email: info@geocimientos.com</p>	<b>NOMENCLATURA</b> ω Humedad Natural LL Límite Líquido LP Límite Plástico IP Índice Plástico γ Peso Unitario qu Resistencia Compr. Simple qu (rem) Resistencia Compr. Remoldeado ε Deformación qu (pm) Resistencia Penetrómetro Su, Tor Resistencia Torvane N Número de Golpes N <sub>60</sub> Número de Golpes (Corregido)		<b>SIMBOLOGÍA</b> RELLENO ***** GRAVA  ARENA  LIMO  ARCILLA  TURBA  NIVEL FREÁTICO 		<b>OBRA :</b> Bodegas 8 Ton/m <sup>2</sup> <b>UBICACIÓN:</b> Av. 25 de Julio - Cda. Las Brisas. <b>SONDEO:</b> 2 <b>SOLICITANTE:</b> Ing. Carlos Grau <b>REVISADO POR:</b> Ing. Francisco Grau <b>FECHA:</b> 01/07/2021 <b>NIVEL FREÁTICO:</b> 2,00 m. <b>COORDENADAS:</b> 17M 622482 E 9749564 S <b>OBSERVACIONES:</b>																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PROF (m)</th> <th rowspan="2">CAMBIO DE ESTRATO</th> <th rowspan="2">DESCRIPCIÓN DE MATERIAL</th> <th rowspan="2">ESTRATIG.</th> <th colspan="2">MUESTRA</th> <th rowspan="2">SUCS</th> <th rowspan="2">ω %</th> <th colspan="4">GRANULOMETRÍA (PASANTE)</th> <th colspan="3">LÍMITES DE ATTERBERG</th> <th rowspan="2">γ T/m<sup>3</sup></th> <th rowspan="2">qu T/m<sup>2</sup></th> <th rowspan="2">qu (rem) T/m<sup>2</sup></th> <th rowspan="2">ε %</th> <th rowspan="2">qu (pm) T/m<sup>2</sup></th> <th rowspan="2">Su, Tor T/m<sup>2</sup></th> <th colspan="2">SPT</th> </tr> <tr> <th>#</th> <th>PROFUNDIDAD</th> <th># 4</th> <th># 10</th> <th># 40</th> <th># 200</th> <th>LL</th> <th>LP</th> <th>IP</th> <th>N</th> <th>N<sub>60</sub></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>11</td> <td></td> <td>ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a medio firme, color gris verdoso.</td> <td></td> <td>11</td> <td>10,50 a 11,00</td> <td>CH</td> <td>75</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>99</td> <td>94</td> <td>40</td> <td>54</td> <td>1,40</td> <td>1,25</td> <td>-</td> <td>15,00</td> <td>1,3</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>12,00</td> <td></td> <td></td> <td>12</td> <td>11,50 a 12,00</td> <td>CH</td> <td>107</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>99</td> <td>99</td> <td>41</td> <td>58</td> <td>1,53</td> <td>5,31</td> <td>-</td> <td>6,50</td> <td>1,6</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td><u>Fin del Sondeo</u></td> <td></td> </tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>						PROF (m)	CAMBIO DE ESTRATO	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		SUCS	ω %	GRANULOMETRÍA (PASANTE)				LÍMITES DE ATTERBERG			γ T/m <sup>3</sup>	qu T/m <sup>2</sup>	qu (rem) T/m <sup>2</sup>	ε %	qu (pm) T/m <sup>2</sup>	Su, Tor T/m <sup>2</sup>	SPT		#	PROFUNDIDAD	# 4	# 10	# 40	# 200	LL	LP	IP	N	N <sub>60</sub>	11		ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a medio firme, color gris verdoso.		11	10,50 a 11,00	CH	75	100	100	100	99	94	40	54	1,40	1,25	-	15,00	1,3	-	-	-	12	12,00			12	11,50 a 12,00	CH	107	100	100	100	99	99	41	58	1,53	5,31	-	6,50	1,6	-	-	-			<u>Fin del Sondeo</u>																																																																																																																																																																																																																			
PROF (m)	CAMBIO DE ESTRATO	DESCRIPCIÓN DE MATERIAL	ESTRATIG.	MUESTRA		SUCS					ω %	GRANULOMETRÍA (PASANTE)				LÍMITES DE ATTERBERG			γ T/m <sup>3</sup>	qu T/m <sup>2</sup>	qu (rem) T/m <sup>2</sup>							ε %	qu (pm) T/m <sup>2</sup>	Su, Tor T/m <sup>2</sup>	SPT																																																																																																																																																																																																																																																																													
				#	PROFUNDIDAD		# 4	# 10	# 40	# 200		LL	LP	IP	N	N <sub>60</sub>																																																																																																																																																																																																																																																																																												
11		ARCILLA de alta plasticidad, de consistencia muy blanda a medio firme, color gris verdoso.		11	10,50 a 11,00	CH	75	100	100	100	99	94	40	54	1,40	1,25	-	15,00	1,3	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																						
12	12,00			12	11,50 a 12,00	CH	107	100	100	100	99	99	41	58	1,53	5,31	-	6,50	1,6	-	-	-																																																																																																																																																																																																																																																																																						
		<u>Fin del Sondeo</u>																																																																																																																																																																																																																																																																																																										

IR-ING-007 Versión: 01

## 8.2 Ensayos de Laboratorio Sondeo 1, 2 y 3.

Revisar Anexos A.

## 8.3 Esquema Pilotes

Revisar Anexos B.

## 8.4 Planos Finales.

Revisar Anexos C.

## 8.5 Presupuesto Precarga

### 8.5.1 Presupuesto total para Precarga

PRESUPUESTO - MEJORAMIENTO DE SUELOS MEDIANTE PRECARGA SIMPLE					
Rubro	Detalles	Unidad	Cantidades	Costo Unitario	Costo Total
<b>1.0</b>	<b>OBRA CIVIL</b>				
<b>1.1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1.1	Demolición, limpieza y adecuación de terreno	glb	1.00	\$ 1,201.81	\$ 1,201.81
1.1.2	Desalojo de escombros	glb	1.00	\$ 428.11	\$ 428.11
<b>1.2</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE PRECARGA</b>				
1.2.1	Relleno compactado con material de mejoramiento importado (inc. Transporte)	m3	17280.00	\$ 15.91	\$ 274,924.80
1.2.2	Suministro e instalación de placas de control de asentamientos (inc. Perforación)	u	8.00	\$ 170.52	\$ 1,364.16
1.2.3	Suministro e instalación de piezómetros de lectura manual (inc. Perforación)	u	4.00	\$ 1,231.84	\$ 4,927.36
<b>1.3</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>				
1.3.1	Pruebas de densidades de campo mediante densímetro nuclear	u	120	\$ 41.29	\$ 4,954.80
1.3.2	Registro de asentamientos y niveles piezométricos	semana	18	\$ 45.49	\$ 818.82
<b>1.4</b>	<b>MEDIDA DE CONTROL AMBIENTAL</b>				
1.4.1	Alquiler de batería sanitaria/ Servicio Público	mes	4.2	\$ 148.56	\$ 623.95
1.4.2	Agua para control de polvo	u	8	\$ 20.69	\$ 165.52
<b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b>					<b>\$ 289,409.33</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS(15%):</b>					<b>\$ -</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTOS + INDIRECTOS</b>					<b>\$ 289,409.33</b>
<b>IVA(12%):</b>					<b>\$ 34,729.12</b>
<b>VALOR TOTAL OBRA:</b>					<b>\$ 324,138.45</b>

## 8.5.2 Análisis de Precios Unitarios para Precarga

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.1.1

Unidad glb

Detalle: Demolición, limpieza y adecuación de terreno

Rendimiento: Unidades/Día

16.000 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Cortadora de pavimento manual	1.0000	40.0000	40.0000	4.0000	160.00
Herramienta menor (5% MO)			-		12.453
Retroexcavadora	1.0000	30.0000	30.0000	16.0000	480.0000
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>652.45</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Matestro de obra	0.1000	4.0600	0.4060	16.0000	6.50
Operador de cortadora manual	1.0000	3.8600	3.8600	16.0000	61.76
Operador de retroexcavadora	1.0000	4.0600	4.0600	16.0000	64.9600
Peón	2.0000	3.6200	7.2400	16.0000	115.8400
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>249.06</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Disco de corte acero para pavimentos	U	10.0000	10.00	100.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>100.00</b>	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-		-	-
		-		-	-
		-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>
Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:			<b>1,001.51</b>
	2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)			60.0905
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)			40.0604
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)			100.1509
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD			1,201.81
		VALOR OFERTADO			<b>1,201.81</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.1.2 **Unidad** glb  
**Detalle:** Desalojo de escombros  
**Rendimiento:** 1 Unidades/Dia 1.000 Horas/unid

EQUIPOS																														
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																									
Volqueta 8m3	10.0000	35.0000	350.0000	1.0000	350.00																									
Herramienta menor (5% MO)			-		0.322																									
			-		-																									
			-		-																									
			-		-																									
			-		-																									
			-		-																									
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>350.32</b>																									
MANO DE OBRA																														
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																									
Operador de volqueta	1.0000	5.3100	5.3100	1.0000	5.31																									
Peon	1.0000	3.6200	3.6200	0.5000	1.81																									
			-		-																									
			-		-																									
			-		-																									
			-		-																									
			-		-																									
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>6.44</b>																									
MATERIALES																														
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
				0.00																										
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>					<b>-</b>																									
TRANSPORTE																														
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO																									
					-																									
					-																									
					-																									
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>					<b>-</b>																									
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; border: none;">Descripción:</td> <td style="border: none;">1</td> <td style="border: none;">COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD):</td> <td style="border: none; text-align: right;"><b>356.76</b></td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">2</td> <td style="border: none;">GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)</td> <td style="border: none; text-align: right;">21.4057</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">3</td> <td style="border: none;">UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)</td> <td style="border: none; text-align: right;">14.2705</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">4</td> <td style="border: none;">OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)</td> <td style="border: none; text-align: right;">35.6762</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;">5</td> <td style="border: none;">COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-</td> <td style="border: none; text-align: right;">428.11</td> </tr> <tr> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"></td> <td style="border: none;"><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td style="border: none; text-align: right;"><b>428.11</b></td> </tr> </table>							Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD):	<b>356.76</b>		2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)	21.4057		3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	14.2705		4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	35.6762		5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-	428.11			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>428.11</b>
Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD):	<b>356.76</b>																											
	2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)	21.4057																											
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	14.2705																											
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	35.6762																											
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-	428.11																											
		<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>428.11</b>																											

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.2.1 **Unidad** m3  
**Detalle:** Relleno compactado con material de mejoramiento importado (inc. Transporte)  
**Rendimiento:** 150 **Unidades/Día** 0.053 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.05
Rodillo vibratorio liso 107HP	0.4000	32.6400	13.0560	0.0533	0.6963
Excavadora de oruga 128 HP	1.0000	45.0000	45.0000	0.0533	2.4000
Motoniveladora	0.4000	50.0000	20.0000	0.0533	1.0667
Tanquero 200 gal con bomba	0.2000	22.0000	4.4000	0.0533	0.2347
Equipo topográfico	1.0000	3.7500	3.7500	0.0533	0.2000
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>4.65</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.0000	3.6400	3.6400	0.0533	0.19
Operador rodillo	0.4000	3.8600	1.5440	0.0533	0.08
Operador excavadora	1.0000	4.0600	4.0600	0.0533	0.22
Operador Motoniveladora	0.4000	4.0600	1.6240	0.0533	0.09
Chofer tanqueros	0.2000	5.3100	1.0620	0.0533	0.06
Topógrafo	1.0000	4.0600	4.0600	0.0533	0.22
Cadenero	1.0000	3.6600	3.6600	0.0533	0.20
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1.05</b>

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Agua	m3	0.1000	2.0000	0.20	
Cascajo mediano	m3	1.2500	3.2500	4.06	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>4.26</b>

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de cascajo	15.00	km	1.0000	0.2200	3.30
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>3.3000</b>

Descripción:
--------------

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA- TOTAL CD:	13.26
2	GASTOS GENERALES( 6.00% x (CD)	0.7956
3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	0.5304
4	OTROS INDIRECTOS (C 10.00% x (CD)	1.3261
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+OI-	<b>15.91</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>15.91</b>

## ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.2.2

Unidad u

Detalle: Suministro e instalación de placas de control de asentamientos (inc. Perforación)

Rendimier 10 Unidades/Dia

0.800 Horas/unid

EQUIPOS																													
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO																								
Herramientas 5% de mano de obra					0.66																								
Equipo topográfico	1.0000	3.7500	3.7500	0.8000	3.0000																								
Perforadora de tierra	1.0000	60.0000	60.0000	0.1600	9.6000																								
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>13.26</b>																								
MANO DE OBRA																													
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO																								
Topógrafo	1.0000	4.0600	4.0600	0.8000	3.25																								
Cadenero	1.0000	3.6600	3.6600	0.8000	2.93																								
Maestro de obras civiles	0.2000	4.0600	0.8120	0.8000	0.65																								
Peón	2.0000	3.6400	7.2800	0.8000	5.82																								
Operador de perforador	1.0000	3.8600	3.8600	0.1600	0.62																								
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>13.27</b>																								
MATERIALES																													
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO																									
Tubo metálico 2"	u	3.0000	24.1700	72.51																									
Tubo PVC 3"	u	3.0000	9.0200	27.06																									
Placa base de 50x50x5mm	u	1.0000	10.0000	10.00																									
Rigidizadores para la base (ángulo L)	u	0.5000	12.0000	6.00																									
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>115.57</b>																								
TRANSPORTE																													
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO																								
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>																													
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; border: 1px solid black;">Descripción:</td> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 55%;">COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD):</td> <td style="width: 10%; text-align: right;"><b>142.10</b></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;">2</td> <td>GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right;">8.5260</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;">3</td> <td>UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right;">5.6840</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td>OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right;">14.2101</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td style="text-align: center;">5</td> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-</td> <td style="text-align: right;">170.52</td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black;"></td> <td></td> <td><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td style="text-align: right;"><b>170.52</b></td> </tr> </table>						Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD):	<b>142.10</b>		2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)	8.5260		3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	5.6840		4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	14.2101		5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-	170.52			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>170.52</b>
Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD):	<b>142.10</b>																										
	2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)	8.5260																										
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	5.6840																										
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	14.2101																										
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-	170.52																										
		<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>170.52</b>																										

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.2.3

Unidad u

Detalle: Suministro e instalación de piezómetros de lectura manual (inc. Perforación)

Rendimiento: 10 Unidades/Día

0.800 Horas/unid

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO		
Herramientas 5% de mano de obra					0.66		
Equipo topográfico	1.0000	3.7500	3.7500	0.8000	3.0000		
Perforadora de tierra	1.0000	60.0000	60.0000	0.1600	9.6000		
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>13.26</b>		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO		
Topógrafo	1.0000	4.0600	4.0600	0.8000	3.25		
Cadenero	1.0000	3.6600	3.6600	0.8000	2.93		
Maestro de obras civiles	0.2000	4.0600	0.8120	0.8000	0.65		
Peón	2.0000	3.6400	7.2800	0.8000	5.82		
Operador de perforador	1.0000	3.8600	3.8600	0.1600	0.62		
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>13.27</b>		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
Piezómetro de lectura manual	u	1.0000	1,000.0000	1000.00			
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>				<b>1,000.00</b>			
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN			DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>							

<table border="1" style="width: 100%; height: 40px;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Descripción:</td> </tr> </table>	Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA- TOTAL CD:	1,026.53
Descripción:				
	2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)	61.5918	
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	41.0612	
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	102.6531	
	5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+OI+C	<b>1,231.84</b>	
		<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1,231.84</b>	

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.3.1

Unidad u

Detalle: Pruebas de densidades de campo mediante densímetro nuclear

Rendimien 60 Unidades/Día

0.133 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.05
Densímetro nuclear	1.0000	100.0000	100.0000	0.1333	13.3333
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>13.38</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Operador densímetro (laboratorista)	1.0000	4.0600	4.0600	0.1333	0.54
Ayudante	1.0000	3.6400	3.6400	0.1333	0.49
					-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1.03</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de equipo y operador	1.00		1.0000	20.0000	20.0000
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>20.0000</b>
Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA· TOTAL CD:			34.41
	2	GASTOS GENERALES( 6.00% x (CD)			2.0647
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)			1.3765
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)			3.4411
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI			41.29
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>41.29</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.3.2

Unidad u

Detalle: Registro de asentamientos y niveles piezométricos

Rendimiento: 10 Unidades/Día

0.800 Horas/unid

EQUIPOS							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO		
Herramientas 5% de mano de obra					0.47		
Equipo topográfico	1.0000	3.7500	3.7500	0.8000	3.0000		
Sonda de nivel para lecturas piezométricas	1.0000	50.0000	50.0000	0.5000	25.0000		
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>28.47</b>		
MANO DE OBRA							
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HRC	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO		
Topógrafo	1.0000	4.0600	4.0600	0.8000	3.25		
Cadenero	1.0000	3.6800	3.6800	0.8000	2.93		
Ingeniero civil	1.0000	4.0800	4.0800	0.8000	3.26		
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>9.44</b>		
MATERIALES							
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO			
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>					<b>-</b>		
TRANSPORTE							
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>							
<table border="1" style="width: 100%; height: 50px;"> <tr> <td style="width: 50%;">Descripción:</td> <td> </td> </tr> </table>	Descripción:		1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TR) TOTAL CD:			37.91
Descripción:							
	2	GASTOS GENERALES(GG = 6.00% x (CD))			2.2747		
	3	UTILIDAD (UT) = 4.00% x (CD)			1.5165		
	4	OTROS INDIRECTOS (C) = 10.00% x (CD)			3.7912		
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO (GG+UT+C)			45.49		
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>45.49</b>		





## 8.6 Presupuesto Precarga + Drenes

### 8.6.1 Presupuesto total para precarga + drenes

PRESUPUESTO - MEJORAMIENTO DE SUELOS MEDIANTE PRECARGA CON DRENES VERTICALES					
Rubro	Detalles	Unidad	Cantidades	Costo Unitario	Costo Total
<b>1.0</b>	<b>OBRA CIVIL</b>				
<b>1.1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1.1	Demolición, limpieza y adecuación de terreno	glb	1.00	\$ 1,201.81	\$ 1,201.81
1.1.2	Desalojo de escombros	glb	1.00	\$ 428.11	\$ 428.11
<b>1.2</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE PRECARGA + DRENES</b>				
1.2.1	Relleno compactado con material de mejoramiento importado (inc. Transporte)	m3	17280.00	\$ 15.91	\$ 274,924.80
1.2.2	Hincado de drenes verticales (inc.provisión y perforación previa)	m	8580.00	\$ 6.53	\$ 56,027.40
1.2.3	Capa drenante de arena bajo la precarga (inc. Transporte)	m3	1200.00	\$ 21.94	\$ 26,328.00
1.2.4	Suministro e instalación de placas de control de asentamientos (inc. Perforación)	u	8.00	\$ 170.52	\$ 1,364.16
1.2.5	Suministro e instalación de piezómetros de lectura manual (inc. Perforación)	u	4.00	\$ 1,231.84	\$ 4,927.36
<b>1.3</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD</b>				
1.3.1	Pruebas de densidades de campo mediante densímetro nuclear	u	120	\$ 41.29	\$ 4,954.80
1.3.2	Registro de asentamientos y niveles piezométricos	semana	2	\$ 45.49	\$ 90.98
<b>1.4</b>	<b>MEDIDA DE CONTROL AMBIENTAL</b>				
1.4.1	Alquiler de batería sanitaria/ Servicio Público	mes	5.1	\$ 148.56	\$ 757.66
1.4.2	Agua para control de polvo	u	4	\$ 20.69	\$ 82.76
<b>COSTO DIRECTO DE OBRA:</b>					<b>\$ 371,087.84</b>
<b>COSTOS INDIRECTOS(15%):</b>					<b>\$ -</b>
<b>TOTAL COSTO DIRECTOS + INDIRECTOS</b>					<b>\$ 371,087.84</b>
<b>IVA(12%):</b>					<b>\$ 44,530.54</b>
<b>VALOR TOTAL OBRA:</b>					<b>\$ 415,618.38</b>

### 8.6.2 Análisis de Precios Unitarios para Precarga + Drenes

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.1.1

**Unidad** glb

**Detalle:** Demolición, limpieza y adecuación de terreno

**Rendimiento:** 9 **Unidades/Dia**

16.000 **Horas/unid**

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Cortadora de pavimento manual	1.0000	40.0000	40.0000	4.0000	160.00
Herramienta menor (5% MO)			-		12.453
Retroexcavadora	1.0000	30.0000	30.0000	16.0000	480.0000
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>652.45</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Matestro de obra	0.1000	4.0600	0.4060	16.0000	6.50
Operador de cortadora manual	1.0000	3.8600	3.8600	16.0000	61.76
Operador de retroexcavadora	1.0000	4.0600	4.0600	16.0000	64.9600
Peón	2.0000	3.6200	7.2400	16.0000	115.8400
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>249.06</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Disco de corte acero para pavimentos	U	10.0000	10.00	100.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>100.00</b>	
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-		-	-
		-		-	-
		-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					-
Descripción:					
	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA- TOTAL CD:			<b>1,001.51</b>
	2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)			60.0905
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)			40.0604
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)			100.1509
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD			1,201.81
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>1,201.81</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.1.2 **Unidad** glb  
**Detalle:** Desalojo de escombros  
**Rendimiento:** 1 Unidades/Dia 1.000 Horas/unid

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Volqueta 8m3	10.0000	35.0000	350.0000	1.0000	350.00	
Herramienta menor (5% MO)			-		0.322	
			-		-	
			-		-	
			-		-	
			-		-	
			-		-	
			-		-	
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>350.32</b>	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Operador de volqueta	1.0000	5.3100	5.3100	1.0000	5.31	
Peon	1.0000	3.6200	3.6200	0.5000	1.81	
			-		-	
			-		-	
			-		-	
			-		-	
			-		-	
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>6.44</b>	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
				0.00		
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>-</b>	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
			-	-	-	
			-	-	-	
			-	-	-	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>	
Descripción: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 15px; vertical-align: middle;"></span>						
1	<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:</b>				<b>356.76</b>	
2	<b>GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)</b>				<b>21.4057</b>	
3	<b>UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)</b>				<b>14.2705</b>	
4	<b>OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)</b>				<b>35.6762</b>	
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+</b>				<b>428.11</b>	
<b>VALOR OFERTADO</b>					<b>428.11</b>	









## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.2.5 **Unidad** u  
**Detalle:** Suministro e instalación de piezómetros de lectura manual (inc. Perforación)  
**Rendimiento:** 10 **Unidades/Dia** 0.800 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.66
Equipo topográfico	1.0000	3.7500	3.7500	0.8000	3.0000
Perforadora de tierra	1.0000	60.0000	60.0000	0.1600	9.6000
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>13.26</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo	1.0000	4.0600	4.0600	0.8000	3.25
Cadenero	1.0000	3.6600	3.6600	0.8000	2.93
Maestro de obras civiles	0.2000	4.0600	0.8120	0.8000	0.65
Peón	2.0000	3.6400	7.2800	0.8000	5.82
Operador de perforador	1.0000	3.8600	3.8600	0.1600	0.62
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>13.27</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Piezómetro de lectura manual	u	1.0000	1,000.0000	1000.00	
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>					<b>1,000.00</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>					
Descripción:	1		COSTO DIRECTO (CD = EQ+MO+MA· TOTAL CD:		<b>1,026.53</b>
	2		GASTOS GENERALES (G 6.00% x (CD)		61.5918
	3		UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)		41.0612
	4		OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)		102.6531
	5		COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+		1,231.84
			<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>1,231.84</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.3.1

**Unidad** u

**Detalle:** Pruebas de densidades de campo mediante densímetro nuclear

**Rendimien** 60 **Unidades/Dia**

0.133 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.05
Densímetro nuclear	1.0000	100.0000	100.0000	0.1333	13.3333
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>13.38</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Operador densímetro (laboratorista)	1.0000	4.0600	4.0600	0.1333	0.54
Ayudante	1.0000	3.6400	3.6400	0.1333	0.49
					-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1.03</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de equipo y operador	1.00		1.0000	20.0000	20.0000
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>20.0000</b>
Descripción: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%; margin-top: 5px;"></div>	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA- TOTAL CD:			<b>34.41</b>
	2	GASTOS GENERALES(6.00% x (CD)			2.0647
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)			1.3765
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)			3.4411
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-			41.29
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>41.29</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.3.2

Unidad u

Detalle: Registro de asentamientos y niveles piezométricos

Rendimiento: 10 Unidades/Día

0.800 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.47
Equipo topográfico	1.0000	3.7500	3.7500	0.8000	3.0000
Sonda de nivel para lecturas piezometros	1.0000	50.0000	50.0000	0.5000	25.0000
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>28.47</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo	1.0000	4.0600	4.0600	0.8000	3.25
Cadenero	1.0000	3.6600	3.6600	0.8000	2.93
Ingeniero civil	1.0000	4.0800	4.0800	0.8000	3.26
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>9.44</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					-
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					

<table border="1" style="width: 100%; height: 80px;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Descripción:</td> </tr> </table>	Descripción:	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%; text-align: center;">1</td> <td style="width: 75%;">COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:</td> <td style="width: 20%; text-align: right;">37.91</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>GASTOS GENERALES( 6.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right;">2.2747</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right;">1.5165</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right;">3.7912</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td><b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+O+</td> <td style="text-align: right;"><b>45.49</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td style="text-align: right;"><b>45.49</b></td> </tr> </table>	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:	37.91	2	GASTOS GENERALES( 6.00% x (CD)	2.2747	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	1.5165	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	3.7912	5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+O+	<b>45.49</b>	<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>45.49</b>
Descripción:																				
1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:	37.91																		
2	GASTOS GENERALES( 6.00% x (CD)	2.2747																		
3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	1.5165																		
4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	3.7912																		
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+O+	<b>45.49</b>																		
<b>VALOR OFERTADO</b>		<b>45.49</b>																		

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.4.1

**Unidad** u

**Detalle:** Alquiler de batería sanitaria/ Servicio Público

**Rendimiento:** 10 **Unidades/Día**

0.800 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.18
Bateria sanitaria (alquiler)	1.0000	120.0000	120.0000	1.0000	120.0000
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>120.18</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR.	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	1.0000	3.6200	3.6200	1.0000	3.62
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>3.62</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>					<b>-</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>					
<b>Descripción:</b>	1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA- TOTAL CD:				<b>123.80</b>
	2 GASTOS GENERALES( 6.00% x (CD)				7.4281
	3 UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)				4.9520
	4 OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)				12.3801
	5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI				148.56
	<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>148.56</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.4.2

**Unidad:** u

**Detalle:** Agua para control de polvo

**Rendimiento:** 10 Unidades/Día

0.800 Horas/unid

EQUIPOS																														
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO																									
Herramientas 5% de mano de obra					0.06																									
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0.06</b>																									
MANO DE OBRA																														
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO																									
Peon	1.0000	3.6200	3.6200	0.1300	0.48																									
Chofer Tanqueros	1.0000	5.3100	5.3100	0.1300	0.70																									
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1.18</b>																									
MATERIALES																														
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO																										
Agua m3	m3	8.0000	2.0000	16.00																										
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>					<b>16.00</b>																									
TRANSPORTE																														
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO																									
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>																														
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; border: 1px solid black; vertical-align: top;"> <table border="1" style="width: 100%; height: 80px;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Descripción:</td> </tr> </table> </td> <td style="width: 5%; text-align: center; vertical-align: top;">1</td> <td style="width: 60%; padding-left: 5px;">COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:</td> <td style="width: 5%; text-align: right; vertical-align: bottom;"><b>17.24</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">2</td> <td style="padding-left: 5px;"><b>GASTOS GENERALES(</b> 6.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">1.0344</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">3</td> <td style="padding-left: 5px;"><b>UTILIDAD (UT)</b> 4.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">0.6896</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">4</td> <td style="padding-left: 5px;"><b>OTROS INDIRECTOS (O</b> 10.00% x (CD)</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">1.7240</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center; vertical-align: top;">5</td> <td style="padding-left: 5px;"><b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+OI+</td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;">20.69</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td style="padding-left: 5px;"><b>VALOR OFERTADO</b></td> <td style="text-align: right; vertical-align: bottom;"><b>20.69</b></td> </tr> </table>						<table border="1" style="width: 100%; height: 80px;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Descripción:</td> </tr> </table>	Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:	<b>17.24</b>		2	<b>GASTOS GENERALES(</b> 6.00% x (CD)	1.0344		3	<b>UTILIDAD (UT)</b> 4.00% x (CD)	0.6896		4	<b>OTROS INDIRECTOS (O</b> 10.00% x (CD)	1.7240		5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+OI+	20.69			<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>20.69</b>
<table border="1" style="width: 100%; height: 80px;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Descripción:</td> </tr> </table>	Descripción:	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:	<b>17.24</b>																										
Descripción:																														
	2	<b>GASTOS GENERALES(</b> 6.00% x (CD)	1.0344																											
	3	<b>UTILIDAD (UT)</b> 4.00% x (CD)	0.6896																											
	4	<b>OTROS INDIRECTOS (O</b> 10.00% x (CD)	1.7240																											
	5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+OI+	20.69																											
		<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>20.69</b>																											

## 8.7 Presupuesto Pilotes

### 8.7.1 Presupuesto total Pilotes

PRESUPUESTO - MEJORAMIENTO DE SUELOS MEDIANTE HINCADO DE PILOTES PREFABRICADOS, UNIDOS POR CABEZALES Y CONECTADOS CON GEOMALLAS EN LA SUPERFICIE DEL ÁREA INTERVENIDA					
Rubro	Detalles	Unidad	Cantidades	Costo Unitario	Costo Total
<b>1.0</b>	<b>OBRA CIVIL</b>				
<b>1.1</b>	<b>PRELIMINARES</b>				
1.1.1	Demolición, limpieza y adecuación de terreno	glb	1.00	\$ 1,201.81	\$ 1,201.81
1.1.2	Desalojo de escombros	glb	1.00	\$ 428.11	\$ 428.11
<b>1.2</b>	<b>PILOTAJE</b>				
1.2.1	Fabricación de pilotes prefabricados de hormigón armado (inc. transporte a obra)	u	429.00	\$ 1,688.29	\$ 724,276.41
1.2.3	Hincado de pilotes de hormigón armado	m	10725.00	\$ 32.65	\$ 350,171.25
<b>1.3</b>	<b>CABEZALES</b>				
1.3.1	Descubrimiento de la cabeza de los pilotes hincados	u	429	\$ 74.10	\$ 31,788.90
1.3.2	Replanteo de hormigón f'c = 140 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	519.09	\$ 74.47	\$ 38,656.63
1.3.3	Hormigón de cabezales f'c = 280 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	129.78	\$ 284.12	\$ 36,873.09
1.3.4	Acero de refuerzo de cabezales Fy = 4200 kg/cm <sup>2</sup>	kg	34750.28	\$ 1.81	\$ 62,898.01
1.3.5	Suministro e instalación de geomalla fortgrid BX-100	m <sup>2</sup>	16000.00	\$ 5.77	\$ 92,320.00
<b>1.4</b>	<b>CONSTRUCCIÓN CAPA DE REPARTO</b>				
1.4.1	Relleno compactado con material de mejoramiento importado (inc. Transporte)	m <sup>3</sup>	7560.00	\$ 15.91	\$ 120,279.60
<b>1.5</b>	<b>MEDIDA DE CONTROL AMBIENTAL</b>				
1.5.1	Alquiler de batería sanitaria/ Servicio Público	mes	6.4	\$ 148.56	\$ 950.78
1.5.2	Agua para control de polvo	u	8	\$ 20.69	\$ 165.52
COSTO DIRECTO DE OBRA:				\$	1,460,010.12
COSTOS INDIRECTOS(15%):				\$	-
TOTAL COSTO DIRECTOS + INDIRECTOS				\$	1,460,010.12
IVA(12%):				\$	175,201.21
VALOR TOTAL OBRA:				\$	1,635,211.33

### 8.7.2 Análisis de Precios Unitarios Pilotes

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.1.1

**Unidad** glb

**Detalle:** Demolición, limpieza y adecuación de terreno

**Rendimiento:** 9 Unidades/Dia

16.000 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Cortadora de pavimento manual	1.0000	40.0000	40.0000	4.0000	160.00
Herramienta menor (5% MO)			-		12.453
Retroexcavadora	1.0000	30.0000	30.0000	16.0000	480.0000
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>652.45</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Matestro de obra	0.1000	4.0600	4.0600	16.0000	6.50
Operador de cortadora manual	1.0000	3.8600	3.8600	16.0000	61.76
Operador de retroexcavadora	1.0000	4.0600	4.0600	16.0000	64.9600
Peón	2.0000	3.6200	7.2400	16.0000	115.8400
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
		-	-	-	-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>249.06</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Disco de corte acero para pavimentos	U	10.0000	10.00	100.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
				0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
		-		0.00	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>				<b>100.00</b>	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
		-		-	-
		-		-	-
		-		-	-
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					-
Descripción:					
	1	<b>COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:</b>			<b>1,001.51</b>
	2	<b>GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)</b>			60.0905
	3	<b>UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)</b>			40.0604
	4	<b>OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)</b>			100.1509
	5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+CD</b>			1,201.81
		<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>1,201.81</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.1.2

Unidad glb

Detalle: Desalojo de escombros

Rendimiento: 1 Unidades/Dia

1.000 Horas/unid

EQUIPOS																																																
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																																											
Volqueta 8m3	10.0000	35.0000	350.0000	1.0000	350.00																																											
Herramienta menor (5% MO)			-		0.322																																											
			-		-																																											
		-	-	-	-																																											
		-	-	-	-																																											
		-	-	-	-																																											
		-	-	-	-																																											
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>350.32</b>																																											
MANO DE OBRA																																																
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO																																											
Operador de volqueta	1.0000	5.3100	5.3100	1.0000	5.31																																											
Peon	1.0000	3.6200	3.6200	0.5000	1.81																																											
			-	-	-																																											
		-	-	-	-																																											
		-	-	-	-																																											
		-	-	-	-																																											
		-	-	-	-																																											
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>6.44</b>																																											
MATERIALES																																																
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO																																												
				0.00																																												
				0.00																																												
				0.00																																												
				0.00																																												
				0.00																																												
		-		0.00																																												
		-		0.00																																												
		-		0.00																																												
		-		0.00																																												
		-		0.00																																												
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>-</b>																																											
TRANSPORTE																																																
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO																																											
			-	-	-																																											
			-	-	-																																											
			-	-	-																																											
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>-</b>																																											
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%; border: 1px solid black;">Descripción:</td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;">1</td> <td style="width: 55%;">COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:</td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 5%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: right;"><b>356.76</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>2</td> <td>GASTOS GENERALES(C</td> <td style="text-align: center;">6.00% x (CD)</td> <td></td> <td style="text-align: right;">21.4057</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>3</td> <td>UTILIDAD (UT)</td> <td style="text-align: center;">4.00% x (CD)</td> <td></td> <td style="text-align: right;">14.2705</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>4</td> <td>OTROS INDIRECTOS (O</td> <td style="text-align: center;">10.00% x (CD)</td> <td></td> <td style="text-align: right;">35.6762</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>5</td> <td>COSTO TOTAL DEL RUBRO</td> <td style="text-align: center;">GG+UT+OI</td> <td></td> <td style="text-align: right;">428.11</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>VALOR OFERTADO</td> <td></td> <td></td> <td style="text-align: right;"><b>428.11</b></td> </tr> </table>							Descripción:		1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:			<b>356.76</b>			2	GASTOS GENERALES(C	6.00% x (CD)		21.4057			3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)		14.2705			4	OTROS INDIRECTOS (O	10.00% x (CD)		35.6762			5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI		428.11				VALOR OFERTADO			<b>428.11</b>
Descripción:		1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:			<b>356.76</b>																																										
		2	GASTOS GENERALES(C	6.00% x (CD)		21.4057																																										
		3	UTILIDAD (UT)	4.00% x (CD)		14.2705																																										
		4	OTROS INDIRECTOS (O	10.00% x (CD)		35.6762																																										
		5	COSTO TOTAL DEL RUBRO	GG+UT+OI		428.11																																										
			VALOR OFERTADO			<b>428.11</b>																																										



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.2.3

Unidad m

Detalle: Hincado de pilotes de hormigón armado

Rendimier 250 Unidades/Dia

0.032 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.04
Grúa con martillo a diesel	1.0000	350.0000	350.0000	0.0320	11.2000
Equipo topográfico	1.0000	3.7500	3.7500	0.0320	0.1200
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>11.36</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Operador de grúa con martillo	1.0000	4.0600	4.0600	0.0320	0.13
Ayudante de operador	4.0000	3.6600	14.6400	0.0320	0.47
Topógrafo	1.0000	4.0600	4.0600	0.0320	0.13
Cadenero	1.0000	3.6600	3.6600	0.0320	0.12
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>0.85</b>

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>				

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
Transporte de partes de grúa y martillo	1.00	glb	1.0000	15.0000	15.0000	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>					<b>15.0000</b>	

Descripción: <div style="border: 1px solid black; height: 50px; width: 100%;"></div>	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:	27.21
	2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)	1.6325
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	1.0883
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	2.7208
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI+	32.65
		<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>32.65</b>



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.3.2

**Unidad** m2

**Detalle:** Replanto de hormigón f'c = 140 kg/cm2

**Rendimiento** 30 **Unidades/Dia**

0.267 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano						0.45
Concretera 1 saco	1.0000	5.0000	5.0000	0.2667		1.3333
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>1.78</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HRC	COSTO HOR.	RENDIMIENTO	COSTO	
Peon	6.0000	3.6200	21.7200	0.2667		5.79
Albañil	3.0000	3.6600	10.9800	0.2667		2.93
Maestro	0.2000	4.0600	0.8120	0.2667		0.22
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>8.94</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Cemento	saco	5.2000	7.6800			39.94
Arena	m3	0.6300	13.5800			8.56
Ripio	m3	0.8400	18.0000			15.12
Agua	m3	0.1700	0.8500			0.14
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>63.76</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						
Descripción:					1 COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA- TOTAL CD:	74.47
					2 GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)	
					3 UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	
					4 OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)	
					5 COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-	74.47
					<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>74.47</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.3.3

**Unidad** m3

**Detalle:** Hormigón de cabezales f'c = 280 kg/cm2

**Rendimier** 12 **Unidades/Dia**

**0.667 Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano						1.13
Vibrador de manguera	1.0000	3.9000	3.9000	0.6667		2.6000
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>3.73</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Maestro de obra	0.3000	4.0600	1.2180	0.6667		0.81
Albañil	2.0000	3.6600	7.3200	0.6667		4.88
Carpintero	2.0000	3.6600	7.3200	0.6667		4.88
Peón	5.0000	3.6200	18.1000	0.6667		12.07
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>22.64</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Hormigón premezclado f'c = 280 kg/cm2	m3	1.0500	180.0000			189.00
Encofrado	m2	1.0500	20.0000			21.00
Curador químico antisol	kg	0.2000	2.0000			0.40
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>210.40</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						

Descripción: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA TOTAL CD:	<b>236.77</b>
	2	<b>GASTOS GENERALES(</b> 6.00% x (CD)	14.2062
	3	<b>UTILIDAD (UT)</b> 4.00% x (CD)	9.4708
	4	<b>OTROS INDIRECTOS (C</b> 10.00% x (CD)	23.6771
	5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+OI	284.12
		<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>284.12</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.3.4

**Unidad** kg

**Detalle:** Acero de refuerzo de cabezales Fy = 4200 kg/cm2

**Rendimien** 200 **Unidades/Dia**

0.040 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano						0.02
Cortadora de acero manual	0.3000	20.0000	6.0000	0.0400		0.2400
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0.26</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Fierrero	3.0000	3.6600	10.9800	0.0400		0.44
			-			-
			-			-
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>0.44</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Acero de refuerzo corrugado	kg	1.0500	0.8500			0.89
Alambre recocido #18	kg	0.0500	1.0000			0.05
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>						<b>0.94</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						
Descripción: <div style="border: 1px solid black; height: 40px; width: 100%;"></div>	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA· TOTAL CD:				<b>1.64</b>
	2	GASTOS GENERALES( 6.00% x (CD)				0.0986
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)				0.0657
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)				
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI				1.81
		<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>1.81</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.3.5

**Unidad** m2

**Detalle:** Suministro e instalación de geomalla fortgrid BX-100

**Rendimier** 160 **Unidades/Día**

0.050 **Horas/unid**

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramientas 5% de mano						0.05
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>						<b>0.05</b>
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HRC	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO	
Peon	4.0000	3.5800	14.3200	0.0500		0.72
Maestro de Obra	1.0000	4.0200	4.0200	0.0500		0.20
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>						<b>0.92</b>
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
Geomalla	m2	1.1000	3.3000			3.63
Acero Refuerzo 8-12mm	kg	1.0000	1.1800			1.18
<b>SUBTOTAL MATERIALES ( MA. )</b>						<b>4.81</b>
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE ( TR. )</b>						
<b>Descripción:</b>						
	1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:				5.77
	2	GASTOS GENERALES(C 6.00% x (CD)				
	3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)				
	4	OTROS INDIRECTOS (O 10.00% x (CD)				
	5	COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+OI-				5.77
		<b>VALOR OFERTADO</b>				<b>5.77</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**ID Rubro:** 1.4.1

**Unidad** m3

**Detalle:** Relleno compactado con material de mejoramiento importado (inc. Transporte)

**Rendimiento** 150 **Unidades/Dia**

0.053 **Horas/unid**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.05
Rodillo vibratorio liso 107HP	0.4000	32.6400	13.0560	0.0533	0.6963
Excavadora de oruga 128 HP	1.0000	45.0000	45.0000	0.0533	2.4000
Motoniveladora	0.4000	50.0000	20.0000	0.0533	1.0667
Tanquero 200 gal con bomba	0.2000	22.0000	4.4000	0.0533	0.2347
Equipo topográfico	1.0000	3.7500	3.7500	0.0533	0.2000
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>4.65</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1.0000	3.6400	3.6400	0.0533	0.19
Operador rodillo	0.4000	3.8600	1.5440	0.0533	0.08
Operador excavadora	1.0000	4.0600	4.0600	0.0533	0.22
Operador Motoniveladora	0.4000	4.0600	1.6240	0.0533	0.09
Chofer tanqueros	0.2000	5.3100	1.0620	0.0533	0.06
Topógrafo	1.0000	4.0600	4.0600	0.0533	0.22
Cadenero	1.0000	3.6600	3.6600	0.0533	0.20
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1.05</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	COSTO
Agua	m3	0.1000	2.0000		0.20
Cascajo mediano	m3	1.2500	3.2500		4.06
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>4.26</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
Transporte de cascajo	15.00	km	1.0000	0.2200	3.30
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>					<b>3.3000</b>
Descripción:			1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+M TOTAL CD)	13.26
			2	<b>GASTOS GENERALES 6.00% x (CD)</b>	0.7956
			3	<b>UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)</b>	0.5304
			4	<b>OTROS INDIRECTOS ( 10.00% x (CD)</b>	1.3261
			5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO GG+UT+O</b>	15.91
				<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>15.91</b>



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

ID Rubro: 1.5.2

Unidad u

Detalle: Agua para control de polvo

Rendimiento: 10 Unidades/Dia

0.800 Horas/unid

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas 5% de mano de obra					0.06
<b>SUBTOTAL EQUIPOS ( EQ. )</b>					<b>0.06</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HOR	RENDIMIENTO	COSTO
Peon	1.0000	3.6200	3.6200	0.1300	0.48
Chofer Tanqueros	1.0000	5.3100	5.3100	0.1300	0.70
<b>SUBTOTAL MANO DE OBRA ( MO )</b>					<b>1.18</b>

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
Agua m3	m3	8.0000	2.0000	16.00	
<b>SUBTOTAL MATERIALES (MA.)</b>					<b>16.00</b>

TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		DMT	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL TRANSPORTE (TR.)</b>						

Descripción:

1	COSTO DIRECTO(CD = EQ+MO+MA+ TOTAL CD:	17.24
2	GASTOS GENERALES(( 6.00% x (CD)	1.0344
3	UTILIDAD (UT) 4.00% x (CD)	0.6896
4	OTROS INDIRECTOS (C 10.00% x (CD)	1.7240
5	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> GG+UT+OI+	<b>20.69</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>20.69</b>