

**CONSTRUCCIÓN DEL MURO EN TIERRA ARMADA DEL HOTEL SAN JUAN Y  
SUPERVISION TECNICA EN DISEÑOS HIDRO-SANITARIOS Y ESTRUCTURAL**

**FRANCY JULIETT DIAZ HERRERA.**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
BUCARAMANGA**

**2014**

**CONSTRUCCIÓN DEL MURO EN TIERRA ARMADA DEL HOTEL SAN JUAN Y  
SUPERVISION TECNICA EN DISEÑOS HIDRO-SANITARIOS Y ESTRUCTURAL**

**FRANCY JULIETT DIAZ HERRERA.**

**Supervisor:**

**ING. FAUSTINO CAMACHO**

**Director:**

**ING.GERARDO BAUTISTA GARCIA**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
SECCIONAL BUCARAMANGA  
ESCUELA DE INGENIERÍAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
COMITÉ DE TRABAJOS DE GRADO  
BUCARAMANGA**

**2014**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

**BUCARAMANGA 10 DE ABRIL, 2014**

Con cariño para mi familia por su tiempo Y apoyo en los momentos difíciles de mi Formación profesional.

**Francy J. Diaz**

## **AGRADECIMIENTOS**

Doy mis más sinceros agradecimientos:

En primer lugar a Dios por la oportunidad de obtener una formación académica, por fortalecer mis actitudes intelectuales y rodearme de las personas que me impulsaron a lograr mis ideales.

Agradezco a mis padres por su apoyo incondicional, a mis hermanas por su espíritu de competitividad y a mi esposo por motivarme a llegar cada día más lejos.

A la UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA, docentes y personal administrativo por brindarme los conocimientos intelectuales y actitudes morales para mi formación académica y profesional.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCION	15
OBJETIVOS	16
1. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA	17
2. DESCRIPCION DE LA PRÁCTICA Y OBRA DE CONSTRUCCION.	18
2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA	18
2.2 LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA	21
2.3 ESTUDIO DE SUELOS	22
2.4 PERSONAL EMPLEADO	23
2.5 ORGANIGRAMA DE PERSONAL	24
2.6 SISTEMA DE SEGURIDAD DE LA OBRA	25
2.7 EQUIPO Y MATERIALES	25
3. ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL PRACTICANTE	28
4. AVANCE DEL PROYECTO “MURO EN TIERRA ARMADA”	31
4.1 FUNDIDA DE LAS LOSAS O ESCAMAS DE CONCRETO	31
4.2 SOLERA O VIGA DE AMARRE	38
4.3 COLOCACIÓN DE LAS ESCAMAS	40
4.4 EXTENDIDO DE MALLA Y COMPACTACIÓN DEL RELLENO DE TIERRAS	43
4.5 COLOCACIÓN DE GUAYAS DE ACERO	46
4.6 INSTALACIÓN DE FILTROS	49
4.7 VIGA CABEZAL	51
4.8 PATERA DE PROTECCIÓN	54
5. AVANCE DEL PROYECTO “MURO EN PANTALLAS ANCLADAS”	56
5.1 PERFORACIÓN DE ORIFICIOS PARA LOS ANCLAJES	56
5.2 INSTALACIÓN DE ANCLAJES Y VERTIDO DE LECHADA O CEMENTO EN LAS PERFORACIONES	58

5.3 ARMADO DE PANTALLA DE MURO	61
5.4 PROCESO DE TENSIONADO	64
6. APORTE AL CONOCIMIENTO	65
7. CONCLUSIONES	66
8. RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	69
ANEXOS	70

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Localización de Girón en el departamento de Santander.	19
Figura 2. Localización del Hotel San Juan en Girón, Santander.	20
Figura 3. Vista satelital del hotel San Juan.	20
Figura 4. Entrada del hotel San Juan	21
Figura 5. vista satelital del hotel San Juan	22
Figura 6. Formaleta para losas	32
Figura 7. Grasa azul de calcio y ACPM	32
Figura 8 Acero para losas	33
Figura 9. Estructura interna de losas	33
Figura 10. Omegas Glavanizadas	34
Figura 11. Vista parte inferior de losa	34
Figura 12. Vaciado de concreto	35
Figura 13. Cemento Cemex tipo 1	35
Figura 14. Acelerante para concreto	36
Figura 15. Arena y agregado grueso	36
Figura 16. Vibrado para concreto	37
Figura 17. Antisol Blanco	37
Figura 18. Losas almacenadas	38
Figura 19. Formaletas para viga	39
Figura 20. Fundida de viga	39
Figura 21. Columna	40
Figura 22. Zapata	40
Figura 23. Instalación de losas	41
Figura 24. Transporte de losas	42
Figura 25. Nivelación de losas	43

Figura 26. Cuñas o varillas	43
Figura 27. Tensión de mallas	44
Figura 28. Extendido de mallas	44
Figura 29. Transporte de material de relleno	45
Figura 30. Compactación de relleno	45
Figura 31. Perfilación del terreno	46
Figura 32. Guayas tensadas	47
Figura 33. Bolo de concreto	47
Figura 34. Unión de malla a las losas	48
Figura 35. Guaya tensada al talud	48
Figura 36. Filtro con Geosintético instalado en el pie del talud	49
Figura 37. Incorporando tubería de filtro en lona Geosintética	50
Figura 38. Preparación del filtro	50
Figura 39. Ubicación de filtros	50
Figura 40. Perforación de losa	51
Figura 41. Lagrimales	51
Figura 42. Amarre de aceros para viga	52
Figura 43. Encofrado para fundir viga	52
Figura 44. Vista del muro con viga	53
Figura 45. Jardinel de viga	53
Figura 46. Patera del muro	54
Figura 47. Muro en tierra armada terminado	55
Figura 48. Croquis de Anclaje.	57
Figura 49. Sistema de perforación torque y Bomba de sistema hidráulico.	58
Figura 50. Cubierta del Acero	59
Figura 51. Amarre de Aceros	59
Figura 52. Centrales	60
Figura 53. Tirantes instalados	60
Figura 54. Tubo PVC instalado	61
Figura 55. Detalle de Aceros	61

Figura 56. Malla electrosoldada fina	62
Figura 57. Malla electrosoldada gruesa	62
Figura 58. Pantalla de muro fundida	63
Figura 59. Detalle de pantallas	63
Figura 60. Fundida cabeza trapezoidal	64

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Personal de Obra	23
Tabla 2. Equipo Utilizado	26
Tabla 3. Materiales Utilizados en Obra	27

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. Registro fotográfico	71
ANEXO B. Programación de obra	76
ANEXO C. Registró de perforación de suelos y resumen de ensayos de laboratorio	80

## RESUMEN

**TÍTULO:** CONSTRUCCIÓN DEL MURO EN TIERRA ARMADA DEL HOTEL SAN JUAN Y SUPERVISION TECNICA EN DISEÑOS HIDRO-SANITARIOS Y ESTRUCTURAL

**AUTOR:** Francy Julieta Diaz Herrera

**FACULTAD:** Ingenieria Civil

**DIRECTOR:** Gerardo Bautista Garcia

Los deslizamientos de tierra o derrumbes son un problema típico para los países como el nuestro, Colombia es un país afectado por la ola invernal donde las lluvias son el motivo de movimientos de tierra.

En este trabajo de práctica para el área metropolitana de Bucaramanga, se realizó un muro de contención en tierra armada combinado con pantallas ancladas. La tierra armada se puede considerar como una de las innovaciones tecnológicas en el campo de la investigación de suelos, este procedimiento es aceptado y reconocido en los últimos tiempos para llevar a cabo proyectos importantes de la ingeniería civil ya que este se rige a los normas y demás códigos para la estabilización de taludes.

En este caso se analizara el comportamiento de estas técnicas como elementos de refuerzo y estabilización de taludes para comprender la importancia que los muros de contención reflejan en la ejecución de obras civiles dependiendo de las diferentes clases de topografías y suelos existentes. Además se tendrán en cuenta las funciones de supervisión de un residente de obra para la optimización de los recursos, cumplimiento de proyecciones, manejo del personal y aportes técnicos en obra.

**PALABRAS CLAVES:** Estabilización de taludes, sistema de pantallas ancladas, anclajes, muros de contención.

## **ABSTRACT**

**TITLE:** WALL CONSTRUCTION IN REINFORCED EARTH FOR SAN JUAN'S HOTEL AND TECHNICAL SUPERVISION IN HYDRO-SANITARY DESIGNS AND STRUCTURAL.

**AUTHORS:** Francy Julieta Diaz Herrera

**FACULTY:** Ingeniería Civil

**DIRECTOR:** Gerardo Bautista Garcia

Unexpected landslides of ground or cave-ins are a typical problem for countries like ours, Colombia is a country affected by the winter wave where rains are the reason for earth movements.

With this practical work in the metropolitan area of Bucaramanga, a containment wall was constructed in mechanically stabilized Earth Walls o MSE combined with anchor wall systems, The wall of earth can be consider as one of the technological innovations in the field of the soil research, currently this procedure is accepted and recognized to carry out major projects of civil engineering since is governed by the norms and other codes for slopes stabilization.

In this case reasons for the use of different systems is determined to understand the importance of containment in the execution of civil works depending on the different classes of topographies and existing soils. Besides we will be taken into account the oversight functions of a resident of labor for the optimization of resources, Compliance of projections, personnel management and technical contributions in the work.

**KEY WORDS:** slope stabilization, anchor wall systems, anchors, retaining walls.

## INTRODUCCION

En la ejecución de proyectos tanto públicos como privados es indispensable la contratación de personal que cumpla con una supervisión óptima de las tareas realizadas en la obra por el personal contratado para dicha labor.

Por lo cual la empresa Santandereana C & T Ltda. Contrató los servicios de una Practicante de ingeniería civil, quien es la encargada de velar por el correcto direccionamiento de la construcción de un muro de contención en tierra armada y pantallas ancladas para objetar la estabilización del talud, cumpliendo con la necesidad de proteger la infraestructura del hotel San Juan Internacional ubicado en km 6 de la autopista Girón-Bucaramanga, Santander y la vía ubicada en la parte inferior del talud a estabilizar.

Él practicante, quien cumple con las funciones de auxiliar de ingeniería civil, concreto un conjunto obligaciones y operaciones realizadas en el sitio de la obra, verificando el cumplimiento de los trabajos dentro de los parámetros establecidos en los diseños y normas de construcción. La clave de esta labor, es la comunicación correcta y oportuna de cualquiera de los sucesos o cambios en el ritmo de la programación preestablecida, como en la maquinaria, cantidades de obra, manejo del personal, entre otras funciones que se establecieron entre el practicante y el ingeniero profesional responsable de la obra maximizando el cumplimiento del contrato.

## OBJETIVOS

- ✓ Realizar evaluación geológica y de suelos del área donde se realizara la construcción del muro en tierra armada.
- ✓ Obtener los criterios técnicos a tenerse en cuenta en el diseño del muro en tierra armada.
- ✓ Acompañamiento en el diseño del muro en tierra armada mediante el uso del programa Geosoft suministrado por la firma PAVCO.
- ✓ Elaborar la programación y presupuesto de obra para la construcción del muro en tierra armada.
- ✓ Presentar resultados del seguimiento y control al proceso constructivo del muro en tierra armada teniendo en cuenta las metodologías constructivas, la programación y presupuesto de obra.
- ✓ Realizar acompañamiento en los diseños hidráulicos, sanitarios, estructurales y de construcción que se desarrollen dentro del periodo de la práctica empresarial.

## 1. RESEÑA HISTORICA DE LA EMPRESA

**Construcciones & Terminados Ltda.**, nace por los deseos de crecimiento personal y profesional de su fundador, el Ingeniero civil **Faustino Camacho Mendoza** egresado de la universidad industrial de Santander UIS, quien con el apoyo de familiares en el año 1998 creó la empresa , que desde sus orígenes tuvo como meta fundamental superar todas las exigencias de sus clientes y alcanzar el profesionalismo de empresas de construcción reconocidas a nivel nacional, este ha sido el plan de motivación y desarrollo para esta empresa durante los últimos años y lo que les permitió incursionar como contratistas, y mantenerse hasta la actualidad

La empresa continúa en su proceso de crecimiento y desarrollo, dedicada al ramo de la construcción de Obras, Diseño y Consultoría. Nuestro Primer proyecto de orden social fue el “polideportivo” de la vereda la esmeralda del municipio de Lebrija, Santander, otros proyectos desarrollados con se desarrollaron con; la gobernación de Santander, Ecopetrol, TIPIEL S.A sociedad de ingeniería y construcción, consorcio itansuca tivenca, de los que resultaron proyectos elaborados con altos estándares de calidad, eficiencia, cumplimiento y seguridad industrial.

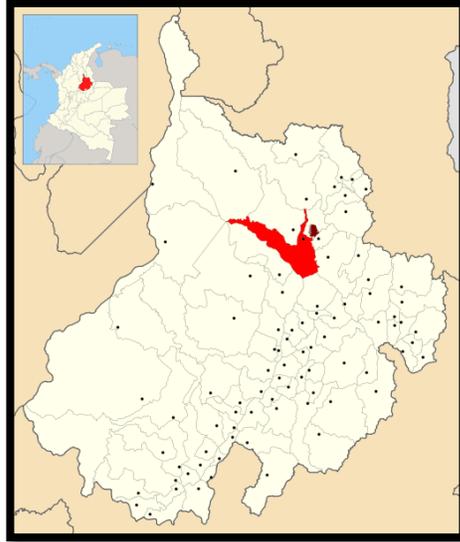
## **2. DESCRIPCION DE LA PRÁCTICA Y OBRA DE CONSTRUCCION.**

La práctica aborda la construcción de un muro de contención en tierra armada utilizando el proceso constructivo de Geosistemas Pavco y estabilización del talud mediante pantallas ancladas. Al rededor del mundo, este sistema es empleado masivamente en vías y con el fin de ganar área útil en lotes que se han perdido por efecto de deslizamientos, lo cual se busca en el proyecto que se está desarrollando, puesto que en meses anteriores el talud sobre el cual se encuentra la infraestructura del Hotel San Juan se vio afectada por deslizamientos que lo han puesto en riesgo.

### **2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA**

Girón, antes Villa de los Caballeros de Girón es un municipio del departamento de Santander, que forma parte del área Metropolitana de Bucaramanga al noreste de Colombia. El municipio se conoce a nivel nacional por su infraestructura colonial. Ubicado a los 7° 4' 23" de latitud norte con respecto al meridiano del ecuador y 73° 10' 5" de longitud Oeste del meridiano Greenwich. Según estas coordenadas el Municipio se localiza en la zona intertropical ecuatorial, con una extensión total de 475,4 km<sup>2</sup>.

**Figura 1. Localización de Girón en el departamento de Santander.**



Tomado de: wikipedia.org

Girón limita al oriente con los municipios de Floridablanca, Piedecuesta y Bucaramanga, al occidente con el Municipio de Betulia, al norte: con los municipios de Sabana de Torres y Lebrija y al sur con los municipios Los Santos y Zapatoca<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Disponible en internet <[http:// es.wikipedia.org/wiki/San\\_Juan\\_de\\_Gir%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/San_Juan_de_Gir%C3%B3n) >



**Figura 4. Entrada del hotel San Juan**



## **2.2 LOCALIZACIÓN GEOLÓGICA**

**Sobre la Formación Girón,** Se encuentran afloramientos en diferentes sitios del Municipio, destacando uno cerca de la loma las Delicias al NE del pueblo los Santos. Este afloramiento consta aproximadamente de 180 metros de espesor conformado por areniscas y limolitas rojizas. Se caracteriza por lodolitas claras alternando con areniscas rojizas de grano medio a grueso, areniscas amarillas de grano medio a grueso, arcósicas y areniscas conglomeráticas rojizas. El contacto Girón - Los Santos es gradacional, desde facies areniscas de grano medio rojizas de los Santos a areniscas de grano grueso conglomeráticas y conglomerados rojos de la formación Girón<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Ordenamiento territorial : Municipio de los santos, Santander <[http:// lossantos-santander.gov.co](http://lossantos-santander.gov.co)>

### 2.3 ESTUDIO DE SUELOS

La exploración del subsuelo se llevó a cabo mediante la ejecución de cuatro sondeos por la empresa **Construsuelos de Colombia**, su ubicación se muestra en la figura N°5, en los cuales se efectuaron ensayos de penetración estándar con equipo de perforación a rotación-percusión, obteniendo muestras semi-alteradas para los respectivos ensayos de laboratorio. Adicionalmente se tomaron muestras inalteradas mediante el uso del muestreador de barrena doble.

**Figura 5. vista satelital del hotel San Juan**



Tomada de: [maps.google.com](https://maps.google.com)

De las muestras obtenidas se realizaron ensayos de granulometría, límites y humedades de los diferentes estratos. De los resultados de los estudios se demostró como resultado un suelo aluvial compuesto de materiales arenosos y gravas, además demostró tener un buen nivel de compactación, también se encontró un nivel freático dentro de los primeros dos metros de excavación (ver Anexos), este no representa ninguna alteración significativa para el suelo y el proceso que se realizara, dado que este nivel se encuentra freático se encuentra a varios metros de altura del nivel en que se hará el movimiento de construcción.

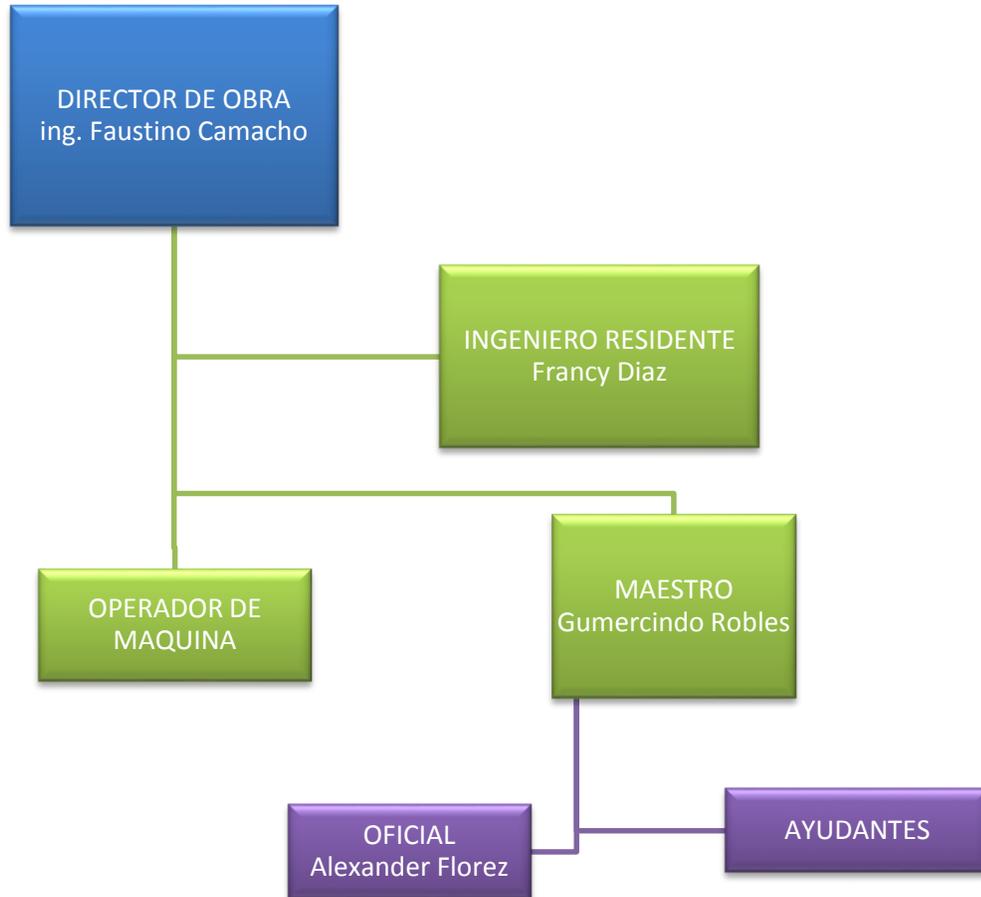
## 2.4 PERSONAL EMPLEADO

Se conformó un Equipo de trabajo el cual es un grupo de especialistas necesarios para llevar a cabo distintas tareas y actividades para el desarrollo del proyecto, a continuación el cuadro de personal disponible en obra.

**Tabla 1. Personal de Obra**

PERSONAL EMPLEADO EN OBRA	CANTIDAD
DIRECTOR DE OBRA	1
INGENIERO AUXILIAR RESIDENTE	1
MAESTRO	1
OFICIAL	1
AYUDANTES	6
OPERADOR DE MAQUINARIA	1

## 2.5 ORGANIGRAMA DE PERSONAL



Respecto al organigrama anterior se hace constar a nivel de autoridad de la obra, en primera se tiene el director de obra quien es el Ing. Faustino Camacho; responsable del control general de la obra, el ingeniero residente y practicante Francy Diaz; quien se integra plenamente con la ejecucion del proyecto y sigue con las especificaciones tecnicas y requerimientos devengados por el director, el maestro Gumercindo Robles instruye y asigna tareas al personal obrero o ayudantes de acuerdo a las instrucciones de sus superiores, el oficial se encarga de todo tipo de trabajo que domine como resultado de la experiencia, los

ayudantes se responsabilizan de las actividades asignadas y por ultimo pero no menos importante esta el operador de maquinaria, quien ejecuta tareas de alta complejidad haciendo uso de distintas herramientas.

## **2.6 SISTEMA DE SEGURIDAD DE LA OBRA**

La empresa contratista dispone de los servicios de prevención necesarios para cumplir lo establecido en el artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, además se Supervisan las condiciones de trabajo y exige el cumplimiento de las normas reglamentarias y las prácticas adecuadas en cuanto a la higiene y seguridad del personal.

El residente o practicante se encarga directamente de la organización y desarrollo de los trabajos de modo que se apliquen medidas para prevenir accidentes y se exija el cumplimiento de las normas internas de trabajo.

Se dispuso de elementos de protección, haciendo entrega de dotación para el personal, la empresa realiza los respectivos pagos a la seguridad social (EPS a, SALUDCOOP, COOMEVA, SALUD TOTAL), fondo de pensiones (COLPENSIONES y PORVENIR) y aportes parafiscales (SENA, ICBF) cumpliendo con su responsabilidad para con el personal empleado.

## **2.7 EQUIPO Y MATERIALES**

Relación del equipo utilizado durante el periodo de trabajo, para la ejecución de las actividades.

**Tabla 2. Equipo Utilizado**

EQUIPO UTILIZADO EN OBRA	CANTIDAD
MEZCLADORA DE CONCRETO 1 BULTO	1
EXCAVADORA BOBCAT E42	1
CATERPILLAR 426	1
COMPACTADOR wacker neuson RD12	1
RANA COMPACTADORA	1
VIBRADOR PARA CONCRETO ELECTRICO	...

En relación con el equipo requerido para preparar las mezclas de concreto se dispone de una mezcladora de 1 bulto, Se utilizan, equipos para la procesamiento, humedecimiento, conformación y compactación del material de relleno; rana compactadora, compactador RD12 y vibrador para concreto, así como vehículos para el transporte de todos los elementos necesarios para el izado y colocación de las escamas de concreto, y los elementos auxiliares requeridos para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

En el proceso de la tierra armada, También, se dispuso de vehículos de apoyo de subcontratación para estudio topográfico, transporte de materiales, equipos de obra y por ultimo equipos de perforación para el proceso de pantallas ancladas.

**Tabla 3. Materiales Utilizados en Obra**

MATERIALES UTILIZADOS EN OBRA
Cemento cemex tipo 1
Geodren planar vial
Geotextil pavco NT 2500
Varilla de acero 5/8" 3/4" columnas
Arañas de acero 3/8"
Moldes para lozas
Grasa azul de calcio y Guaya de acero
Estructuras de acero galvanizado "omegas"
Acelerante para concreto (sika)
Antisol blanco (sika)
Agregado grueso y arena
Otras herramientas

### **3. ACTIVIDADES REALIZADAS POR EL PRACTICANTE**

Como objeto del contrato, el practicante, que reside como ingeniero auxiliar en la obra cumple con la función y obligación de la supervisión, que no sólo implica revisar parámetros y tener control de las ejecuciones en obra, el practicante debe participar en la solución de los problemas que se presenten durante el desarrollo del proyecto.

El practicante cumple con las siguientes actividades:

#### **Revisión de documentos**

- ✓ Se deben estudiar los documentos contractuales del proyecto y exigir su cumplimiento; planos, especificaciones, contratos y programación de la obra; esto funciona como una introducción al trabajo que se desempeñara y entender el objetivo que buscan las partes interesadas con el desarrollo de la construcción.

#### **Supervisión técnica**

- ✓ Realizar las inspecciones para controlar que todos los procesos de obra se estén ejecutando de acuerdo a las especificaciones técnicas del contrato y diseño del proyecto vigilando el cumplimiento de las normas de construcción vigentes.

#### **Cumplimiento de la programación de obra.**

- ✓ Supervisar e inspeccionar los trabajos realizados en la construcción, vigilando que éstas se ejecuten en el plazo establecido, hacer reportes respecto a retrasos y comunicar al contratista para que asigne los recursos necesarios y oportunos.

### **Control de cantidades de obra.**

- ✓ verificar las cantidades de obra correspondiente a los parametros establecidos en el plano de diseño y cantidades presupuestadas, control de calidad y tiempos de trabajo de actividades subcontratadas, control de la cantidad de material suministrado por los proveedores incluyendo herramientas y materiales de bodega.

### **Toma de muestras de concretos para ensayos de laboratorio.**

- ✓ Llevará a cabo la toma de muestras para los ensayos de resistencia del concreto, examinará y aprobará la calidad interpretando los resultados de las pruebas de laboratorio y tomando acciones con autorizacion de su superior, en caso de que los resultados indiquen una calidad inferior a la requerida. Los resultados de dichos ensayos serán adjuntados a los informes correspondientes.

### **Supervisión de las actividades del personal obrero.**

- ✓ Velará porque la mano de obra empleada demuestre ser calificada y se ajuste a la calidad especificada y al ritmo señalado en los cronogramas del proyecto, inspeccionará que la bodega y campamento reúnan las condiciones de higiene y salubridad adecuada.

### **Normas de Seguridad para la Construcción.**

- ✓ Exigirá que las normas de seguridad para la construcción sean cumplidas por el constructor, debiendo tomar todas las medidas y precauciones necesarias para evitar que sucedan accidentes, comprobará que se empleen todos los equipos de seguridad que se requieran para las actividades que representan un riesgo para el personal involucrado.

**Seguridad social del personal.**

- ✓ Supervisar según el avance del proyecto la vinculación y desvinculación de la seguridad social del personal de obra, teniendo en cuenta las actividades concluidas en obra y las que están por iniciar.

**Bitácora de avance de la obra.**

- ✓ comprobará el estado de avance de la construcción en forma continua y dejará constancia en el libro de la obra o bitácora, incluyendo observaciones, sugerencias y objeciones.

**Precaución de daños a terceros**

- ✓ inspeccionar los inmuebles y propiedad de terceros cercanos a la obra en construcción, cuyas instalaciones y/o cimentaciones estén comprendidas en el área de trabajo y puedan verse afectadas en su estabilidad y/o integridad. En compañía del director de obra se adoptarán precauciones para evitar el daño de dichos inmuebles.

#### **4. AVANCE DEL PROYECTO “MURO EN TIERRA ARMADA”**

La supervisión de las actividades desarrolladas en el proyecto es obligación del practicante quien ejerce las funciones de residente de obra, establecido como objeto del convenio para garantizar el aprendizaje del estudiante y correcta ejecución de la obra.

En este numeral se establece el procedimiento de las actividades y la intervención del practicante para su óptimo cumplimiento.

##### **4.1 FUNDIDA DE LAS LOSAS O ESCAMAS DE CONCRETO**

La fabricación de las escamas se hará de acuerdo con las partes pertinentes de los Artículos 630, “Concreto estructural” y 640, “Acero de refuerzo”. Los materiales y procedimientos empleados en la fabricación estarán sujetos a su inspección del PRACTICANTE previa a su instalación en el muro, además supervisión durante la ejecución de los trabajos; que implica una producción de manera ordenada, que garantice la obtención de un producto con características uniformes, de acuerdo con los diseños y dentro de las especificaciones<sup>3</sup>.

- a) Se limpia el encofrado para evitar partículas que interfieran en el buen funcionamiento de resistencia y apariencia. (ver Figura N°6)
- b) Engrase de los encofrados (ver Figura N°7)

---

<sup>3</sup> Especificaciones técnicas, Republica de Colombia <<https://www.contratos.gov.co>>

**Figura 6. Formaleta para losas**



**Figura 7. Grasa azul de calcio y ACPM**



- c) Se realizó el figurado del acero de refuerzo llamados arañas, el cual es un acero de 3/8". (Ver Figura N°8)
- d) Con ayuda de varillas se instalan las omegas (6 por losa); (ver Figura N°10), estructuras de acero en forma de omega que están embebidas en las losas, que a su vez se amarran con alambre al refuerzo de acero de las losas, la practicante supervisa la alineación de las omegas.

**Figura 8 Acero para losas**



**Figura 9. Estructura interna de losas**



**Figura 10. Omegas Glavanizadas**



**Figura 11. Vista parte inferior de losa**



El practicante verifica el correcto vaciado de concreto para cada escama pues deberá ser continuo hasta su terminación y el vibrado posterior se efectúa empleando procedimientos adecuados que no produzcan segregación de los agregados, se realizó el vaciado de la mezcla hasta el borde de los moldes de la losa, previamente preparada con mezcladora en sitio con arena gruesa y triturado  $\frac{3}{4}$ " con procedencia de rio negro y se agregó acelerante para concreto sika.

El practicante es responsable de la toma de muestras de concreto por cada lote de preparación para luego ser enviados a laboratorio para ensayos de resistencia.

**Figura 12. Vaciado de concreto**



**Figura 13. Cemento Cemex tipo 1**



**Figura 14. Acelerante para concreto**



**Figura 15. Arena y agregado grueso**



- e) Se realiza el vibrado correspondiente al concreto para la eliminación de vacíos.
- f) Mientras el concreto no ha secado completamente se da una capa gruesa de antisol blanco que es un curado para concreto que cumple con proteger las superficies expuestas al sol evitando el resecamiento prematuro.

**Figura 16. Vibrado para concreto**



**Figura 17. Antisol Blanco**



Finalmente se procede a desencofrar y apilar las losas, Se deberán almacenar sobre una superficie plana, en filas de cinco escamas, como máximo, la escama inferior de cada fila deberá protegerse del contacto con el suelo por medio de tablones. Las losas solo se podrán instalar luego de veintiocho (28) días de su fabricación, el practicante verifica los resultados de los ensayos de laboratorio y dispone del uso de las escamas en el muro.

**Figura 18. Losas almacenadas**



#### **4.2 SOLERA O VIGA DE AMARRE**

Las losas de la fila inferior se apoyan sobre una estructura previamente construida como una viga de amarre cimentada al suelo a una profundidad de 1m y que a su vez tiene una ranura en la que encaja la primera fila de losas para el muro.

A esta estructura se agregan 7 zapatas y 7 columnas que abastecen de mayor soporte al muro, estas a su vez son tensadas con guayas a medidas intercaladas al perfil del talud cada 1,5 mts en altura, para esta se usó acero de 5/8" y 3/4". Las columnas son fundidas a medida que el armado de losas del muro se alza en altura.

**Figura 19. Formaletas para viga**



**Figura 20. Fundida de viga**



**Figura 21. Columna**



**Figura 22. Zapata**



### **4.3 COLOCACIÓN DE LAS ESCAMAS**

El montaje de las escamas se efectuara por filas horizontales sucesivas, sobre toda la longitud del muro, Las escamas de la primera fila se apoyaran directamente sobre la viga y su instalación comenzara con escamas de media altura entre las cuales se intercalaran escamas enteras.

El practicante verifica la alineación de las losas y que se tomen las medidas de instalación indicadas como vigilar el retiro de las varillas puestas del lado del relleno cada vez que este ascienda.

- a) Utilizando las omegas que están en las losas ya fundidas, se pasan 2 varillas largas de acero que a su vez pasan por un gancho sujeta al camión grúa.
- b) Se fija la escama a colocar mediante el gancho de la grúa.
- c) Se desplaza la losa mediante camión grúa hasta el muro en posición vertical.

**Figura 23. Instalación de losas**



**Figura 24. Transporte de losas**



- a) Se ajusta la pieza en su posición definitiva mediante palanca y se comprueba su correcta horizontalidad y el desplome que se debe dejar ligeramente hacia adentro o parte a rellenar para luego desenganchar (ver figura N°25).
- b) Se colocan cuñas o varillas y se fijan los gatos de sujeción (ver figura N°26).
- c) Las cuñas nunca permanecerán colocadas en más de tres filas y no quedará ninguna dentro del relleno de tierras, estas son retiradas.

**Figura 25. Nivelación de losas**



**Figura 26. Cuñas o varillas**



#### **4.4 EXTENDIDO DE MALLA Y COMPACTACIÓN DEL RELLENO DE TIERRAS**

El material de relleno se humedece o es aireado según se precise y luego se compactara, evitando la acción de compactadores pesados a menos de un metro (1.0 m) del paramento, para prevenir el desplazamiento de las escamas.

El practicante supervisa la óptima compactación del terreno, esta debe hacerse de forma paralela a la fila de escamas para evitar fallas.

- a) Se extiende la mallas pavco desde las losas, sujetas entre las omegas hasta el borde del talud y tensada con pines a la tierra (ver Figura N°27), perpendicularmente a la fila de losas.

**Figura 27. Tensión de mallas**



**Figura 28. Extendido de mallas**



- b) Mediante maquinaria se distribuye la tierra sobrepasando la altura de los anclajes de las omegas en las escamas del nivel inferior (1,5m).

El practicante Comprueba que los materiales por utilizar cumplan los requisitos de calidad exigidos para esta especificación.

- c) Mediante compactadora en el caso de las terminaciones en la zona próxima a la línea de montaje, se aplanan y compacta el relleno de tierra. (La compactación NUNCA se realizará en sentido perpendicular a la línea de las losas).

**Figura 22. Transporte de material de relleno**



**Figura 30. Compactación de relleno**



**Figura 31. Perfilación del terreno**



#### **4.5 COLOCACIÓN DE GUAYAS DE ACERO**

- a) Las guayas se colocan atornillando con pernos a las omegas y generando tensión.

El procedimiento con las guayas se hizo intercaladamente entre las losas verticales y del mismo modo horizontales, con el fin de evitar una falla en línea con las tensiones, el practicante vigila el procedimiento.

- b) Se cubre la guaya con plástico proporcionándole mas durabilidad y evitando la corrosión por humedad del suelo.
- c) En su otro extremo se ancla la guaya al suelo del talud y se tensa a un bolo de concreto; (semi excavacion cubierta con piedras y fundida en concreto para proporcionarle fijación a la guaya con el talud).

**Figura 32. Guayas tensadas**



**Figura 33. Bolo de concreto**



**Figura 34. Unión de malla a las losas**



**Figura 35. Guaya tensada al talud**



**Figura 36. Filtro con Geosintético instalado en el pie del talud**



#### **4.6 INSTALACIÓN DE FILTROS**

- a) Se prepara la instalacion de filtros introduciendo la tuberia de drenaje dentro del geosintetico pavco (ver figura N°36), estos se ubican en el pie del talud cada que se hagan 4 compactaciones de rellenos.

El practicante supervisa la instalacion de filtros y el suministro de materiales en obra.

- b) Se han improvisado filtros con tuberia de pvc ranurada y cubierta de filtro geotextil en direccion perpendicular a las filas de losas, las losas son cuidadosamente perforadas para dar salida a estos que seran los lagrimales del muro.

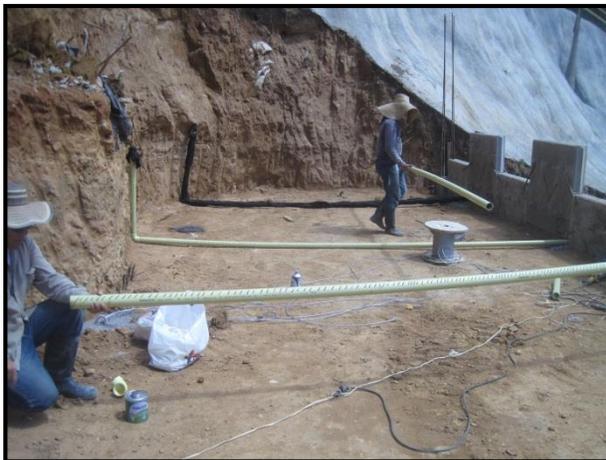
**Figura 37. Incorporando tubería de filtro en lona Geosintética**



**Figura 238. Preparación del filtro**



**Figura 39. Ubicación de filtros**



**Figura 40. Perforación de losa**



**Figura 41. Lagrimales**



Terminado todo el proceso anterior, se reanuda desde el transporte y colocación de las losas hasta la tensión de guayas repetidamente, alcanzando la altura deseada.

#### **4.7 VIGA CABEZAL**

Al alcanzar la altura deseada se fundió una viga de amarre que da por terminada la estructura del muro en tierra armada que finalmente alcanzó una altura de 7

mts, basado en la distancia que había entre el pie del talud y el punto donde se comenzó el alzado del muro puesto que estas distancias fueron establecidas por el diseñador objetando la calidad de la construcción.

A petición del dueño de la obra la viga cabezal tiene una cavidad para usarse como jardinel.

**Figura 42. Amarre de aceros para viga**



**Figura 43. Encofrado para fundir viga**



**Figura 44. Vista del muro con viga**



**Figura 45. Jardinel de viga**



El proceso anterior cuenta con la supervisión del practicante respecto a los terminados, preparación de las mezclas, instalación del drenaje ya que su futuro uso lo hace necesario y el suministro de materiales para el personal.

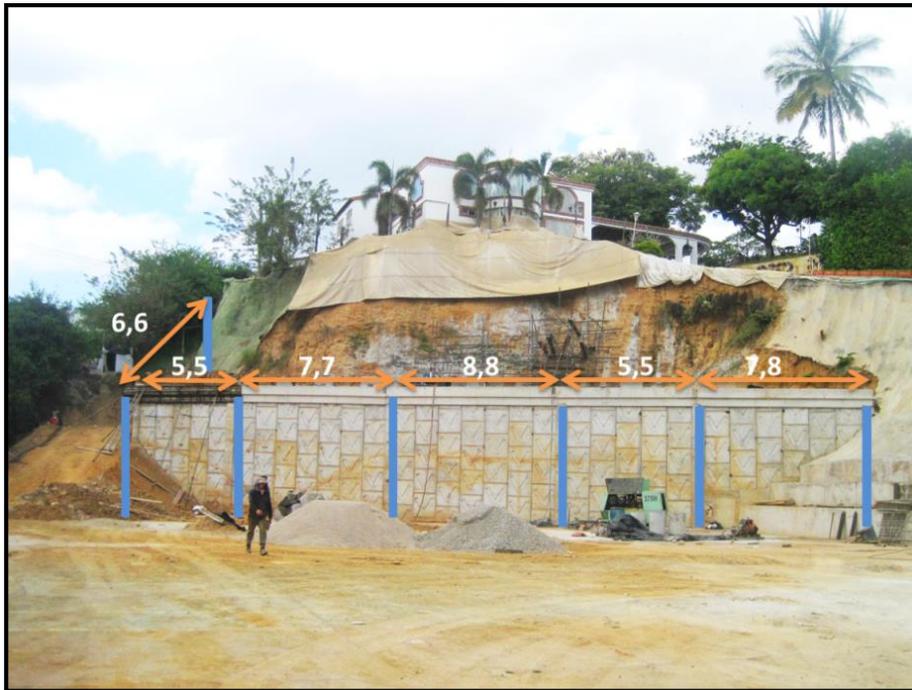
#### 4.8 PATERA DE PROTECCIÓN

Para finalizar el muro en tierra armada se realizó la construcción de una patera o andén en la parte baja y perpendicular a las losas del muro, con el fin de evitar la socavación del terreno por efecto de la filtración de aguas y daños en la estabilidad del muro.

**Figura 46. Patera del muro**



**Figura 47. Muro en tierra armada terminado**



El muro en tierra armada se compone de 8mts de altura y sus dimensiones entre columnas están en mts (ver Figura N° 47).

Finalizados todos los procesos anteriores se da por terminado el proceso de construcción del muro en tierra armada, el practicante se encarga de disponer del personal y materiales para realizar los terminados del muro, entre los que están; frisado e impermeabilización de columnas, rellenos y cortes para los lagrimales o drenes del muro y limpieza del área de trabajo, el practicante realiza el retiro de la seguridad social para operadores de maquinaria y personal de obra que termina contrato.

## **5. AVANCE DEL PROYECTO “MURO EN PANTALLAS ANCLADAS”**

La utilización de muros de pantallas ancladas para la contención de tierras son bastante utilizados para taludes en vías por su menor costo, menores tiempos de construcción, capacidad para resistir presiones horizontales, factibilidad para realizar el proceso en gran variedad de suelos y fundaciones de pequeñas dimensiones. Este proceso se basa en lograr estabilidad para el talud a través de tirantes de anclaje para soportar distintas cargas y trasladarlas a terrenos fuera de la zona activa del muro, los tirantes se adhieren en perforaciones ligeramente inclinadas hacia abajo para luego ser pos-tensados<sup>4</sup>.

Para continuar con la contención del talud del hotel San Juan y debido a que el muro en tierra armada tiene una altura de 8mts, se continuo con el uso del método de pantallas ancladas por razones de costos y la ventaja de poseer fundaciones pequeñas que incentivan el uso de la superficie del muro en tierra armada como una nueva área de dispersión del hotel.

A continuación la secuencia constructiva:

### **5.1 PERFORACIÓN DE ORIFICIOS PARA LOS ANCLAJES**

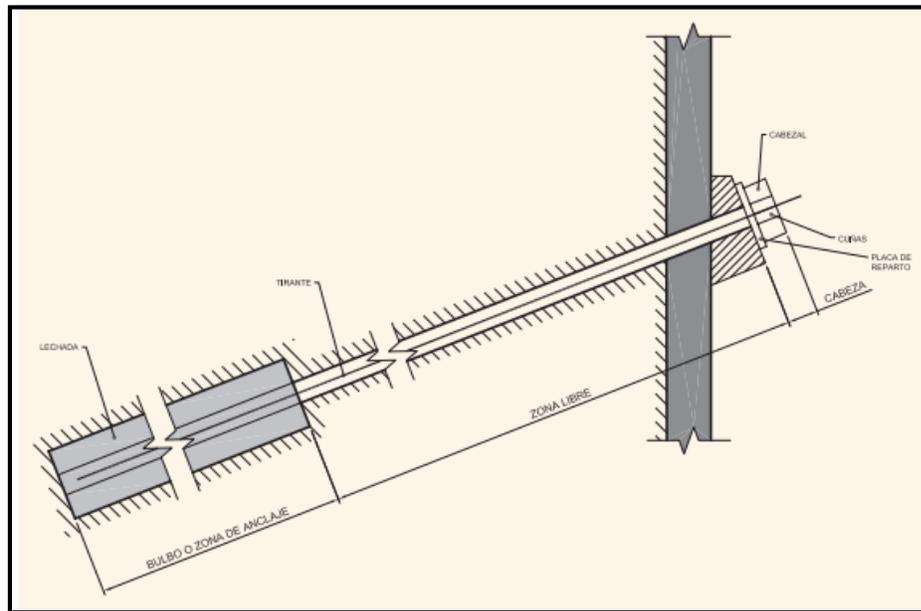
La ubicación de los anclajes se realizó de forma triangular logrando una distribución más uniforme de la presión del suelo, la inclinación de las perforaciones son comúnmente de 15° respecto a la horizontal, la longitud de las perforaciones son de 12mts de profundidad que corresponde al 70% de la altura del talud que se refuerza con anclajes, el bulbo tiene una medida de 3mts y se dejaron 9 mts para el tensado del acero correspondiente a la zona libre.

---

<sup>4</sup> J. SUAREZ, Deslizamientos e inestabilidad de taludes en zonas tropicales (Universidad Industrial de Santander, UIS. 1998), capítulo 14.

El proceso de pantallas ancladas para esta obra es una subcontratación, no obstante es responsabilidad del practicante vigilar el rendimiento de las actividades, cumpliendo con la programación de la obra además del manejo del personal para distintas actividades y suministro de materiales.

**Figura 48. Croquis de Anclaje.**



Tomado de: Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carreteras pág. 10

**Tirante:** Elemento del anclaje, constituido por cables de acero 5/8" de alta resistencia, que transmite la carga desde la cabeza al bulbo.

**Zona libre o longitud libre:** Es la parte del anclaje situada entre la cabeza y el bulbo o zona de anclaje, para el libre alargamiento.

**Placa de reparto:** Elemento generalmente metálico que reparte los esfuerzos del anclaje a la estructura externa.

Lechada: compuesto de cemento de alta dosificación (relación de agua/cemento no superior a 0,4) que funciona como adherente entre el terreno y los tirantes.

**Figura 49. Sistema de perforación torque y Bomba de sistema hidráulico.**



## **5.2 INSTALACIÓN DE ANCLAJES Y VERTIDO DE LECHADA O CEMENTO EN LAS PERFORACIONES**

Después de concluir la perforación se dispone se preparan los tirantes para ser introducidos en la perforación, este consta de 3 cables de acero de 5/8", los cuales son cubiertos por una manguera de polietileno que protegen los cables de la corrosión en la zona libre del anclaje garantizando la deformación elástica del material al ser tensionado.

**Figura 50. Cubierta del Acero**



**Figura 51. Amarre de Aceros**



Los centradores (ver Figura N°52), son dispositivos que garantizan la correcta alineación del tirante y permite el flujo de la lechada o cemento de fijación, luego se procede a la inyección de lechada mediante una de las mangueras libres (ver figura N°52 ), la lechada de cemento se inyecta a presión y cumple con la función de actuar como anticorrosivo para los aceros y además este cubre toda la parte de la zona del bulbo y garantizarse el libre alargamiento en la zona libre del anclaje, no se podrá tensar el anclaje sino hasta después de 7 días alcanzada la

resistencia de la mezcla. Se instala un tubo de pvc en la entrada de la perforación para aislar los tirantes del terreno.

**Figura 52. Centradores**



**Figura 53. Tirantes instalados**



**Figura 54. Tubo PVC instalado**



**Figura 55. Detalle de Aceros**

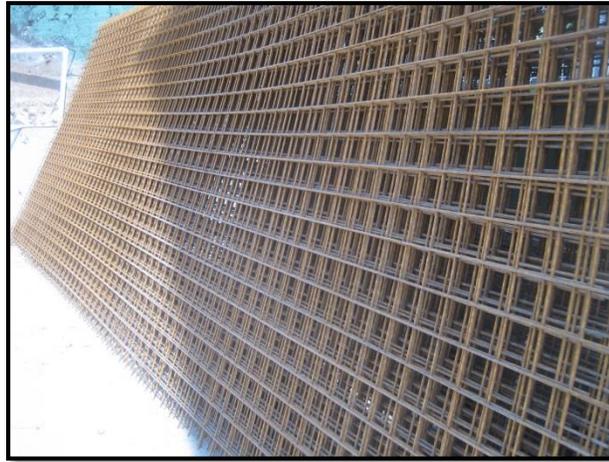


### **5.3 ARMADO DE PANTALLA DE MURO**

La pantalla del muro sirve como complemento estructural para los anclajes recogiendo las tensiones que se generan en el muro y trasladándolas a los anclajes, tiene un grosor de 12cm, esta reforzada por mallas electrosoldadas (ver figura N° 56, 57), se funde con ayuda de formaleta, se funde concreto con ayuda de un molde una estructura llamada cabeza en forma de cuña trapezoidal que

establece la posición del dispositivo de apoyo metálico (ver figura N°60), que es el elemento que soporta la tensión de los cables.

**Figura 56. Malla electrosoldada fina**



**Figura 57. Malla electrosoldada gruesa**



**Figura 58. Pantalla de muro fundida**



**Figura 59. Detalle de pantallas**



**Figura 60. Fundida cabeza trapezoidal**



La inclinación entre la cabeza y el anclaje no debe ser mayor a  $5^\circ$ , esto evita una falla en los tirantes.

#### **5.4 PROCESO DE TENSIONADO**

Este procedimiento se realiza 7 días después de realizada la inyección y se realiza siguiendo un procedimiento de carga y descarga que implica lecturas de deformación hasta llegar a la lectura de presión correspondiente a la tensión requerida.

Por último se procede al llenado de la zona libre para proteger el acero de la corrosión y protección de las secciones de acero de los anclajes expuestas.

## **6. APORTE AL CONOCIMIENTO**

La construcción para muros de contención en tierra armada requieren de un control específico respecto a su procedimiento, que pueden ser causa de fallas e inestabilidad de la obra, como lo es la posición de los filtros puesto que puede representar una línea de falla o en la fase de relleno y compactación de tierras que implica compactar capas de pequeño espesor para darle una mayor resistencia al suelo, no seguir las especificaciones técnicas de la construcción pueden alterar la estructura y presentar una falla, por otra parte las escamas o losas cumplen una función importante de modo que se debe hacer inspección de cada una de las losas respecto a sus terminados para que cumpla con las expectativas para la contención de tierras.

En cada obra de construcción se deben tomar medidas para anticiparse a los posibles problemas que se pueden presentar y tomar decisiones para mejorar las condiciones y resultados de la obra.

## 7. CONCLUSIONES

- ✓ Se cumplió el objetivo propuesto para el desarrollo de la práctica profesional, siendo que se desarrollaron con éxito las actividades para la estabilización del talud.
  
- ✓ Realizados los estudios de suelos y evaluación geológica del área metropolitana, se consideraron los índices de erosión deduciendo que la estabilización del muro se haría en tierra armada en conjunto de pantallas ancladas contribuyendo al aprovechamiento del área y menor tiempo de construcción.
  
- ✓ Los trabajos realizados en la práctica permitieron al estudiante enfocarse a conocimientos técnicos sobre el seguimiento del proceso constructivo de muros en tierra armada y pantallas ancladas.
  
- ✓ Mediante el cargo de residente de obra el practicante aplico adecuados controles y acciones preventivas que objetaron el desarrollo de la construcción, calidad de los terminados y seguridad del personal.
  
- ✓ No se cumplió con los tiempos de entrega de obra establecidos en la programación inicial ya que la construcción presento cambios en el diseño del muro, que finalmente se compuso de una sección de muro en tierra armada y otra en pantallas ancladas para su estabilización.
  
- ✓ No se cumplió con el acompañamiento de diseños hidráulicos y sanitarios siendo que la empresa no realizo actividades relacionadas dentro del tiempo estipulado para la practica empresarial del estudiante, por el contrario se

compensaron las actividades con la elaboración de pantallas ancladas para la estabilización del muro.

- ✓ La practica en campo logro el amplio desempeño del estudiante con el manejo del personal en obra, fortaleciendo la capacidad para delegar funciones y atender las necesidades del trabajador.
  
- ✓ El practicante demostró capacidad y conocimientos técnicos que fueron aportados eficazmente a la construcción en el transcurso de su desarrollo.

## **8. RECOMENDACIONES**

La construcción de muros en tierra armada son estructuras que requieren de paciencia en el proceso constructivo, este procedimiento consta de partes complejas que implican una supervisión adecuada que obedezca las recomendaciones del proceso, refiriéndose a las medidas de separación de tirantes, terminados de las losas, ubicación de omegas, tendido de malla, grosor de rellenos de tierra y adecuada compactación para obtener una construcción de calidad que no represente riesgo.

Las pantallas ancladas es un proceso de estabilización que transmite cargas de tracción aplicadas a la superficie e interior del terreno, su estructura depende de las características del suelo por lo que no aplica para todos los terrenos implicando un previo estudio de suelos, también su estructura depende de la fuerza de tensión de los anclajes que debe ser establecida solo por el personal experto, por lo cual existen empresas que obedecen a la subcontratación dedicadas solo a este proceso constructivo.

La investigación de los temas a tratar dentro del trabajo de practica son fundamentales tanto para el desarrollo del mismo como para los conocimientos en campo, la previa investigación ayuda al estudiante a fortalecer las decisiones de trabajos realizados, argumentación para las notas de bitácora de la construcción e información de avances para el director de obra.

El manejo de los materiales, herramientas de construcción y supervisión de trabajos realizados apoyan la optimización del desarrollo de la construcción y obedece a los parámetros establecidos en el presupuesto de la obra, la responsabilidad del residente de estos procesos fortalecen su desempeño laboral.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BAUTISTA, Gerardo. Muros de contención y cimientos.

BOWLES, Joseph E. Propiedades Geofísicas de los suelos. Editorial: McGraw – Hill, 1982.

CALAVERA, José. Muros de contención y muros de sótano. 1989.

Dirección Técnica de la Dirección General de Carreteras, Guía para el diseño y la ejecución de anclajes al terreno en obras de carretera, Madrid, enero 2001.

INGEOMINAS - Instituto Colombiano de Geología y Minería,  
[www.ingegominas.gov.co](http://www.ingegominas.gov.co)

IZQUIERDO, Francisco. Cuestiones de geotecnia y cimientos. Universidad Politécnica de Valencia. 2001.

Recomendaciones para evitar un deslizamiento de tierra, Martes 01 de Enero de 2013 en, [www.vanguardia.com](http://www.vanguardia.com)

SANROMAN ALVAREZ, Enrique. Tierra armada en puentes y muros de contención. Tesis de grado.

SUAREZ, Jaime. Deslizamientos e inestabilidad de taludes en zonas tropicales. Universidad Industrial de Santander, UISI. 1998.

# **ANEXOS**

## **ANEXO A. Registro fotográfico**

**Figura No. 61**



**Figura No. 62**



**Figura No. 63**



**Figura No. 64**



**Figura No. 65**



**Figura No. 66**



**Figura No. 67**



**Figura No. 68**



**Figura No. 69**



**Figura No. 70**



**Figura No. 71**



**Figura No.72**



**Figura No. 73**



Figura No. 61; Estado inicial del terreno de la obra.

Figura No.62; visualización del terreno después de realizado el descapote y limpieza.

Figura No. 63; trazado de puntos de interferencia y lugar de excavaciones.

Figura No. 64; excavación de zanjas y cimentación inicial para vigas de amarre.

Figura No. 65; hierro de refuerzo para vigas de amarre.

Figura No. 66; instalación de primeras escamas del muro en tierra armada.

Figura No. 67; avance de obra para la primera fila de escamas.

Figura No. 68; avance de obra, instalación de escamas y rellenos de tierra.

Figura No. 69; avance de obra, instalación de escamas y rellenos de tierra.

Figura No. 70; avance de obra, instalación de escamas y rellenos de tierra.

Figura No. 71; avance de obra, vista de terminados del muro en tierra armada, viga cabezal fundida, perforación e instalación de pantallas ancladas.

Figura No. 72; avance de obra, perforación e instalación de pantallas ancladas.

Figura No. 73; avance de obra, perforación e instalación de pantallas ancladas.

## **ANEXO B. Programación de obra**

**FAUSTINO CAMACHO MENDOZA**  
**CONSTRUCCIONES Y TERMINADOS LTDA**

Cra. 32 No. 75-09 L-2 La Floresta  
 Barrancabermeja - Santander  
 Cra. 34 No. 37 - 04 Jardines de la Aldea  
 Girón - Santander  
 Telefax 6531270 - Cel. 317-6855131  
 e-mail: [facame5@yahoo.es](mailto:facame5@yahoo.es)

**PROGRAMACION DE OBRA CONST. MURO EN TIERRA ARMADA - HOTEL SAN JUAN**

ITEM	ACTIVIDAD	AGO	SEPTIEMBRE					OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7	S-8	S-9	S-10	S-11	S-12	S-13	S-14	S-15	S-16	S-17	S-18
1	Fabricación Formaleta Metálica	■	■																
2	Replanteo y Localización		■	■	■														
3	Excavación Manual		■	■	■														
4	Excavación a Máquina		■	■	■														
5	Viga de Cimentación			■	■	■	■												
6	Acero de Refuerzo		■	■	■	■	■	■	■	■									
7	Prefabricación de losas en concreto			■	■	■	■	■	■	■									
8	Instalación de Losas			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
9	Columnas de confinamiento de 30m x 30m			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
10	Suministro e Instalación de Geomalla de Refuerzo			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
11	Suministro e Instalación de Filtros de Drenaje			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
12	Relleno manual con material seleccionado hasta 1m borde interno muro			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
13	Relleno a máquina con material seleccionado			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■					
14	Fundida viga superior													■	■	■	■		
15	Cunetas Perimetrales														■	■	■	■	
16	Limpieza y Aseo General						■				■				■				■

**ANEXO C. Registró de perforación de suelos y resumen de ensayos de laboratorio**



# Construsuelos de Colombia S.A.S.

## REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: EDARFRI HOTEL SAN JUAN MUNICIPIO DE GIRÓN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

CLIENTE: ARNULFO BALLESTEROS

LOCALIZACION: MUNICIPIO DE GIRÓN

Coordenadas X Y

Tipo sondeo  
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución  
16-02-2012

Fin Ejecución  
21-02-2012

SONDEO N°  
1

OPERADOR  
William Ferreira

SUPERVISOR  
ING. MIGUEL CAMARGO

Escaia	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freatico	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
0.0		Suelo aluvial compuesto por material arenoso, color marrón con presencia de fragmentos líticos tamaño guijas, y material orgánico, muy bajo grado de consolidación.	0.45	3-4-5 de 0.00 a 0.45	SPT								
1.0			0.90	5-6-10 de 0.45 a 0.90	SPT	1							
			1.30	Rechazo	SPT								
			1.30	BARRENA de 0.90 a 1.30	BARRENA	2	GP-GM	▽	14.78	N.P	N.P		11.46
			2.00	Rechazo	SPT								
			2.00	BARRENA de 1.30 a 2.00	BARRENA	3		▽	11.13				
			3.50	Rechazo	SPT								
			3.50	BARRENA de 2.00 a 3.50	BARRENA	4			11.30				
			3.95	15-30-42 de 3.50 a 3.95	SPT	5			13.13				
			4.20	BARRENA de 3.95 a 4.20	BARRENA	6	SP-SM		12.05	N.P	N.P		6.07
			4.70	Rechazo	SPT								
			4.70	BARRENA de 4.20 a 4.70	BARRENA	7							
			5.70	Rechazo	SPT								
			5.70	BARRENA de 4.70 a 5.70	BARRENA	8			6.71				
			6.15	10-12-10 de 5.70 a 6.15	SPT	9			6.99				
			6.15	Rechazo	SPT								
			7.15	BARRENA de 6.15 a 7.15	BARRENA	10	SW-SM		11.70	N.P	N.P		8.45
			7.60	9-9-10 de 7.15 a 7.60	SPT								
			8.05	10-11-8 de 7.60 a 8.05	SPT	11			9.87				
			8.50	13-24-30 de 8.05 a 8.50	SPT								
			8.95	17-20-40 de 8.50 a 8.95	SPT	12			7.99				
			8.95	Rechazo	SPT								
			10.45	BARRENA de 8.95 a 10.45	BARRENA	13			18.94				
			10.45	Rechazo	SPT								
			11.45	BARRENA de 10.45 a 11.45	BARRENA	14	SW-SM		18.83	N.P	N.P		10.62

Pruebas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada  
Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estandar (Cuchara Partida), Shu Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificado de Clasificación de Suelos, W<sub>n</sub>-Contenido de Humedad,  
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Dober), NP: Material NO Plástico.



# Construsuelos de Colombia S.A.S.

## REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: EDARFRI HOTEL SAN JUAN MUNICIPIO DE GIRÓN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

CLIENTE: ARNULFO BALLESTEROS

LOCALIZACION: MUNICIPIO DE GIRÓN

Coordenadas X Y

Tipo sondeo  
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución  
16-02-2012

Fin Ejecución  
21-02-2012

SONDEO N°  
1

OPERADOR  
William Ferreira

SUPERVISOR  
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
12.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa, color marrón, predomina arena muy fina, alta meteorización.	11.90	12-10-15 de 11.45 a 11.90	SPT								
			12.35	15-12-18 de 11.90 a 12.35	SPT	15			21.41				
13.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa, color marrón claro, con presencia de gravas en menor proporción, presenta muy bajo grado de consolidación y alta meteorización.											
14.0			13.85	BARRENA de 12.35 a 13.85	BARRENA	16	SC			34.00	19.49	14.51	38.77
		ENSAYO CORTE DIRECTO	14.30	12-15-12 de 13.85 a 14.30	SPT								
		Prof. 12.35 - 13.85 m $\phi = 28^\circ$ C = 0.27 kg/cm <sup>2</sup>	14.75	12-13-15 de 14.30 a 14.75	SPT	17			18.46				
		Prof. 14.75 - 16.25 m $\phi = 34^\circ$ C = 0.00 kg/cm <sup>2</sup>											
16.0			16.25	BARRENA de 14.75 a 16.25	BARRENA	18	SC			28.00	17.69	10.31	30.39
			16.70	15-18-20 de 16.25 a 16.70	SPT	19			20.84				
17.0													
			17.70	BARRENA de 16.70 A 17.70	BARRENA	20	SC		14.62	32.00	22.77	9.23	43.48
18.0			18.15	15-18-20 DE 17.70 A 18.15	SPT	21			17.98				
				Rechazo	SPT								
19.0			19.15	BARRENA de 18.15 a 19.15	BARRENA	22	SC		11.30	29.00	18.33	10.67	27.08

Pruebas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada  
Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estándar (Cuchara Partida), Sh Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificado de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,  
NOMENCLATURA: LL-Límite Líquido, LP-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-posante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP- Material NO Plástico.



# Construsuelos de Colombia S.A.S.

## REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: EDARFRI HOTEL SAN JUAN MUNICIPIO DE GIRÓN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

CLIENTE: ARNULFO BALLESTEROS

LOCALIZACION: MUNICIPIO DE GIRÓN

Coordenadas X Y

Tipo sondeo  
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución  
18-02-2012

Fin Ejecución  
24-02-2012

SONDEO N°  
2

OPERADOR  
William Ferreira

SUPERVISOR  
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)									
0.0		Suelo aluvial compuesto por grava arcillosa, firme, color marrón oscuro, con presencia de raíces y fragmentos líticos angulares, alta meteorización.	0.45	5-10-7 de 0.00 a 0.45	SPT	1	GC		8.11	27.00	18.93	8.07	12.69									
1.0			0.90	14-15-14 de 0.45 a 0.90	SPT																	
			1.35	Rechazo	SPT																	
			1.50	BARRENA de 0.90 a 1.50	BARRENA																	
			1.95	Rechazo	SPT																	
			2.20	BARRENA de 1.50 a 2.20	BARRENA																	
2.0		Fragmentos rocosos tamaño gravas algunas muy bien redondeadas provenientes posiblemente de rocas ígneas intrusivas muy ricas en cuarzo. Color gris claro, meteorización moderada.	2.65	Rechazo	SPT	3																
3.0			3.20	BARRENA de 3.20 a 3.65	BARRENA																	
			3.65	5-3-3 de 3.20 a 3.65	SPT																	
			4.10	10-20-20 de 3.65 a 4.10	SPT																	
4.0			Suelo aluvial compuesto por arena limosa-arcillosa, color marrón claro, con contenido considerable de gravas esféricas bien redondeadas, alta meteorización y bajo grado de consolidación.	5.10	BARRENA de 4.10 a 5.10									BARRENA	7							
5.0				5.55	5-6-7 de 5.10 a 5.55									SPT								
		6.00		6-5-7 de 5.55 a 6.00	SPT																	
		6.45		Rechazo	SPT																	
7.0		Fragmentos rocosos tamaño gravas con formas predominantemente no esféricas subredondeadas y redondeadas provenientes de diferentes fuentes, posiblemente sea un depósito aluvial. Color marrón claro, meteorización moderada.		7.00	BARRENA de 6.00 a 7.00	BARRENA	9															
8.0				7.45	Rechazo	SPT																
			8.50	BARRENA de 7.00 a 8.50	BARRENA																	
	8.95		Rechazo	SPT																		
10.0	Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa, color marrón, presenta fragmentos líticos tamaño guijas en muy baja proporción, muy baja consolidación.		10.00	BARRENA de 8.50 a 10.00	BARRENA	11																
11.0			10.45	10-11-10 de 10.00 a 10.45	SPT																	
		10.90	9-8-10 de 10.45 a 10.90	SPT																		
		11.35	Rechazo	SPT																		
12.0		ENSAYO CORTE DIRECTO Prof. 10.90 - 12.00 m $\phi = 32^\circ$ C = 0.19 kg/cm <sup>2</sup>	12.00	BARRENA de 10.90 a 12.00	BARRENA		14	SC														
13.0			12.45	Rechazo	SPT																	
	13.50		BARRENA de 12.00 a 13.50	BARRENA																		
	13.95		10-15-18 de 13.50 a 13.95	SPT																		
14.0			15.00	BARRENA de 13.95 a 15.00	BARRENA	17									SC							
15.0																						

Pruebas SPT: PA-Punto abierto, PC-Punto Cerrado  
Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estándar (Cuchara Partida), Sh. Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificado de Clasificación de Suelos, W<sub>n</sub>-Contenido de Humedad,  
NOMENCLATURA: LL-Límite Líquido, LP-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.



# Construsuelos de Colombia S.A.S.

## REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: EDARFRI HOTEL SAN JUAN MUNICIPIO DE GIRÓN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

CLIENTE: ARNULFO BALLESTEROS

LOCALIZACION: MUNICIPIO DE GIRÓN

Coordenadas X Y

Tipo sondeo  
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución  
21-02-2012

Fin Ejecución  
25-02-2012

SONDEO N°  
3

OPERADOR  
Víctor Cabrera

SUPERVISOR  
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	L.L. (%)	L.P. (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
0.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa, color marrón, compuesto principalmente por arena muy fina, presenta muy bajo contenido de fragmentos líticos, alta meteorización y muy baja consolidación.	1.00	BARRENA de 0.00 a 1.00	BARRENA	1			12.13				
1.0			1.45	15-17-18 de 1.00 a 1.45	SPT								
2.0		Suelo aluvial compuesto por arena mal gradada ligeramente limosa, color marrón, presenta algunas gravas tamaño guijas provenientes de roca sedimentaria arenisca, el tamaño de las arenas es arena gruesa, muy baja consolidación y alta meteorización.	1.90	20-22-25R de 1.45 a 1.90	SPT	2	SC		13.15	21.00	13.29	7.71	19.39
3.0			3.00	BARRENA de 1.90 a 3.00	BARRENA	3							
4.0			5.00	BARRENA de 3.00 a 5.00	BARRENA	4	SP-SM			N.P	N.P		9.45
5.0		ENSAYO CORTE DIRECTO Prof. 1.90 - 5.00 m Pico $\phi = 25^\circ$ C = 0.32 kg/cm <sup>2</sup> Residual $\phi = 21^\circ$ C = 0.24 kg/cm <sup>2</sup>											
6.0		Suelo aluvial compuesto por arena limosa, color marrón, compuesto principalmente por partículas de arena muy fina, presenta algunos fragmentos líticos, muy baja consolidación y alta meteorización.	7.00	BARRENA de 5.00 a 7.00	BARRENA	5			28.61				
7.0			7.45	10-15-18 de 7.00 a 7.45	SPT								
8.0		Suelo aluvial compuesto por arcilla inorgánica de baja media plasticidad, color marrón claro, presenta muy bajo grado de consolidación y alta meteorización.	7.90	20-22-23R de 7.45 a 7.90	SPT	6	SM		19.40	N.P	N.P		24.84
9.0			9.00	BARRENA de 7.90 a 9.00	BARRENA	7	CL		15.67	44.00	25.88	18.12	70.70
10.0		No Recuperó Muestra	9.45	15-17-20 de 9.00 a 9.45	SPT								
			9.90	18-25-32R de 9.45 a 9.90	SPT								

Puntas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada  
Sondas: ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estándar (Cuchara Partida), Sh-Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificado de Clasificación de Suelos, Wn-Contenido de Humedad,  
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Down), NP: Material NO Plástico.



# Construsuelos de Colombia S.A.S.

## REGISTRO DE PERFORACION Y RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

PROYECTO: EDARFRI HOTEL SAN JUAN MUNICIPIO DE GIRÓN, DEPARTAMENTO DE SANTANDER.

CLIENTE: ARNULFO BALLESTEROS

LOCALIZACION: MUNICIPIO DE GIRÓN

Coordenadas XY

Tipo sondeo  
PERCUSION Y ROTACION DOBLE BARRIL HQ

Inicio Ejecución  
24-02-2012

Fin Ejecución  
29-02-2012

SONDEO N°  
4

OPERADOR  
Victor Cabrera

SUPERVISOR  
ING. MIGUEL CAMARGO

Escala	Litología	Descripción	Cota	N° Golpes Ensayo S.P.T. 6"-12"-18"	Método Perforación	N° Muestra	SUCS	Nivel Freático	Humedad (%)	L.L (%)	L.P (%)	Ip (%)	Pasa 200 (%)
0.0		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa, color marrón, suelta, altamente meteorizada y bajo grado de consolidación.	0.45	2-3-2 de 0.00 a 0.45	SPT	1			14.73				
1.0		No Recuperó Muestra	0.90	9-13-8 de 0.45 a 0.90	SPT								
			1.35	4-2-2 de 0.90 a 1.35	SPT								
2.0			1.80	2-2-4 de 1.35 a 1.80	SPT	2			13.97				
		Suelo aluvial compuesto por arena arcillosa, color marrón, firme, presenta algunos fragmentos líticos de cuarzo-arenita con formas no esféricas subangulares, presenta muy bajo grado de consolidación, alta meteorización.	2.25	2-7-7 de 1.80 a 2.25	SPT	3			10.63				
3.0			2.70	10-13-10 de 2.25 a 2.70	SPT	4	SC		6.64	35.00	20.41	14.59	38.20
			3.15	13-17-17 de 2.70 a 3.15	SPT								
4.0			3.60	14-14-20 de 3.15 a 3.60	SPT	5			8.65				
		ENSAYO CORTE DIRECTO Prof. 4.95 - 5.40 m $\phi = 28^\circ$ C = 0.27 kg/cm <sup>2</sup>	4.05	6-6-11 de 3.60 a 4.05	SPT	6			10.90				
5.0			4.50	9-7-9 de 4.05 a 4.50	SPT	7			11.11				
		Suelo aluvial compuesto por arena limosa, color marrón, contiene algunos fragmentos líticos de cuarzo-arenita con formas no esféricas subangulares, alta meteorización y muy bajo grado de consolidación.	4.95	30-20-22 de 4.50 a 4.95	SPT	8	SC		9.94	27.00	15.41	11.59	31.10
6.0			5.40	16-20-16 de 4.95 a 5.40	SPT	9							
			5.85	22-23-26 de 5.40 a 5.85	SPT	10			7.25				
7.0			7.50	BARRENA de 5.85 a 7.50	BARRENA	11	SM		26.27	35.00	24.13	10.87	16.06
8.0		Suelo aluvial compuesto por grava limosa, color marrón, con presencia de arena muy fina y arena fina principalmente, con algunos fragmentos líticos, muestra altamente meteorizada.	7.95	18-19-15 de 7.50 a 7.95	SPT								
			8.40	18-22-28R de 7.95 a 8.40	SPT	12			15.90				
9.0													
10.0			10.00	BARRENA de 8.40 a 10.00	BARRENA	13	GM		23.06	N.P	N.P		17.31

Pruebas SPT: PA-Punta abierta, PC-Punta Cerrada  
Sondeo: ROTACION DOBLE BARRIL HQ

NOMENCLATURA: TIPO-SPT: Penetrómetro Estándar (Cuchara Partida), Su Tubo Shelby, SUCS-Sistema Internacional Unificado de Clasificación de Suelos, Wt-Contenido de Humedad,  
NOMENCLATURA: L.L-Límite Líquido, L.P-Límite Plástico, IP-Índice Plástico, PASA 200-pasante del tamiz 200, N-Número de golpes SPT (Usando Martillo Donut), NP: Material NO Plástico.