



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

**FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE CIVIL**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL.**

**“DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DE TRABAJO DE  
MAQUINARIA EN SUELOS ORGÁNICOS DEL SUR DE LA CIUDAD  
DE QUITO, PARA EXCAVACIÓN DE ZANJAS DE  
ALCANTARILLADO.”**

**EVELYN ALEJANDRA NEGRETE PACHECO.  
DIRECTOR: ING. JUAN MERIZALDE**

**Quito, 2017.**



## **DEDICATORIA**

A mi ángel en el cielo, a José David Negrete donde quiera que estés nano, sé que siempre me guías.

A mi ángel en la tierra, a José David Cruz por ser el motor que siempre me da alegría y fuerzas para seguir adelante.

A mi madre Rosa Pacheco porque sin ella nunca lo hubiera logrado...

## **AGRADECIMIENTO**

A mi madre Rosa Pacheco por siempre estar conmigo y apoyarme más que como una madre una amiga incondicional.

A mi padre por haberme dado las pautas para seguir mi carrera, por apoyarme y aconsejarme más que como un padre como un amigo.

A Edmundo por siempre estar a mi lado apoyándome, a mi abuelita Ofelia, a mis tíos y primos porque siempre han estado conmigo, este logro es de todos porque todos me han impulsado a seguir adelante pese a las dificultades que se me han presentado, por guiarme y quererme a pesar de todo.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	1
Capítulo I	2
1.1. Introducción	2
1.2. Antecedentes	5
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo General	7
1.3.2. Objetivos Específicos	7
1.4. Zanjas para tuberías.	7
1.5. Maquinaria recomendada para la excavación de zanjas para alcantarillado en suelos orgánicos y eficiencia de las mismas.	8
Capítulo II	15
2.1. Mecánica de Suelos	15
2.1.1. Características de los suelos orgánicos.	26
2.1.1.1. Límites de Atterberg.	31
2.1.1.2. Registros de perforación.	34
2.1.1.3. Ensayos de resistencia al corte.	36
2.1.1.3.1. Parámetros de resistencia al corte	39
2.1.1.3.1.1. Cohesión	40
2.1.1.3.1.2. Fricción	40
2.1.1.3.2. Peso unitario	41
2.1.1.3.3. Humedad Natural	42
2.1.1.3.4. Gravedad Específica	43
2.1.1.3.5. Permeabilidad	44
2.1.1.3.6. Consolidación	45
2.1.1.3.6.1. Presión de pre consolidación	46

2.1.1.3.6.2. Índice de compresibilidad.	47
2.1.1.4. Nivel Freático	48
2.1.1.5. Entibamiento	49
Capítulo III	51
3.1. Factores por tipo de material "m" anteriores en el uso de Maquinaria.	51
3.2. Factores por tipo de material "m" obtenidos.	51
3.3. Comparación de Resultados.	52
3.3.1.1. Cálculo de Eficiencia.	52
Capítulo IV	58
4.1. Explicación del Modelo en Excel.	58
4.1.1. Mapa temático	58
4.1.2. Cálculo de Eficiencia	59
4.1.3. Calculo de N60	61
4.1.4. Encuesta de trabajabilidad	63
4.1.5. Datos tabulados de Laboratorio para determinación del factor "m" en suelos orgánicos.	65
4.2. Resultados del modelo en Excel	66
Capítulo V	68
5.1. Conclusiones.	68
5.2. Recomendaciones.	70
ANEXOS	71
Anexo 1: Datos Tabulados.	74
Anexo 2: Clasificación de turbas	76
Anexo 3: Clasificación de turbas	77
Anexo 4: Encuesta trabajabilidad 1	78
Anexo 5: Encuesta trabajabilidad 2	79
Anexo 6: Encuesta trabajabilidad 3	80
Anexo 7: Encuesta trabajabilidad 4	81
Anexo 8: Encuesta trabajabilidad 5	82
Anexo 9: Encuesta trabajabilidad 6	83
Anexo 10: Encuesta trabajabilidad 7	84
Anexo 11: Encuesta trabajabilidad 8	85
Anexo 12: Encuesta trabajabilidad 9	86

Anexo 13: Encuesta trabajabilidad 10	87
Anexo 14: Niveles freáticos en el sur de la ciudad de Quito.	87
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Estructuras que limitan la subcuenca del sur de Quito (Base topográfica IGM – EMAAP-Q), Fuente: (Peñafiel, Febrero 2009). .....	3
Ilustración 2. Modelo hidrogeológico conceptual de la subcuenca del sur de Quito, Fuente: (Peñafiel, Febrero 2009).....	4
Ilustración 3. Parroquias con Servicio de Alcantarillado (SIGAL), Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), 2011). .....	5
Ilustración 4. Parroquias con Servicio de Alcantarillado (SIGAL), Fuente: (SIGAL, 2017). .....	6
Ilustración 5. Zanjas para tuberías, Fuente: (ATHA.ES). .....	8
Ilustración 6. Excavadora hidráulica, Fuente: (Monografias.com). .....	9
Ilustración 7. Cucharón Almeja, Fuente:(midvalleydealers.com). .....	10
Ilustración 8. Ciclo de trabajo de una excavadora, Fuente: ( Merizalde, Maquinaria de Construcción Capítulo 3, 2013). .....	11
Ilustración 9. Tiempos, Fuente: (Merizalde, Maquinaria de Construcción Capítulo 3, 2013). .....	11
Ilustración 10. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	16
Ilustración 11. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	17
Ilustración 12. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	18
Ilustración 13. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	18
Ilustración 14. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	19
Ilustración 15. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	20
Ilustración 16. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	21
Ilustración 17. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	22
Ilustración 18. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	23
Ilustración 19. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	24
Ilustración 20. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	24
Ilustración 21. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde). .....	25
Ilustración 22. Microzonificación DMQ, Fuente: (Quito M. d., 2015). .....	26
Ilustración 23. Clasificación SUCS, Fuente: (AASHTO). .....	27
Ilustración 24. Estratigrafía del Sur de Quito, Fuente: (Peñafiel, Febrero 2009). .....	28
Ilustración 25. Carta de plasticidad SUCS, Fuente: (Wikipedia). .....	29
Ilustración 26. Correlación aproximada entre IC, N60 y qu, Fuente:(Das, 2012). .....	30
Ilustración 27. Aparato de Casa grande y ranurador, Fuente: (google). .....	32
Ilustración 28. Esquema después de realizar la ranuración, Fuente:(Osorio). .....	32
Ilustración 29. Curva de fluidez, Fuente:(APUNTES INGENIERÍA CIVIL). .....	33
Ilustración 30. Ensayo SPT El Garrochal, Fuente: (PUCE, 2014). .....	35
Ilustración 31. Pruebas Triaxiales, Fuente: (Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001). .....	38

Ilustración 32. Rangos de permeabilidad hidráulica, Fuente: (Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001). .....	44
Ilustración 33. Curva de consolidación, Fuente: (Ingeniero civil, 2010).....	47
Ilustración 34. Curva de consolidación realizada en suelos orgánicos del sur de la ciudad de Quito, Fuente: (PUCE, 2014). .....	48
Ilustración 35. Entibación en suelos orgánicos, Fuente:(Estrucplan On Line - <a href="http://www.estrucplan.com.ar">www.estrucplan.com.ar</a> - Salud, seguridad y medio ambiente en la industria).....	49
Ilustración 36. Entibación de suelos orgánicos, Fuente: (Estrucplan On Line - <a href="http://www.estrucplan.com.ar">www.estrucplan.com.ar</a> - Salud, seguridad y medio ambiente en la industria).....	50
Ilustración 37. Mapa temático suelos orgánicos del sur de la ciudad de Quito. ....	58
Ilustración 38. Factores para cálculo de eficiencia. Fuente: ((MOP), 1992). .....	60
Ilustración 39. Encuesta utilizada para determinar la trabajabilidad en suelos orgánicos. ...	63
Ilustración 40. Resultados encuesta de trabajabilidad. ....	64
Ilustración 41. Trabajabilidad de suelos orgánicos de acuerdo a su consistencia.....	65
Ilustración 44. Factores "m" obtenidos por administraciones zonales del sur de Quito. ....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Factor g de maniobra o alcance. ....	10
Tabla 2. Disminución de tiempos por al tipo de material.....	13
Tabla 3. Disminución de tiempos por condiciones de trabajo. ....	13
Tabla 4. Disminución de tiempos por Angulo de giro. ....	13
Tabla 5. Disminución de tiempos por condiciones de descarga.....	14
Tabla 6. Disminución de tiempos por porcentaje de alcance máximo.....	14
Tabla 7. Contenido orgánico de suelos en el sur de la ciudad de Quito.....	27
Tabla 8. Cohesión y fricción en suelos orgánicos del sur de Quito. ....	39
Tabla 9. Tabla resumen cohesión de muestras. ....	40
Tabla 10. Tabla resumen fricción de muestras. ....	40
Tabla 11. Tabla de resumen pesos unitarios.....	41
Tabla 12. Tabla de resumen humedad de muestras tomadas. ....	42
<b>Tabla 13. Tabla de resumen gravedad especifica. ....</b>	<b>43</b>
Tabla 14. Factor por tipo de material m usadas anteriormente.....	51
Tabla 15. Eficiencia en el tiempo.....	53
Tabla 16. Operación de la maquinaria.....	53
Tabla 17. Administración.....	54
Tabla 18. Factor por tipo de material. ....	54
Tabla 19. Factor por estado de material. ....	55
Tabla 20. Factor por maniobra y alcance. ....	55
Tabla 21. Factor por tipo de terreno. ....	56
Tabla 22. Factor por condiciones de camino. ....	56
Tabla 23. Factor por eventualidad. ....	57
Tabla 24. Parroquias de estudio.....	59
Tabla 25. Variación de $\eta_H$ .....	61
Tabla 26. Variación de $\eta_B$ . ....	62
Tabla 27. Variación de $\eta_H$ .....	62
Tabla 28. Variación de $\eta_H$ .....	62
Tabla 29. Valores de factores para cálculo de eficiencia de maquinaria.....	66
Tabla 30. Factores m para administraciones zonales del sur de Quito. ....	66



## **RESUMEN**

El presente trabajo, tiene como objetivo principal determinar la eficiencia de trabajo de la maquinaria en el proceso de la realización de zanjas de alcantarillado en suelos orgánicos del sur de la ciudad de Quito, para esto se toman en cuenta parámetros característicos del suelo orgánico del área de estudio, así como también ensayos realizados por el laboratorio de suelos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, además de datos basados en la experiencia en excavación de zanjas de alcantarillado en este tipo de suelos.

El capítulo I tiene por contenido una introducción acerca de consideraciones básicas que se utilizaron para realizar el presente trabajo de titulación, además de recomendaciones acerca de la maquinaria que se debe usar al excavar zanjas de alcantarillado en suelos orgánicos.

El capítulo II contiene información detallada acerca de las características de los suelos orgánicos, correlaciones y fórmulas tomadas en cuenta para realizar el presente trabajo y datos tomados de ensayos realizados en el laboratorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador en la zona de estudio, además de contar con el tipo de entibamiento más propicio para este tipo de suelos.

En el capítulo III se detallan los factores que se involucran en el cálculo de la eficiencia de la maquinaria en la excavación de zanjas realizadas en suelos orgánicos, así como también la comparación de resultados con los factores obtenidos y los factores usados comúnmente sin previo estudio.

En el capítulo IV se desarrolla una explicación del modelo realizado en Excel y los resultados obtenidos.

En el capítulo V están las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo de investigación.

# Capítulo I

## 1.1. Introducción

El presente trabajo de titulación se deriva de la necesidad de obtener con mayor exactitud la eficiencia de trabajo de la maquinaria en suelos orgánicos y así poder disminuir o prevenir costos innecesarios para el cumplimiento de excavaciones de zanjas de alcantarillado en zonas con este tipo de suelos.

Para el desarrollo del presente trabajo de titulación se toma en cuenta aspectos importantes característicos de este tipo de suelos y se usa una correlación entre el número de golpes en la penetración estándar, corregido por las condiciones presentadas en campo (N60), la descripción de la consistencia que podrá ir de muy blanda a muy firme, el índice de consistencia para lo cual se tendrá que determinar los límites de Atterberg, el contenido de humedad natural de la muestra y la resistencia a la compresión simple ( $q_u$ ).

Todos los datos anteriormente mencionados son proporcionados por el Laboratorio de Suelos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y en el presente trabajo de titulación se realiza una explicación de cómo fue obtenido el dato que proporciona el laboratorio además de cómo se realiza el respectivo ensayo para obtener los datos.

Posteriormente están los cálculos de la eficiencia tomando todos los factores necesarios para el correcto cálculo de la misma, para esto se estima una trabajabilidad en base a la experiencia de trabajo de la maquinaria en este tipo de suelos y se procede al cálculo tomando en cuenta la correlación antes mencionada para suelos cohesivos.

En el presente trabajo de titulación se realizó un mapa de las muestras de las cuales el laboratorio realizó los ensayos para suelos orgánicos en el sur de la ciudad de Quito, además de algunas recomendaciones de seguridad para un mejor trabajo en este tipo de suelos para excavar zanjas de alcantarillado y recomendaciones de maquinaria de excavación.

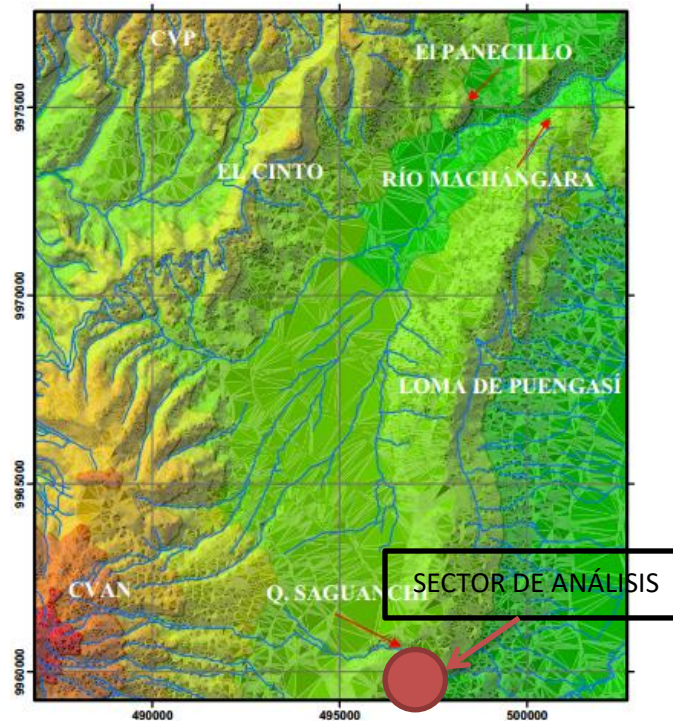
Se tiene en consideración que la eficiencia en una obra de excavación es el costo por unidad de material movido y para poder obtener la eficiencia real al realizar una obra de

excavación todos los factores que intervienen en la eficiencia deben ser correctamente estimados o calculados; para se debe determinar las limitaciones de la obra.

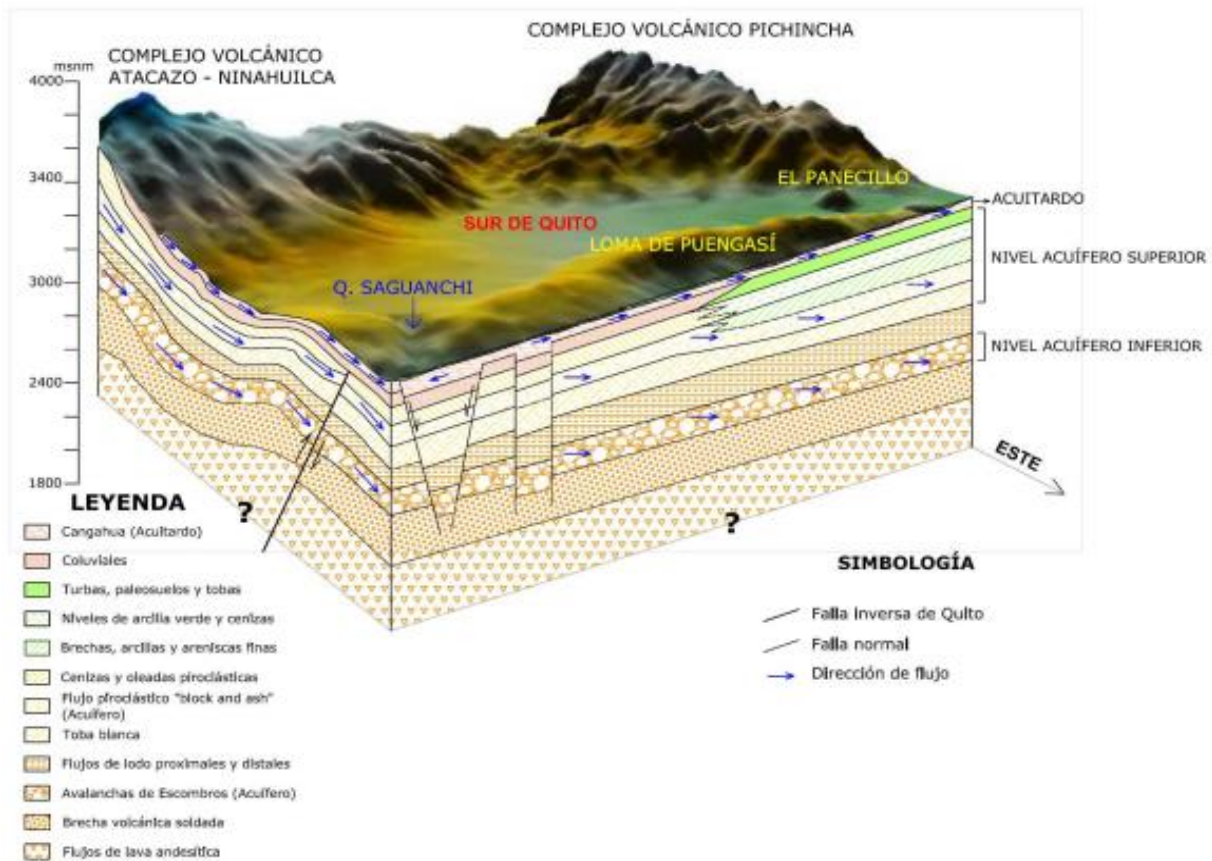
La cuenca de Quito tiene treinta kilómetros de longitud y de tres a cinco kilómetros de ancho. (Alvarado, 1996).

Esta cuenca se divide en dos subcuencas: centro – norte y sur, separados por el río Machángara y el domo “El Panecillo” (Villagómez, 2003).

La subcuenca del sur de Quito tiene un área aproximada de 127.7 kilómetros cuadrados. El valle del sur de Quito se presenta como una planicie de 53.7 kilómetros cuadrados. Su altura varía entre 3080 m.s.n.m. al sur y 2800 m.s.n.m. al norte, y una pendiente promedio de dos grados con inclinación N-NE.



*Ilustración 1. Estructuras que limitan la subcuenca del sur de Quito (Base topográfica IGM – EMAAP-Q), Fuente: (Peñañiel, Febrero 2009).*



*Ilustración 2. Modelo hidrogeológico conceptual de la subcuenca del sur de Quito, Fuente: (Peñañiel, Febrero 2009).*

## 1.2. Antecedentes

El sistema de alcantarillado de la ciudad de Quito ha sido desarrollada realizando zanjas sobre distintos tipos de suelos entre ellos han estado suelos de tipo orgánico.

La Empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento de Quito, es la encargada de realizar el sistema de alcantarillado, para defectos de este proceso la Ordenanza Metropolitana 199 mediante El Consejo Metropolitano de Quito en el informe IC-2006-648.

Denota como responsable de la gestión de recursos hídricos a la EPMAPS – Q de acuerdo al Art. 1423 del Código Municipal; además que el Distrito Metropolitano de Quito asume las metas aprobadas por las Naciones Unidas 2015 como políticas de gestión.

Es así que el Distrito Metropolitano de Quito cumple con el Art. 42 y 249 de la Constitución Política del Ecuador, garantizando el derecho a la salud, mediante la provisión de agua potable, riego y saneamiento.

De acuerdo al Estudio de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ, en la siguiente imagen de este estudio se puede ver las parroquias con servicio de alcantarillado.

Parroquias con Servicio de Alcantarillado (SIGAL)						
Parroquia	Superficie		Población		% Población	
	Urbana (ha)	2040 (hab)	Área aporte (ha) (*)	Población (hab) (**)	% Capacidad Aceptable	Analizada
Calacalí	307.83	8902	1404	3598	22	40.4
Calderón	3640.73	262940	1284	36279	91	13.8
Checa	276.33	56379	192.9	3965	23	7.0
Cumbayá	1624.41	90775	322.6	17965	84	19.8
El Quinche	598.32	30729	243.3	12494	69	40.7
Nayón	877.47	20448	121.3	2826	79	13.8
Pifo	786.5	38294	190	10136	20	26.5
Pomasqui	843.17	56612	1042.1	33677	63	59.5
Pueumbo	334.66	36278	310.8	33689	81	92.9
San Antonio	1527.26	48505	780.8	25343	60	52.2
Tumbaco	2136.45	141507	488.3	28125	69	19.9
Yaruquí	375.69	14003	68.3	2544	91	18.2
Zámbiza	234.5	7508	36	1162	94	15.5

(\*) Incluye áreas de laderas no urbanizables

(\*\*) Densidad utilizada con proyección al año 2040

Ilustración 3. Parroquias con Servicio de Alcantarillado (SIGAL), Fuente: (Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS), 2011).

• **Las parroquias del sur de la Ciudad de Quito.**

- |                     |                  |
|---------------------|------------------|
| 1. Centro histórico | 9. La Libertad   |
| 2. Chilibulo        | 10. La Magdalena |
| 3. Chillogallo      | 11. La Mena      |
| 4. Chimbacalle      | 12. Puengasí     |
| 5. Guamaní          | 13. Quitumbe     |
| 6. La Argelia       | 14. San Bartolo  |
| 7. La Ecuatoriana   | 15. Solanda      |
| 8. La Ferroviaria   | 16. Turubamba.   |

De las cuales según la EPMAPS –Q no hay ninguna parroquia de las 16 antes mencionadas pertenecientes al Sur de la ciudad de Quito como se puede observar en la ilustración 2; que posean sistema de alcantarillado, esto es porque muchos barrios no tienen la legalización necesaria o se han realizado trabajos en ciertas áreas mas no en toda la parroquia.

UNIDADES OPERATIVAS	Colectores Km	Red Secundaria Km	Pozos u	Sumideros u
<b>CIUDAD</b>				
NORTE	159,83	786,69	17602	25030
CENTRO	117,35	602,25	13695	17545
SUR	179,71	931,19	23380	29886
<b>SUBTOTAL</b>	<b>457</b>	<b>2320,13</b>	<b>54677</b>	<b>72461</b>
<b>PARROQUIAS</b>				
NORTE	72,58	233,41	5624	5927
CENTRO	15,74	24,57	626	331
SUR				
<b>SUBTOTAL</b>	<b>88,32</b>	<b>257,98</b>	<b>6250</b>	<b>6258</b>
<b>TOTAL</b>	<b>545,21</b>	<b>2578,11</b>	<b>60927</b>	<b>78719</b>
<b>TOTAL REDES CATASTRADAS</b>	<b>3123,32 Km</b>			
<b>ESTIMACIÓN REDES SIN CATASTRO</b>	<b>2376,68 Km</b>			
<b>TOTAL REDES DE ALCANTARILLADO</b>	<b>5500,00 Km</b>			

Fuente: SIGAL

Ilustración 4. Parroquias con Servicio de Alcantarillado (SIGAL), Fuente: (SIGAL, 2017).

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la eficiencia de trabajo de maquinaria en suelos orgánicos del sur de la ciudad de Quito, para excavación de zanjas de alcantarillado.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar los factores que intervienen en el cálculo de la eficiencia del trabajo de la maquinaria en suelos orgánicos del sur de Quito.
- Analizar los valores de los factores que intervienen en el cálculo de la eficiencia para saber si se puede obtener un incremento de la eficiencia para la excavación de zanjas de alcantarillado.
- Realizar el análisis comparativo de las eficiencias antes y después de aplicar los factores obtenidos.
- Zonificar las áreas en las que se presenta suelos de tipo orgánico en el sur de Quito, según los resultados obtenidos.

### **1.4. Zanjas para tuberías.**

En el sistema de alcantarillado siempre se debe tener una pendiente mínima al ser sistemas de tuberías a flujo mediante gravedad, por lo que tienen una profundidad variable bajo la superficie.

Se mide la profundidad de las zanjas desde la superficie cuando se obtiene una línea central a la zanja, para esto es aconsejable que existan planos de referencia para realizar el replanteo y hacer el estudio topográfico de lo que se requiere para el sistema.

El ancho de la zanja es uniforme y depende del diámetro de tuberías requerido para el diseño, además del tipo de suelo y por consiguiente la necesidad de uso de entibación según las recomendaciones del proyecto. (Herbert & Nichols, 1981).

Las zanjas para tuberías son sistemas a gravedad con pendientes determinadas por el ingeniero; gracias a la realización de un perfil de la superficie para que el cálculo de pendiente pueda ser el adecuado para que el sistema cumpla con la función de evacuar las aguas servidas.

La profundidad se mide desde la superficie obteniéndose un perfil de terreno que debe estar sobre la línea central de la zanja, se debe marcar con estacas para tomar a elevación desde el fondo de la zanja.

El ancho, pendiente, profundidad de cada sección de la zanja es definido por el ingeniero previo a un estudio del sistema y la estabilidad del suelo, así como también la consideración de entibado.

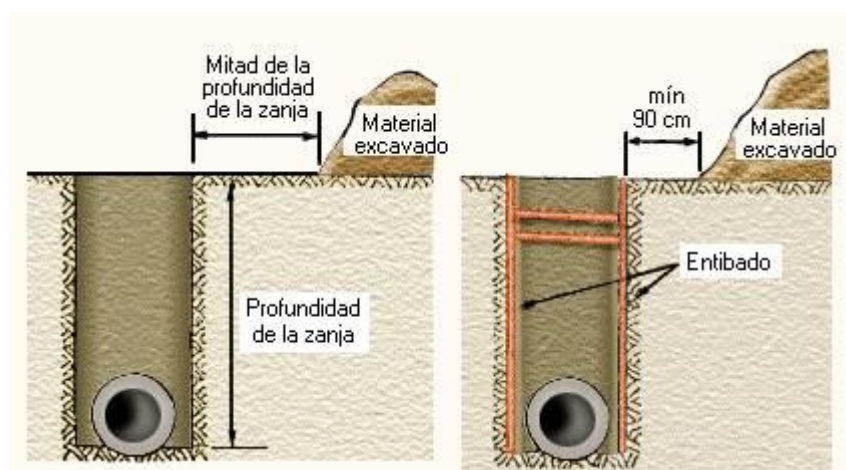


Ilustración 5. Zanjas para tuberías, Fuente: (ATHA.ES).

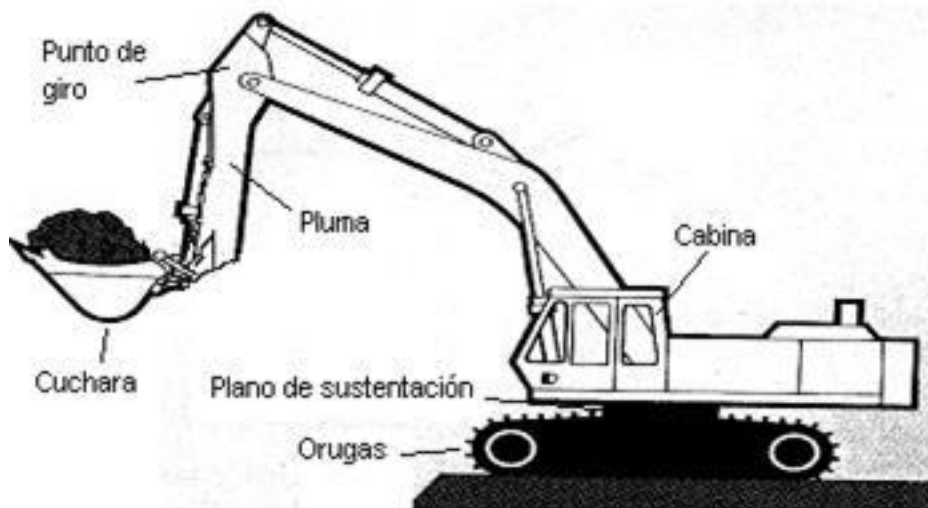
## 1.5. Maquinaria recomendada para la excavación de zanjas para alcantarillado en suelos orgánicos y eficiencia de las mismas.

Para una correcta elección de la maquinaria se debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Definir el tipo de trabajo que realizará la maquinaria y las condiciones a las que la maquinaria estará expuesta.
2. Estudiar cual es la maquinaria más apropiada para ese tipo de trabajo y las condiciones que deberá soportar la maquinaria.

3. Analizar las distintas marcas y su comerciabilidad posterior.
4. Tener en cuenta que es necesario que exista un proveedor local.
5. Definir qué tamaño debe tener la maquinaria en relación al volumen de obra que se realizará para que la maquinaria pueda cumplir las cantidades suficientes para que pueda cerrar los ciclos de trabajo de acuerdo al cronograma establecido en el proyecto.
6. Además se debe tener mucho cuidado con las cláusulas contractuales que tiene el proyecto ya que en las mismas se estipula a maquinaria mínima o el tipo de maquinaria que el contratista desea que se usa en el proyecto.

- **Excavadora hidráulica:**



*Ilustración 6. Excavadora hidráulica, Fuente: (Monografias.com).*

Para excavaciones de zanjas en suelos orgánicos se recomienda utilizar sistemas de tracción de orugas en excavaciones de suelos orgánicos por las siguientes razones:

1. El peso es distribuido en mayor área por lo cual tiene mayor capacidad de flotación que los neumáticos.
2. Tiene mayor tracción en superficies blandas.

La capacidad de levantamiento en una excavadora depende directamente de los siguientes factores:

1. El peso de la maquinaria.

2. Ubicación del centro de gravedad de la maquinaria.
3. Posición del punto de levantamiento de la maquinaria.
4. Capacidad hidráulica de la maquinaria.
5. Carga límite de la maquinaria: Es la carga en la cual la maquinaria se desestabiliza.

- **Cucharón Almeja:**

Para la excavación de zanjas en suelos orgánicos es aconsejable usar equipos de pala con cucharón de almeja ya que la zanja estará sobre la línea central.

Este tipo de maquinaria permite extracción del material por capas. Se puede usar este tipo de maquinaria en zanjas angostas o intermedias o si se requiere mayor ancho se puede realizar traslapes en la excavación; es así que se pueden colocar las cadenas de este tipo de excavadora en una quijada o dos quijadas.



Ilustración 7. Cucharon Almeja, Fuente:(midvalleydealers.com).

- **Factor de maniobra de giro en excavadoras con orugas:**

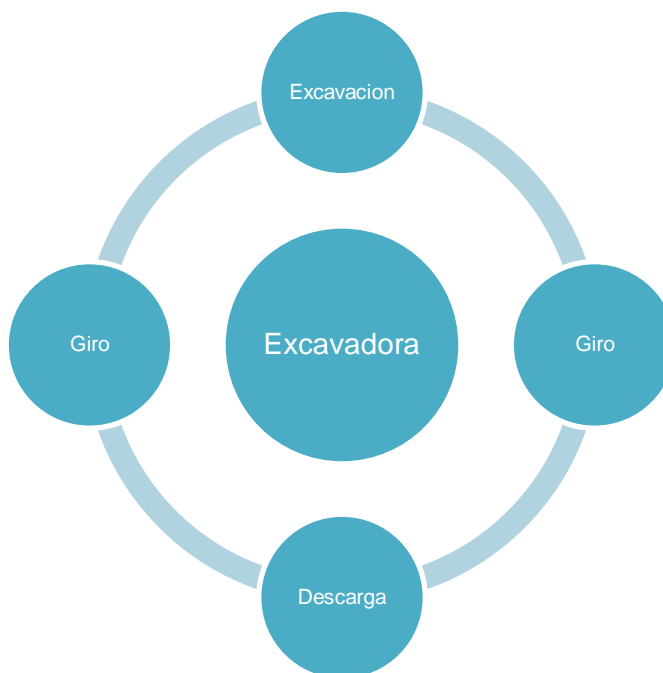
Tabla 1. Factor g de maniobra o alcance.

Giro en grados	Factor g
90	100
45	130
180	75

Fuente: (Merizalde, Maquinaria de construcción, 2013)

- **Ciclo de trabajo de una excavadora:**

Es el tiempo que necesita la maquinaria para hacer un trabajo completo, esto es también llamado “tiempo de ciclo”.



*Ilustración 8. Ciclo de trabajo de una excavadora, Fuente: (Merizalde, Maquinaria de Construcción Capítulo 3, 2013).*



*Ilustración 9. Tiempos, Fuente: (Merizalde, Maquinaria de Construcción Capítulo 3, 2013).*

- **Tiempo Fijo:** Son los tiempos de carga y descarga que para un mismo material serán iguales.
- **Tiempo Variable:** Son los tiempos necesarios para realizar el acarreo.

- **Eficiencia de las excavadoras de orugas:**

1. **Rendimiento:** Es la producción horaria y puede variar dependiendo de :

- Material.
- Carga- Llenado.
- Obstáculos.
- Angulo de giro.
- Profundidad.
- Todos los factores de la eficiencia.

Para calcular la producción hay dos métodos:

- **Método de factores de eficiencia:**

Ejemplo:

Equipo: Excavadora sobre orugas de 15 Ton y potencia 80HP.

Capacidad del cucharón: 0.94 m<sup>3</sup>

Alcance de profundidad máxima: 4.15m tomando en cuenta que la profundidad de cálculo es 3.00 m que el factor es de f1=0.90.

Factor de maniobra: 180 grados o f2=0.75.

Factor total de eficiencia i=0.5

Tiempo de ciclo s= 0.25 min.

Factor de conversión h= 0.84.

$$PH = 60 * b * i * f1 * f2 * h/s$$

$$PH = \frac{60 * 0.94 * 0.50 * 0.75 * 0.90 * 0.84}{0.25}$$

$$= 63.93 \text{ m}^3$$

(Merino, 1992).

- **Método de tiempos de ciclo:**

Se realiza una disminución y adición de los tiempos de ciclo para el ejemplo anterior.

Se toma en cuenta lo siguiente:

Tabla 2. Disminución de tiempos por al tipo de material.

Tipo de material	Maquinaria de 15 toneladas.
<b>Suelo, no cohesivo.</b>	-1 segundos
<b>Tierra, grava, arena, arcilla más arena.</b>	0 segundos
<b>Arcilla compacta.</b>	+2 segundos
<b>Grava en banco.</b>	+4 segundos
<b>Roca.</b>	+3 segundos

Fuente: (Merino, 1992).

Tabla 3. Disminución de tiempos por condiciones de trabajo.

Condiciones de trabajo	Maquinaria de 15 toneladas.
<b>Libre de obstáculos.</b>	-1 segundos
<b>Zanja angosta poca obstrucción.</b>	0 segundos
<b>Alta obstrucción.</b>	+1 segundos
<b>Mucha obstrucción apuntalamiento.</b>	+3 segundos
<b>Mucha obstrucción gente y confinado.</b>	+5 segundos

Fuente: (Merino, 1992).

Tabla 4. Disminución de tiempos por Angulo de giro.

Angulo de giro	Maquinaria de 15 toneladas.
<b>&lt; 45 grados.</b>	-1
<b>90 grados.</b>	0
➤ <b>90 grados.</b>	+2

Fuente: (Merino, 1992)

Tabla 5. Disminución de tiempos por condiciones de descarga.

Condiciones de descarga	Maquinaria de 15 toneladas.
<b>A pie de excavación.</b>	-1 segundos
<b>Sobre camión de volteo (por encima).</b>	-2 segundos
<b>A camión de voteo (a nivel).</b>	0 segundos
<b>Depósito de precisión.</b>	+1 segundos
<b>Alcance máximo.</b>	+2 segundos

Fuente: (Merino, 1992).

Tabla 6. Disminución de tiempos por porcentaje de alcance máximo.

Porcentaje de alcance máximo	Maquinaria de 15 toneladas.
<b>&lt;=25</b>	-1 segundos
<b>50</b>	0 segundos
<b>75</b>	+3 segundos
<b>100</b>	+6 segundos

Fuente: (Merino, 1992).

Ejemplo:

Material mezcla de arcilla y arena: 0s

Condiciones de trabajo con algunas obstrucciones: +2s

Angulo de giro 90 grados: 0

Descarga de precisión: +1 s

Profundidad al 72%: +3s

Total= (15+2+1+3)=21 segundos.= 0.0058 horas.

$$PH = \frac{60 * b * i * h}{s}$$

$$PH = \frac{60 * 0.94 * 0.50 * 0.84}{0.35}$$

$$= 67.68 m^3$$

(Merino, 1992).

## Capítulo II

### 2.1. Mecánica de Suelos

En el presente capítulo se tratarán aspectos importantes de la mecánica de suelos orgánicos, siendo una parte esencialmente importante para la determinación de la eficiencia de la maquinaria en la realización de excavación de zanjas.

“La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la mecánica y la hidráulica a los problemas de la ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de rocas, independientemente de que tengan o no contenido de material orgánico” (Terzaghi. K., 1973)

La mecánica de suelos es determinada luego de realizar la investigación de las propiedades que tiene el suelo en estudio por medio de ensayos en laboratorio.

Luego de esto el ingeniero determina las posibles soluciones para los problemas que se puedan suscitar.

- **Zonificación de la ciudad de Quito.**

Según la zonificación presentada en la ilustración número 8 que fue desarrollada en el proyecto de manejo de riesgo sísmico de la ciudad de Quito existen 3 depósitos de suelos primarios.

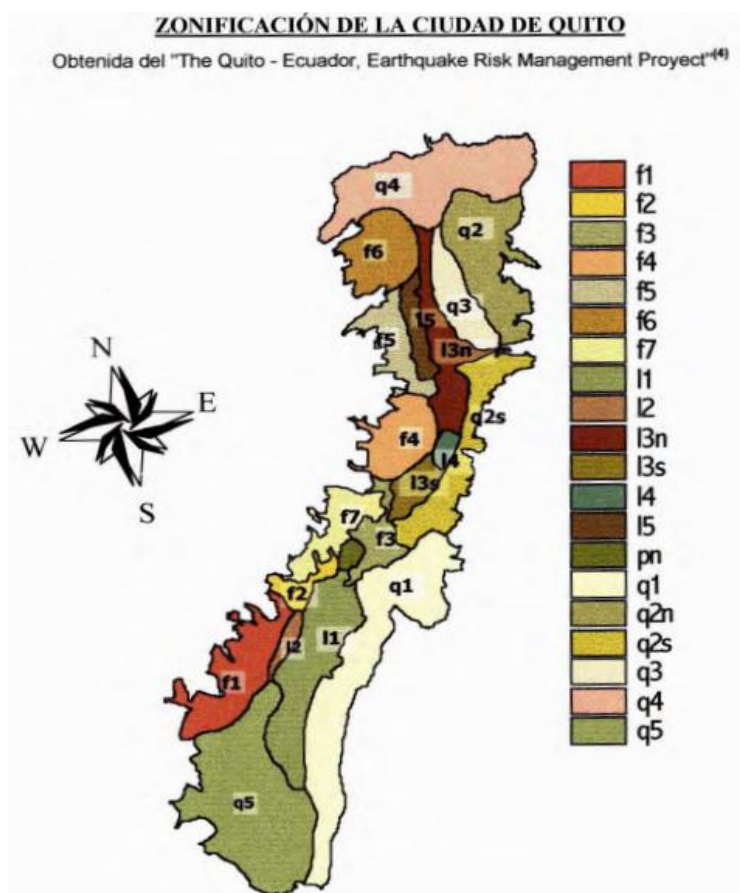


Ilustración 10. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

La letra F indica los flancos orientales del Pichincha, formados por:

- F1: Material coluvial (corresponden a acumulaciones locales sin mucho transporte), con cubierta de cangahua, como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 11. (Ayala, 2015).
- F7: Depósitos aluviales (suelen ubicarse en quebradas y superficies topográficas amplias), como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 11. (Ayala, 2015).

- F2, F3 y F4: Cangahuas cubiertas por diferentes tipos de suelo, como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 12 y 13.

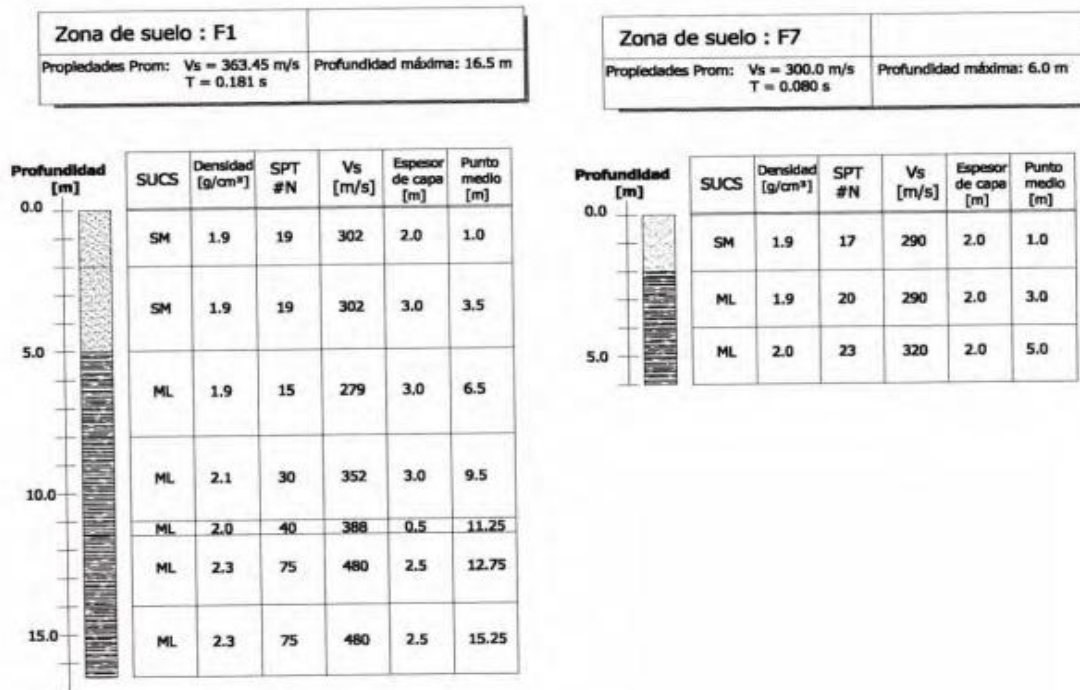


Ilustración 11. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

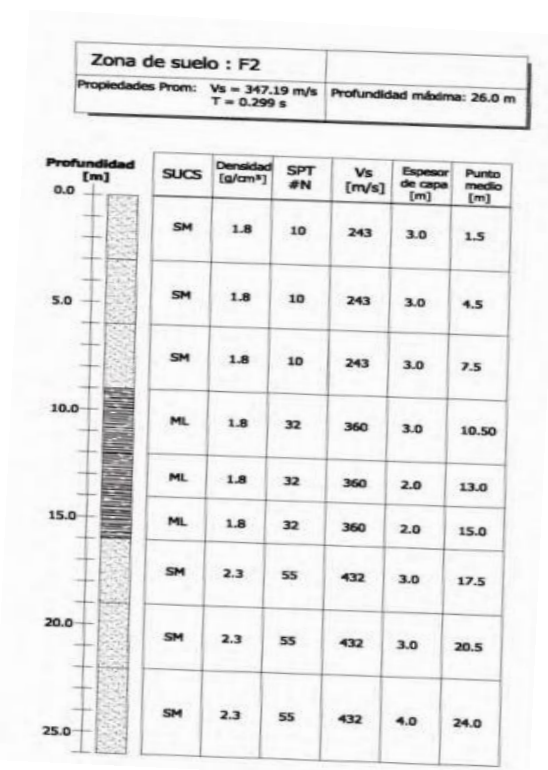


Ilustración 12. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

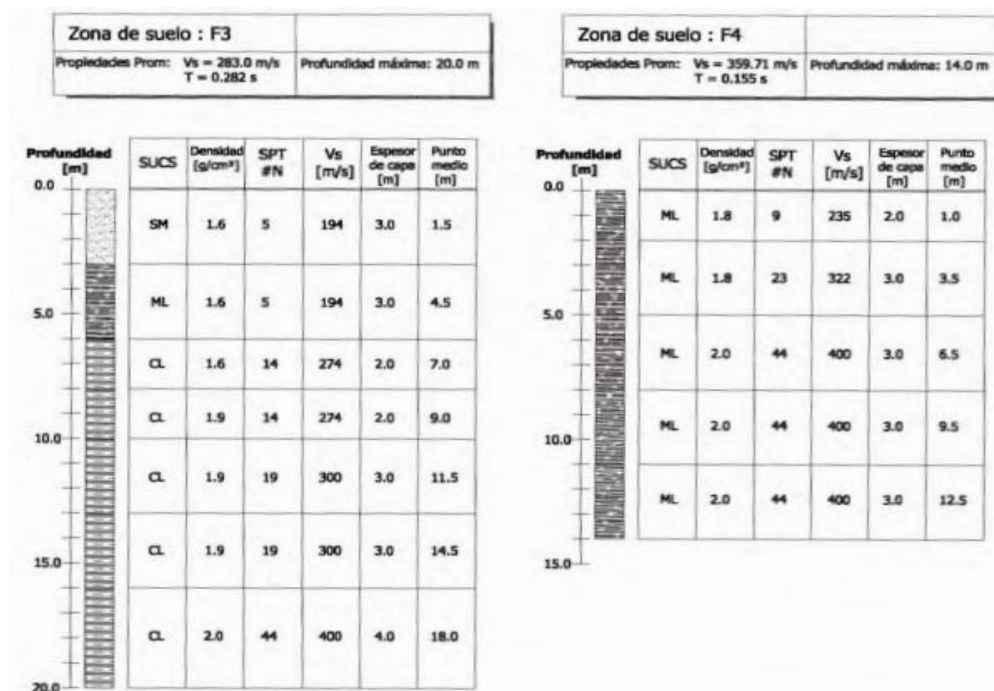


Ilustración 13. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

- F5 y F7: Son depósitos aluviales, como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 14.

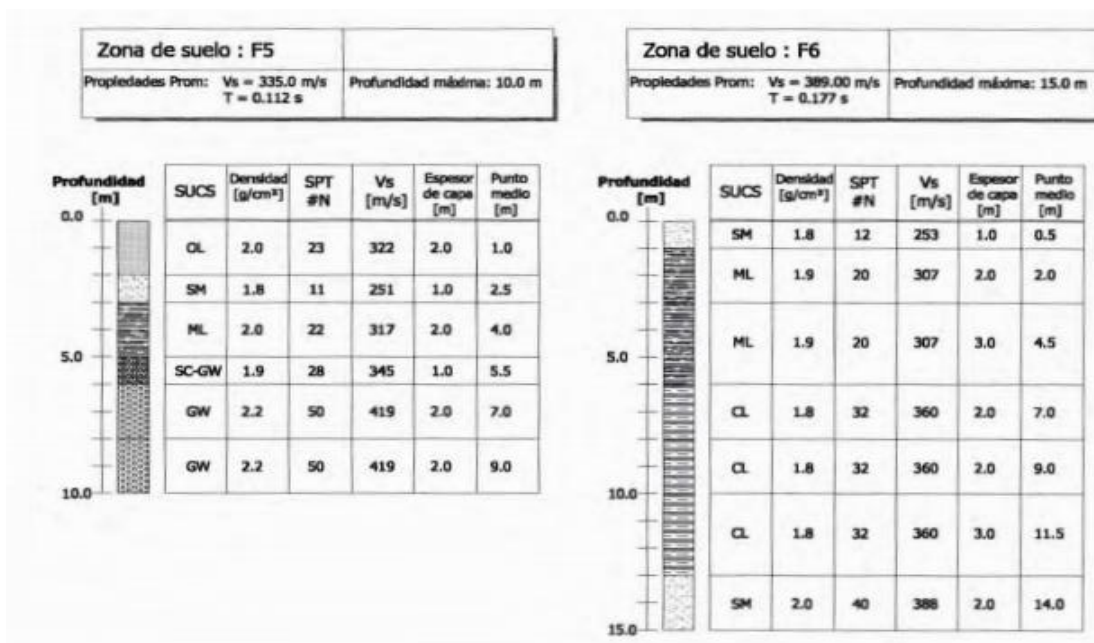


Ilustración 14. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

- La letra L indica los depósitos lacustres que se encuentran en la depresión central de la ciudad.
  - L1: Depósito lacustre con formación de Cangahua, como indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 15.
  - L2: Formación de material coluvial como F1 cubierta por la zona L1 de depósitos lacustres con formación de Cangahua en capas superficiales. Como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 15.

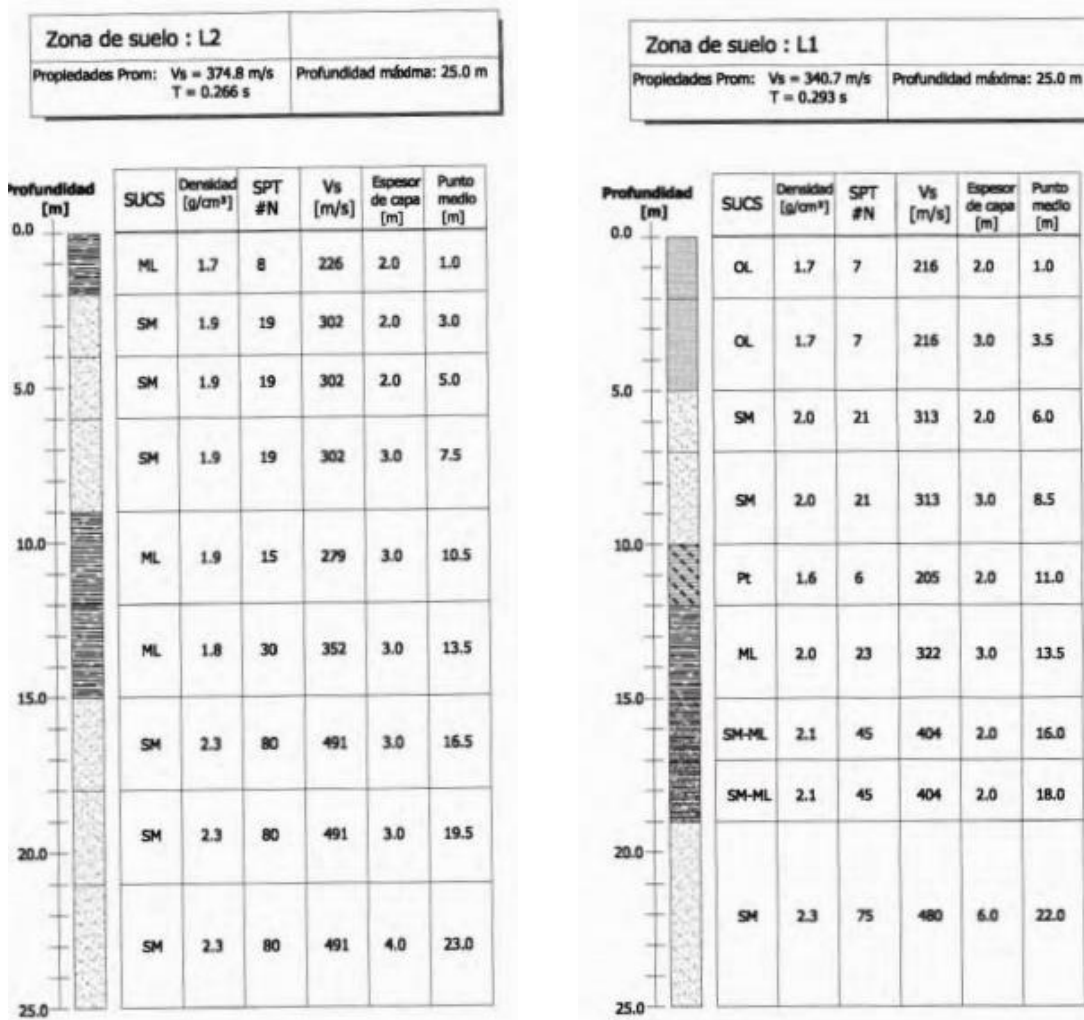


Ilustración 15. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

- L3: Depósito lacustre superficial que está localizado en la parte norte de la ciudad de Quito. Como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 16.

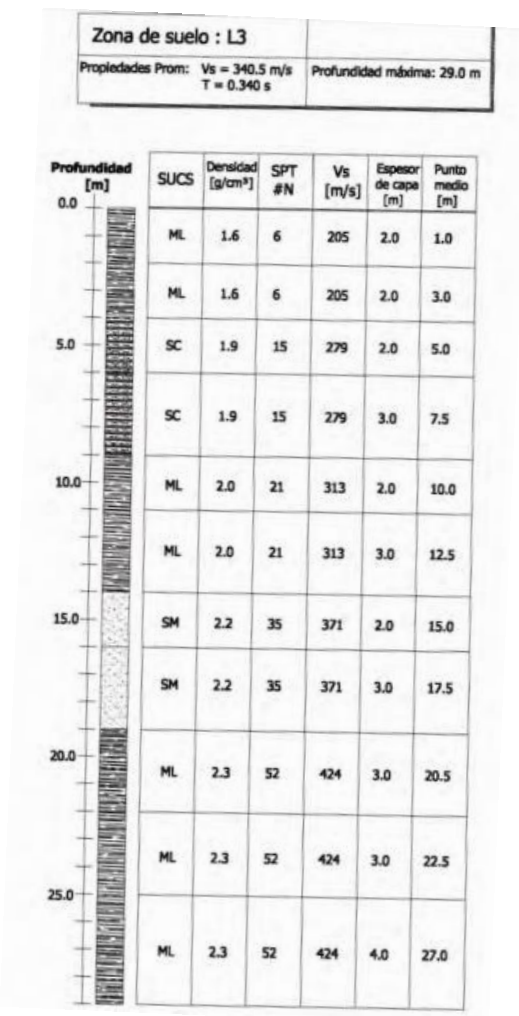


Ilustración 16. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

- L4: Mayor nivel freático, los primeros estratos de suelo son de gran espesor y poca resistencia. Como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 17.
- L5: Formado por material aluvial de la zona F5 de depósitos aluviales y cubierto por L3 de depósitos lacustres en estratos más superficiales. Como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 17.
- L4 y L5: Tienen características similares basándose en los análisis de perfiles estratigráficos.

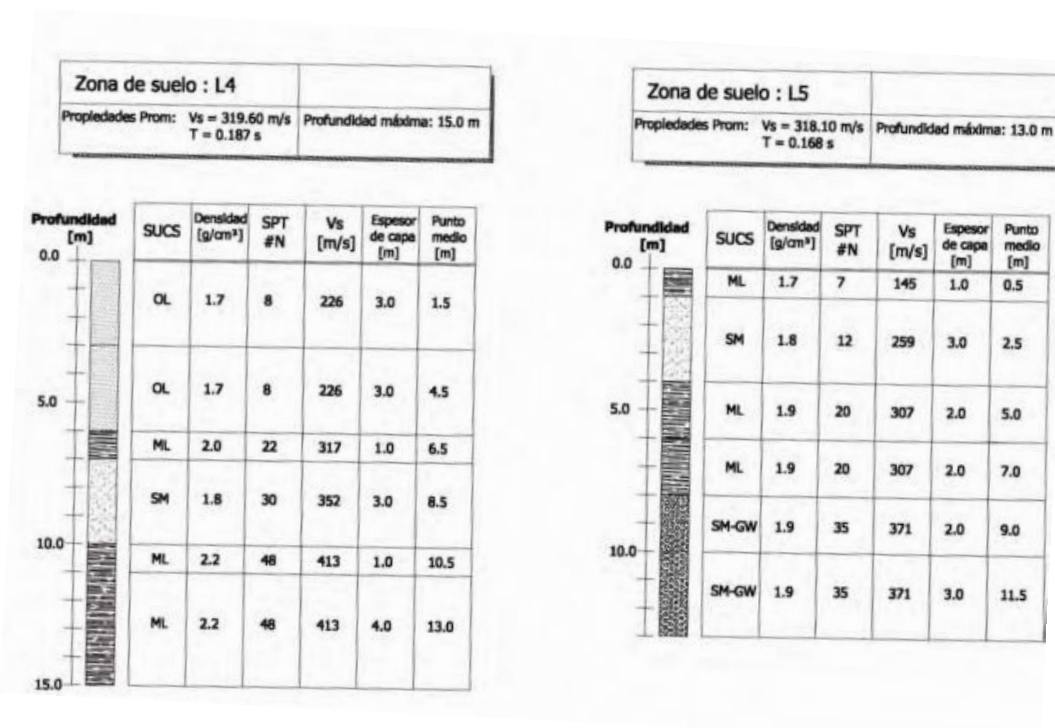


Ilustración 17. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

- La letra Q indica los depósitos de cangahua en el lado este de la ciudad, formados por:
  - Q1 y Q2 : Depósito de Cangahua con características similares. Como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 18 y 19.
  - Q3: Cangahua con depósitos de suelo suave en la superficie. Como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 20.
  - Q4: Cangahua formada más recientemente cubierta con arena volcánica de poca resistencia. Como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 20.
  - Q5: Tiene características muy similares a los perfiles estratigráficos Q1, Q2 y Q3. Como se indica en el perfil estratigráfico de la ilustración 21.

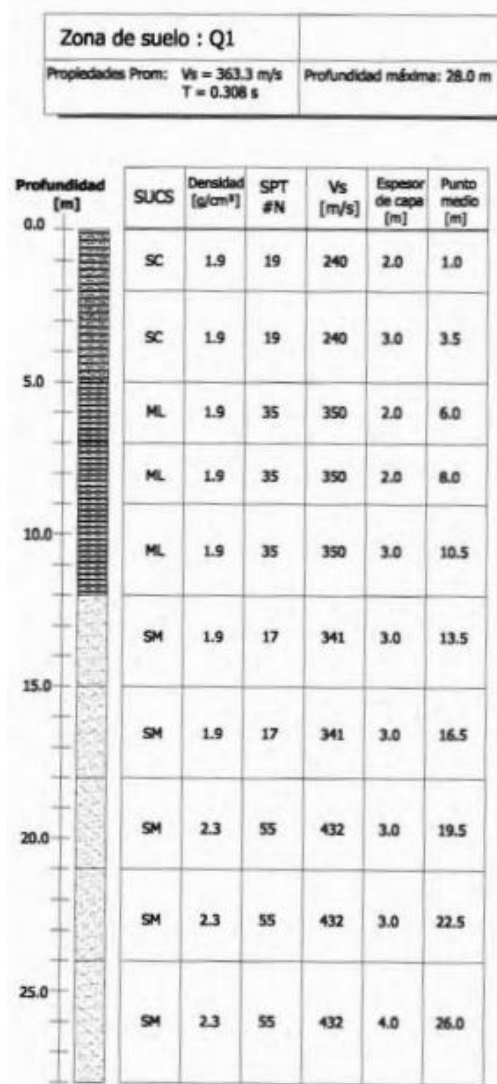


Ilustración 18. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

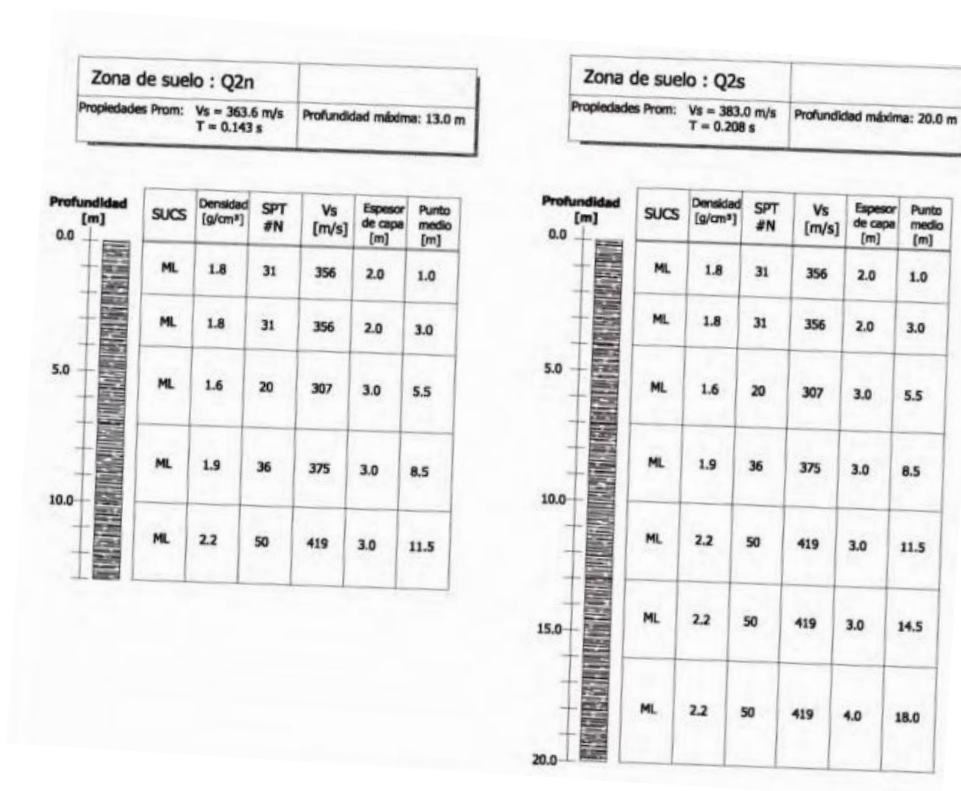


Ilustración 19. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

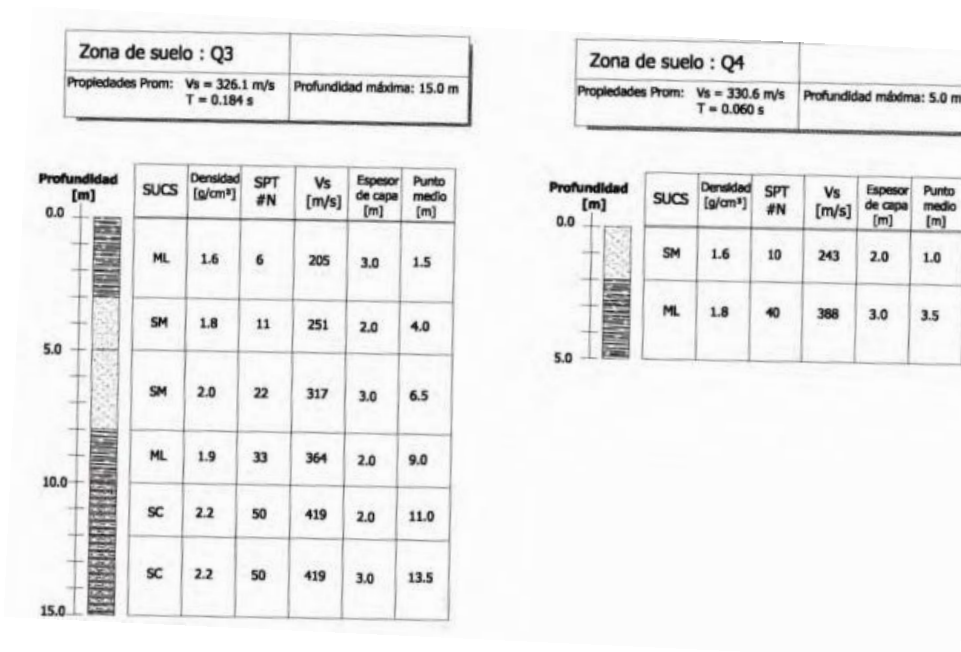


Ilustración 20. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

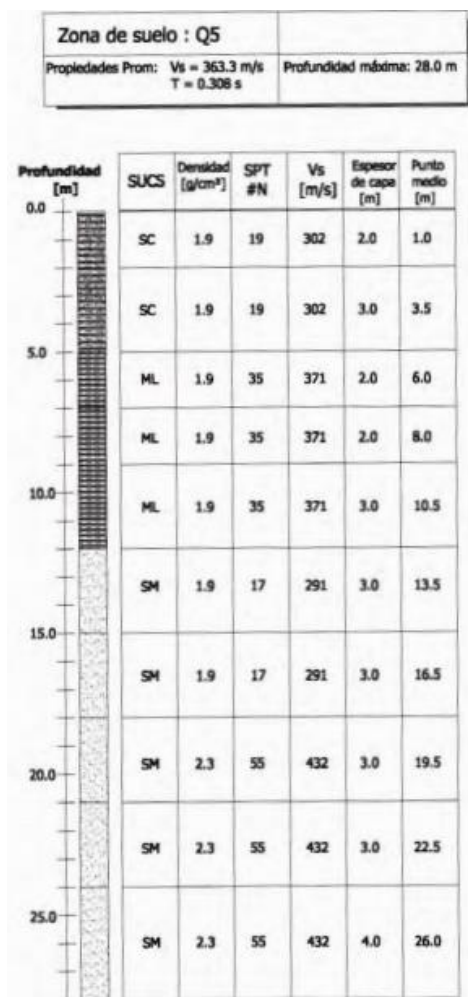


Ilustración 21. Zonificación de la Ciudad de Quito, Fuente: (Valverde).

En la ilustración 22 se pueden observar las áreas de peligro por suelos blandos.

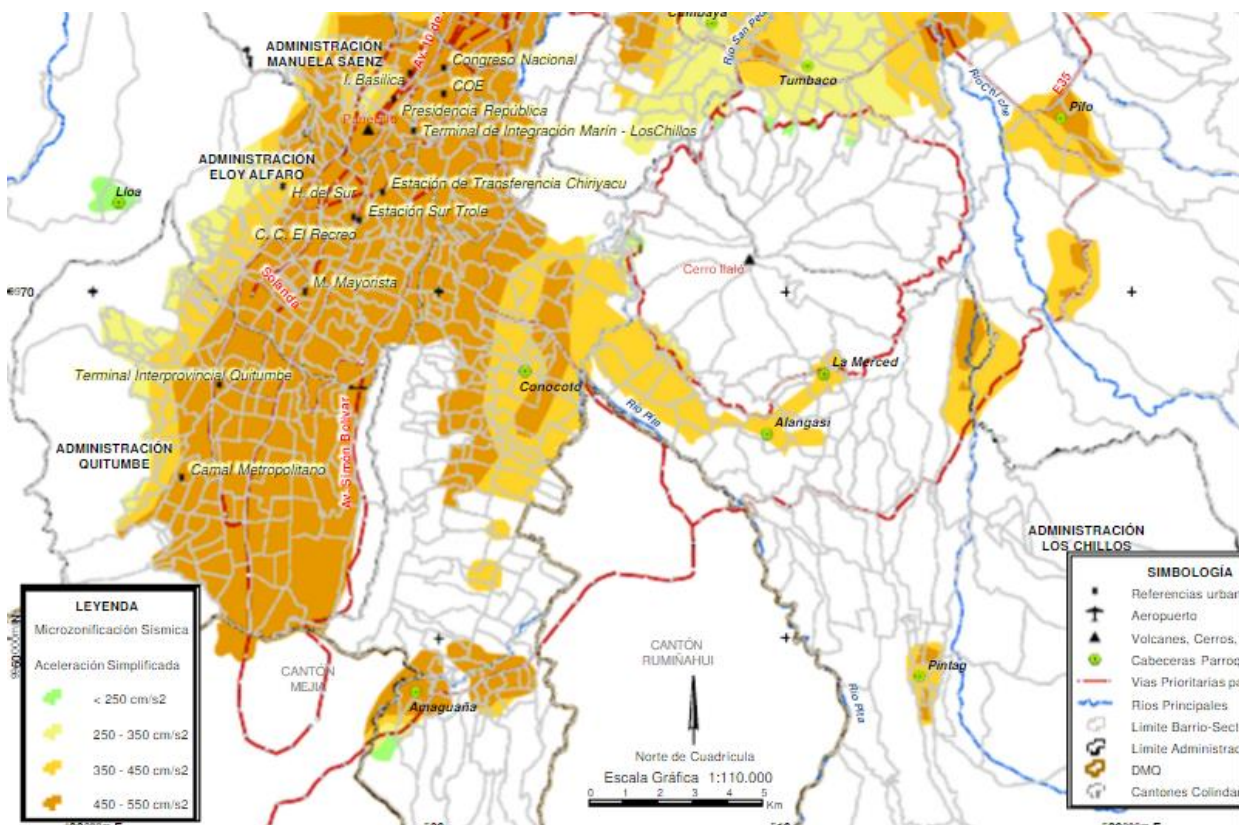


Ilustración 22. Microzonificación DMQ, Fuente: (Quito M. d., 2015).

### 2.1.1. Características de los suelos orgánicos.

Los suelos de origen orgánico se forman con mayor frecuencia in situ, esto ocurre por la descomposición de vegetales y esqueletos de animales.

También se define como suelos orgánicos los suelos que son transportados producto de la intemperización de rocas con presencia de material orgánico vegetal descompuesto.

Existen 3 tipos de suelos orgánicos:

1. **Limos orgánicos:** Son suelos de grano fino, con mediana plasticidad que poseen colores grisáceos y un olor característico por la descomposición de la materia orgánica presente en ellos.

Además son altamente compresibles y muy poco permeables.

- 2. Arcillas orgánicas:** Son suelos de grano fino, con alta plasticidad y altamente compresibles cuando están saturados y cuando están secos son muy resistentes a la compresión.

Este tipo de suelos poseen colores que van de negro a gris y un olor característico por la descomposición de la materia orgánica presente en ellos.

- 3. Turbas:** Son suelos fibrosos compuestos en mayor porcentaje de materia orgánica descompuesta.

Su color varía de café a negro y son extremadamente compresibles por lo que no se consideran adecuados para soportar cargas ya que presentan grandes asentamientos.

Consistencia	N (SPT)	Prueba Manual	$\gamma_{saturada}$ (g/cm <sup>3</sup> )	Uc (kPa)
Dura	> 30	Difícil de mellar	> 2.0	> 400
Muy firme	15-30	Mellada con las uñas	2.08 - 2.24	200 - 400
Firme	8-15	Mellada por el pulgar	1.92 - 2.08	100 - 200
Medianamente firme	4-8	Moldeada con presión fuerte	1.76 - 1.92	50 - 100
Suave	2-4	Moldeada con presión leve	1.60 - 1.76	25 - 50
Muy suave	< 2	Se estruje entre los dedos	1.44 - 1.60	0 - 25

donde: N(SPT) = resultado de la prueba de penetración estándar (golpes por pie)

$\gamma$  saturada = peso unitario saturado

Uc = resistencia a compresión no-confinada

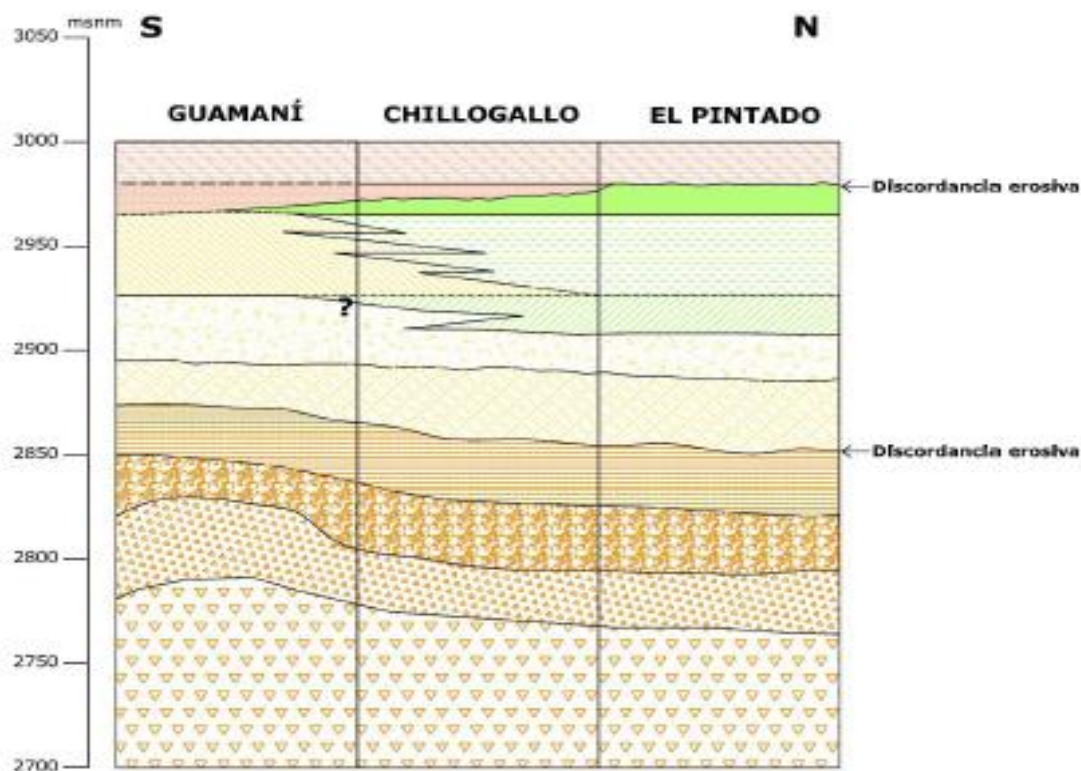
Ilustración 23. Clasificación SUCS, Fuente: (AASHTO).

- **Contenido orgánico de los suelos del sur de la ciudad de Quito.**

Tabla 7. Contenido orgánico de suelos en el sur de la ciudad de Quito.

Profundidad	Porcentaje de Contenido Orgánico
m	%
1,0	18,4
2,0	22,1
3,0	23,0
4,0	35,0
5,0	33,1
6,0	31,7
7,0	24,9

Fuente: (PUCE, 2014).



#### LEYENDA

			LITOLOGÍA
FORMACIÓN CANGAHUA Holoceno (0.01 Ma)			<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f0e68c; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Cangahua (Acuñardo)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #e69a00; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Coluviales</li> </ul>
FORMACIÓN MACHANGARA Pleistoceno Tardío	Mb. Quito	U. Fluvio - Lacustre El Pintado	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Turbas, paleosuelos y tobas</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #e6f2ff; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Niveles de arcilla verde y cenizas</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #d9ead3; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Brechas, arcillas y areniscas finas</li> </ul>
		U. Volcanosedimentaria Guamaní aprox. 410 - 70 Ka.	<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #fff2cc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Cenizas y oleadas piroclásticas</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Flujo piroclástico "block and ash" (Acuífero)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #fff2cc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Toba blanca</li> </ul>
Mb. Volcánicos Basales	U. De Basamento		<ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Flujos de lodo proximales y distales</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Avalanchas de Escombros (Acuífero)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Brecha volcánica soldada</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #f4cccc; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Flujos de lava andesítica</li> </ul>

Figura 2.12. Esquema estratigráfico de la subcuenca del sur de Quito.

Ilustración 24. Estratigrafía del Sur de Quito, Fuente: (Peñafiel, Febrero 2009).

- Carta de plasticidad Clasificación Unificada de Suelos SUCS:

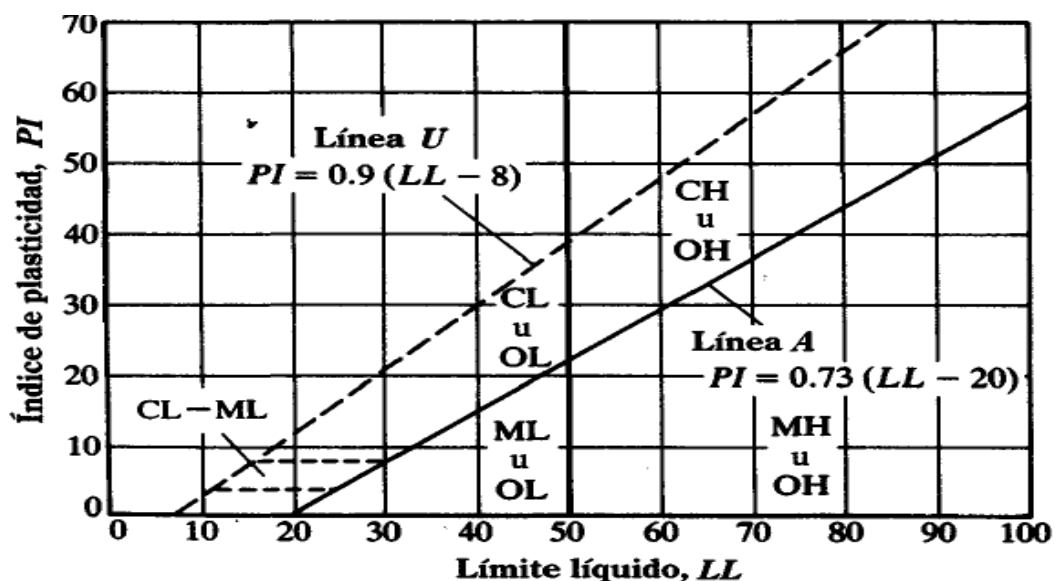


Ilustración 25. Carta de plasticidad SUCS, Fuente: (Wikipedia).

Para efectos de estudio utilizaremos el sistema de clasificación SUCS, pero hay que denotar que existe una clasificación más exhaustiva para turbas, tomando en cuenta los contenidos orgánicos de las mismas como se puede observar en la Anexo 2.

- **Correlación para suelos cohesivos utilizada:**

Para la realización de este trabajo se tomó en cuenta la siguiente correlación:

**Tabla 2.6** Correlación aproximada entre IC,  $N_{60}$ , y  $q_u$ .

Número de penetración estándar, $N_{60}$	Consistencia	CI	Resistencia a la compresión simple, $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )
< 2	Muy blanda	< 0.5	< 25
2-8	Blanda	0.5-0.75	25-80
8-15	Media	0.75-1.0	80-150
15-30	Firme	1.0-1.5	150-400
> 30	Muy firme	> 1.5	> 400

Ilustración 26. Correlación aproximada entre IC,  $N_{60}$  y  $q_u$ , Fuente:(Das, 2012).

$$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60}$$

$N_{60}$  =Numero de penetración estándar, corregido por condiciones de campo.

$N$ = Numero de penetración medido.

$\eta_H$ = Porcentaje de eficiencia del martinete %.

$\eta_B$ = Corrección por diámetro de perforación.

$\eta_S$ = Corrección del muestreador.

$\eta_R$ = Corrección por longitud de barra.

(Seed & Skempton, 1985)

- **Índice de consistencia:** Es la consistencia que presenta el suelo en base al límite líquido, plasticidad y contenido de humedad natural.

$$IC = \frac{LL - w}{LL - LP}$$

$W$ = Contenido natural de humedad.

$LL$ = Limite líquido.

$LP$ = Limite Plástico

(Szenchy y Vargi, 1978).

### 2.1.1.1. Límites de Atterberg.

Los límites de Atterberg separan estados de consistencia, la cual puede ser directamente medida por la resistencia que tiene el suelo a la compresión simple  $q_u$ .

En el presente trabajo los datos de Limite Líquido y Limite Plástico tomados de las muestras para el análisis están situados en el Anexo 1.

Los estados de consistencia definidos por Atterberg son:

1. **Estado líquido:** Tiene propiedad y apariencia de una suspensión.
  2. **Estado semilíquido:** Tiene las propiedades de un fluido viscoso.
  3. **Estado plástico:** El suelo se comporta plásticamente.
  4. **Estado semisólido:** El suelo aún disminuye de volumen al estar sujeto al secado además tiene apariencia de sólido.
  5. **Estado sólido:** El volumen del suelo no varía con el secado.
  6. Además se determinó que existe un límite líquido que es la frontera entre el estado semilíquido y el estado plástico; un límite plástico que es la frontera entre el estado plástico y semisólido.
- **Determinación del límite líquido:**

Para realizar la determinación del límite líquido LL se utilizó un método estandarizado con las siguientes características:

1. Este ensayo es realizado en una copa de bronce sostenida mediante un dispositivo que permite que la copa caiga periódicamente sobre una base de hule duro.
2. La altura de caída es de 1 cm.
3. La copa es esférica con radio interno de 54mm, espesor de bronce de 2mm y de peso aproximado de 200 gr.
4. Para la realización de este método se emplea un ranurador que posee un prisma metálico de 1cm de lado.
5. Hay que tener en cuenta que para la realización de esta prueba se necesita un ambiente húmedo ya que el ambiente seco provoca la evaporación del agua en el remoldeo y manipulación del suelo.

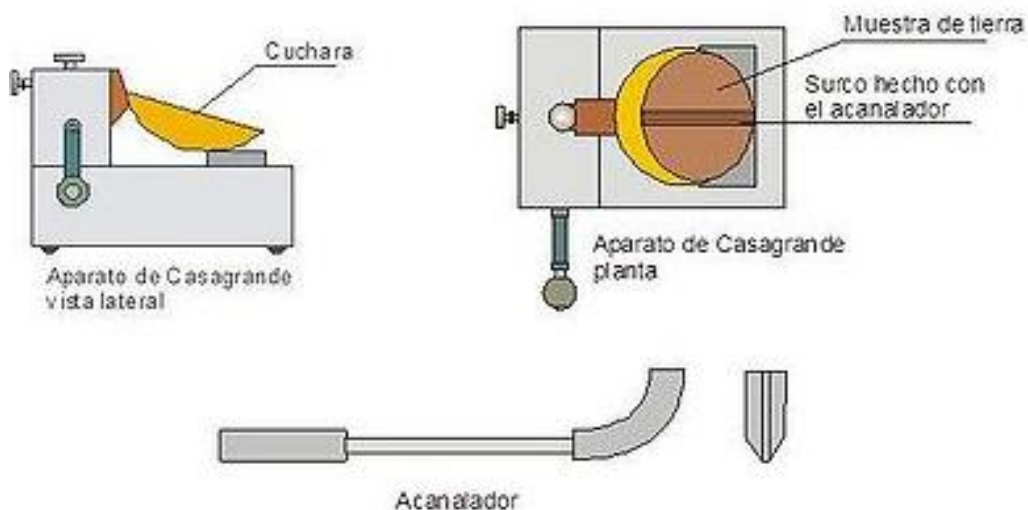


Ilustración 27. Aparato de Casa grande y ranurador, Fuente: (google).

Luego de un ranurado correcto, la muestra quedará de la siguiente forma:

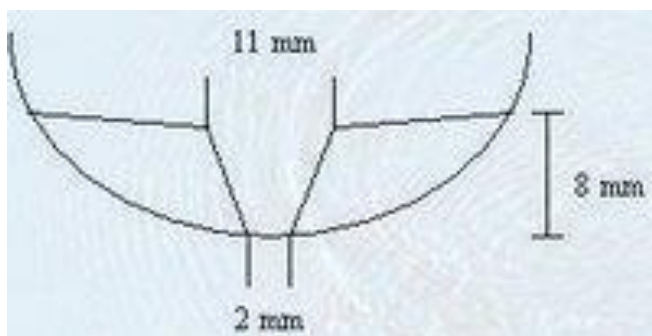


Ilustración 28. Esquema después de realizar la ranuración, Fuente:(Osorio).

El límite líquido LL es definido como el contenido de agua para el cual la ranura se cierra 1.27 cm (0.5 inch).

Para determinar este límite se deben determinar tres o cuatro contenidos de agua; en este método se registran valores de golpes de 6 a 35, de la siguiente forma:

Tres puntos entre 6 y 15 golpes y tres puntos entre 23 a 32 golpes, se anota su porcentaje de humedad y el número de golpes y así finamente se podrá construir la curva de fluidez.

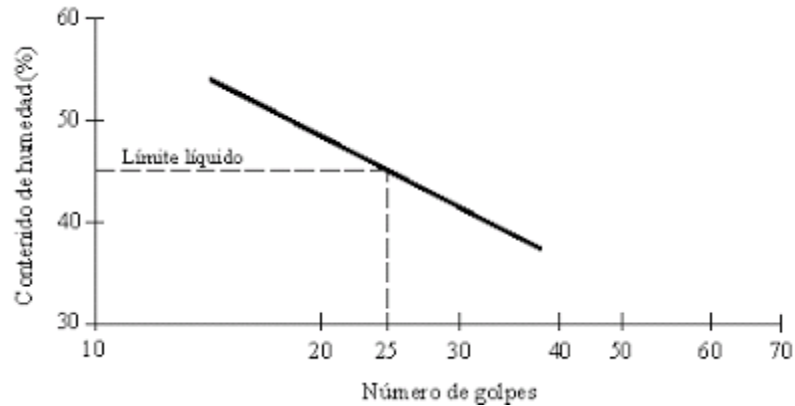


Ilustración 29. Curva de fluidez, Fuente:(APUNTES INGENIERÍA CIVIL).

La fuerza que se opone a la fluencia de los lados de la ranura es la resistencia del suelo al esfuerzo cortante; que por hipótesis es de 25 gr/cm<sup>2</sup> en el límite líquido.

- **Determinación del límite plástico:**

Para realizar la determinación del límite plástico LP se realiza un método estandarizado con las siguientes características:

1. Se realizan rollitos de 3mm de diámetro sobre una hoja de papel que permite la pérdida acelerada de agua del material o sobre una placa de vidrio.
2. El procedimiento descrito en el punto 1 se repite hasta que los rollitos se agrieten y entonces se determina su contenido de humedad.
3. El límite plástico es muy variable a diferencia de límite líquido.

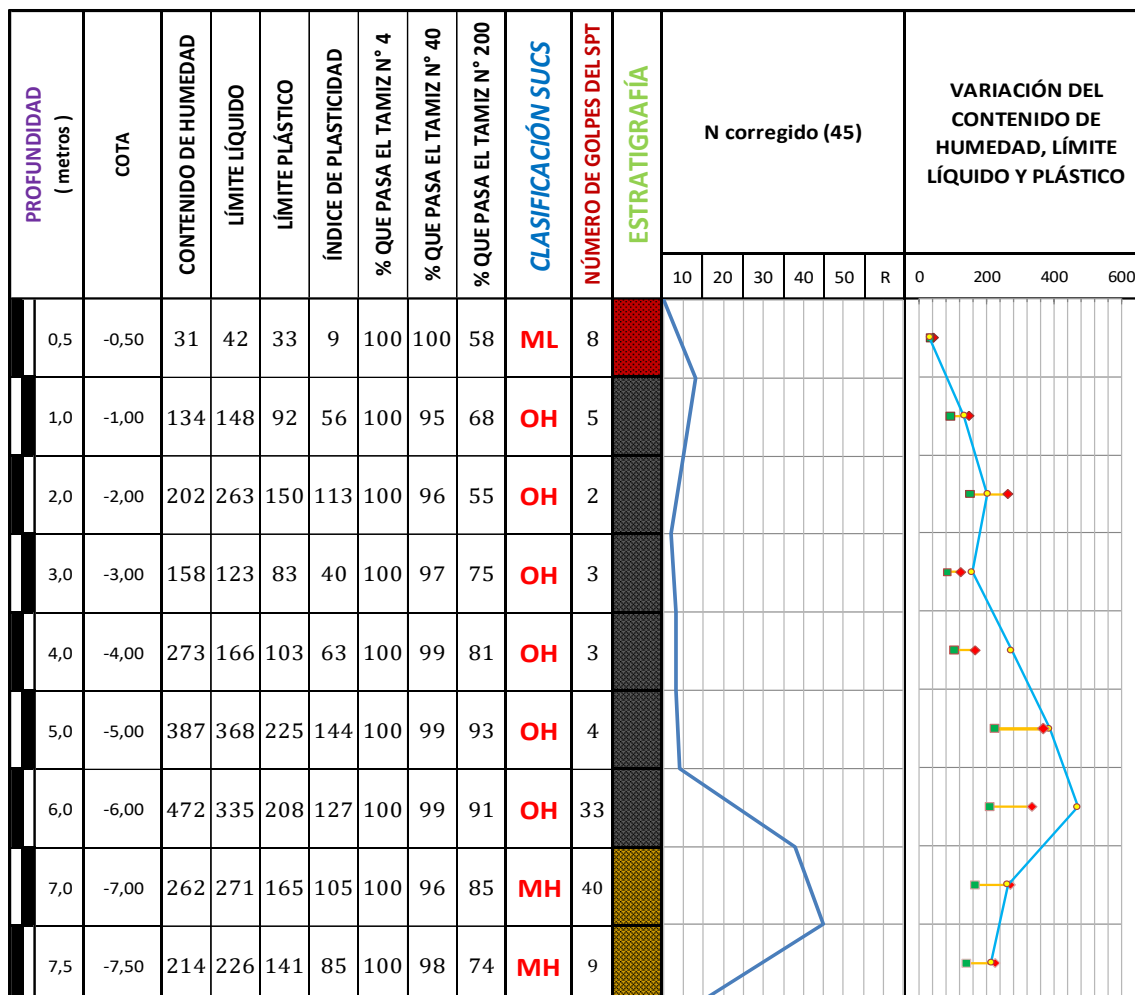
### **2.1.1.2. Registros de perforación.**

Son registros gráficos que llevan la información detallada de cada perforación.

Estos registros deben tener:

1. Nombre y dirección de la compañía.
2. Nombre del perforista.
3. Descripción y número de tarea.
4. Número y tipo de barreno y localización del mismo.
5. Fecha de perforación.
6. Estratificación del suelo.
7. Elevación y fecha del nivel freático observado.
8. Resistencia a la penetración estándar y profundidad de la prueba por penetración estándar SPT.
9. Número, tipo y profundidad de la muestra de suelo recolectada.

(Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001).



**SIMBOLOGÍA:**

ML	ROCA
ML - CL	GRAVA
MH	ARENA

CL	ROCA
CH	GRAVA
OH	ARENA
OL	ARENA

ROCA	ROCA
GRAVA	GRAVA
ARENA	ARENA

Ilustración 30. Ensayo SPT El Garrochal, Fuente: (PUCE, 2014).

### 2.1.1.3. Ensayos de resistencia al corte.

Las pruebas triaxiales son usadas para determinar la cohesión y fricción de los suelos.

$\sigma_3$  = Presión de confinamiento.

$\Delta\sigma$  = Esfuerzo adicional en dirección axial para provocar la falla:

$$\Delta\sigma = \Delta\sigma_f$$

1. Ensayo triaxial no consolidado- no drenado.

El esfuerzo total principal mayor

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f$$

El esfuerzo principal menor

$$\sigma_3$$

En arcillas saturadas, la siguiente ecuación es una constante:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \Delta\sigma_f$$

La tangente a estos círculos de Mohr es una línea horizontal como se puede observar en la ilustración 27 literal d, es decir que el ángulo de fricción  $\phi = 0$ .

Entonces:  $S = Cu = \frac{\Delta\sigma_f}{2}$

$Cu$  = Cohesión no drenada.

2. Ensayo triaxial consolidado – no drenado.

El esfuerzo total principal mayor

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f$$

El esfuerzo principal menor

$$\sigma_3$$

El esfuerzo efectivo principal mayor

$$\sigma'_1 = (\sigma_3 + \Delta\sigma_f) - u_f$$

El esfuerzo efectivo principal menor

$$\sigma_3 - u_f = \sigma'_3$$

En arcillas saturadas, la siguiente ecuación es una constante:

$$\sigma_1 - \sigma_3 = \Delta\sigma_f$$

**3.** Ensayo triaxial consolidado – drenado.

El esfuerzo total principal mayor

$$\sigma'_1 = \sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_f$$

El esfuerzo principal menor

$$\sigma_3 = \sigma'_3$$

C=0 para arcillas normalmente consolidadas.

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 \tan^2 \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2 \operatorname{ctg} \left( 45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

(Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001)

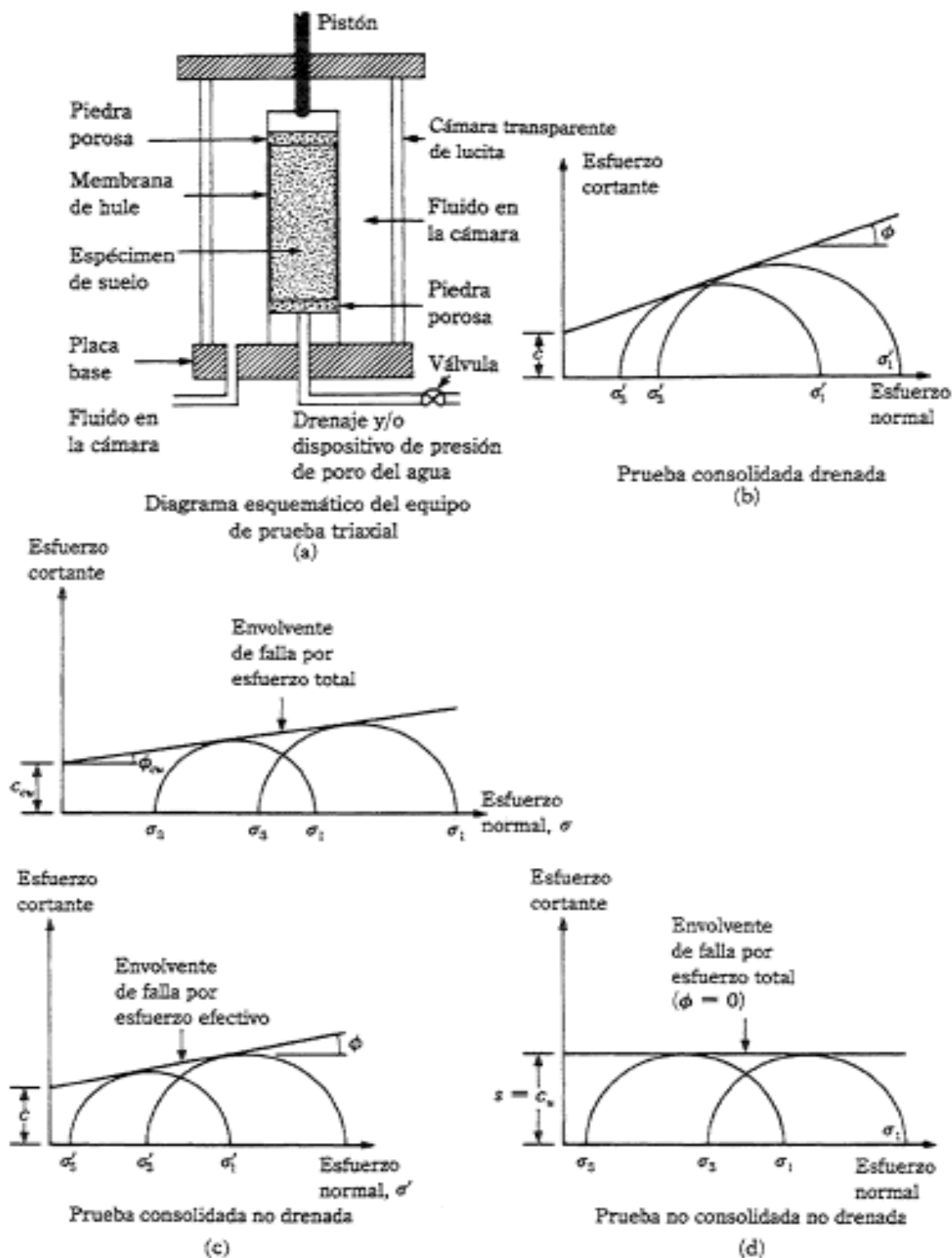


Ilustración 31. Pruebas Triaxiales, Fuente: (Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001).

### 2.1.1.3.1. Parámetros de resistencia al corte

La resistencia al corte viene dada por la siguiente formula:

$$S = C + \sigma' \tan \phi$$

$\sigma'$  = Esfuerzo normal efectivo en el plano de corte.

C = Cohesión

$\phi$  = Fricción

Tabla 8. Cohesión y fricción en suelos orgánicos del sur de Quito.

Pozo	Profundidad	Ensayo	Esfuerzo de Confinamiento	Norma	Resultados
(-)	(m)	(-)	(Kpa)	(-)	(Varias)
<b>P1</b>	2.50 - 2.60	Compresión Simple	0	ASTM D 2166	0.13 Kg/cm <sup>2</sup>
	2.60 - 2.70	Triaxial UU	50	ASTM D 2850	$\phi = 0.51^\circ$ c = 0.10 Kg/cm <sup>2</sup>
	2.70 - 2.80	Triaxial UU	200	ASTM D 2850	$\phi = 0.51^\circ$ c = 0.10 Kg/cm <sup>3</sup>
	2.80 - 2.90	Triaxial UU	100	ASTM D 2850	$\phi = 0.51^\circ$ c = 0.10 Kg/cm <sup>4</sup>
	2.90 - 3.00	Compresión Simple	0	ASTM D 2166	0.53 Kg/cm <sup>2</sup>
	2.90 - 3.00	Consolidación	6 Estados	ASTM D 2435	
<b>P2</b>	1.50 a 1.60	Compresión Simple	0	ASTM D 2166	0.13 Kg/cm <sup>2</sup>
	1.70 a 1.80	Compresión Simple	0	ASTM D 2166	0.16 Kg/cm <sup>2</sup>
<b>P3</b>	3.70 - 3.80	Triaxial UU	100	ASTM D 2850	$\phi = 0.00$ c = 0.15 Kg/cm <sup>2</sup>

Fuente: (PUCE, 2014)

### 2.1.1.3.1.1. Cohesión

Característica de algunas partículas minerales que se mantienen unidas y retienen distintas cantidades de agua, esta característica les proporciona también cierta plasticidad que dependerá del tipo de mineral.

La cohesión de las muestras analizadas se encuentra en el Anexo 1 y en la tabla 9 podremos observar un resumen de las cohesiones de los suelos orgánicos analizados..

Tabla 9. Tabla resumen cohesión de muestras.

N°	AÑO	ADMINISTRACIÓN ZONAL	PARROQUIA	C (Kpa)
31	2017	Quitumbe	Turubamba	21.36
32	2017	Quitumbe	Turubamba	21.81
33	2017	Quitumbe	Turubamba	11.18
34	2017	Quitumbe	Turubamba	16.61
35	2017	Quitumbe	Turubamba	45.3

### 2.1.1.3.1.2. Fricción

La fricción de las muestras analizadas se encuentra en el Anexo 1 y en la tabla 10 podremos observar un resumen de los ángulos de fricción encontrados en los suelos orgánicos analizados.

Tabla 10. Tabla resumen fricción de muestras.

N°	AÑO	ADMINISTRACIÓN ZONAL	PARROQUIA	$\Phi$
31	2017	Quitumbe	Turubamba	16.79
32	2017	Quitumbe	Turubamba	12.21
33	2017	Quitumbe	Turubamba	0.45
34	2017	Quitumbe	Turubamba	6.86
35	2017	Quitumbe	Turubamba	0.19

### 2.1.1.3.2. Peso unitario

Peso del agregado es decir suelo más agua por unidad de volumen.

La cohesión de las muestras analizadas se encuentra en el Anexo 1 y en la tabla 11 podremos observar un resumen de los pesos unitarios de los suelos orgánicos analizados.

Tabla 11. Tabla de resumen pesos unitarios

N°	AÑO	ADMINISTRACIÓN ZONAL	PARROQUIA	PESO UNITARIO (KN/m3)
1	2014	Manuela Saenz	Centro Histórico	17.68
2	2014	Manuela Saenz	Centro Histórico	13.33
3	2014	Quitumbe	Turubamba	13.48
4	2014	Quitumbe	Turubamba	13.78
5	2014	Quitumbe	Turubamba	18.2
6	2014	Quitumbe	Turubamba	18.22
7	2014	Quitumbe	Turubamba	18.1
31	2017	Quitumbe	Turubamba	17.32
32	2017	Quitumbe	Turubamba	16.86
33	2017	Quitumbe	Turubamba	16.73
34	2017	Quitumbe	Turubamba	18.82
35	2017	Quitumbe	Turubamba	17.78

### 2.1.1.3.3. Humedad Natural

La humedad natural es la humedad que el suelo tiene in situ, la misma que podemos observar en la tabla de Anexo 1 y en la tabla 12 podremos observar un resumen de las humedades naturales de los suelos orgánicos analizados.

*Tabla 12. Tabla de resumen humedad de muestras tomadas.*

N°	AÑO	ADMINISTRACION ZONAL	PARROQUIA	W
36	<b>2009</b>	<b>Quitumbe</b>	Guamaní	502
37	<b>2009</b>	<b>Quitumbe</b>	Guamaní	235
38	<b>2008</b>	<b>Quitumbe</b>	Guamaní	320
39	<b>2008</b>	<b>Quitumbe</b>	Guamaní	338
40	<b>2008</b>	<b>Quitumbe</b>	Guamaní	410

### 2.1.1.3.4. Gravedad Específica

Relación entre la masa seca del material en volumen, dividido para un igual volumen de agua. La gravedad específica de las muestras analizadas se encuentra en el Anexo 1 y en la tabla 13 podremos observar un resumen de las gravedades específicas encontrados en los suelos orgánicos analizados.

**Tabla 13. Tabla de resumen gravedad específica.**

N°	AÑO	ADMINISTRACION ZONAL	PARROQUIA	Gs
1	2014	Manuela Saenz	Centro Histórico	2.51
2	2014	Manuela Saenz	Centro Histórico	2.42
3	2014	Quitumbe	Turubamba	2.51
4	2014	Quitumbe	Turubamba	2.42
5	2014	Quitumbe	Turubamba	2.42
6	2014	Quitumbe	Turubamba	2.42
7	2014	Quitumbe	Turubamba	2.53
8	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena	2.39
9	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena	2.6
10	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena	2.65
11	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena	2.65
12	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena	2.45

### 2.1.1.3.5. Permeabilidad

Capacidad del suelo para permitir el flujo de agua a través de sus vacíos.

Los principales factores que afectan al suelo son:

1. Densidad del suelo.
2. Viscosidad del agua.
3. Granulometría.
4. Distribución de los poros.
5. Relación de vacíos.
6. Rugosidad de partículas.
7. Grado de saturación.

La permeabilidad en suelos cohesivos depende además de la composición química.

Tipo de suelo	Permeabilidad hidráulica, $k$ (cm/s)
Grava media a gruesa	Mayor que $10^{-1}$
Arena gruesa a fina	$10^{-1}$ a $10^{-3}$
Arena fina, arena limosa	$10^{-3}$ a $10^{-5}$
Limo, limo arcilloso, arcilla limosa	$10^{-4}$ a $10^{-6}$
Arcillas	$10^{-7}$ o menor

Ilustración 32. Rangos de permeabilidad hidráulica, Fuente: (Das, PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES, 2001).

Para suelos arcillosos en campo se utiliza la siguiente formula:

$$\log k = \log k_0 - \frac{e_0 - e}{Ck}$$

$K_v$ = Permeabilidad hidráulica para flujo en dirección vertical.

$K_h$ = Permeabilidad hidráulica para flujo en dirección horizontal.

$$\frac{kh}{kv} > 1,5$$

(Tavenas y otros, 1983).

### 2.1.1.3.6. Consolidación

1. **Consolidación instantánea o inicial:** En este tipo de consolidación se lleva a cabo una reducción muy rápida del volumen de una masa de suelo debido a la expulsión del aire que contienen los espacios vacíos del suelo.

En esta etapa no hay cambio en el contenido de humedad.

2. **Consolidación primaria:** Es la reducción en volumen de los suelos cohesivos saturados causado por la expulsión de agua que contienen los espacios vacíos, producidos por la aplicación de una carga.

3. **Consolidación secundaria:** Este tipo de consolidación es el resultado de cambio de volumen de los suelos cohesivos saturados, esto es causado por el ajuste plástico de la estructura interna del suelo.

Cuando el suelo llega a este tipo de consolidación no se puede determinar ni la longitud del asentamiento, ni el tiempo en que se acabará de asentar.

### 2.1.1.3.6.1. Presión de pre consolidación

La presión de pre consolidación es la máxima presión a la que ha estado sometido un estrato de suelo durante su historia geológica.

$$\frac{P_c}{\sigma_a} = 10^{(1,11-1,62LI)}$$

LI= Índice de liquidez.

$\sigma_a$ =Esfuerzo atmosférico en unidad derivada.

$$LI = \frac{w - PL}{LL - PL}$$

PL= Limite plástico.

W= Humedad natural.

### 2.1.1.3.6.2. Índice de compresibilidad.

Pendiente del tramo virgen en escala logarítmica.

$$C_c = \frac{e_1 - e_2}{\log p_2 - \log p_1} = \frac{e_1 - e_2}{\log\left(\frac{p_2}{p_1}\right)}$$

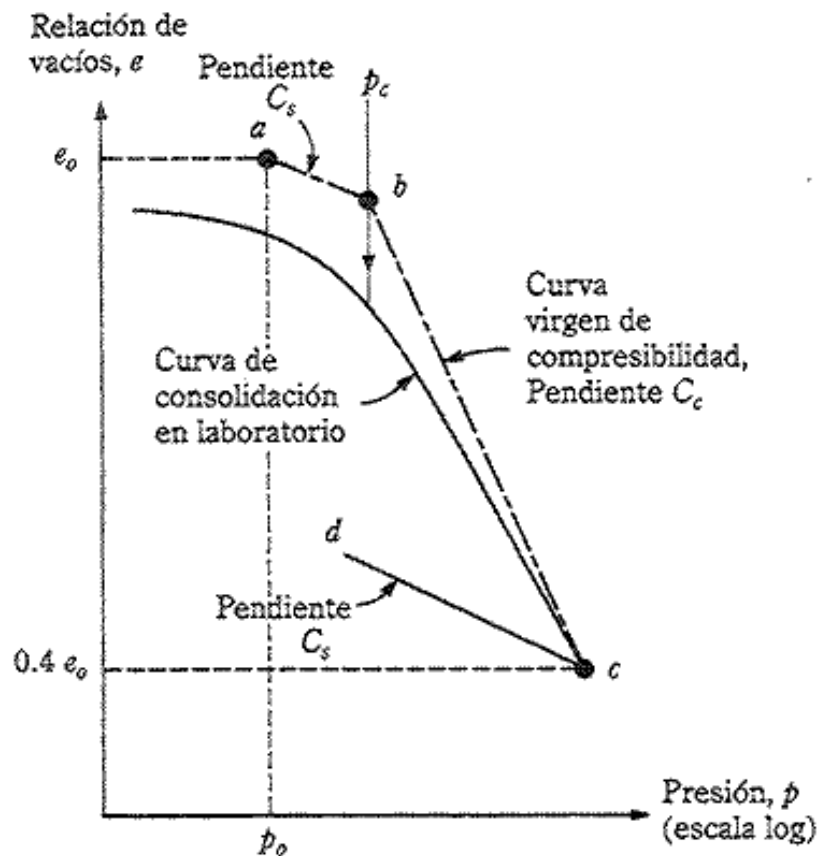


Ilustración 33. Curva de consolidación, Fuente: (Ingeniero civil, 2010).

Curva de consolidación en suelos orgánicos del sur de Quito se muestra en la ilustración número 34.

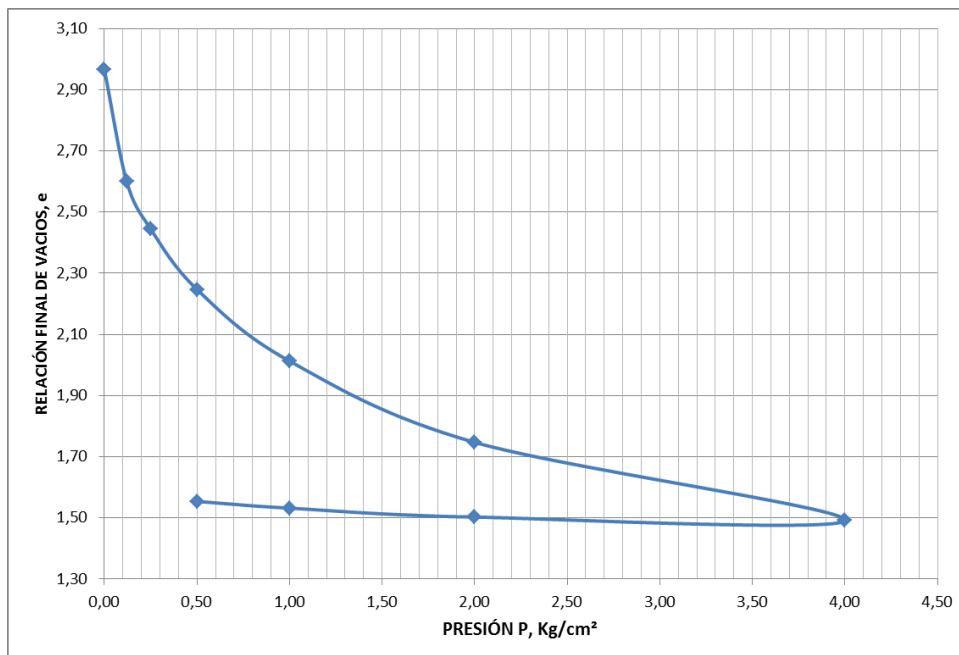


Ilustración 34. Curva de consolidación realizada en suelos orgánicos del sur de la ciudad de Quito, Fuente: (PUCE, 2014).

#### 2.1.1.4. Nivel Freático

El nivel freático se define como un lugar geométrico de los niveles que alcanza la superficie del agua en pozos de observación de libre comunicación o en vacíos del suelo in situ.

En este lugar geométrico la tensión neutra del suelo es cero.

Cuando la parte inferior de una masa de suelo seco está en contacto con el agua, esta sube por los vacíos, hasta llegar a una altura por encima del nivel libre, a esto se denomina una tensión superficial desarrollada en la zona límite entre el agua y el aire.

En el sur de la ciudad de Quito el nivel freático de aguas superficiales es < 2,5 m (Ver Anexo 14).

### 2.1.1.5. Entibamiento

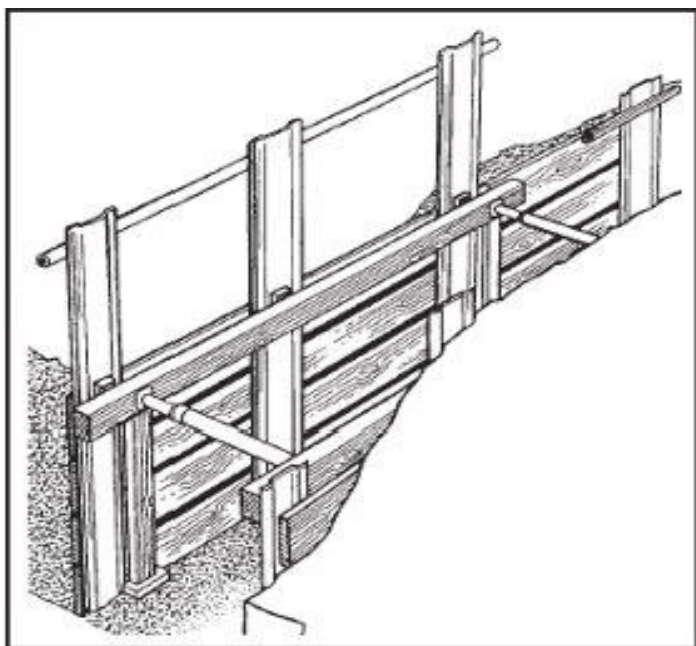
Los suelos orgánicos no pueden permanecer con paredes verticales debido a su cantidad de agua.

El agua subterránea tiene gran influencia también en la poca resistencia de este tipo de suelos; si el agua permanece en la zanja existe menor posibilidad de derrumbe ya que así se va liberando la presión interna que ejerce el agua sobre el suelo.

Para poder estabilizar este tipo de suelos se utilizan estructuras de entibamiento, el tipo de estructura de entibamiento más usado tiene las siguientes características:

1. Los lados de la zanja se forran con tablonces verticales llamados tablonces de forro.
2. Los tablonces son sujetados horizontalmente por vigas llamadas largueros, apoyándose entre sí transversalmente por medio de puntales.
3. Se usan gatos de apuntalamiento que sirven para colocar los puntales separándolos de los largueros.

“El peso y separación de los tablonces y puntales es determinado de acuerdo a la profundidad y anchura de la zanja además de la inestabilidad del terreno”.



*Ilustración 35. Entibación en suelos orgánicos, Fuente:(Estrucplan On Line - [www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar) - Salud, seguridad y medio ambiente en la industria).*

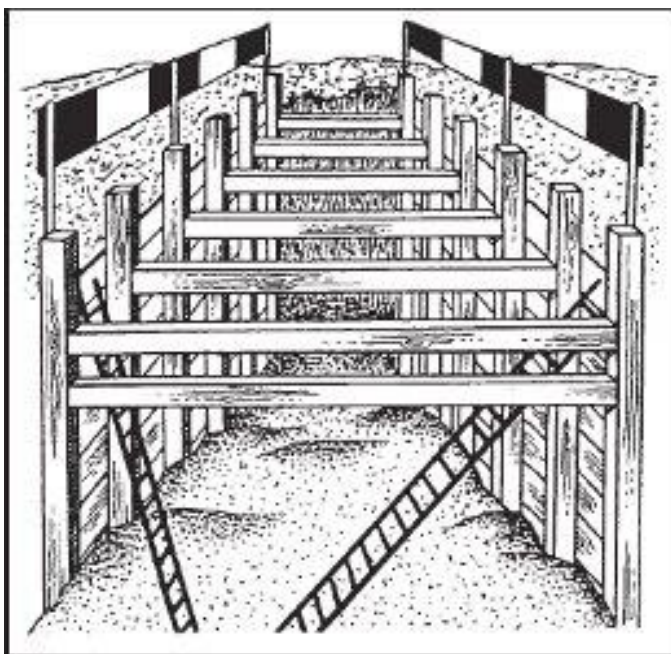
En los suelos orgánicos el apuntalamiento debe ser inmediato y la zanja debe ser más ancha que el cucharón para que se puedan trabajar entre los largueros.

Los puntales transversales deben tener la separación necesaria para que el cucharón pueda entrar entre ellos y los tablonos deben ser colocados verticalmente con contacto exterior entre los largueros.

Si el terreno fluye inmediatamente luego de la excavación se deben usar martillos neumáticos o hincadores de pilotes para colocación de tablonos inmediatamente después de haberse excavado; este procedimiento se hace en longitudes pequeñas para que exista mayor control.

La zanja debe tener aproximadamente 2 pies de ancho ya que con herramienta de mano se retira el material que no se puede retirar con la excavadora.

Se deben excavar 30 o 60 centímetros bajo los largueros superiores y de 60 centímetros a 1,5 metros bajo los largueros interiores; la zanja debe ser más profunda que la longitud de los tablonos.



*Ilustración 36. Entibación de suelos orgánicos, Fuente: (Estrucplan On Line - [www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar) - Salud, seguridad y medio ambiente en la industria).*

## Capítulo III

### 3.1. Factores por tipo de material "m" anteriores en el uso de Maquinaria.

Tabla 14. Factor por tipo de material m usadas anteriormente.

Tipo de material	Factor m	Trabajabilidad
Tierra no compacta; arena; grava y suelo suave.	100%	Muy fácil
Tierra compacta; arcilla seca y suelos con contenido rocoso <25%.	90%	Fácil
Suelo duro con contenido de roca >25% <50%.	80%	Medio
Roca dinamitada o escarificada; suelos con contenido rocoso > 50% < 75%.	70%	Difícil
Rocas y areniscas.	60%	Muy difícil

Fuente: ((MOP), 1992).

### 3.2. Factores por tipo de material "m" obtenidos.

Para poder determinar los factores por tipo de material, se realizó una encuesta de trabajabilidad del material en base a experiencia de los operadores de excavadoras. Esto se pudo realizar gracias a la colaboración del departamento de vialidad del "Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha".

### 3.3. Comparación de Resultados.

#### 3.3.1.1. Cálculo de Eficiencia.

La eficiencia de una maquinaria es el costo por unidad de material movido.

Esta forma de medir la eficiencia va directamente relacionada a la producción con el costo.

Para medir la eficiencia se debe tener en cuenta la potencia que da la máquina y como esta se aprovecha o se desperdicia estimando de forma correcta todos los factores que intervienen para que la maquinaria pueda tener la mayor producción posible.

Fórmula de eficiencia de trabajo:

$$I = i \times o \times a \times m \times e \times c \times g \times p \times r \times l \times u$$

- I = Eficiencia de trabajo.
- i = Eficiencia en tiempo.
- o = Operación de la máquina
- a = Administración.
- m = Tipo de material.
- e = Estado del material.
- c = Factor de llenado.
- g = Maniobra.
- p = Pendiente.
- r = Condiciones del camino.
- l = Imprevistos o eventualidades.
- u = Uso anual.

(Merizalde, Maquinaria de Construcción Capítulo 3, 2013)

De esta fórmula se derivan los siguientes factores:

- **i: Eficiencia en el tiempo**

Factor relacionado con el tiempo efectivo por hora, es decir el tiempo productivo, acostumbrado a medirse en minutos efectivos por hora.

Tabla 15. Eficiencia en el tiempo.

Tiempo Efectivamente trabajado (en minutos) por hora transcurrido	Factor i	Calificación
<b>60</b>	100%	Utópico
<b>50</b>	83%	Bueno
<b>40</b>	67%	Medio
<b>30</b>	50%	Pobre

Fuente: ((MOP), 1992)

- **o: Operación de la máquina**

Factor relacionado con la capacidad de manejo de una maquinaria; la habilidad del operador de la misma definirá cuan alto será el factor.

Tabla 16. Operación de la maquinaria.

Habilidad del Operador	Factor o
<b>Excelente</b>	91%-100%
<b>Buena</b>	81%-90%
<b>Regular</b>	71%-80%
<b>Mala</b>	60%-70%

Fuente: ((MOP), 1992).

- **a: Administración**

Este factor es responsabilidad del profesional a cargo de una obra, tomando en cuenta la planificación realizada y la capacidad de control y dirección para llevar a cabo un trabajo determinado. Dentro del cálculo se considera además la prevención de eventualidades adversas.

Tabla 17. Administración.

Nivel de organización de la administración	Factor a
<b>Excelente</b>	91%-95%
<b>Buena</b>	81%-90%
<b>Regular-Buena</b>	71%-80%
<b>Mala-Aceptable</b>	61%-70%

Fuente: ((MOP), 1992).

- **m: Tipo de material**

Este factor toma en cuenta el material, que dependiendo de su dureza o compactación genera una dificultad o facilidad determinada para realizar un trabajo.

Tabla 18. Factor por tipo de material.

Tipo de material	Factor m
<b>Tierra no compactada; arena; grava; y suelo suave</b>	100%
<b>Tierra compacta; arcilla seca; y suelos con contenido rocoso &lt; 25%</b>	90%
<b>Suelo duro con contenido de roca &gt;25% &lt;50%</b>	80%
<b>Roca dinamitada o escarificada; suelos con contenido rocoso &gt;50% &lt; 75%</b>	70%
<b>Rocas y areniscas</b>	60%

Fuente: ((MOP), 1992)

- **e: Estado del material**

Tabla 19. Factor por estado de material.

Depende si se trata de material en banco, suelto o compactado.
Depende de Fw y Fh.
Si el material está suelto entonces el factor e = 100%
Si el material está en banco e = Fw (factor de esponjamiento)
Si el material está compactado e = Fh (factor de contracción)
r o facilidad al trabajar.

Fuente: (Merizalde, Maquinaria de Construcción Capítulo 3, 2013)

- **c: Llenado**

Relación entre capacidad real y nominal

$$Fu = \frac{V_R}{V_N}$$

(Merizalde, Maquinaria de Construcción Capítulo 3, 2013)

- **g: Maniobra y alcance**

Cuando se tienen excavadoras que giran sobre su propio eje, el factor depende de la capacidad de giro de las mismas.

Tabla 20. Factor por maniobra y alcance.

Giro en grados	Factor g
90°	100%
45°	130%
180°	75%

Fuente: ((MOP), 1992)

- **p: Depende del terreno**

Tiene que ver con la pendiente del terreno, el grado de inclinación es importante cuando se transporta materiales de gran volumen.

Tabla 21. Factor por tipo de terreno.

Pendiente del terreno %	Factor p
-10% a -20%	Hasta 125%
- 0% a -10%	Hasta 110%
0%	100%
0% a 10%	Hasta 90%
10% a 20%	Hasta 75%

Fuente: ((MOP), 1992)

- **r: Condiciones de camino**

Se usa para cuando se tiene maquinaria que se moviliza con neumáticos, pues este factor tiene que ver con la resistencia del camino al rodamiento de los mismos. Cuando se tiene maquinaria con orugas, el factor tiene un valor de 1.

Tabla 22. Factor por condiciones de camino.

Condiciones del Camino	Factor r
Plano y firme	98%
Firme – mal conservado	95%
Arena y grava suelta	90%
Sin conservar y lodoso	83%

Fuente: ((MOP), 1992)

- **l: Eventualidad**

Tiempo no productivo originado por las condiciones meteorológicas (lluvia), generando consecuencias como daños en las vías de acceso, deslizamientos de tierra y condiciones de trabajo desfavorables; también se origina por las condiciones de la maquinaria, si ocurren daños estaremos ante un tiempo no productivo, el cual se utiliza para su reparación.

$$l = 100 - \%eventualidad$$

Tabla 23. Factor por eventualidad.

Razón eventualidad	% Eventualidad
Lluvia	5% - 6%
Reparaciones	12% - 15%
Roturas	18% - 20%
Otros	5% - 7%

Fuente: ((MOP), 1992)

- **u: uso anual**

Tiempo no productivo originado mientras la maquinaria se encuentra detenida, es decir sin trabajar; es función de las condiciones contractuales, o de la cantidad de obras o trabajos contratados para dicha maquinaria anualmente.

$$u = 85\%$$

(Merizalde, Maquinaria de Construcción Capítulo 3, 2013)

- **Factor "m"**

Este factor determina la facilidad con que una maquinaria trabaja con un material teniendo en cuenta todas sus características y la forma en que este se comportará al ser manipulado.

Este factor actúa directamente sobre la eficiencia de la maquinaria y por tanto actuará sobre el costo de la obra civil.

Mediante el cálculo de este factor podremos dar varias recomendaciones al momento del proceso de la obra civil ya que podremos determinar mediante las características del suelo si el nivel de napa freática es favorable, tipo de maquinaria a usar, prevenir inconvenientes de seguridad, etc.

## Capítulo IV

### 4.1. Explicación del Modelo en Excel.

#### 4.1.1. Mapa temático

En el mapa temático se encuentran las parroquias a ser estudiadas en el presente trabajo.

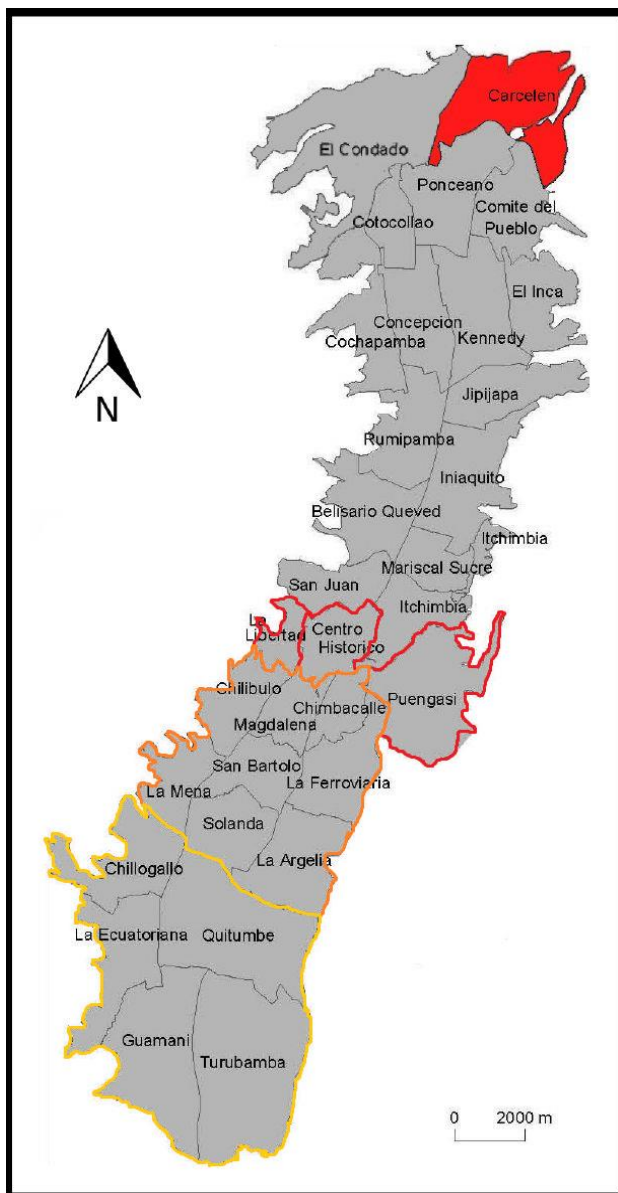


Ilustración 37. Mapa temático suelos orgánicos del sur de la ciudad de Quito.

## PARROQUIAS DEL SUR DE QUITO

Administración Zonal	Parroquias
<b>Manuela Saenz</b>	<b>Centro Histórico</b> <b>La Libertad</b> <b>Puengasí</b>
	<b>Chilibulo</b> <b>Chimbacalle</b> <b>La Argelia</b> <b>La Ferroviaria</b> <b>La Magdalena</b> <b>La Mena</b> <b>San Bartolo</b> <b>Solanda</b>
<b>Quitumbe</b>	<b>Chillogallo</b> <b>Guamaní</b> <b>La Ecuatoriana</b> <b>Quitumbe</b> <b>Turubamba</b>

Tabla 24. Parroquias de estudio.

### 4.1.2. Cálculo de Eficiencia

Para el cálculo de eficiencia se tomaron en cuenta especificaciones MTOP.

En la siguiente ilustración podemos observar los rangos de cada factor involucrado en la eficiencia.

Formula de Eficiencia de Trabajo			Valores de los factores que intervienen en el calculo		
$I = i \times o \times a \times m \times e \times c \times g \times p \times r \times l \times u$			i: Eficiencia en el tiempo		
Factores que intervienen en el calculo			i: Eficiencia en el tiempo		
i: Eficiencia en el tiempo			i: Eficiencia en el tiempo		
Tiempo Efectivamente trabajado (en minutos) por hora transcurrido	Factor i	Calificación			
60	100%	Utópico			
50	83%	Bueno			
40	67%	Medio			
30	50%	Pobre			
o: Operación de la máquina			o: Operación de la máquina		
o: Operación de la máquina			o: Operación de la máquina		
Habilidad del Operador	Factor o				
Excelente	91%-100%				
Buena	81%-90%				
Regular	71%-80%				
Mala	60%-70%				
a: Administración			a: Administración		
a: Administración			a: Administración		
Nivel de organización de la administración	Factor a				
Excelente	91%-95%				
Buena	81%-90%				
Regular-Bueno	71%-80%				
Mala-Aceptable	61%-70%				
e: Estado del material			e: Estado del material		
e: Estado del material			e: Estado del material		
Estado del Material	e (100%)				
Suelto	100				
Banco	Fw( Factor de esponjamiento)				
Compactado	Fh( Factor de contraccion)				
c: Llenado			c: Llenado		
c: Llenado			c: Llenado		
$Fu = \frac{V_R}{V_N}$ VR= Volumen Real VN= Volumen Nominal					
g: Maniobra y alcance			g: Maniobra y alcance		
g: Maniobra y alcance			g: Maniobra y alcance		
Giro en grados	Factor g				
90°	100%				
45°	130%				
180°	75%				
p: Depende del terreno			p: Depende del terreno		
p: Depende del terreno			p: Depende del terreno		
Pendiente del terreno %	Factor p				
-10% a -20%	Hasta 125%				
-0% a -10%	Hasta 110%				
0%	100%				
0% a 10%	Hasta 90%				
10% a 20%	Hasta 75%				
r: Condiciones de camino			r: Condiciones de camino		
r: Condiciones de camino			r: Condiciones de camino		
Condiciones del Camino	Factor r				
Plano y firme	98%				
Firme - mal conservado	95%				
Arena y grava suelta	90%				
Sin conservar y lodoso	83%				
l: Eventualidad			l: Eventualidad		
l: Eventualidad			l: Eventualidad		
$l = 100 - \%eventualidad$					
Razón eventualidad	% Eventualidad				
Lluvia	5% - 6%				
Reparaciones	12% - 15%				
Roturas	18% - 20%				
Otros	5% - 7%				
u: uso anual			u: uso anual		
u: uso anual			u: uso anual		
u = 85%			85%		

Ilustración 38. Factores para cálculo de eficiencia. Fuente: ((MOP), 1992).

### 4.1.3. Calculo de N60

Otra forma de usar la correlación y saber el factor “m”, es usando el N<sub>spt</sub> y obtener el N60.

Para calcular el N60, se utilizó la siguiente fórmula:

$$N_{60} = \frac{N * \eta_H * \eta_B * \eta_S * \eta_R}{60}$$

$N_{60}$  =Numero de penetración estándar, corregido por condiciones de campo.

$N$  = Numero de penetración medido.

$\eta_H$  = Porcentaje de eficiencia del martinete %.

$\eta_B$  = Corrección por diámetro de perforación.

$\eta_S$  = Corrección del muestreador.

$\eta_R$  = Corrección por longitud de barra.

(Seed & Skempton, 1985).

Tabla 25. Variación de  $\eta_H$ .

Variación de hH			
País	Tipo de martinete	Liberación del martinete	hH
Japón	Toroide	Caída libra	78
	Toroide	Cuerda y polea	67
Estados Unidos	De seguridad	Cuerda y polea	60
	Toroide	Cuerda y polea	45
Argentina	Toroide	Cuerda y polea	45
China	Toroide	Caída libra	60
	Toroide	Cuerda y polea	50

Fuente: (Ventayol).

Tabla 26. Variación de  $\eta_B$ .

Variación de <b>hB</b>	
<b>Diámetro (cm)</b>	<b>hB</b>
60 - 120	1.00
150	1.05
200	1.15

Fuente: (Ventayol).

Tabla 27. Variación de  $\eta_H$ .

Variación <b>hR</b>	
<b>Longitud de la barra (m)</b>	<b>hR</b>
> 1.00	1.0
6 - 10	1.0
4 - 6	0.9
0 - 4	0.8

Fuente: (Ventayol).

Tabla 28. Variación de  $\eta_H$ .

Variación de <b>hS</b>	
<b>Variable</b>	<b>hS</b>
Muestreador estándar	1.0
Con recubrimiento para arena y arcilla densas	0.8
Con recubrimiento para arena suelta	0.9

Fuente: (Ventayol).

#### 4.1.4. Encuesta de trabajabilidad

Se realizó una encuesta para estimar la trabajabilidad, para poder sacar un porcentaje de la trabajabilidad dividida para la consistencia y así poder obtener los nuevos valores para el factor por tipo de material “m”.

Esta encuesta fue realizada a 11 operadores de excavadoras del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha.


		Pontificia Universidad Católica del Ecuador			
		FACULTAD DE INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
TRABAJABILIDAD DE SUELOS ORGÁNICOS					
<b>Suelos orgánicos</b>					
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	10%	20%	30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	90%	100%	110%
<b>Arenas</b>					
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	100%	105%	110%
<b>Suelos de consistencia firme</b>					
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	5%	10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	80%	95%	90%

Ilustración 39. Encuesta utilizada para determinar la trabajabilidad en suelos orgánicos.

RESULTADOS											TRABAJABILIDAD
Suelos orgánicos											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	PROMEDIO	
10%	10%	30%	50%	10%	10%	10%	20%	20%	10%	0,36	
60%	60%	20%	20%	0%	0%	20%	0%	20%	0%	0,2	
75%	100%	75%	100%	100%	100%	100%	75%	50%	75%	0,85	
BLANDA	BLANDA	MEDIA	BLANDA	BLANDA	MUY BLANDA	BLANDA	BLANDA	MEDIA	BLANDA	BLANDA	DIFÍCIL
100%	100%	90%	90%	100%	90%	100%	100%	80%	100%	86%	
% Trabajabilidad										56,8409091	
Arenas											
0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	40%	0%	0,06	
100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	1	
MUY BLANDA	MUY BLANDA	MUY BLANDA	MUY BLANDA	MUY BLANDA	BLANDA	MUY BLANDA	MUY BLANDA	BLANDA	MUY BLANDA	MUY BLANDA	FÁCIL
100%	105%	100%	90%	90%	100%	80%	100%	90%	90%	0,85909091	
% Trabajabilidad										64%	
Suelos de consistencia firme											
5%	5%	10%	5%	5%	5%	10%	10%	10%	10%	0,25	
100%	100%	40%	40%	40%	40%	40%	60%	60%	60%	0,58	
30%	30%	75%	50%	30%	50%	50%	50%	30%	75%	0,47	
FIRME	FIRME	FIRME	FIRME	FIRME	FIRME	MUY FIRME	FIRME	MUY FIRME	FIRME	FIRME	DIFÍCIL
80%	80%	90%	90%	95%	70%	85%	85%	85%	95%	0,95	
% Trabajabilidad										56,25	

Ilustración 40. Resultados encuesta de trabajabilidad.

Gracias a la encuesta realizada en el GAD de la provincia de Pichincha a sus operadores se realizó la encuesta de trabajabilidad en la cual se tuvo en cuenta lo siguiente:

Para suelos orgánicos analizados: El porcentaje de pegado del material promedio es de 36% en un rango de 10 – 50%, la resistencia del material a ser excavado es 20% en un rango de 0 – 100%, la facilidad de excavación 85% en un rango de 100- 10% y el porcentaje de llenado del cucharón es de 86% en un rango de 80 – 110%.

Para suelos arenosos no se considera porcentaje de pegado ya que no poseen cohesión, la resistencia del material a ser excavado de 6% en un rango de 0 – 100%, la facilidad de excavación 85,9% en un rango de 100- 10% y el porcentaje de llenado del cucharón es de 86% en un rango de 80 – 110%.

Finalmente en los suelos firmes se considera el porcentaje de pegado del material es 25% en un rango de 5 – 30%, la resistencia del material a ser excavado de 58% en un rango de 0 – 100%, la facilidad de excavación 47% en un rango de 100- 10% y el porcentaje de llenado del cucharón es de 95% en un rango de 70 - 95%.

% Trabajabilidad en suelos orgánicos de acuerdo a la consistencia		
MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA
50,454545	68,844697	52,44318182
MUY DIFÍCIL	DIFÍCIL	MUY DIFÍCIL

*Ilustración 41. Trabajabilidad de suelos orgánicos de acuerdo a su consistencia.*

#### **4.1.5. Datos tabulados de Laboratorio para determinación del factor “m” en suelos orgánicos.**

Para el análisis del presente trabajo de titulación se realizó una tabulación de datos para los cuales se hizo el siguiente proceso

**1.** Se deben ingresar los siguientes datos:

- Límite Líquido
- Límite Plástico
- Humedad Natural
- Lugar
- Año

Con los datos ingresados se puede calcular en índice de consistencia que junto con la trabajabilidad ayudara a obtener los nuevos valores del índice de consistencia y así determinar la consistencia que puede ser determinada también por medio del N60.

**2.** Luego, ingresar la clasificación del suelo de acuerdo al estrato.

- Limo orgánico OL.
- Arcillas orgánicas OH.
- Turbas Pt.

**3.** El factor “m” se obtuvo mediante la división de la consistencia para la trabajabilidad, y para efectos del estudio se sacó un promedio de todos los datos obtenidos de las muestras de suelos ensayados en el Laboratorio.

## 4.2. Resultados del modelo en Excel

<b>COMPARACIÓN DE RESULTADOS</b>	
<b>Eficiencia con factor "m" anterior</b>	<b>Eficiencia con factor "m" obtenido</b>
29,37%	16,26%

*Ilustración 42. Eficiencias con factor m tomado de la norma MOP vs. Eficiencia con factor m obtenido.*

Para el cálculo de eficiencia con factor se usaron los siguientes valores de factores:

*Tabla 29. Valores de factores para cálculo de eficiencia de maquinaria.*

	<b>Eficiencia con factor m anterior</b>	<b>Eficiencia con factor m obtenido</b>
<b>Factor i</b>	83	83
<b>Factor o</b>	85	85
<b>Factor a</b>	85	85
<b>Factor m</b>	100	56.17
<b>Factor e</b>	90	90
<b>Factor c</b>	86	86
<b>Factor g</b>	100	100
<b>Factor p</b>	95	95
<b>Factor r</b>	83	83
<b>Factor l</b>	94	94
<b>Factor u</b>	85	85

Con los factores m obtenidos para las administraciones zonales del sur de Quito, con lo que se obtuvo las eficiencias dependiendo de las características del suelo en cada administración zonal.

*Tabla 30. Factores m para administraciones zonales del sur de Quito.*

<b>Administración zonal</b>	<b>Factor "m"</b>	<b>%Eficiencia</b>
<b>Manuela Saenz</b>	0,596496212	17,51642769
<b>Quitumbe</b>	0,551734676	16,20198144
<b>Eloy Alfaro</b>	0,682992424	20,05643484

Podemos determinar que la eficiencia de 17,52 % de efectividad en la administración zonal Manuela Saenz, 16,5% en Quitumbe y 19% en Eloy Alfaro.



Ilustración 43. Factores "m" obtenidos por administraciones zonales del sur de Quito.

## Capítulo V

### 5.1. Conclusiones.

El presente trabajo que tiene como objetivo analizar los diferentes parámetros de suelos orgánicos y su trabajabilidad, utilizando los datos proporcionados por el laboratorio de suelos de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Pichincha, ha arrojado las siguientes conclusiones:

- Tomando en cuenta los parámetros de análisis de suelos orgánicos (Ver ilustración 39), la trabajabilidad promedio de los suelos orgánicos con consistencia blanda al realizar zanjas de alcantarillado (56,84%) es difícil, según los resultados de la encuesta realizada a operadores en el GAD de la provincia de Pichincha (Ver ilustración 40).
- La trabajabilidad promedio de suelos orgánicos analizados con consistencias muy blanda y media es muy difícil, pues para el primer caso (Ver ilustración 41), existen grandes cantidades de suelos orgánicos, lo que aumenta el riesgo de asentamientos; mientras que para la segunda (Ver ilustración 41), la presencia de limos y arcillas aumenta el porcentaje de pegado del material en el cucharón. Para suelos arenosos en cambio, la trabajabilidad promedio es fácil (64%) (Ver ilustración 40).
- Los suelos firmes en promedio tienen una trabajabilidad difícil con un 56,25% (Ver ilustración 40).
- Los suelos orgánicos analizados tienen un peso unitario promedio de 16,69 KN/m<sup>3</sup>, como resultado del estudio (Ver Anexo 1), de acuerdo al rango de 14,2 – 15,7 KN/m<sup>3</sup> en la clasificación SUCS.
- La humedad promedio calculada en los suelos orgánicos analizados es de 258,48%, el límite líquido es 83,63% y límite plástico es 62,32% (Ver Anexo 1). Con lo cual se determinó que el índice de consistencia promedio es de 0,34 en un rango de 0 - 0,5 según la correlación utilizada por Das, 2012. Gracias a esto podemos decir que la resistencia a la compresión simple de a 25 KN/m<sup>2</sup> a 13 KN/m<sup>2</sup> con una consistencia muy blanda.
- La gravedad específica calculada es de 2,27 en un rango normal de 1,5 – 2,6 para suelos orgánicos.(Ver Anexo 1).

- La cohesión de los suelos orgánicos analizados están en un rango de 0,10 - 0,15 kg/cm<sup>2</sup>, en la presente investigación se obtuvo un promedio de cohesión de 0,273 kg/cm<sup>2</sup> (23,252 kPa) porque la mayoría de suelos analizados tuvieron presencia de limos y arcillas (Ver Anexo 1).
- Después de analizar los factores requeridos para calcular la eficiencia, en este trabajo se han considerado valores más realistas que los existentes en el (MOP),(1992). Manual de Costos de Construcción lo que genera una disminución de la eficiencia de excavación de zanjas (16.49%) con relación a la calculada con factor "m" de (MOP),(1992). Manual de Costos de Construcción.(29.37%), pues el suelo orgánico es muy difícil de trabajar por su consistencia, debido a sus características.
- Es posible diferenciar el porcentaje de eficiencias de acuerdo a cada administración zonal del sur de Quito de la que tuvimos información; Eloy Alfaro es una zona que presenta mayor eficiencia para realizar excavaciones que Quitumbe (Ver tabla 30). Esto se debe a que en la zona de Quitumbe los suelos tienen presencia predominante de orgánicos, contrario a lo que sucede en Eloy Alfaro, con presencia de limos y arcillas (Ver Anexo 1).
- Mediante el análisis de suelos pudimos determinar que se debe usar un entibado tipo tabla estacado con apuntalamiento inmediato, con el cual se pueda controlar deslizamientos causados por la mala calidad del material y la posible presencia de agua subterránea en la zona analizada, de manera que se garantice la estabilidad de la excavación así como la colocación de la tubería.
- La presencia de agua subterránea a menos de 2,5m (Ver Anexo 14) de profundidad medidos desde la superficie, implica la utilización de un sistema adecuado de bombeo con lo cual el factor de eficiencia en el tiempo (factor i) se reduce al 50% lo que representa la eficiencia de trabajo de la maquinaria 9,94%.

## 5.2. Recomendaciones.

- Es importante considerar la consistencia del material antes de realizar una excavación de zanjas, para determinar el tipo de entibación y medidas de seguridad adecuadas.
- La maquinaria recomendada a usar en este tipo de trabajos son las excavadoras hidráulicas con cucharón de almeja, siendo las que mejores condiciones brindan en suelos orgánicos.
- Se recomienda realizar caracterización de suelo a excavar de acuerdo a la magnitud del proyecto, pues sus características podrían interferir en gran medida en la eficiencia y por tanto en la producción del proyecto.
- Se recomienda que la trabajabilidad y los factores calculados tengan valores más realistas de acuerdo a las características del suelo a intervenir.
- Por efectos de seguridad de trabajo en suelos orgánicos se debe usar un entibado tipo tabla estacado con apuntalamiento inmediato con el cual se puede controlar deslizamientos causados por el agua subterránea que se presenta en el sur de Quito. Esto aunque encarecerá un poco más la obra, evita problemas posteriores ya que se deja los tablonces permanentemente por posibles deslizamientos.
- Se recomienda que previo a iniciar la excavación se realice un análisis de precios unitarios teniendo en cuenta una bomba con potencia adecuada dependiendo del caudal necesario a evacuar y el costo de madera para apuntalamiento y tabla estacado del entibado.

# **ANEXOS**



DATOS TABULADOS DEL LABORATORIO DE SUELOS PUCE																			
DETERMINACION DEL FACTOR "m"																			
N°	AÑO	ADMINISTRACION ZONAL	PARROQUIA	$N_{50} = \frac{N_1 + n_2 + n_3 + n_4}{60}$	LL	LP	W	$\phi$	C (Kpa)	Presión de Preconsolidación	Gs	Peso unitario (KN/M3)	IC	SUCS	CONSISTENCIA	TRABAJABILIDAD	FACTOR "m" (%)	FACTOR obtenido	"m"
1	2014	Manuela Saenz	Centro Historico		34	30	36				2,51	17,68	-0,5	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
2	2014	Manuela Saenz	Centro Historico		42	38	39				2,42	13,33	0,75	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
3	2014	Quitumbe	Turubamba		42	25	30				2,51	13,48	0,7059	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
4	2014	Quitumbe	Turubamba		38	25	27				2,42	13,78	0,8462	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
5	2014	Quitumbe	Turubamba		39	27	27				2,42	18,2	1	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
6	2014	Quitumbe	Turubamba		42	31	32				2,42	18,22	0,9091	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
7	2014	Quitumbe	Turubamba		44	28	30				2,53	18,1	0,875	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
8	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena		41	34	40				2,39		0,1429	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
9	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena		44	39	47				2,6		-0,6	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
10	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena		42	37	38				2,65		0,8	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
11	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena		42	38	39				2,65		0,75	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
12	2012	Eloy Alfaro	La Magdalena		34	30	36				2,45		-0,5	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
13	2017	Quitumbe	Quitumbe		26	21	23						0,6	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
14	2017	Quitumbe	Quitumbe		31	25	27						0,6667	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
15	2017	Quitumbe	Quitumbe		27	24	28						-0,333	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
16	2017	Quitumbe	Quitumbe		30	24	25						0,8333	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
17	2017	Quitumbe	Quitumbe		34	27	35						-0,143	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
18	2017	Quitumbe	Quitumbe		32	24	27						0,625	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
19	2017	Quitumbe	Quitumbe		37	30	31						0,8571	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
20	2017	Quitumbe	Quitumbe		35	29	30						0,8333	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
21	2017	Quitumbe	Quitumbe		35	28	29						0,8571	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
22	2017	Quitumbe	Quitumbe		35	27	29						0,75	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
23	2017	Quitumbe	Quitumbe		34	28	30						0,6667	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
24	2017	Quitumbe	Quitumbe		27	22	25						0,4	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
25	2008	Quitumbe	Guamani		33	28	36						-0,6	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
26	2008	Quitumbe	Guamani		30	25	28						0,4	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
27	2008	Quitumbe	Guamani		222	169	256						-0,642	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
28	2014	Quitumbe	Chillogallo		34	22	24						0,8333	OL- CL	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
29	2014	Quitumbe	Chillogallo		44	26	29						0,8333	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
30	2014	Quitumbe	Chillogallo		36	25	28						0,7273	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
31	2017	Quitumbe	Turubamba		33	22	28	16,79	21,36	83	2,65	17,32	0,4545	OL- CL	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
32	2017	Quitumbe	Turubamba		119	83	120	12,21	21,81	110	2,42	16,86	-0,028	OH- MH	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
33	2017	Quitumbe	Turubamba		41	30	45	0,45	11,18	62	2,39	16,73	-0,364	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
34	2017	Quitumbe	Turubamba		43	32	49	6,86	16,61	108	2,45	18,82	-0,545	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
35	2017	Quitumbe	Turubamba		37	21	29	0,19	45,3	116	2,55	17,78	0,5	OL- CL	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
36	2009	Quitumbe	Guamani	0,6	638	441	502			24,3	2,13		0,6904	OH- CH	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
37	2009	Quitumbe	Guamani	0,6	276	230	235			46,9	2,13		0,8913	OH- CH	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
38	2008	Quitumbe	Guamani	2,4	229	115	320				2		-0,798	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
39	2008	Quitumbe	Guamani	3,6	244	193	338				2		-1,843	OH- MH	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
40	2008	Quitumbe	Guamani	4,8	335	272	410				2		-1,19	OH- MH	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
41	2010	Quitumbe	Guamani	9	64	50	52						0,8571	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
42	2008	Quitumbe	Guamani	1,8	258	171	284				2		-0,299	OH- MH	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
43	2008	Quitumbe	Guamani	20,4	47	35	40				2		0,5833	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697	
44	2008	Quitumbe	Guamani	0,6	452	355	493				2		-0,423	OH- MH	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
45	2008	Quitumbe	Guamani	0,6	292	243	422				2		-2,653	OH- MH	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455	
46	2006	Quitumbe	Guamani	20,4	52	37	37			75	2,21		1	OH- MH	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
47	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	40	27	27						1	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
48	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	42	31	32						0,9091	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
49	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	39	31	32						0,875	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	
50	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	41	27	27						1	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818	

51	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	38	28	30							0,8	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818																		
52	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	36	25	28							0,7273	OL-CL	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
53	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	42	25	30							0,7059	OL-CL	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
54	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	49	25	30							0,7917	OL-CL	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818																		
55	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	38	25	27							0,8462	OL-CL	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818																		
56	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	40	31	37							0,3333	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
57	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	32	26	28							0,6667	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
58	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	35	28	33							0,2857	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
59	2014	Quitumbe	Quitumbe	0	36	32	33							0,75	OL-CL	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
<b>CORRELACIÓN POR N60</b>																																					
60	2006	Quitumbe	Guamani	0,6			247			75		2,21		#DIV/0!	OL-CL	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
61	2006	Quitumbe	Guamani	5,4			146			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
62	2006	Quitumbe	Guamani	4,2			62			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
63	2006	Quitumbe	Guamani	12,6			37			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818																		
64	2006	Quitumbe	Guamani	2,4			48			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
65	2006	Quitumbe	Guamani	1,8			264			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
66	2006	Quitumbe	Guamani	12,6			34			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818																		
67	2006	Quitumbe	Guamani	3,6			42			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
68	2006	Quitumbe	Guamani	15			36			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818																		
69	2006	Quitumbe	Guamani	13,8			33			75		2,21		#DIV/0!	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818																		
70	2010	Quitumbe	Guamani	0,6			183							#DIV/0!	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
71	2010	Quitumbe	Guamani	3			253							#DIV/0!	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
72	2010	Quitumbe	Guamani	0,6			181							#DIV/0!	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
73	2010	Quitumbe	Guamani	1,8			201							#DIV/0!	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
74	2010	Quitumbe	Guamani	7,8			155							#DIV/0!	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
75	2010	Quitumbe	Guamani	3			270							#DIV/0!	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
76	2010	Quitumbe	Guamani	8,4			272							#DIV/0!	OL- ML	Media	MUY DIFICIL	52,44318182	0,524431818																		
77	2010	Quitumbe	Guamani	1,2			272							#DIV/0!	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
78	2010	Quitumbe	Guamani	4,2			269							#DIV/0!	OL- ML	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
79	2008	Quitumbe	Guamani	0			96				2,22			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
80	2008	Quitumbe	Guamani	2,4			304				2,22			#DIV/0!	Pt	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
81	2008	Quitumbe	Guamani	0,6			241				2,22			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
82	2008	Quitumbe	Guamani	0,6			299				2,22			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
83	2008	Quitumbe	Guamani	0,6			246				2,22			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
84	2008	Quitumbe	Guamani	1,2			182				2,22			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
85	2008	Quitumbe	Guamani	1,2			154				2,22			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
86	2008	Quitumbe	Guamani	2,4			277				2,22			#DIV/0!	Pt	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
87	2008	Quitumbe	Guamani	2,4			123				2,26			#DIV/0!	Pt	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
88	2008	Quitumbe	Guamani	2,4			184				2,26			#DIV/0!	Pt	Blanda	DIFICIL	68,84469697	0,68844697																		
89	2008	Quitumbe	Guamani	0			106				2,26			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
90	2008	Quitumbe	Guamani	0			41				2,26			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
91	2008	Quitumbe	Guamani	1,2			183				2,26			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
92	2008	Quitumbe	Guamani	1,2			278				2,26			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
93	2008	Quitumbe	Guamani	0,6			180				2,26			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
94	2008	Eloy Alfaro	Guamani	1,2			224				2,26			#DIV/0!	Pt	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
95	2006	Quitumbe	Guamani	0,6			171			75		2,21		#DIV/0!	OL-CL	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
96	2008	Quitumbe	Guamani	0,6	0	0	160					2		#DIV/0!	OL- ML	Muy Blanda	MUY DIFICIL	50,45454545	0,504545455																		
																			83,62711864	62,32203	258,4833	4,9275	23,252	76,32631579	2,273636	16,69166667											56,17%

Anexo 1: Datos Tabulados.

Grupo	Descripción	Símbolo de grupo	Símbolo de subgrupo	Límite Líquido %	Grado de humificación	Nombre de subgrupo	Identificación en campo
Ligeramente orgánicos (Contenido orgánico del 3 – 20%).	Limo ligeramente orgánico.	Mo	Mo			Limo ligeramente orgánico se subdivide con Co.	Usualmente entre colores muy oscuros y negros, pequeña cantidad de materia orgánica y tiene un olor distintivo a materia orgánica.
	Arcilla ligeramente orgánica.	Fo	CLo	<35%		Arcilla ligeramente orgánica de baja plasticidad.	
			Clo	35-50		Arcilla ligeramente orgánica de mediana plasticidad.	
			Cho	50-70		Arcilla ligeramente orgánica de alta plasticidad.	
			Cvo	70-90		Arcilla ligeramente orgánica de muy alta plasticidad.	
			Ceo	>90		Arcilla ligeramente orgánica de extremadamente alta plasticidad.	
Suelos orgánicos	O				La subdivisión del suelo orgánico es difícil, ya que ni las pruebas de plasticidad ni	Suelos de color marrón oscuro o negro, posee	

(Contenido orgánico del 20 – 75%).						las pruebas de humificación son fiables para estos. El resultado probable de la subdivisión que conduce a descripciones tales como “suelos fibrosos” o “suelos orgánicos amorfos de plasticidad intermedia”.	densidad baja. La mayoría de la masa es orgánica, por lo que la turba es fibrosa, en toda la masa existen restos vegetales. Si la turba es humidificada olerá más fuertemente.
Turbas (Contenido orgánico del >75%).	Turbas	Pt	Ptf Pth Pta		H1-H3 H4-H6 H7-H10	Turbas fibrosas. Moderadamente descompuestas. Turbas amorfas.	

Anexo 2: Clasificación de turbas, Fuente: (Tarmizi, 2013).

Orgánico	Escala	Términos de calificación	Símbolo	Descripción y color
Turbas	H1-H3	Turbas fibrosas.	f	En su mayoría sin descomposición, típicamente broceado a color marrón rojizo.
	H4-H6	Moderadamente descompuestas.	h	Intermedio en su grado de descomposición, contenido orgánico y densidad aparente, color marrón rojizo.
	H7-H10	Turbas amorfas.	a	Alto en su grado de descomposición, contenido orgánico alto y densidad aparente. De color más oscuro que la turba fibrosa y la turba moderadamente descompuesta.

Anexo 3: Clasificación de turbas, Fuente: (Tarmizi, 2013).



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR

Nombre:

Segundo José Alfonso Pirongla Lanchimba C.I. 170530922-5

Fecha:

17 Julio / 2017

ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	<input checked="" type="checkbox"/> 10%	20%	30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	<input checked="" type="checkbox"/> 60%	100%
Facilidad de excavación	100%	<input checked="" type="checkbox"/> 75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	<input checked="" type="checkbox"/> MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	90%	<input checked="" type="checkbox"/> 100%	110%

Arenas

Resistencia del material a ser excavado	<input checked="" type="checkbox"/> 0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	<input checked="" type="checkbox"/> 100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	<input checked="" type="checkbox"/> BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	<input checked="" type="checkbox"/> 100%	105%	110%

Suelos de consistencia firme

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	<input checked="" type="checkbox"/> 5%	10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	<input checked="" type="checkbox"/> 30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	<input checked="" type="checkbox"/> FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	80%	<input checked="" type="checkbox"/> 95%	90%



*Segundo José Alfonso Pirongla Lanchimba*  
OPERADOR

*M. G. Gutiérrez*  
EJECUTIVO DE LA EMPRESA  
Ing. Mario Fernando Custode Rey 17-4118.

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR	<i>José Ramiro Sanchezimba Igumbá. C.I. 171243120-2</i>	Fecha: <i>17 Julio 2017</i>
Nombre:		

ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	<input checked="" type="checkbox"/> 10%	20%	30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	<input checked="" type="checkbox"/> 60%	100%
Facilidad de excavación	<input checked="" type="checkbox"/> 100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	90%	<input checked="" type="checkbox"/> 100%	110%
<b>Arenas</b>					
Resistencia del material a ser excavado	<input checked="" type="checkbox"/> 0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	<input checked="" type="checkbox"/> 100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	100%	<input checked="" type="checkbox"/> 105%	110%
<b>Suelos de consistencia firme</b>					
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	<input checked="" type="checkbox"/> 5%	10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	<input checked="" type="checkbox"/> 100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	<input checked="" type="checkbox"/> 30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	<input checked="" type="checkbox"/> FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	<input checked="" type="checkbox"/> 80%	95%	90%



*[Signature]*

OPERADOR

*[Signature]*

EJECUTIVO DE LA EMPRESA

*Iny. Mónica Fernández Astade. Reg 17-4118.*

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR

Nombre:

PEDRO CADENA 170860455

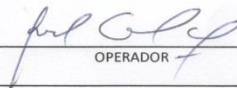
Fecha: 24 Julio 2017

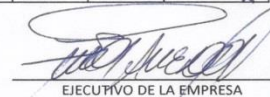
ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	10%	20%	X 30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	0%	X 20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	X 75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA X FIRME	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	X 90%	100%	110%
<b>Arenas</b>					
Resistencia del material a ser excavado	0% X	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100% X	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA X	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	100% X	105%	110%
<b>Suelos de consistencia firme</b>					
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	5%	10% X	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40% X	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75% X	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME X	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	80%	95%	90% X



  
OPERADOR

  
EJECUTIVO DE LA EMPRESA

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR		Nombre: <u>María Pinoyota</u> <u>172370120-5</u>		Fecha: <u>24/07/2017</u>
--------------------	--	--	--	--------------------------

ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos					
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	10%	20%	30%	40%	<input checked="" type="checkbox"/> 50%
Resistencia del material a ser excavado	0%	<input checked="" type="checkbox"/> 20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	<input checked="" type="checkbox"/> 100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA <input checked="" type="checkbox"/>	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	<input checked="" type="checkbox"/> 90%	100%	110%
Arenas					
Resistencia del material a ser excavado	0%	<input checked="" type="checkbox"/> 20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	<input checked="" type="checkbox"/> 75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA <input checked="" type="checkbox"/>	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	<input checked="" type="checkbox"/> 100%	105%	110%
Suelos de consistencia firme					
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	5%	<input checked="" type="checkbox"/> 10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	<input checked="" type="checkbox"/> 60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	<input checked="" type="checkbox"/> 30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME <input checked="" type="checkbox"/>	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	80%	95%	<input checked="" type="checkbox"/> 90%



[Signature]  
OPERADOR

[Signature]  
EJECUTIVO DE LA EMPRESA

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.

4



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR

Nombre:

Coronado Pulcas Solis Cesar 1717433310

Fecha:

18/07/2017

ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	<del>10%</del>	20%	30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	<del>0%</del>	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	90%	<del>100%</del>	110%
<b>Arenas</b>					
Resistencia del material a ser excavado	<del>0%</del>	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	<del>100%</del>	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	<del>90%</del>	100%	105%	110%
<b>Suelos de consistencia firme</b>					
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	<del>5%</del>	10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	<del>30%</del>	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	<del>30%</del>	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	80%	<del>95%</del>	90%



[Signature]  
OPERADOR

[Signature]  
EJECUTIVO DE LA EMPRESA

CARLOS TEDAN N 171504243-6

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.

5



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR

Nombre:

Jorge Luis Chavez Simbaña 171706748-0

Fecha: 18/02/2017

ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	<del>10%</del>	20%	30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	<del>0%</del>	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	<del>90%</del>	100%	110%

Arenas


Resistencia del material a ser excavado	<del>0%</del>	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	100%	105%	110%

Suelos de consistencia firme

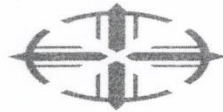
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	<del>5%</del>	10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	<del>40%</del>	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	<del>50%</del>	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	<del>70%</del>	85%	80%	95%	90%



  
OPERADOR

  
EJECUTIVO DE LA EMPRESA  
CARLOS PEDRO 171504243-6

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR

Nombre:

Juan Carlos Quishpe

Fecha: 19/07/2017

ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	10%	20%	30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	90%	100%	110%

Arenas

Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	100%	105%	110%

Suelos de consistencia firme

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	5%	10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	80%	95%	90%



*Juan Carlos Quishpe*

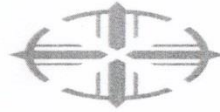
OPERADOR

*David Anticeo*

EJECUTIVO DE LA EMPRESA

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.

7



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR

Nombre:

*José Ramiro Casajal Ycaiza 1704394015-2*

Fecha: *21 de Julio 2017*

ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	10%	20%	30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	90%	100%	110%

Arenas

Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	100%	105%	110%

Suelos de consistencia firme

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	5%	10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	80%	95%	90%



*[Signature]*  
OPERADOR

*[Signature]*  
EJECUTIVO DE LA EMPRESA

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR

Nombre:

Manuel Cawango


Fecha: 24/07/2017

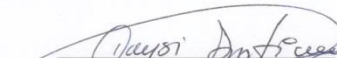
ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	10%	20%	30%	40%	50%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	85%	90%	100%	110%
<b>Arenas</b>					
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80%	90%	100%	105%	110%
<b>Suelos de consistencia firme</b>					
Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	5%	10%	20%	25%	30%
Resistencia del material a ser excavado	0%	20%	40%	60%	100%
Facilidad de excavación	100%	75%	50%	30%	10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA	BLANDA	MEDIA	FIRME	MUY FIRME
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70%	85%	80%	95%	90%



  
OPERADOR

  
EJECUTIVO DE LA EMPRESA

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.



Pontificia Universidad  
Católica del Ecuador

FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DATOS DEL OPERADOR

Nombre: AUGEL MOREIRA CHILA C.I. 17 2256023-0

Fecha: 24-07-2017

ENCUESTA TRABAJABILIDAD DE SUELOS EN EXCAVACIONES

Suelos orgánicos

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	✓ 10%	✓ 20%	✓ 30%	✓ 40%	✓ 50%
Resistencia del material a ser excavado	✓ 0%	✓ 20%	✓ 40%	✓ 60%	80% ✓ 100%
Facilidad de excavación	✓ 100%	✓ 75%	✓ 50%	✓ 30%	✓ 10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA ✓	BLANDA ✓	MEDIA ✓	FIRME ✓	MUY FIRME ✓
Porcentaje de Llenado del Cucharón	90% ✓ 80%	85%	90%	100%	✓ 110%

Arenas

Resistencia del material a ser excavado	0% ✓	20% ✓	40% ✓	60% ✓	100%
Facilidad de excavación	100% ✓	75% ✓	50% ✓	30% ✓	✓ 10%
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA ✓	BLANDA ✓	MEDIA ✓	FIRME ✓	MUY FIRME ✓
Porcentaje de Llenado del Cucharón	80% ✓ 90%	90%	100%	105% ✓ 110%	✓

Suelos de consistencia firme

Porcentaje que se queda pegado en el cucharón en el vaciado.	5% ✓	10% ✓	20% ✓	25% ✓	30% ✓
Resistencia del material a ser excavado	0% ✓	20% ✓	40% ✓	60% ✓	100% ✓
Facilidad de excavación	100% ✓	75% ✓	50% ✓	30% ✓	10% ✓
Estabilidad del material para realizar el corte (posibilidad de derrumbe)	MUY BLANDA ✓	BLANDA ✓	MEDIA ✓	FIRME ✓	MUY FIRME ✓
Porcentaje de Llenado del Cucharón	70% ✓	85% ✓	80% ✓	95% ✓	90% ✓

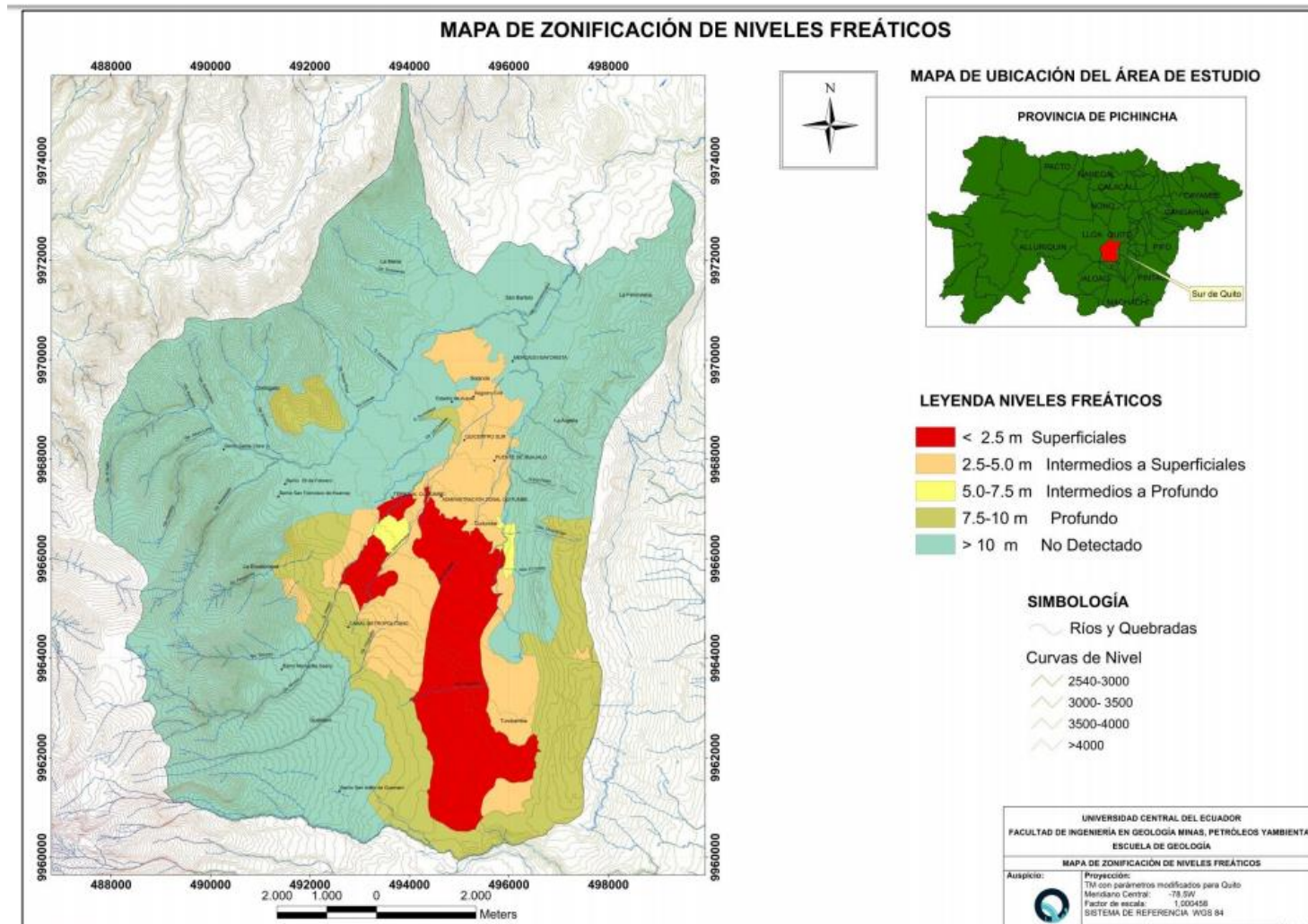


OPERADOR

EJECUTIVO DE LA EMPRESA

Formulario para determinar la trabajabilidad de suelos orgánicos en excavaciones.

10



Anexo 14: Niveles freáticos en el sur de la ciudad de Quito. Fuente: (Aviles, 2013).

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (MOP), M. d. (1992). Manual de Costos de Construcción. *Manual de Costos de Construcción*. Quito, Pichincha, Ecuador: MOP.
- Ingeniero civil*. (04 de 11 de 2010). Recuperado el 11 de 06 de 2017, de <http://ingenieriaciviltips.blogspot.com/2011/05/tres-parametros-necesarios-para.html>
- AASHTO. (s.f.). <http://sites.ieee.org>. Recuperado el 01 de 07 de 2017, de <http://sites.ieee.org/panama/files/2013/05/Capitulo-5-Geotecnia.pdf>
- aditamentos.com*. (s.f.). Recuperado el 05 de 06 de 2017, de <http://meritmachinery.com/details.aspx?attachment=1464&machine=4&func=detail&modeI=&manufacturer=&category=460&subcategory=263&u=>
- APUNTES INGENIERÍA CIVIL. (s.f.). Recuperado el 30 de 05 de 2017, de Limites de Atterberg: Liqueidez: <http://apuntesingenierocivil.blogspot.com/2010/11/se-llama-liqueidez-al-estado-liquido-que.html>
- ATHA.ES. (s.f.). Recuperado el 2017 de 05 de 26, de ATHA.ES: [http://www.atha.es/atha\\_archivos/manual/c632.htm](http://www.atha.es/atha_archivos/manual/c632.htm)
- Aviles, L. (Mayo de 2013). "CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA-GEOTÉCNICA DEL SUR DE LA CIUDAD DE QUITO". QUITO, Pichincha, Ecuador: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Ayala, L. (23 de 10 de 2015). *Explorock SAC Soluciones Geologicas*. Recuperado el 22 de 07 de 2017, de Clasificación de los depósitos sedimentarios: <http://explorock.com/clasificacion-de-los-depositos-sedimentarios/>
- Ballester, F. (1992). *Máquinas de Movimiento de Tierra*. Madrid: Editorial PEDECA.
- Cuchillo, O. (s.f.). *civilgeeks.com*. Recuperado el 11 de 06 de 2017, de Apuntes del Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.): <http://civilgeeks.com/2015/07/11/apuntes-del-sistema-unificado-de-clasificacion-de-suelos-s-u-c-s/>
- Das, B. (2001). *PRINCIPIOS DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES*. Mexico: International Thomson Editorias.
- Das, B. (2012). Correlaciones para suelos cohesivos. En B. Das, *Fundamentos de ingeniería de cimentaciones* (págs. 80-87). Mexico: Cengage Learning.
- Díaz del Río, M. (2007). *Manual de Maquinaria de Construcción*. Arabaca-Madrid: Mc Graw-Hill.

Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS). (03 de 2011). *Empresa Pública Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento (EPMAPS)*. Recuperado el 29 de 06 de 2017, de Estudios de Actualización del Plan Maestro Integrado de Agua Potable y Alcantarillado para el DMQ:

[https://www.aguaquito.gob.ec/sites/default/files/documentos/plan\\_maestro\\_alcantarillado.pdf](https://www.aguaquito.gob.ec/sites/default/files/documentos/plan_maestro_alcantarillado.pdf)

*Estrucplan On Line - www.estrucplan.com.ar - Salud, seguridad y medio ambiente en la industria.* (s.f.). Recuperado el 26 de 05 de 2017, de Estrucplan On Line - [www.estrucplan.com.ar](http://www.estrucplan.com.ar) - Salud, seguridad y medio ambiente en la industria:

<https://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=2728>

Garcia, J. (10 de Mayo de 2012). *Rendimiento de Maquinaria de Construcción*. Recuperado el 10 de 06 de 2017, de <http://es.slideshare.net/jopagaru/53550125-rendimientodemaquinariasdeconstruccion>

Ghia, O. (04 de 2017). TESIS COMPLETA ORIANA GHIA CORREGIDA. Quito, Pichincha, Ecuador.

google. (s.f.). Recuperado el 30 de 05 de 2017, de

[https://www.google.com.ec/search?q=copa+de+casa+grande&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjzY\\_QqZnUAhVITSYKHTaECIcQsAQIMg&biw=1366&bih=662#imgrc=YeuhnQnoMIb4GM](https://www.google.com.ec/search?q=copa+de+casa+grande&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ved=0ahUKEwjzY_QqZnUAhVITSYKHTaECIcQsAQIMg&biw=1366&bih=662#imgrc=YeuhnQnoMIb4GM):

Helbert, L. N. (1981). Excavacion de zanjas para tuberias. En L. N. Helbert, *Movimiento de Tierras* (pág. 156 y 157). Connecticut: North Castle Books.

Herbert. L., N. J. (1981). MOVIMIENTO DE TIERRAS. En *MOVIMIENTO DE TIERRAS* (págs. 1052, 1053, 156, 149). Mexico: Campana Editorial Continental S.A.

Juarez, B. R. (1975). *Mecanica de suelos tomo 1*. Mexico: Editorial Limusa.

Merino, W. (1992). Excavadoras. En *Costos de construccion pesada carreteras y puentes*. (págs. 135-138). Quito.

Merizalde, J. (2013). Maquinaria de construccion. *Maquinaria de construccion*, (págs. clases 2-4, 7,8,14). Quito.

Merizalde, J. (Agosto de 2013). Maquinaria de Construcción Capítulo 3. Quito, Pichincha, Ecuador.

*midvalleydealers.com*. (s.f.). Recuperado el 05 de 06 de 2017, de <http://midvalleydealers.com/equiposlista.aspx>

*Monografias.com*. (s.f.). Recuperado el 10 de 06 de 2017, de Maquinaria y Equipo de Construcción: <http://www.monografias.com/trabajos-pdf/maquinaria-equipo-construccion/maquinaria-equipo-construccion2.shtml>

- Montero, J. (2015). *Mecánica de suelos II*. Quito.
- Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Construcción de Alcantarillado*. Obtenido de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/057\\_construccion-alcantarillado/construccion-alcantarillado.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/057_construccion-alcantarillado/construccion-alcantarillado.pdf)
- Ortega, G. P. (2014). Guía para la elección de la maquinaria pesada en la excavación de zanjas para alcantarillado en suelos arcillosos. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Osorio, S. (s.f.). <http://geotecnia-sor.blogspot.com>. Recuperado el 30 de 05 de 2017, de Apuntes de Geotecnia con Énfasis en Laderas: [http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de\\_19.html](http://geotecnia-sor.blogspot.com/2010/11/consistencia-del-suelo-limites-de_19.html)
- Peñañiel, L. (Febrero 2009). *Geología y análisis del recurso hídrico subterráneo de la subcuenca del sur de Quito*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- PUCE, L. d. (2014). "Investigación de suelos finos mediante el uso del cono de penetración estático". Quito, Pichincha, Ecuador.
- Quito, E. c. (15 de 11 de 2006). *Municipio del distrito metropolitano de Quito*. Recuperado el 29 de 06 de 2017, de Ordenanza Metropolitana 199: [http://www7.quito.gob.ec/mdmq\\_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91IOS%20ANTERIORES/ORDM-199%20-%20RECURSO%20HIDRICOS%20-%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf](http://www7.quito.gob.ec/mdmq_ordenanzas/Ordenanzas/ORDENANZAS%20A%C3%91IOS%20ANTERIORES/ORDM-199%20-%20RECURSO%20HIDRICOS%20-%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf)
- Quito, M. d. (2015). *QUITO ALCALDIA*. Recuperado el 30 de 06 de 2017, de QUITO ALCALDIA: <http://www.quito.gob.ec/index.php/municipio/218-atlas-amenazas-naturales-dmq>
- Rodriguez, E. (2013). [erods.files.wordpress.com](http://erods.files.wordpress.com). Recuperado el 05 de 06 de 2017, de <https://erods.files.wordpress.com/2013/03/unidad-v-equipos-de-excavacion.pdf>
- SIGAL. (2017). *EPMAPS*. Recuperado el 30 de 06 de 2017, de EPMAPS: [https://www.aguaquito.gob.ec/?page\\_id=1403](https://www.aguaquito.gob.ec/?page_id=1403)
- Tarmizi, M. Z. (16 de 11 de 2013). Definitions and engineering classifications of tropical lowland peats.
- Terzaghi, K. P. (1973). Propiedades índice de los suelos. En *MECANICA DE SUELOS EN A INGENIERIA PRACTICA*. (págs. 5, 29-45,131,). Barcelona - Espana: El Ateneo S.A.
- Terzaghi, K., P. (1973). Propiedades índice de los suelos. En *MECANICA DE SUELOS EN A INGENIERIA PRACTICA*. (págs. 5, 35-41,). Barcelona - Espana: El Ateneo S.A.
- Valverde, J. F. (s.f.). *MICROZONIFICACION SISMICA DE LOS SUELOS DEL DISTRITO METROPOLITANO DE LA CIUDAD DE QUITO*. Recuperado el 06 de 30 de 2017, de <http://www.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/51553.pdf>

Ventayol, A. F. (s.f.). *"MEDIDA DE LA ENERGÍA DEL ENSAYO SPT. CORRECCIONES A APLICAR."* .

Recuperado el 01 de 07 de 2017, de

<https://www.google.com.ec/search?q=CORRECCIONES+PARA+N+SPT&oq=CORRECCIONES+PARA+N+SPT&aqs=chrome..69i57.11442j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8#q=CORRECCIONES+PARA+UN+SPT>

*Wikipedia*. (s.f.). Recuperado el 11 de 06 de 2017, de

[https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_Unificado\\_de\\_Clasificaci%C3%B3n\\_de\\_Suelos#/media/File:Graficauscs.png](https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Unificado_de_Clasificaci%C3%B3n_de_Suelos#/media/File:Graficauscs.png)

