



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL

**TÍTULO: ANALISIS Y MEJORAMIENTO DE SUELO ARCILLOSO-
ARENOSO SUELTO**

**TRABAJO DE TITULACIÓN QUE SE PRESENTA COMO REQUISITO
PREVIO A OPTAR EL GRADO DE INGENIERO CIVIL**

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

CARLOS ALEJANDRO COELLO PINOS

NOMBRE DEL TUTOR:

ING. BLAS CRUZ

SAMBORONDON, SEPTIEMBRE, 2017

CERTIFICACION FINAL DE APROBACION DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del estudiante **Carlos Alejandro Coello Pinos** que cursa en la Escuela de Ingeniería Civil, dictado en la Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil de la UEES.

CERTIFICO:

Que he revisado el trabajo de tesis con el título: **Análisis y mejoramiento de suelo arenoso arcilloso suelto**, presentado por el **estudiante Carlos Alejandro Coello Pinos** con cedula de ciudadanía N °. 1717312241, como requisito previo para optar el Grado Académico de Ingeniería Civil, y considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes necesarios de carácter académico y científico, para presentarse a la Defensa Final.

Tutor: Ing. Blas Cruz

Samborondón, septiembre, 2017.

DEDICATORIA

Hoy le doy gracias a Dios por brindarme la oportunidad de concluir mi carrera universitaria, agradezco a mi madre por siempre estar a mi lado entregándome todo su apoyo para que cumpla esta meta, le doy gracias a mi esposa por siempre ser mi apoyo en este largo camino, al igual que mis hermanos y mi abuela por siempre estar junto a mí.

Agradezco a mi tutor y profesores por la paciencia dedicada en todos estos años de aprendizaje. Un agradecimiento especial a mi padre y mi abuelo que desde el cielo sé que están junto a mí siempre.

- Carlos Alejandro Coello Pinos

RECONOCIMIENTO

Mis más sinceros agradecimientos a mis profesores, el Ing. Blas Cruz Carpio, la Ing. Carmen Terreros de Varela y el Ing. Urbano Caicedo, quienes son piezas fundamentales de lo que ha sido toda mi carrera universitaria. Les doy las gracias por ser el pilar fundamental no solo mío, sino de todos mis compañeros y futuros colegas, y por haber brindado su apoyo incondicional para permitirme terminar mi carrera.

Le agradezco a las empresas Conspibersa (Constructora Pinos Bernal), Yadglovial y de sobre manera a la UEES por permitirme usar sus instalaciones para desarrollar mi trabajo de titulación.

TABLA DE CONTENIDO

CONTENIDO

CERTIFICACION FINAL DE APROBACION DEL TUTOR.....	I
DEDICATORIA.....	II
RECONOCIMIENTO	III
TABLA DE ILUSTRACIONES	VI
INDICE DE TABLAS.....	VII
RESUMEN.....	VIII
CAPITULO I: EL PROBLEMA	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Planteamiento del Problema	2
1.3 Objetivos de la Investigación	2
1.4 Justificación.....	2
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	3
2.1 Suelo	3
2.1.1 Origen de los Suelos.....	4
2.1.2 Variables climáticas que afectan el comportamiento del suelo.....	4
2.1.3 Características de los Suelos.....	5
2.1.4 Propiedades de los Suelos.....	6
2.1.5 Clasificación de los suelos según su textura.....	8
2.1.6 Clasificación de los suelos según las variaciones climáticas	11
2.2 Cimentaciones	13
2.3 Tipos de Terrenos	14
CAPITULO III: METODOLOGÍA.....	16
3.2 Resultados.....	17
3.2.1 Estudio de Suelos.....	17
3.2.2 Propuestas alternativas	18

capitulo iv: Resultado esperado	31
4.1 Distribución de Variables	31
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	36
5.1 CONCLUSIONES	36
5.2 RECOMENDACIÓN	36
Bibliografía.....	40

TABLA DE ILUSTRACIONES

Figura 1.- Suelos arenosos.....	8
Figura 2.- Suelos arcillosos	9
Figura 3.- Localización en mapa del área a trabajar.....	16
Figura 4.- Área de Construcción.....	17
Figura 5.- Estratigrafía del suelo	18
Figura 6.- Corte Precarga.....	19
Figura 7.- Grafico razón de vacíos y cv.....	21
Figura 8.- Área de precarga	22
Figura 9.- Cálculo de asentamiento en tiempo	22
Figura 10.- Drenes de arena.....	24
Figura 11.- Distribución de Drenes de arena.....	25
Figura 12.- Cálculo de asentamiento	25
Figura 13.- Cálculo de tiempo de asentamiento trincheras	27
Figura 14.- Distribución de Trincheras.....	28
Figura 15.- Corte trincheras.....	28
Figura 16.- Cálculo de Suelo Estratificado.....	29
Figura 17.- Capacidad de carga	31
Figura 18.- Comparación del costo final de cada una de los métodos entre sí... 32	
Figura 19.- Comparación de variables en relación al tiempo.	33
Figura 20.- Comparación de variables en relación al impacto ambiental.	34
Figura 21.- Suma de variables	35
Figura 22.- transmisión de presión	37
Figura 23.- Peso propio del suelo	38
Figura 24.- Perforación para tomar muestra.....	39

INDICE DE TABLAS

- Tabla 1.- Clasificación de las partículas del suelo según su tamaño 7
- Tabla 2.- Fragmentos gruesos del suelo 7
- Tabla 3.- Tabla estudio de suelos 18
- Tabla 4.- Cálculo de asentamiento para precarga 20
- Tabla 5.- Tabla de porcentaje de asentamiento 20
- Tabla 6.- Presupuesto de precarga 23
- Tabla 7.- Presupuesto de drenes verticales 26
- Tabla 8.- Presupuesto del procedimiento de precarga 27
- Tabla 9.- Presupuesto de trincheras 30

RESUMEN

Uno de los mayores problemas en las construcciones es su cimentación en suelos arcillosos y arenosos sueltos. Al momento de construir esto se vuelve un problema ya que es un suelo de baja resistencia con un nivel freático a una profundidad de 1,70 metros aproximadamente en la provincia del Guayas. El principal inconveniente a futuro es el asentamiento producido por la mala consolidación de partículas en el suelo.

Existen muchos problemas a corto y largo plazo para una edificación construida en un suelo no apto, por lo tanto, realizaremos un estudio de suelos y según su análisis profesional trabajaremos en buscar alternativas más viables para trabajar en ese suelo hasta mejorar sus características para la construcción de lo que será las oficinas de la constructora CONSPIBERSA S.A. la cual consta de 3 pisos, asumiremos que el peso de carga por m² será de 1.5 toneladas por piso. Según eso plantearemos que capacidad admisible deberá tener el suelo al momento de soportar la edificación. Para evitar problemas de asentamiento y de baja capacidad de carga se deberá mejorar la consistencia del suelo.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1 Antecedentes

El suelo al igual que la estructura juega un papel muy importante al momento de construir. Muchas edificaciones transmiten mayor presión a la admisible por parte del suelo y es ahí cuando comienzan a generarse problemas y son producidos los procesos de asentamientos.

Durante los últimos tiempos, la falla ha sido considerada dentro de las investigaciones, por lo que también se ha llegado a desarrollar varias alternativas para llegar a darle una solución a la problemática. Solución que dependerá de las características del suelo que fuera a ser tratado por las cargas que vaya a transmitir la edificación construida.

Dentro de las soluciones que existen hasta el momento, se han planteado algunas que pueden llegar a acelerar el proceso de consolidación del suelo o inclusive llegar a mejorar la capacidad admisible del suelo.

Como corresponde al resultado de las soluciones, la más usada será la precarga, sin embargo, existen varias combinaciones que funcionan como alternativas para acelerar el proceso y de esa manera incrementar considerablemente la capacidad.

En la actualidad, en el Ecuador, se han realizado un número limitado de investigaciones acerca del tema, y se espera llegar a proporcionar resultados que conduzcan a un análisis, así como una comparación eficaz para facilitar el trabajo al momento de decidir la solución que será tomada en dichos tipos de suelo.

1.2 Planteamiento del Problema

La provincia del Guayas por estar ubicado entre manglares y ríos se caracteriza por tener suelos húmedos arcillosos.

El mayor problema para la estabilización de suelos es el excedente de agua o humedad, causando la pérdida de estabilidad y muchas veces llegando a comportarse como un fluido donde podría causar problemas desastrosos, mejorar y estabilizar un suelo antes de construir nos evitara problemas a futuro.

1.3 Objetivos de la Investigación

Objetivo General.

Establecer el método más viable para mejorar el suelo y posteriormente realizar una construcción segura.

Objetivo Específico.

- Caracterizar el suelo en la zona.
- Determinar la profundidad a la que se encuentra el nivel freático
- Mejorar la capacidad de carga del suelo para reducir asentamientos.

1.4 Justificación

El propósito del trabajo se basa en probar e implementar el mejoramiento de suelo con precarga, drenes verticales y trincheras para consolidar el suelo y evitar asentamientos en los suelos del km 13.1 vía a Samborondón y así demostrar la respuesta del suelo a cada método y optimizar recursos económicos.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1 Suelo

La definición de lo que se considera como suelo depende mucho del punto de vista que tienen las personas sobre el mismo, ya que cada concepto va a diferir de acorde a la rama de estudio que vaya a realizar el análisis, ya que para un agrónomo la definición de suelo no será la misma que para un geólogo o un ingeniero civil, debido a que el enfoque es distinto.

Desde el enfoque de la ingeniería civil, el suelo es conocido como una capa delgada compuesta por un material tipo terroso, el cual no está consolidado, pero se encuentra sobre la corteza terrestre que se da como consecuencia de la alteración física y química de elementos como las rocas, y que a la vez son afectadas por las actividades realizadas por los seres humanos en la vida cotidiana (Toledo, 2004).

El suelo es uno de los soportes más importantes dentro del área de la ingeniería civil para lo cual debe ser analizado como parte de una estructura esencial para cualquier obra o proyecto y en función a sus principales características como la de densidad, módulo, cohesión y ángulos de fricción, las cuales determinan cuales son las propiedades más resistentes que tienen los suelos ante cualquier fuerza como la compresión y los cortes (Toledo, 2004).

Existen ciencias que han pasado mucho tiempo buscando la manera de encontrar cual fue el origen de los suelos y a la vez descubrir la manera en la que puedan prever cualquier situación de cambio que puedan tener en el caso de que existan variaciones de las condiciones en las que han ido evolucionando. Según Jaramillo (1994), para poder tener en claro cómo ha sido la evolución y desarrollo de los suelos en los últimos años es necesario que existan un conjunto de interacciones con varias ciencias, tales como la física, ingeniería, biología, geología, entre otras para que de esa manera existan conocimientos básicos y relevantes sobre aquellos procesos y factores que han sido parte de la evolución de los suelos (Jaramillo, 2002).

El suelo surge de la interacción que se da entre varias capas que son la atmósfera, litósfera y la biósfera. La descomposición de la roca considerada como

madre es la que da la pauta a la creación de lo que se considera como suelo, debido a la interacción de factores climáticos y a la acción realizada por los seres vivos; esto quiere decir que el suelo cuenta con un fragmento mineral y otro biológico, lo que conlleva a que estos puedan clasificarse en dos grupos bien definidos que son: los suelos inorgánicos y los suelos orgánicos (Toledo, 2004).

2.1.1 Origen de los Suelos

Para conocer el origen de los suelos es necesario enfocarse en lo que es la roca madre; los suelos suelen tener de manera indiscutible una tendencia a ser de arcilla, limo o de tipo arenoso, en el caso de que las rocas sean sedimentarias, o a la vez que sean capaz de poder producir dichos elementos mientras se van alterando. Dicha tendencia puede ser beneficiada o perjudicada por el proceso de la evolución. En el caso del humus, este puede aparecer con todos aquellos factores que pueden condicionar su estilo de permanencia en la naturaleza, tales como la vegetación, los cambios climáticos y el medio en el que se desarrolla (Rucks, García, Kaplán, & Hill, 2004).

Los suelos pueden beneficiarse con los humus cálcicos y a la vez estabilizarse, o también puede pasar lo contrario; es decir descalcificarse. En dicho caso, la arcilla disminuye considerablemente en la superficie, pero aumenta en gran proporción en la zona más profunda de los suelos. Las migraciones dadas a través del humus pueden ser capaces de lograr la transformación de manera radical de la contextura original, tal como sucede en el proceso de Consolidación. Cuando se va produciendo dicha evolución, la roca madre puede alterarse, haciendo que esta se haga más lenta e incluso llegar a detenerse (Rucks, García, Kaplán, & Hill, 2004).

Estos sucesos influyen sobre la composición y estructura de los suelos, por lo que, si se desea tener un suelo bien estructurado, este debe depender mucho del comportamiento de la naturaleza de la roca madre y de todos aquellos procesos que forman parte de la evolución de los suelos. En otras palabras, la textura de los suelos dependerá mucho de la acción que tengan los factores que forman el suelo con la intensidad que puedan tener dichos factores (Rucks, García, Kaplán, & Hill, 2004).

2.1.2 Variables climáticas que afectan el comportamiento del suelo

Las variables climáticas son uno de los factores que influyen significativamente sobre el comportamiento de los suelos, ya que estos se han desarrollado acorde a un periodo o estación de tiempo específica; es decir que no todos los suelos son los

mismos, puesto que varían según a la situación climática y a la naturaleza. Entre los principales componentes que mayor efecto tienen sobre la evolución de los suelos se encuentran los siguientes: a) la precipitación, b) temperatura, c) viento.

El viento cumple con un rol muy importante en el proceso de desarrollo de los suelos, ya que este condiciona mucho los procesos de evaporación por parte del agua en la superficie de los suelos (Jaramillo, 2002).

Además de los componentes mencionados anteriormente, existe uno que se deriva de los anteriores, el cual puede ser considerado como uno de los más influyentes con respecto a la evolución de los suelos y es el proceso de evapotranspiración potencial, la cual se encarga de determinar cuál es la cantidad de agua que se requiere para poder satisfacer las necesidades de las plantas que se encuentran ubicadas en un sector específico. Cuando se quita parte del consumo de lo que aporta la precipitación al suelo, la cantidad de agua que habrá disponible es la que se utiliza para realizar las actividades en los suelos; es por eso que se menciona que la evapotranspiración depende mucho de la temperatura; es decir que mientras más elevada sea esta, mayor será dicho proceso de evaporación (Jaramillo, 2002).

2.1.3 Características de los Suelos

Para realizar el estudio de la mecánica de los suelos es muy importante que se tenga en claro cuáles son las principales características físicas que estos tienen para que de esa manera se pueda de manera más oportuna predecir cómo sería el comportamiento de los terrenos cuando reciben cargas con altos contenidos de humedad. Entre las características principales que tienen los suelos se encuentran las siguientes:

- Peso
- Densidad absoluta
- Densidad aparente
- Densidad relativa
- Absorción
- Estructura
- Granulometría

Los suelos también cuentan con propiedades que deben ser determinadas acorde a los tipos de suelos que existen a través de procesos científicos que coadyuven a su identificación basándose en propiedades como las físicas, químicas y las mecánicas. Para eso, se deben emplear un sin número de ensayos que permitan caracterizar las principales propiedades, tales como el análisis granulométrico, los límites de Atterberg, los proctor modificados, entre otros (Toledo, 2004).

Las partículas que conforman los suelos son distribuidas en cuatro capas que se encuentran ubicadas a varios niveles de profundidad, las cuales son denominadas como horizontes cuya simbología son la A, B, C y R, y conforman lo que se conoce como el perfil del suelo. Al hablar del horizonte A, se hace referencia a la primera capa en la cual se encuentra acumulada toda la materia orgánica del suelo ocasionando la formación del Humus (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2013).

En el horizonte B sobresalen mucho más aquellos componentes de tipo mineral, sin embargo, también se encuentran compuestos orgánicos. Dentro del horizonte C se encuentran los restos de la roca procedente de la separación física de la roca madre, y por último en el horizonte R, se encuentra la capa más subterránea estructurada por la roca madre que es la que da inicio a las demás capas y horizontes (Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2013).

2.1.4 Propiedades de los Suelos

Entre las principales propiedades físicas de los suelos, se encuentran las siguientes (Consejería de Educación y Universidades, 2015):

- Textura
- Estructura
- Porosidad
- Densidad

A través del estudio de estas propiedades se puede identificar algunos de los tipos de suelos que se mencionarán en este trabajo. Al hablar de la textura del suelo, es primordial recordar que todas aquellas partículas que sean minerales con un tamaño inferior al de los 2 mm son consideradas como partícula de un suelo. Este tipo de partículas pueden clasificarse en función a su tamaño como: Arena, limo y la arcilla. En cambio, las partículas que son de tamaño mayor a los 2 mm son consideradas como

fragmentos de tipo grueso y que al clasificarlas en función a ese tamaño pueden ser la roca, grava y la piedra (Consejería de Educación y Universidades, 2015).

<i>Nombre</i>	<i>Diámetro (mm)</i>
<i>Arcilla</i>	<0.002
<i>Limo</i>	0.002-0.05
<i>Arena</i>	0.05-2.0
<i>Arena fina</i>	0.05-0.5
<i>Arena Gruesa</i>	0.5-2.0

Tabla 1.- Clasificación de las partículas del suelo según su tamaño

Fuente: Consejería de Educación y Universidades

En la tabla anterior se puede observar la clasificación de los suelos según el tamaño de sus partículas, en las cuales sobresalen las tres principales que son: la arcilla, el limo y la arena, la cual está subdividida en arena de tipo fino y gruesa (Consejería de Educación y Universidades, 2015).

<i>Nombre</i>	<i>Diámetro (cm)</i>
<i>Roca</i>	>20
<i>Piedra</i>	2-20
<i>Grava</i>	0.2-2

Tabla 2.- Fragmentos gruesos del suelo

Fuente: Consejería de Educación y Universidades

A través de la tabla anterior se puede observar cómo se clasifican los suelos según los fragmentos del mismo en los cuales los más importantes son la roca, la piedra y la grava, los cuales tienen a su alrededor los diámetros que tienen cada uno de ellos (Consejería de Educación y Universidades, 2015).

2.1.5 Clasificación de los suelos según su textura

Según la textura, los suelos pueden clasificarse de la siguiente manera: a) suelos arenosos, b) suelos arcillosos y c) suelos francos. Al hablar de los suelos arenosos, se hacen referencia aquellos tipos de suelos que se encuentran sueltos, debido a que contienen un nivel elevado de permeabilidad hacia el agua y por ende sufren de la escasez de agua y demás nutrientes (Consejería de Educación y Universidades, 2015).

2.1.5.1 Suelos Arenosos



Fuente: Consejería de Educación y Universidades

Figura 1.- Suelos arenosos

Fuente.- World Geography Shots

Este tipo de suelos tienen una textura muy arenosa que suele llegar hasta los 100 cm de profundidad partiendo desde la superficie. Una de las características de reconocer a este tipo de suelos es debido a la escasa evolución del mismo en todos los horizontes y con poca materia orgánica sobre los suelos. Otra de las principales características es el comportamiento que tienen estos suelos ante procesos erosivos; la mayor parte de estos suelos se pueden observar en las playas y en algunas costas de la región (Universidad de Murcia, 2013).

Al hablar sobre los suelos arcillosos, se hace referencia a aquellos que suelen ser muy pesados o demasiado fuertes. Este tipo de suelo a diferencia del arenoso cuenta con

niveles bajos de permeabilidad hacia el agua ocasionando que exista una retención fuerte de agua y de algunos nutrientes orgánicos (Consejería de Educación y Universidades, 2015).

Dentro de este tipo de suelos no solamente se encuentran aquellos que son formados por partículas inferiores a las de la arcilla, sino también por aquellos que tengan calidad inferior a la cantidad de huecos que suelen dejar aquellas partículas de tamaño más grande, lo que ocasiona que su comportamiento sea más arenoso. Los asentamientos que se dan en este tipo de terrenos suelen producir asentos parciales, los cuales se completarán cuando estos hayan llegado a la posición de equilibrio. Estas cargas ejercen una influencia inversa con respecto a los suelos (Universidad de Mendoza, 2011).

Es muy difícil que se puedan dar resultados prácticos, ya que existe mucha variabilidad en los tipos de terrenos, sin embargo, todos son muy buenos para poder hacer asentamientos. En esta clase de suelo se pueden realizar cargas, hasta la mayor superficie posible con la finalidad de poder lograr un asiento eficiente (Universidad de Mendoza, 2011).

2.1.5.2 Suelos Arcillosos



Figura 2.- Suelos arcillosos

Fuente.- World Geography Shots

Como lo dice su nombre, los suelos arcillosos son aquellos que están formado en su totalidad por la arcilla (silicato de aluminio). Estos suelos cuando se encuentran húmedos, suelen ser pegajosos, pero cuando ocurre lo contrario pueden ser los más suaves, ya que la arcilla se encuentra estructurada por partículas inferiores a los 0.005 mm de diámetro. Para este tipo de suelo es necesario que se implementen los sistemas de drenaje correctos, ya que de esa manera el agua no queda tan estancada (Botanical, 2011).

Con relación a la mecánica de suelos, la arcilla es conocida como las partículas que tienen cualquier sustancia de tipo inorgánica que sean inferiores a los 0.02 mm, el cual es el tamaño en los cuales las acciones físicas y químicas comienzan a tener influencia. Los suelos arcillosos son uno de los más inestables y peligrosos para poder realizar asentamientos y cimentaciones en el corto plazo, pero en el largo plazo si se pueden, debido a los estudios de su comportamiento que se han hecho en los últimos años (Universidad de Mendoza, 2011).

En un experimento realizado por una constructora se pudo observar que el tiempo que se demoran en asentarse los residuos de las arcillas es proporcional a su espesor al cuadrado, lo que quiere decir que si la colación de un edificio se encuentra sobre un estrato de 2m de espesor, y el asentamiento se hace en cuatro años, si el espesor fuese de cuatro metros, la duración del mismo tomaría alrededor de 16 años y si es que el espesor fuese de diez metros, la duración del mismo sería de 100 años aproximadamente (Universidad de Mendoza, 2011).

Se ha comprobado en edificios como el Duomo que cuando el espesor del estrato de la arcilla es muy grande, la duración de su asentamiento se puede tardar demasiado, tal como lo que ocurrió con este edificio que han pasado alrededor de 500 años de haber sufrido un movimiento y aún no ha logrado llegar a ubicarse en el equilibrio. Otro de los edificios conocidos que ha pasado por el mismo problema es el de la torre de Pisa, la cual ha sido reforzada en sus asentamientos, debido a movimientos que tuvo en su estructura. Para este tipo de terrenos ubicados en suelos arcillosos es inútil realizar pruebas con cargas para poder entender su comportamiento (Universidad de Mendoza, 2011).

Una de las características que mayormente influyen sobre la duración de los asentamientos en este tipo de suelo son el contenido de agua y la permeabilidad, así

como la del terreno continuo, ya que al emplear a una arcilla con mucho contenido de agua una carga, el asentamiento al momento tendrá una respuesta nula, puesto que el agua es la que soporta la mayor parte de la carga.

La presión que existe en estos asentamientos ocasiona que el agua fluya de manera que vayan vaciando aquellos huecos que estaban ocupado por la arcilla, sin embargo, la velocidad con lo que lo hace es muy lenta, lo que dificulta el estrato, debido a lo impermeable que puede llegar a ser dicho estrato, por lo que se dice que en aquellos suelos donde existe pura arcilla y con un espesor muy elevado, el tiempo de lograr el equilibrio puede ser de muchos años. En los terrenos compuestos de arcillas si es posible poder realizar cimentaciones, pero se debe tener buen control de las cargas que se vayan a ubicar en el edificio fortaleciendo completamente las bases (Universidad de Mendoza, 2011).

2.1.6 Clasificación de los suelos según las variaciones climáticas

Según las variaciones climáticas, los suelos pueden clasificarse en tres grupos bien definidos que son: a) suelos de climas húmedos, b) suelos de climas secos y c) suelos de climas templados. En los suelos de climas húmedos existen cambios ambientales muy intensos y rápidos, específicamente en aquellos suelos considerados como gruesos.

2.1.6.1 Suelos de Climas Húmedos

En este tipo de suelos el carbonato de calcio suele disolverse y lavarse, los silicatos sufren variaciones muy significativas y terminan desapareciendo, dejando solo como compuestos principales al aluminio, al hierro y a los hidróxidos. Este tipo de suelo es muy difícil de que sea productivo, debido a los altos niveles de humedad que recae sobre las bases, y su aspecto es muy fértil, gracias a la materia orgánica que contiene. Entre las principales características de estos suelos se encuentran las siguientes: a) contienen humus con arcillas e hidróxidos, b) contienen masas gruesas de hierro y de aluminio que son insolubles y c) cuentan con material parental que permite el desarrollo de rocas ígneas (Caballero, 2014).

2.1.6.2 Suelos de Climas Secos

Estos suelos son muy delgados y los cambios ambientales dentro de los mismos se dan de manera muy lenta; son parte muy importante del material parental, ya que cuenta con minerales pertenecientes a la roca madre. El carbonato de calcio, puede mantenerse en el suelo y acumularse en varios horizontes y cuentan con poco material orgánico, lo que los hace en suelos muy poco fértiles. Entre las principales características de estos suelos se encuentran las siguientes: a) Horizontes A ócricos, b) los horizontes B son cálcicos con nódulos y concreciones de carbonato de calcio, c) cuentan con rocas calcáreas, las cuales son la fuente de desarrollo del material parental (Caballero, 2014).

2.1.6.3 Suelos de Climas Templados

Los suelos de climas templados son aquellos que tienen muy corto tiempo de desarrollo en condiciones húmedas controladas y a temperaturas promedio. Este tipo de suelo procedente de granito puede variar mucho de uno que proceda de caliza y en las mismas condiciones, sin embargo, después de un largo tiempo y tras el recibimiento de mayor humedad puede ocasionar que las diferencias entre ambos vayan decreciendo; en otras palabras ambos suelos perdieron aquellos minerales solubles provenientes de los horizontes mayores (Horizonte A) y luego irán perdiendo aquellos minerales insolubles de manera progresiva (Caballero, 2014).

Entre las principales características de los suelos con climas templados se encuentran las siguientes: a) contienen cantidades significativas de MO; es decir mólicos e hísticos, b) los horizontes A y B contienen en su estructura minerales insolubles como el cuarzo, la arcilla y como aquellos productos que sufren alteraciones del hierro, c) el carbonato de calcio y demás soluciones solubles se encuentran ausentes, tales como: el B argílico, B espódico y el Duripán y d) estos suelos se desarrollan de mejor manera mediante el empleo de rocas ígneas intrusivas, más conocidas como granitos (Caballero, 2014).

2.1.6.4 Suelos inorgánicos y Suelos orgánicos

Los suelos inorgánicos son aquellos que se forman mediante los cambios ambientales que suelen recibir las rocas. Si estos suelos se llegan a formarse en el mismo lugar, se denominan como suelos residuales, en cambio, si dicho suelo procede de varias áreas a causa del efecto de agentes como la gravedad, agua, glaciares, viento, se los conocen como suelos transportados (Toledo, 2004). Los suelos orgánicos son aquellos que la mayor parte de veces se suelen formar en el mismo lugar. Estos suelos se componen de la materia orgánica, sea esta en manera de humus, materia que no ha sido descompuesta o que se encuentre en estado de descomposición, lo que sirve como abono para los mismos (Toledo, 2004).

2.2 Cimentaciones

Una de las partes más importantes dentro de las construcciones es sin duda alguna el aspecto de la cimentación, para el cual no debe haber ningún ahorro de materiales y sobre todo de cuidado, puesto que sus principales deficiencias se deben a la aparición de grietas, lo cual se da cuando una cimentación recibe una carga mucho más pesada a lo que puede resistir dentro de una construcción. Uno de los errores más comunes que suelen darse, es disminuir la proporción de los materiales a emplear, tanto como su calidad y resistencia, ya que poder agregar dichas deficiencias suelen salir muy costosas, para lo cual será imposible hacerlo si es que no se refuerza aquellos cimientos (Universidad de Mendoza, 2011).

La finalidad que tienen las cimentaciones es soportar la carga transmitida por la edificación, ya que cuenta con una base muy rígida que es capaz de transmitir hacia el suelo aquellas acciones que pueden ocasionarse al momento de haber una interacción entre movimientos producidos por los suelos y por la estructura propiamente, sin que haya problemas o malformaciones en dicho terreno.

La estructura de un edificio dependerá mucho de lo bien cimentada que esté sobre un terreno, para eso deben cumplir con una serie de características primordiales, entre las cuales están las siguientes (Universidad de Mendoza, 2011):

- Direccional hacia el terreno aquellas cargas que son consideradas como estáticas
- Transmitir aquellas cargas que son consideradas como dinámicas hacia el terreno

- Debe existir un ajuste dentro de la capacidad de resistir y soportar del suelo ante las cargas que reciban en un periodo de tiempo
- Debe haber un control en el que se pueda evaluar que las cargas que reciban los asentamientos no sean más de lo que puedan soportar normalmente
- Evitar que existan desplazamientos de cualquier sentido entre los ejes de apoyo de las cimentaciones

Es recomendable escoger siempre el lugar en el cual se realizará una cimentación, ya que este debe ser lo más firme y estable posible, sin preocuparse de los movimientos que puedan tener los terrenos sobre todo en aquellos suelos blandos, tales como la arena, ya que son muy propensos a que existan pérdida de capacidad de resistencia a causa de sismos o cualquier otro tipo de problema (Universidad de Mendoza, 2011).

2.3 Tipos de Terrenos

En el área de la ingeniería existen tres tipos de terrenos bien diferenciados que son: a) los terrenos de tipo vegetal, b) los rellenos y c) los terrenos naturales. En el caso de los terrenos de aspecto vegetal son aquellos en los cuales están prohibido poder realizar una cimentación, por más pequeña o liviana que sea, para lo cual debe realizarse una limpieza profunda hasta que puedan llegar al terreno natural. En los terrenos vegetales se puede apreciar que existen raíces, ya sean estas vivas o en estado de descomposición por lo cual es muy difícil poder construir cualquier edificación (Universidad de Mendoza, 2011).

En los terrenos denominados como relleno son aquellos que suelen ser realizados por la mano humana y tiene un comportamiento muy similar al vegetal. Una forma de identificar si un terreno es relleno o no es a través de la visión de posibles residuos o sobras de algún tipo de construcción previa, o de cualquier otro tipo de residuo proveniente de la materia orgánica. En algunos casos es difícil que se pueda identificar el relleno que hay en los suelos para lo cual se debe consultar de la ayuda de ingenieros que conozcan sobre el suelo y su comportamiento (Universidad de Mendoza, 2011).

Por último, se encuentran los terrenos naturales, los cuales para su análisis se los deben dividir en dos grupos de suelos que son muy revisados a menudo por parte de los ingenieros antes de realizar una obra o infraestructura y son los suelos granulares y finos.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

Se realizará una visita al sitio con las personas encargadas de tomar las muestras para tomar detalles y proceder a realizar estudio del suelo mediante ensayos a la muestra tomada. Luego de conocer las siguientes características del suelo determinaremos de qué tipo de suelo se trata.

Una vez obtenida las características del suelo, analizaremos una solución mediante un método viable para ese tipo de suelo.

Analizando la capacidad admisible necesaria que deberá ser 4.5 toneladas/m², tomando en cuenta que es un edificio de 3 plantas y calculamos 1,5t/m² por piso con un área de 351m².

Determinaremos tres alternativas para realizar un análisis técnico, ambiental y económico de cada una de las alternativas.

3.1 Localidad

El área escogida para el estudio y posterior trabajo en el suelo está ubicada en el Km 13 de la vía a Samborondón, Guayas, Ecuador. Con las coordenadas: -2.043707,-79.860321.



Figura 3.- Localización en mapa del área a trabajar

Fuente: Google Maps

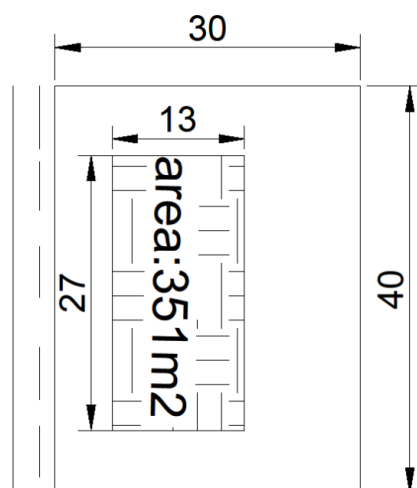


Figura 4.- Área de Construcción

Fuente: Carlos Coello

El área del sitio escogido es de 1200 m², mientras el área de implantación será de 351 m².

3.2 Resultados

3.2.1 Estudio de Suelos

<i>Descripción Visual</i>	<i>SUCS</i>	<i>Wn%</i>	<i>WL%</i>	<i>WP%</i>	<i>IP%</i>	<i>Pasa Tamiz 200%</i>	<i>Peso Unit. k/m3</i>	<i>"qu" T/m2</i>
Relleno								
<i>Arcilla gris oscura de consistencia firme</i>	CH2	32	102	33	69	74	1826	14.55
	CH2	58	97	32	65	70	1577	10.72
	CH2	57	114	34	80	77	1592	12.56
<i>Arena Arcillosa con materia organica</i>	SC	126	146	40	106	42	1300	2.39
	SC	191	230	95	135	20	1336	1.68
	SC	241	341	100	241	13	1195	1.39
	SC	158	245	88	157	39	1172	1.27
<i>Arcilla con materia organica</i>	SC	128	182	50	132	37	1219	1.49
	CH2	67	128	38	90	73	1445	2.15

Tabla 3.- Tabla estudio de suelos

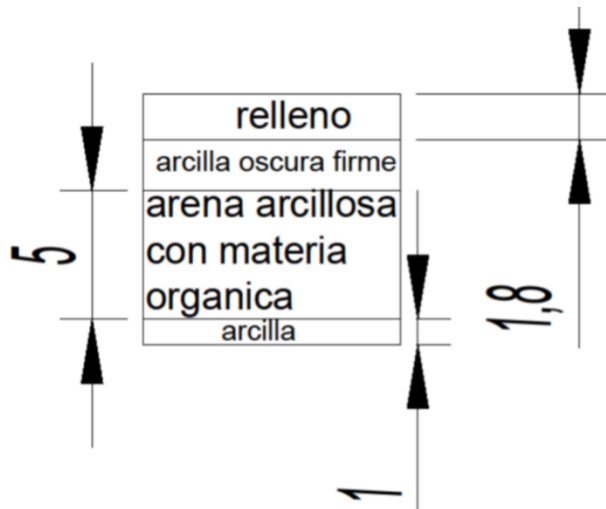


Figura 5.- Estratigrafía del suelo

Fuente: Carlos Coello

3.2.2 Propuestas alternativas

Existen varias alternativas comunes para tratar este tipo de suelos:

- Vibro compactación: compactación por capa
- Precarga: carga temporal previa a la construcción
- Vibro sustitución: compactación vibratoria en fosas de grava
- Jet Grouting: inyección de cemento en los espacios vacíos
- Drenes verticales: drenes de material permeable
- Trincheras drenantes: zanjas de material permeable para reducir la humedad del suelo

3.2.2.1 Precarga

Es el método más común de ser aplicado. Consiste en apilar el material de relleno sobre el terreno original. Está basado en la utilización de camiones y expendedoras, de manera que se deja la carga durante un periodo. Luego de que se haya

alcanzado el estado de consolidación, el material será retirado por medios auxiliares similares.

De manera que se procede con la continuación de la construcción de la obra, mientras se toma en consideración las deformaciones con que puede responder el terreno para que sean admisibles en el funcionamiento. El material que haya sido retirado, puede también ser utilizado en otro proceso de precarga de la obra, o para la construcción de terraplenes.

Del mismo modo existen otros métodos de precarga que están basados en la disminución del nivel freático mediante la creación de pozos filtrantes, zanjas, bombeo al vacío en pozos y fenómeno de electroósmosis.

3.2.2.1.1 Ventajas del Método

El bajo costo es uno de los factores con mayor relevancia, ya que únicamente llega a representar alrededor de un 10-20% del costo de los demás métodos. Costo que puede llegar a alcanzar un 40% de otros métodos al utilizar drenes en la precarga.

Los equipos que son utilizados en el método de precarga son sencillos, y de bajo costo ya que son equipos únicamente utilizados para el movimiento de tierra. También es una ventaja la posibilidad de evaluar los efectos de forma directa e inmediata, lo que equivale a un ensayo a escala natural.

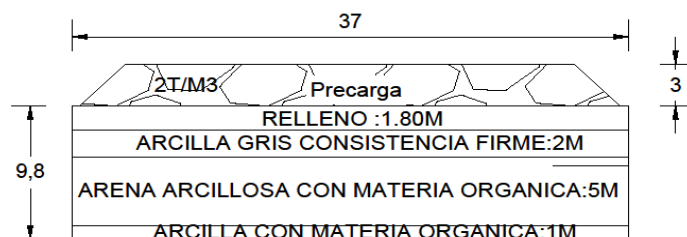


Figura 6.- Corte Precarga

Fuente: Carlos Coello

CALCULO PARA ASENTAMIENTO DE 6T/M2		
PESO DEL MATERIAL 2T/M3 * 3 M ESPESOR = 6T/M2		
FACTOR GRAFICO DE STEINBRENNER=0.215		
$\Delta p=5.16t/m^2$		
$P_0=8.05T/M^2$		
CALCULO PARA ASENTAMIENTO DE 6T/M2		
$0.215*6*4=5.16$		
$A_p=5.16$		
$P_0=8.05$		
$A_p+P_0=13.21t/m^2$		
129kpa.		
$e_0=2.04$		
$c_v=2.4$		
$t_{90}=0.848*h^2/c_v$		
$t_{90}=102$ dias		

Tabla 4.- Cálculo de asentamiento para precarga

U%	TV	T ANOS	S=2,835XU CM
0,1	0,008		0,2835
0,2	0,031		0,567
0,3	0,071		0,8505
0,4	0,0126		1,134
0,5	0,197		1,4175
0,6	0,287		1,701
0,7	0,403		1,9845
0,8	0,567		2,268
0,9	0,848		2,5515
0,95	1,2		2,69325
0,955	2		2,707425

Tabla 5.- Tabla de porcentaje de asentamiento

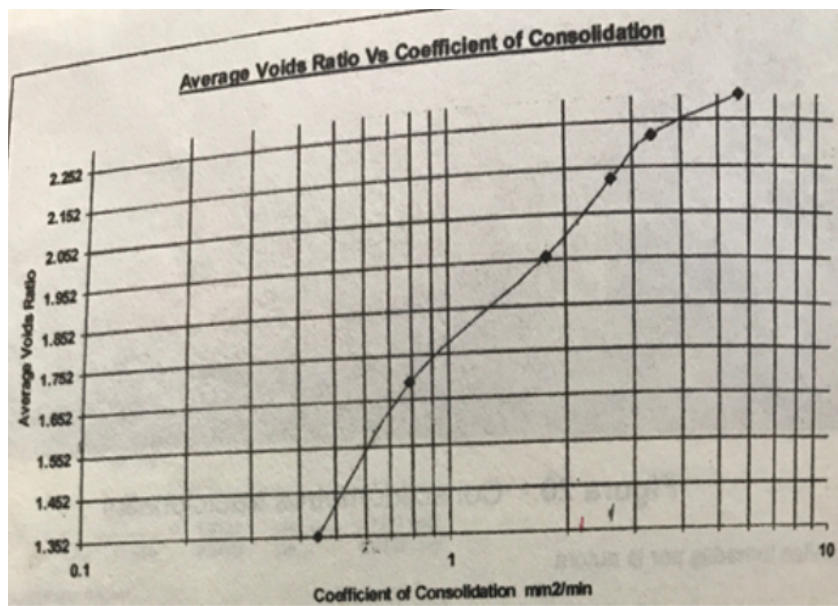
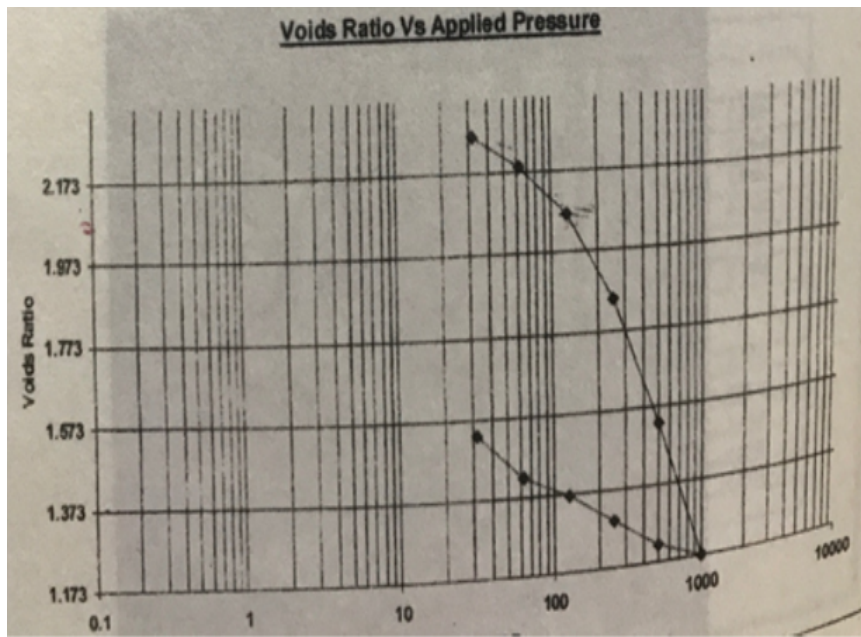


Figura 7.- Grafico razón de vacíos y cv

Fuente: Carlos Coello

Area de construccion		
27*13=351m2		
Area de precarga	espesor	area * espesor
37*23=851m2	3m	2553m3

Figura 8.- Área de precarga

Fuente: Carlos Coello

$P = \frac{cc}{1 + e^o} * H * \log \frac{P_o + A_p}{p_o}$		
$P = \frac{0.84}{1 + 2.03} * 500 * \log \frac{8.05 + 6}{8.05}$		
$P = 33.527 \text{CM}$		

Figura 9.- Cálculo de asentamiento en tiempo

Fuente: Carlos Coello

3.2.2.1.2 Resultados de Precarga

Para la implementación del método se usará 2t/m³ por 3 metros de espesor como peso del material, para llegar a una carga mayor a la asumida de 4.5t/m²

Su asentamiento será de 33.527 cm y será en un tiempo aproximado de 102 días, asentándose mayormente los primeros días.

3.2.2.1.3 Presupuesto de Precarga

PRESUPUESTO					
OBRA: MEJORAMIENTO DE TIERRA EN EL KM 13 DE LA VIA A SAMBORONDON MEDIANTE DRENS VERTICALES CON PRECARGA					
FECHA:	24/5/2016	ELABORADO	DEPARTAMENTO DE OOPP SAMBORONDON		
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	PRELIMINARES				
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	576,00	0,34	195,84
2	PERFORACION DE DRENES	m	210,00	10,00	2.100,00
				SUBTOTAL	2.295,84
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
5	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO ARENA	m3	64,80	4,50	291,60
	RELLENO MATERIAL PERMEABLE 0.60	M3	510,00	4,50	2.295,00
6	RELLENO NO COMPACTADO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO (INC. TRANSPORTE)	m3	2.553,00	4,00	10.212,00
				SUBTOTAL	12.798,60
	MITIGACION AMBIENTAL				
10	SEÑALIZACION CON CINTA DE PELIGRO	m	100,00	0,41	41,00
11	PARANTES DE MADERA CON BASE DE HORMIGON	u	12,00	6,76	81,12
				SUBTOTAL	122,12
				TOTAL	15.216,56

Tabla 6.- Presupuesto de precarga

3.2.2.2 Drenes Verticales de Arena

Los drenajes de arena verticales han sido utilizados para la estabilización de suelos blandos y compresibles cuando el suelo de la fundación es demasiado débil para soportar un relleno o estructura propuesta o es tan compresible que ocurrirían grandes y largos asentamientos después de la terminación de la construcción.

Representan un intento de aumentar la consolidación de suelos saturados inestables proporcionando salidas verticales de drenaje para el agua presumiblemente exprimida del suelo por el peso del relleno. El objetivo de la consolidación mediante tales medios artificiales es desarrollar una mayor resistencia al suelo y un soporte para cargas superpuestas, usualmente consistentes en rellenos de tierra en construcción de autopistas o aeropuertos.

El método consiste en la realización del trazado sobre el área a ser trabajada, mientras se calcula la cantidad de perforaciones que se necesitara hacer. Luego se procede a realizar las perforaciones a una profundidad de 7.8 metros, y se rellena posteriormente con arena. Finalmente se procede a colocar la precarga para lograr acelerar la consolidación del estrato.

3.2.2.2.1 Proceso constructivo

- Se realiza las perforaciones a 7.8 metros de profundidad con un radio de 0.30cm
- El radio de influencia del dren será de 3.40metros debido al suelo arcilloso poco permeable.
- Debido al área de construcción se perforan 45 drenes
- Se rellenará las fosas de material permeable
- Se colocará la precarga para comprimir el suelo y producir el drenado del agua en el suelo.

3.2.2.2.2 Resultados

- Se construirán 36 drenes
- Se asentará en 67 días aproximadamente

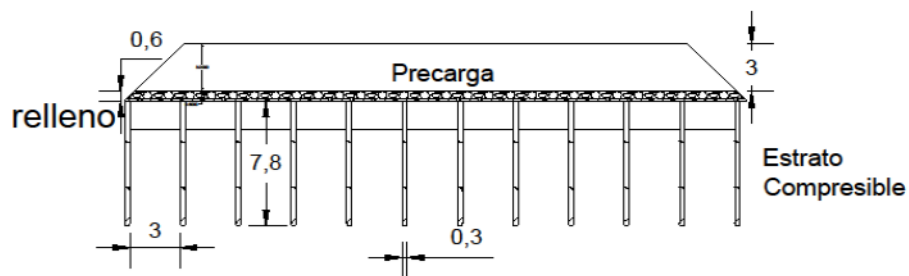


Figura 10.- Drenes de arena

Fuente: Carlos Coello

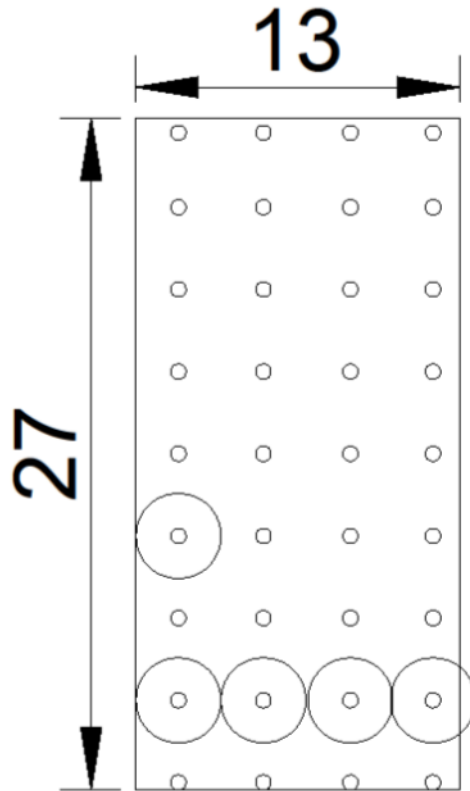


Figura 11.- Distribución de Drenes de arena

Fuente: Carlos Coello

$t_{90}=0.848 \cdot h^2 / 2.4$
$t_{90}=0.848 \cdot 1000 / 2.4$
$t_{90}=102.2 - (102.2 \cdot 33.3)$
$t_{90}=67,96$ días

Figura 12.- Cálculo de asentamiento

Fuente: Carlos Coello

3.2.2.2.3 Presupuesto de Drenes

PRESUPUESTO					
OBRA: MEJORAMIENTO DE TIERRA EN EL KM 13 DE LA VIA A SAMBORONDON MEDIANTE DRENS VERTICALES CON PRECARGA					
FECHA:	24/5/2016	ELABORADO	DEPARTAMENTO DE OOPP SAMBORONDON		
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	PRELIMINARES				
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	576,00	0,34	195,84
2	PERFORACION DE DRENES	m	210,00	10,00	2.100,00
				SUBTOTAL	2.295,84
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
5	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO IMPORTADO ARENA	m3	64,80	4,50	291,60
	RELLENO MATERIAL PERMEABLE 0.60	M3	510,00	4,50	2.295,00
6	RELLENO NO COMPACTADO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO (INC. TRANSPORTE)	m3	2.553,00	4,00	10.212,00
				SUBTOTAL	12.798,60
	MITIGACION AMBIENTAL				
10	SEÑALIZACION CON CINTA DE PELIGRO	m	100,00	0,41	41,00
11	PARANTES DE MADERA CON BASE DE HORMIGON	u	12,00	6,76	81,12
				SUBTOTAL	122,12
				TOTAL	15.216,56

Tabla 7.- Presupuesto de drenes verticales

3.2.2.3 Trincheras drenantes

Las trincheras drenantes son conocidos por muchos nombres, como el desagüe francés, drenaje del canal, drenaje de la zanja, drenaje de la línea, etc. Si bien todos los drenajes de trincheras tienen el mismo propósito (para eliminar rápidamente el líquido de la superficie, esos propósitos tienen una amplia gama de propósitos de uso.

Son zanjas rellenas de material permeable que reducen un 22.3% el tiempo de asentamiento, permitiendo la aceleración del proceso de asentamiento y la ejecución del proyecto.

La necesidad de sistemas de drenaje más duraderos para soportar el peso requerido en un aeropuerto fue lo que impulsó la comisión de la British Airports Authority para desarrollar un desagüe con menos partes móviles y menos tendencia a colapsar. Los aeropuertos y otras locaciones como las carreteras y la construcción de planos urbanos continúan instalando drenajes de trinchera de todos los tipos y estilos de acuerdo a sus necesidades.

3.2.2.3.1 Proceso Constructivo

- Excavación
- Colocación del material drenante
- Relleno de la parte Superior de zanja.
- Relleno de la parte Superior de la zanja con material permeable
- El material de la excavación debe estar mínimo a 0.60m apartado del borde de relleno
- Relleno del material drenante hasta la cota fijada
- Colocación de Precarga sobre la capa permeable

U%	TV	T ANOS	S=2,835XU CM
0,1	0,008		0,2835
0,2	0,031		0,567
0,3	0,071		0,8505
0,4	0,0126		1,134
0,5	0,197		1,4175
0,6	0,287		1,701
0,7	0,403		1,9845
0,8	0,567		2,268
0,9	0,848		2,5515
0,95	1,2		2,69325
0,955	2		2,707425

Tabla 8.- Presupuesto del procedimiento de precarga

$t_{90}=0.848 \cdot h^2 / 2.4$
$t_{90}=0.848 \cdot 1000 / 2.4$
$t_{90}=102.2 - (102.2 \cdot 0.223)$
$t_{90}=79.4 \text{ dias}$

Figura 13.- Cálculo de tiempo de asentamiento trincheras

Fuente: Carlos Coello

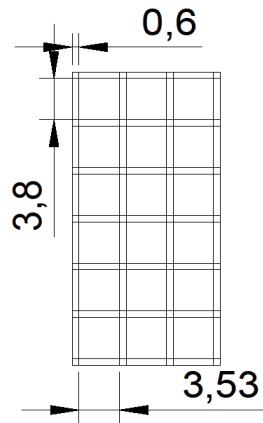
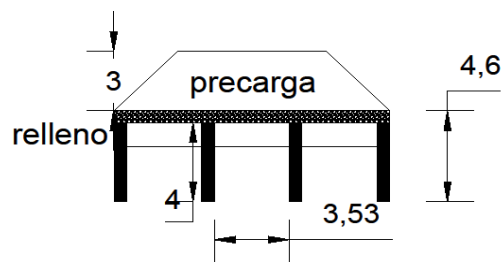


Figura 14.- Distribución de Trincheras



Fuente: Carlos Coello

Figura 15.- Corte trincheras

Fuente: Carlos Coello

3.2.2.3.2 Resultados

- 4 trincheras de 27 metros de longitud y 7 trincheras de 13 metros de longitud.
- El asentamiento se tardará aproximadamente 79 días en llegar a su 90%.
- Las zanjas tendrán una profundidad de 7.8m y un ancho de 0.60cm con una inclinación del 0.5%.

Cálculo de Suelo Estratificado

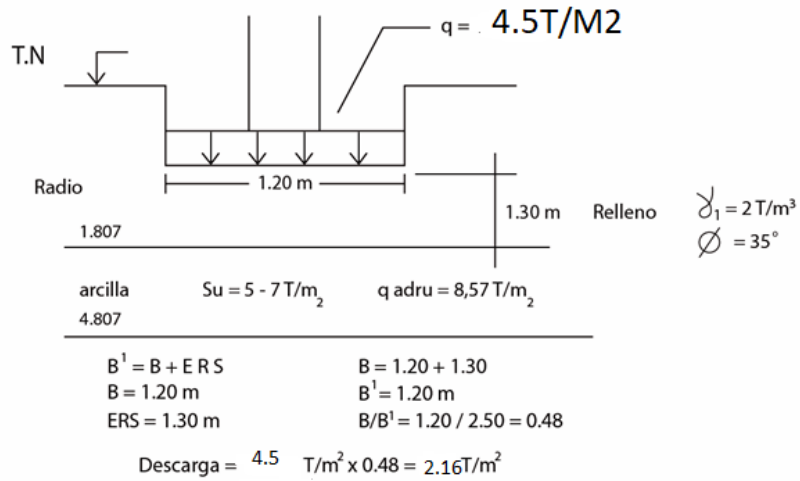


Figura 16.- Cálculo de Suelo Estratificado

Fuente: Carlos Coello

3.2.2.3.3 Presupuesto de Trincheras

OBRA: MEJORAMIENTO DE TIERRA EN EL KM 13 DE LA VIA A SAMBORONDON MEDIANTE TRINCHERAS DRENANTES CON PRECARGA					
FECHA:	24/5/2016	ELABORADO	DEPARTAMENTO DE OOPP SAMBORONDON		
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
	PRELIMINARES				
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m2	576,00	0,34	195,84
				SUBTOTAL	195,84
	MOVIMIENTO DE TIERRA				
5	EXCAVACION A MAQUINA INC. DESALOJO	m3	1.248,00	4,36	5.441,28
	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE PRESTAMO GRAVA	m3	1.248,00	4,50	5.616,00
	RELLENO CAPA PERMEABLE 0.60CM	M3	510,00	4,50	2.295,00
6	RELLENO NO COMPACTADO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO (INC. TRANSPORTE) TENDIDO	m3	2.553,00	4,00	10.212,00
				SUBTOTAL	23.564,28
	MITIGACION AMBIENTAL				
10	SEÑALIZACION CON CINTA DE PELIGRO	m	100,00	0,41	41,00
11	PARANTES DE MADERA CON BASE DE HORMIGON	u	12,00	6,76	81,12
				SUBTOTAL	122,12
				TOTAL	23.882,24
SON:					
NOTA:	Estos precios no incluyen el iva				

Tabla 9.- Presupuesto de trincheras

CAPITULO IV: RESULTADO ESPERADO

En base a la literatura existente se espera encontrar que el método de precarga posea una ventaja en cuanto a eficacia y eficiencia, aun siendo uno de los más simples y antiguos. Debido a su simplicidad, es que radica la eficiencia y la eficacia, de manera que con una inversión menor, se puede esperar un resultado adecuado y a largo plazo sin tener que recurrir a correcciones por errores esperados dentro de un rango de tiempo.

Capacidad de Carga

$$q_{ult} = C N_c$$

$$N_c = 5.14$$

$$q_u \text{ promedio} = \frac{14,55 + 10,22 + 12,56}{3} = 12,61$$

$$c = \frac{q_u}{2} = \frac{12,61}{2} = 6,305 \text{ T/m}^2$$

$$q_{ult} = 5,14 (6,305) = 32,4077$$

$$FS = 3$$

$$q_{ad} = \frac{32,40}{3} = 10,80 \text{ t/m}^2 \text{ del suelo arcillado}$$

$$\text{esfuerzo de contacto } q_c = 4,50 \text{ T/m}^2$$

Figura 17.- Capacidad de carga

Fuente Carlos Coello

4.1 Distribución de Variables

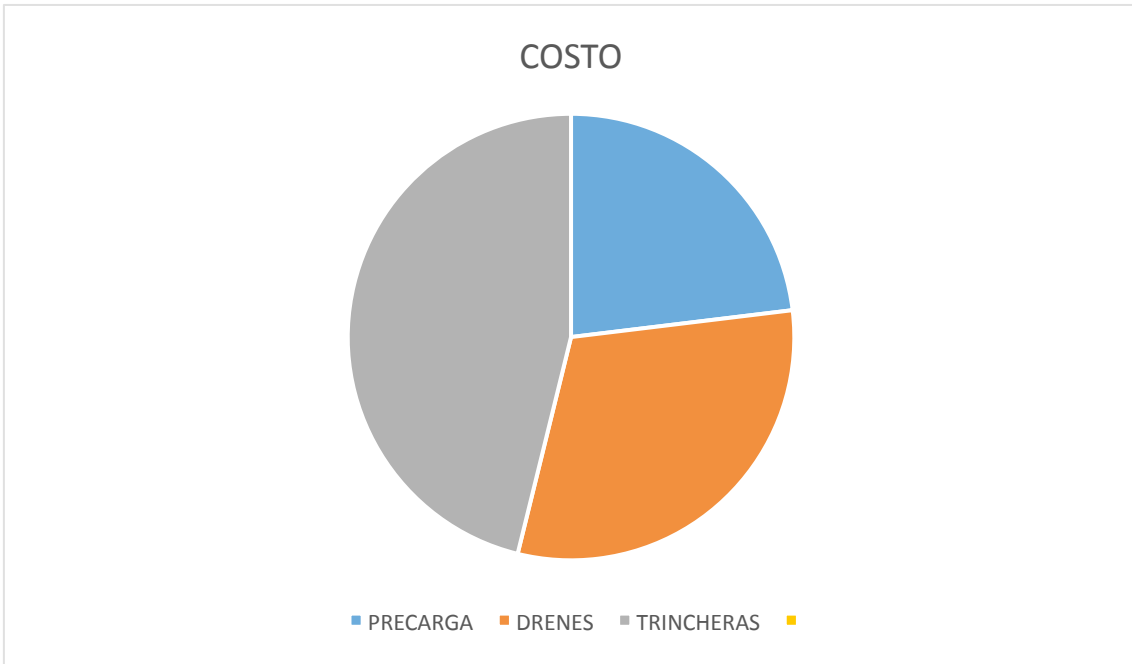


Figura 18.- Comparación del costo final de cada una de los métodos entre sí.

Al realizar una comparación entre los métodos, en base al costo que representa llevarse a cabo cada uno, se puede determinar que el método de Precarga es el más económico. Debido a su menor trabajo en sitio.

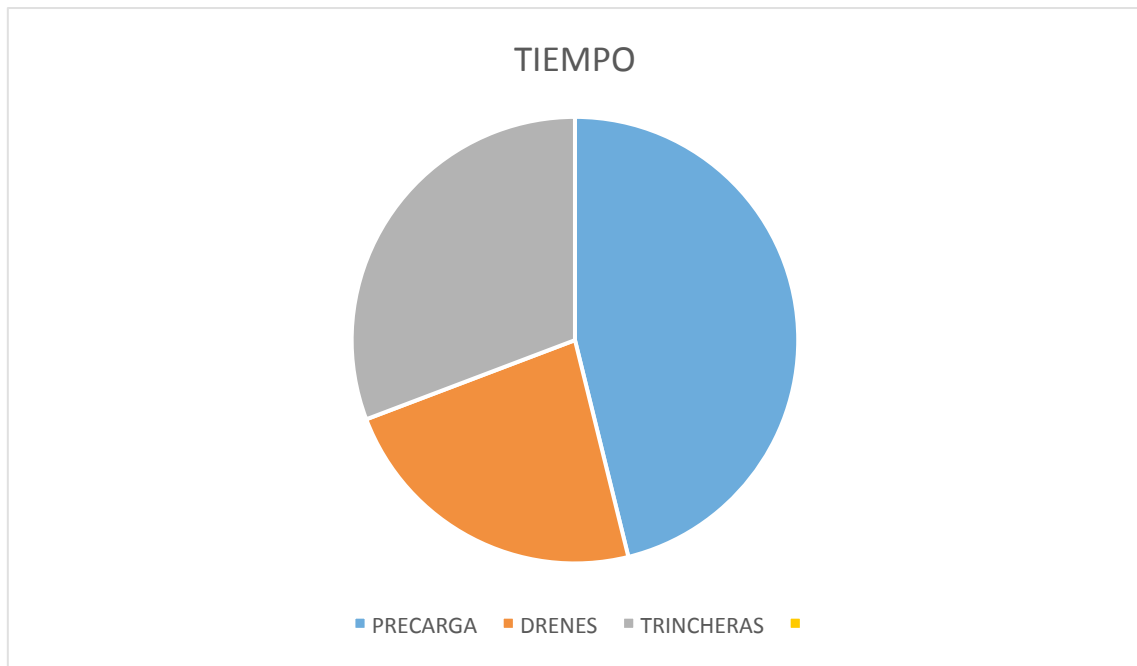


Figura 19.- Comparación de variables en relación al tiempo.

Al comparar la duración de la aplicación de todos los métodos, se pudo determinar que el método de precarga representa mayor tiempo debido a su sencilla aplicación, los otros métodos consisten en un plus a esta aplicación por lo tanto aceleraran el proceso.

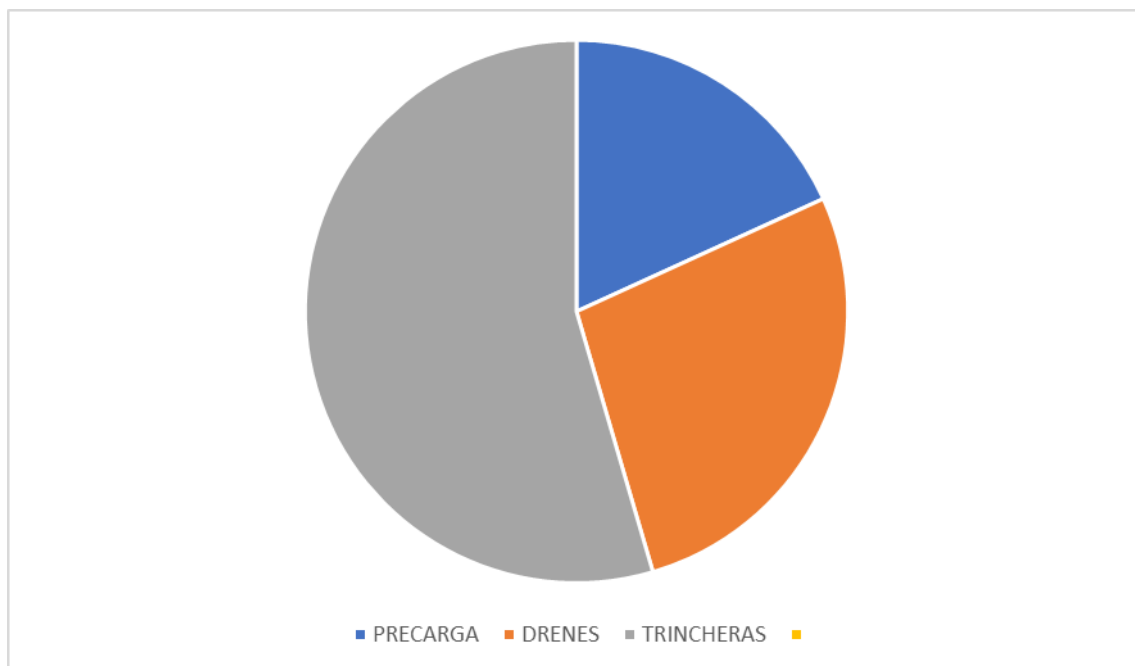


Figura 20.- Comparación de variables en relación al impacto ambiental.

Al realizar la comparación en base al impacto que tiene en el ambiente se toma en cuenta tanto el ruido que puede ser producido para los habitantes del área alrededor, así como el estado en que puede quedar el suelo, y los productos de desecho que pueden ser producidos al terminar el procedimiento. De manera que se pudo determinar que los procedimientos de trincheras poseen el mayor impacto ambiente de los tres procedimientos, mientras que el proceso de drenes posee un impacto ambiental intermedio, dejando al proceso de precarga como el procedimiento con menor impacto ambiental.

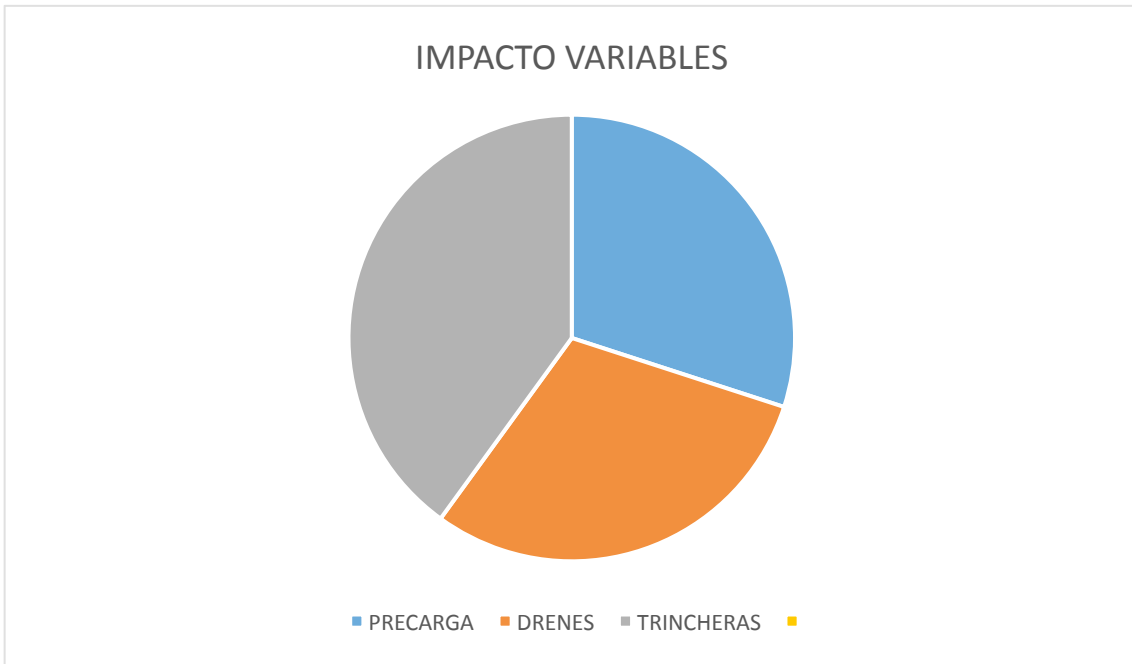


Figura 21.- Suma de variables

De manera que al tomar en cuenta todas las variables juntas, se pudo determinar un índice de impacto en todas las áreas. Es decir que se puede determinar el nivel de impacto que poseen, mientras mayor sea el impacto, menos viable es; por cuanto menor fuera el impacto, mayor sería la eficiencia, eficacia y viabilidad del procedimiento mediante dicho procedimiento.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

A partir del análisis y de la revisión de la literatura se puede decir que el método de precarga es el más viable debido a las condiciones del proyecto en cuanto a tiempo, costo, impacto ambiental, es decir en cuanto al manejo de recursos disponibles. Tomando en cuenta que el relleno existente en el proyecto tiene más de 6 meses produciendo un asentamiento. De manera que se puede asegurar un resultado adecuado, con una inversión no desmesurada, Sin embargo, un método muy efectivo es el método de Drenes Verticales con Precarga.

En cuanto al factor costo y tiempo el más efectivo es drenes verticales

Los Drenes Verticales son 49.8% más costoso que el método de la precarga sin embargo acelera el asentamiento un 33.3%

Las trincheras es 124% más costosa que la precarga y sin embargo acelera el proceso frente a la precarga un 22.3%.

Las trincheras son un 58% más costosa que los drenes y retarda el asentamiento un 10%

5.2 RECOMENDACIÓN

Se recomienda para futuras investigaciones, la creación por parte del ente regulador de un estudio general del suelo por áreas, de manera que para planes y estudios a futuro se puedan realizar proyecciones y aproximaciones o estimaciones de en base a los estudios realizados previamente.

Así poder trabajar de manera más eficiente, basándonos en el tipo de suelo de cada zona y proyectándonos a posibles soluciones. El método de precarga es el más viable por lo que ya existe un relleno previo por consecuente parte del asentamiento ya se ha producido. Aprovechando el material de la precarga podría ser usado para llegar a la cota de proyecto deseada.

Se recomienda analizar el proyecto con el asentamiento existente dado al tiempo que ha transcurrido, se podría encontrar un asentamiento notable que nos permita reducir nuestros costos.

			TRANSMISION DE PRESION PESO PROPIO DEL SUELO
			3=3M DE ARCILLA
			1,6=DENSIDAD PROM. DEL SUELO
			2,5=MITAD DEL ESTRATO 5M ARENA
			1.3= DENSIDAD PROM ARENA
			$P_0=3*1,6+2,5*1,3$
			$P_0=8.050$
			TRANSMISION DE PRECIONES POR PESO DEL EDIFICIO
			Z=PROFUNDIDAD AL CENTRO DEL ESTRATO DE ARENA
		27M	B=DISTANCIA AL CENTRO DEL ESTRATO
6.5			Z/B
6.5			Z/B=0.846
	6.5		

Figura 22.- transmisión de presión

SEGÚN GRAFICO DE STEINBRENNER	
RELACION $Z/B=0.846$	
RELACION $A/B=2.07$	
$4.5T/M^2 =$ PESO DE LA ESTRUCTURA	
4 = SE MULTIPLICA PARA LOS CUATRO CUADRANTES	
0.215= CURVA DE GRAFICO STEINBRENNER	
$0.215*4.5*4=3.87$	
$A_p= 3.87$	
$A_p=$ presion al centro del estrato	
$cc=wl-10$ (indice de compresibilidad)	
$E_o=$ Razon de vacios	
$cc=0.636(e_o-0.71)$	
$E_o=2.03$	
$P=cc/1+E_o * H * LOG P_0+A_p/P_o$	
$P=23.63cm$	

Figura 23.- Peso propio del suelo



Figura 24.- Perforación para tomar muestra

BIBLIOGRAFÍA

- Botanical*. (2011). Obtenido de <http://www.botanical-online.com/suelo-arcilloso.htm>
- Caballero, C. (2014). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Obtenido de <http://usuarios.geofisica.unam.mx/cecilia/cursos/34c-Suelos%20y%20edafizacion.pdf>
- Consejería de Educación y Universidades*. (2015). Obtenido de http://servicios.educarm.es/templates/portal/ficheros/websDinamicas/20/suelos_tema_2..pdf
- Jaramillo, D. (2002). *Universidad Nacional de Colombia*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/2242/1/70060838.2002.pdf>
- Rucks, L., García, F., Kaplán, A., & Hill, M. (2004). *Universidad de la República*. Obtenido de <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>
- Toledo, A. (Enero de 2004). *Universidad de San Carlos*. Obtenido de [file:///C:/Users/NIETO/Downloads/08_3673_C%20\(16\).pdf](file:///C:/Users/NIETO/Downloads/08_3673_C%20(16).pdf)
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*. (2013). Obtenido de <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/13748/MecSuelosI.pdf?sequence=1>
- Universidad de Mendoza*. (2011). Obtenido de <http://www.um.edu.ar/um/fau/estructura5-anterior/CIMENTACIONES.htm>
- Universidad de Murcia*. (2013). Obtenido de http://www.um.es/sabio/docs-cmsweb/materias-may25-45/tema_6.pdf

